

ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS

**GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE TRÊS ESPÉCIES  
PIONEIRAS DO BIOMA CERRADO NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2004

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M386g  
2004

Martins, Rosana de Carvalho Cristo, 1961-  
Germinação e crescimento inicial de três espécies pio-  
neiras do bioma cerrado no Distrito Federal, Brasil /  
Rosana de Carvalho Cristo Martins. – Viçosa : UFV, 2004.  
xii, 141f. : il. ; 29cm.

Orientador: Sebastião Venâncio Martins.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Árvores - Distrito Federal (Brasil). 2. Plantas dos  
cerrados - Reprodução. 3. Banco de sementes -  
Distrito Federal (Brasil). 4. Sementes - Viabilidade. 5.  
*Sclerobium paniculatum*. 6. *Solanum lycocarpum*. 7.  
*Cecropia pachystachya*. I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.

CDD 20.ed. 634.918

ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS

**GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE TRÊS ESPÉCIES  
PIONEIRAS DO BIOMA CERRADO NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 30 de julho de 2004.

---

Prof. Aloísio Xavier  
(Conselheiro)

---

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva  
(Conselheiro)

---

Prof. Ildeu Soares Martins

---

Prof<sup>a</sup>. Jeanine Maria Felfili Fagg

---

Prof. Sebastião Venâncio Martins  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

A Deus e aos meus pais (Jair e Iolina).

Às minhas filhas (Helena e Milena) e ao meu marido (Ildeu).

Às minhas irmãs (Rosilane e Roseani) e aos meus sobrinhos (Lino, Adrianna e Lucas).

Às minhas cunhadas (Daia, Socorro, Cida, Téia, Maria das Graças, Neide, Toninha, Maria Amélia) e aos meus cunhados (Francisco e Paulo).

À Universidade de Brasília, por estimular a melhoria da minha formação acadêmica, concordando com minha liberação para realização do curso de doutorado no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos, aceitando-me em seu programa de pós-graduação em nível de doutorado, no curso de Ciência Florestal.

À CAPES/PICDT, pela bolsa de estudos, que muito me valeu.

Ao CNPq-PRONEX-2 e ao CMBC (Conservação e Manejo do Bioma Cerrado), convênio DIFID-SEMATEC-FINATEC, pelo apoio financeiro aos experimentos conduzidos no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa, DF.

À Rede de Sementes do Cerrado, particularmente aos professores Linda Styler Caldas e Manoel Cláudio da Silva Júnior, pelo apoio logístico e financeiro aos experimentos realizados no laboratório de sementes florestais do Departamento de Engenharia Florestal da UnB.

À professora Rita de Cássia Gonçalves Borges, por ter aceito orientar-me em sua linha de pesquisa.

Ao professor Sebastião Venâncio Martins, por concordar em dar continuidade à orientação da professora Rita, após a sua aposentadoria.

À professora Jeanine Maria Felfili Fagg, pela orientação, pelo acompanhamento, pelas sugestões, correções e pela dedicação desde a elaboração do projeto de tese até a conclusão desta.

Ao professor Ildeu Soares Martins, pela sua valiosa e fundamental colaboração, além de sua infinita paciência, em todas as análises estatísticas do trabalho de tese e pelo apoio pessoal.

Aos meus conselheiros, professores Haroldo Nogueira de Paiva e Aloísio Xavier, pelas sugestões e críticas valiosas, que muito contribuíram para o trabalho de tese.

Aos suplentes da banca examinadora, professores Elias e Gumercindo, por aceitarem prontamente e colaborarem com sugestões oportunas e interessantes.

À secretaria de pós-graduação do Departamento de Engenharia Florestal da UFV, em especial a Ritinha e Frederico, pela competência, presteza e solidariedade irrestritas.

Ao Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade de Brasília, em especial à Helena, pela paciência e preocupação com os atrasos de bolsas, relatórios, calendários.

Ao chefe do Laboratório de Sementes, da Silvicultura, do Departamento de Engenharia Florestal da UFV, professor Eduardo Euclides Borges, e aos funcionários do referido laboratório, pelo apreço, pela dedicação, pelo carinho e pelas sugestões, além do árduo trabalho, em especial a Mauro, Gilberto, Leacyr, entre outros.

Aos colegas de trabalho da Universidade de Brasília, em especial à Profa. Alba Valéria Rezende e ao Sr. Newton Rodrigues, Allan, Kênia e Patrícia, Éster, Daniel e Carlos, cujo apoio nas atividades de campo e viveiro, na Fazenda Água Limpa, foi fundamental para a conclusão deste trabalho; a Sacha, Júlio e Maria Clara, pelo apoio laboratorial, pelas sugestões e críticas construtivas; à Urânia, pela disposição em colaborar.

À Nila Lopes, técnica do Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da UnB, que, mais do que uma amiga, foi também uma grande parceira nos experimentos de laboratório de sementes, ensinando-me e guiando-me pelos caminhos certos, dada a sua vasta experiência; ao Carlão, estudante de pós-graduação do referido departamento, pela sua disponibilidade e boa vontade em colaborar, identificando o material vegetal das amostras de banco de sementes (principalmente herbáceas e gramíneas do cerrado), além de suas valiosas sugestões.

Ao professor Bergmann, do Laboratório de Microscopia Eletrônica da UnB, pela sua prestímoza e valiosa colaboração com relação à disponibilização dos equipamentos do referido laboratório.

Aos colegas professores do Departamento de Engenharia Florestal da UnB, Nilton César (chefe do departamento), Imanas, Christopher, Alexandre, Ailton e demais companheiros, pelo apoio e pela torcida irrestritos.

Aos funcionários da secretaria de graduação e de pós-graduação do Departamento de Engenharia Florestal da UnB, em especial a Ederly, Mauro, Cardoso, Juracy, Áquila, entre outros, pelo carinho e pela disponibilidade para ajudar no que fosse necessário.

Aos amigos do curso de pós-graduação do Departamento de Engenharia Florestal da UFV, em particular e principalmente a Claudinha, Beth, Sônia, Kellen, Kida, Urbano, Euzimar, Miranda, Inês, Iracy, Allan, Marcos, Glêison, Ivar, entre outros, pelo apoio material e espiritual sempre ao meu dispor.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a conclusão deste trabalho, meus sinceros agradecimentos!

## **BIOGRAFIA**

ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS, filha de Jair Cristo da Silva (*in memoriam*) e de Iolina Maria de Carvalho Cristo, nasceu em Vitória, Espírito Santo, no dia 20 de novembro de 1961.

Em 1985, diplomou-se em Engenharia Florestal pela Universidade de Brasília, em Brasília, Distrito Federal.

Em 1990, concluiu o curso de pós-graduação em Ciência Florestal, em nível de mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Durante o período de 1989 a 1991, trabalhou como Engenheira Florestal da EMPARN (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte), após ser aprovada em concurso público.

De 1992 a 1994, trabalhou como bolsista de DCR (Desenvolvimento Científico Regional), do CNPq, desenvolvendo projeto no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, em Brasília, Distrito Federal.

Em 1994, foi contratada, através de concurso público, como Professora Assistente I pela Universidade de Brasília, onde ainda atua; foi liberada em agosto de 2000 para realização do curso de doutorado em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. Hipótese de trabalho.....	3
1.2. Objetivo geral.....	3
1.3. Objetivos específicos.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Bioma Cerrado.....	3
2.1.1. Cerrado <i>sensu stricto</i> .....	3
2.1.2. Matas de Galeria.....	5
2.2. Regeneração Natural.....	7
2.2.1. Fatores abióticos.....	7
2.2.2. Fatores bióticos.....	9
2.2.2.1. Banco de sementes.....	10
2.2.2.2. Pioneirismo das espécies.....	11
2.3. Reprodução das espécies.....	13
2.3.1. Propagação sexuada.....	13
2.3.2. Propagação assexuada.....	15
2.4. Principais distúrbios em ecossistemas florestais.....	15
2.4.1. Clareiras.....	15
2.4.2. Queimadas e desmatamentos.....	16
2.4.3. Outras perturbações em ambientes de Cerrado e de Matas de Galeria.....	19
2.5. Recuperação de áreas degradadas em cerrado e em matas de galeria.....	20
2.6. <i>Sclerolobium paniculatum</i> var. <i>subvelutinum</i> Benth. ....	23
2.7. <i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil. ....	25
2.8. <i>Cecropia pachystachya</i> Trec. ....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>37</b>
<b>GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Sclerolobium paniculatum</i> var. <i>subvelutinum</i> Benth. EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO.....</b>	<b>37</b>
RESUMO .....	37
1. INTRODUÇÃO .....	38
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	39
2.1. Material experimental .....	39
2.2. Metodologia.....	39
2.2.1. Teste de viabilidade do tetrazólio.....	39
2.2.2. Tratamento de temperatura.....	39
2.2.3. Tratamento de luz e substrato.....	40
2.2.4. Quebra de dormência de sementes .....	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
3.1. Teste de viabilidade do tetrazólio .....	42
3.2. Tratamento de temperatura.....	43
3.3. Tratamento de luz e substrato .....	46
3.4. Quebra de dormência de sementes .....	47
4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO .....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>51</b>
<b>GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil. EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO.....</b>	<b>51</b>
RESUMO .....	51
1. INTRODUÇÃO .....	52
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	53
2.1. Material experimental.....	53
2.2. Metodologia.....	53
2.2.1. Teste de viabilidade do tetrazólio.....	53
2.2.2. Tratamento de temperatura.....	54
2.2.3. Tratamento de luz, substrato e quebra de dormência das sementes.....	54
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
3.1. Teste de viabilidade do tetrazólio .....	55
3.2. Tratamento de temperatura.....	56
3.3. Tratamento de luz, substrato e quebra de dormência.....	58
4. CONCLUSÃO .....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>63</b>
<b>GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Cecropia pachystachya</i> Trec. EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO.....</b>	<b>63</b>
RESUMO .....	63
1. INTRODUÇÃO .....	64
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	66
2.1. Material experimental.....	66
2.2. Metodologia.....	66
2.2.1. Teste de viabilidade do tetrazólio.....	66
2.2.2. Tratamento de temperatura.....	67
2.2.3. Tratamento de luz, substrato e quebra da dormência .....	67
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	69
3.1. Teste de de viabilidade do tetrazólio .....	69
3.2. Efeito da temperatura.....	69

3.3. Efeito de luz, substrato e quebra de dormência das sementes .....	70
3.3.1. Efeito da luz.....	71
3.3.2. Efeito de tratamentos.....	73
4. CONCLUSÃO .....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>78</b>
<b>CRESCIMENTO INICIAL DE <i>Sclerolobium paniculatum</i> var. <i>subvelutinum</i> Benth., <i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil. E <i>Cecropia pachystachya</i> Trec. SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO EM VIVEIRO.....</b>	<b>78</b>
RESUMO .....	78
1. INTRODUÇÃO .....	79
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	83
2.1. Local de implantação do experimento.....	83
2.2. Descrição do material experimental .....	83
2.3. Tratamentos aplicados e análises dos dados.....	84
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	86
3.1. Crescimento inicial das espécies do Cerrado <i>sensu stricto</i> .....	86
3.1.1. <i>Sclerolobium paniculatum</i> var. <i>subvelutinum</i> Benth. ....	86
3.1.2. <i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil. ....	93
3.2. Crescimento Inicial de Espécie de Mata de Galeria .....	100
3.2.1. <i>Cecropia pachystachya</i> Trec. ....	100
3.3. Crescimento inicial em espécies de Cerrado x Mata de Galeria.....	106
4. CONCLUSÃO .....	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>111</b>
<b>BANCO DE SEMENTES DO CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> E DE MATAS DE GALERIA NA FAZENDA ÁGUA LIMPA, DISTRITO FEDERAL .....</b>	<b>111</b>
RESUMO .....	111
1. INTRODUÇÃO .....	112
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	114
2.1. Base dos dados.....	114
2.2. Descrição das áreas de estudo.....	115
2.2.1. Cerrado <i>sensu stricto</i> .....	115
2.2.2. Matas de Galeria.....	119
2.3. Análise dos dados .....	123
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	124
3.1. Cerrado <i>sensu stricto</i> .....	125
3.1.1. Cascalheira .....	125
3.1.2. Cerrado perturbado (desmatamento e fogo) x Cerrado não-perturbado ....	126
3.2. Matas de Galeria.....	129
3.2.1. Mata do Capetinga.....	129
3.2.2. Mata do Gama .....	132
3.3. Viabilidade das sementes nos solos experimentais.....	134
4. CONCLUSÃO .....	136
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
CONCLUSÕES GERAIS.....	140
RECOMENDAÇÕES .....	141

## RESUMO

MARTINS, Rosana de Carvalho Cristo, D.S. Universidade Federal de Viçosa, julho de 2004.  
**Germinação e crescimento inicial de três espécies pioneiras do bioma cerrado no Distrito Federal, Brasil.** Orientador: Sebastião Venâncio Martins. Conselheiros: Aloísio Xavier e Haroldo Nogueira de Paiva.

As espécies *Sclerolobium paniculatum* Vogel var. *subvelutinum* Benth. e *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. são típicas do Cerrado *sensu stricto* que sobressaem em áreas degradadas por desmatamentos e pelo fogo, enquanto a espécie *Cecropia pachystachya* Trécul se destaca em Matas de Galeria perturbadas pela formação de clareiras; ambas as espécies apresentam comportamento pioneiro. Este trabalho visou verificar o pioneirismo em espécies de Cerrado *sensu stricto* e de Matas de Galeria do Bioma Cerrado, através da análise da germinação e do crescimento inicial dessas espécies, assim como foram avaliados os bancos de sementes dos solos de áreas do Cerrado e de Matas de Galeria, com e sem perturbações. O estudo do comportamento germinativo das sementes revelou que, uma vez aplicados os tratamentos para superação da dormência, todas as espécies apresentam elevado percentual de germinação, independentemente das condições de luz. A escarificação mecânica e o corte do tegumento aceleram a germinação de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* e *Solanum lycocarpum*, enquanto *Cecropia pachystachya* apresentou dormência fisiológica superada por ácido giberélico e nitrato de potássio. As três espécies apresentam comportamento similar quanto à germinação em diferentes condições de luz, uma vez superada a barreira da dormência. O desenvolvimento das variáveis alométricas e a produção de biomassa indicaram a necessidade de elevados percentuais de luz para o desenvolvimento destas, confirmando seu caráter pioneiro.

O estudo do banco de sementes da Cascalheira, do Cerrado *sensu stricto* com e sem perturbação, das Matas do Capetinga e do Gama, com e sem perturbação, mostrou que, quanto maior o grau de perturbação, maior o estoque do banco de sementes formado por diásporos com características de gramíneas, em detrimento de espécies arbóreas. Constatou-se a existência de um gradiente no Cerrado *sensu stricto* no qual a relação sementes viáveis/sementes totais do banco foi: Cerrado não-perturbado > Cerrado perturbado por fogo e desmatamento > Cascalheira. Também no caso da Mata de Galeria do Capetinga houve uma nítida distinção entre área perturbada (com clareira) e não (ou menos) perturbada (interior da mata), sendo: Mata do Capetinga não perturbada > Mata do Capetinga perturbada. Contudo, na Mata de Galeria do Gama, por se tratar de uma mata mais conservada do que a do Capetinga, a relação sementes viáveis/sementes totais do banco foi semelhante para ambas as condições (borda e interior da mata), sendo possível a recuperação das áreas degradadas através do banco de sementes.

## ABSTRACT

MARTINS, Rosana de Carvalho Cristo, D.S. Universidade Federal de Viçosa, July 2004.  
**Germination and initial growth of three pioneer species of Cerrado Bioma in the Federal District, Brazil.** Adviser: Sebastião Venâncio Martins. Committee Members: Aloísio Xavier and Haroldo Nogueira de Paiva.

*Sclerolobium paniculatum* Vogel var. *subvelutinum* Benth. and *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. are typical species of the Cerrado *sensu stricto* that occur mostly in degraded lands by deforestations and fire, while *Cecropia pachystachya* Trécul occurs mostly in Gallery forest gaps. The objective of this work was to detect the pioneer behavior of these three species, through the analysis of germination and initial growth. Moreover, seed banks in the Cerrado *sensu stricto* and Gallery forest areas, with and without disturbances, were evaluated. The study of the seeds germinative behavior showed that once applied adequate treatments to overcome dormancy, all the species presented high germination levels, independent of light conditions. Mechanic scarification and seed tegument cutting accelerated germination of *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* and *Solanum lycocarpum*, while physiological dormancy of *Cecropia pachystachya* was surpassed by gibberelic acid and potassium nitrate. The three species showed a similar behavior related to germination at various light conditions, since the dormancy barrier was surpassed. The pioneering character was confirmed since allometric variables and biomass production was associated with high light percentages. The seed banks studies showed that a higher number of grass diaspora was found in the more degraded areas, replacing the forest trees species seed bank. These results suggested a gradient in relation to viable seeds/total seeds in the seed bank of the Cerrado *sensu stricto*: not disturbed Cerrado > Cerrado disturbed

by fire and deforestation > Gravel pit. In the Capetinga gallery forest, that is a forest disturbed by fire, there was a clear distinction between a degraded area (large gap) and a less disturbed one. However, in the Gama gallery forest, that is a less disturbed forest, the relation viable seeds/total seeds was similar between disturbed and undisturbed areas (interior of the forest), allowing to state that the recovery of disturbed areas, in this forest, could occur naturally through the seed bank.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Historicamente, a floresta tem sido encarada como obstáculo ao estabelecimento e desenvolvimento das populações humanas, dado o longo período de produção florestal dos diversos biomas brasileiros, a extensão e acessibilidade das áreas florestais o longo tempo necessário para que ocorra o retorno do capital investido, entre outros. Assim, o desflorestamento tem sido cada vez maior, promovendo, principalmente nas três últimas décadas, um comprometimento ainda maior do futuro, por gerar impactos como a redução do potencial florestal, a redução da biodiversidade, o aumento na emissão de dióxido de carbono, a degradação do solo e a perda da qualidade da água (Santos e Câmara, 2002).

Contudo, a sobrevivência do próprio homem está condicionada à manutenção da diversidade dos produtos florestais.

O Bioma Cerrado, embora considerado um dos “hostspots” mundiais, é também um dos ecossistemas mais ameaçados, em todas as suas fitofisionomias, pela ação antrópica desmedida. É necessário e urgente que medidas que visem desacelerar, e se possível interromper, os processos de exploração florestal danosos sejam tomadas, associadas às medidas reparadoras, como a produção de mudas para enriquecimento e recuperação de áreas florestais perturbadas.

Para que isso seja possível, é preciso que haja disponibilidade de protocolos de germinação de sementes (forma mais comum de propagação das espécies florestais, dada a capacidade de variabilidade genética), bem como o conhecimento das condições necessárias e adequadas para o crescimento inicial das plantas (principalmente no tocante ao requerimento de luz ou sombra) e do potencial de regeneração natural das espécies (através do mecanismo de banco de sementes do solo).

O trabalho que se apresenta objetivou dar uma contribuição nesse sentido, propondo duas espécies com características de pioneirismo para o Cerrado *sensu stricto* (*Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* e *Solanum lycocarpum*) e uma para Matas de Galeria (*Cecropia pachystachya*), na expectativa de que elas possam ser empregadas com sucesso na recuperação de áreas perturbadas dessas duas fitofisionomias do Bioma Cerrado.

Além disso, este trabalho teve por justificativa o conhecimento inadequado do comportamento biológico da semente das espécies arbóreas nativas, que pode limitar a efetividade e consistência de propagação e práticas de manejo (Esau, 2000). Foram objetos de estudo deste trabalho as espécies *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* Benth., encontrada particularmente no Cerrado *sensu stricto* e outras formações lenhosas de cerrado, com comportamento pioneiro e poucas informações a respeito de sua dinâmica populacional; *Solanum lycocarpum* St. Hil., espécie característica das mesmas fitofisionomias com elevada abundância em áreas desmatadas; e *Cecropia pachystachya* Trec., que ocorre nas Matas de Galeria do Brasil Central, especialmente em áreas perturbadas.

Essas espécies sobressaem em áreas degradadas por desmatamentos e pelo fogo, apresentando comportamento pioneiro. O trabalho que ora se apresenta visou principalmente verificar a influência da luz no pioneirismo de espécies de Cerrado *sensu stricto* e de Matas de Galeria do Bioma Cerrado através da análise da germinação e crescimento inicial das espécies supracitadas, que sobressaem em áreas degradadas por desmatamentos e pelo fogo e que devem estar presente no banco de sementes do solo de áreas perturbadas e sem perturbações do referido bioma, apresentando comportamento pioneiro.

Para facilitar a compreensão, o trabalho foi dividido em capítulos; o capítulo 1 trata da caracterização do bioma no qual as espécies se encontram engajadas, bem com uma descrição delas.

Os capítulos 2, 3 e 4 versam a respeito do comportamento germinativo de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, *Solanum lycocarpum* e *Cecropia pachystachya* e sua relação com o pioneirismo dessas espécies do Bioma Cerrado.

O capítulo 5 aborda o crescimento inicial das citadas espécies sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro, com intuito de se certificar ou se relacionar com o comportamento pioneiro delas.

No capítulo 6 é analisada a presença de banco de sementes em áreas do Cerrado e de Matas de Galeria perturbadas e não-perturbadas, visando determinar a capacidade de recuperação, por meio deste mecanismo de regeneração natural, principalmente das áreas perturbadas devido à presença esperada de maior número de sementes pioneiras persistentes, cuja avaliação se baseou nas características morfológicas e na viabilidade.

### **1.1. Hipótese de trabalho**

O aparecimento e a rápida ocupação das espécies pioneiras nos ambientes de Cerrado e de Matas de Galeria com algum tipo de perturbação se devem a presença delas, no banco de sementes, à capacidade de pronta e vigorosa germinação, assim como ao estabelecimento e crescimento inicial das plantas na presença de luz (plena ou em clareira).

### **1.2. Objetivo geral**

O objetivo geral deste estudo foi conhecer a dinâmica reprodutiva de algumas espécies com características pioneiras do Cerrado *sensu stricto* e de Mata de Galeria, verificando-se quais os mecanismos que permitem o seu estabelecimento em áreas degradadas ou perturbadas.

### **1.3. Objetivos específicos**

- Determinar a viabilidade das sementes, com aplicação de testes de germinação em condições de laboratório e estabelecimento de métodos mais adequados para viabilizar, agilizar e uniformizar a germinação no campo e/ou viveiro.

- Determinar a importância da luz para o desenvolvimento inicial das espécies pioneiras *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* (carvoeiro do cerrado), *Solanum lycocarpum* (lobeira) e *Cecropia pachystachya* (embaúba) empregando de diferentes níveis de sombreamento, em condições de viveiro.

- Analisar os bancos de sementes em condições de Cerrado e de Matas de Galeria perturbados e não-perturbados, por meio do estudo das sementes presentes e suas características nas referidas condições.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Bioma Cerrado**

#### **2.1.1. Cerrado *sensu stricto***

As savanas são ecossistemas caracterizados por climas tropicais e subtropicais, solos distróficos, forte sazonalidade, déficit hídrico e um estrato contínuo vegetativo de gramíneas e um descontínuo de plantas lenhosas. Os principais determinantes desse ecossistema são: clima, solo, fogo e herbivoria, além da ação antrópica, que pode ser marcante (Walker, 1987). O Cerrado brasileiro, por possuir essas características, é tido como um tipo de savana.

O bioma Cerrado constitui-se em um grande mosaico de paisagens naturais dominado por diferentes fisionomias de savanas estacionais sobre solos profundos e bem drenados das chapadas (Cerrados), ocupando mais de 2/3 das terras, que são atravessadas por estreitos corredores de florestas mesofíticas perenifólias ao longo dos rios (Matas de Galeria), cercados por savanas hiperestacionais de encosta (campos úmidos) ou substituídos por brejos permanentes (veredas). Esse padrão é interrompido por encaves de outras tipologias vegetais, como savanas estacionais de altitude (campos rupestres), savanas estacionais em solos rasos (campos litólicos), florestas xeromórficas semidecíduas (cerradões), florestas mesofíticas dos afloramentos calcários (matas secas), florestas mesofíticas de planalto (matas de interflúvios), savanas hiperestacionais aluviais com murunduns (pantanaís) e florestas baixas xeromórficas decíduas em solos arenosos (carrascos). Assim, o Brasil é o país com maior área de savana (formações abertas savânicas) do mundo (Dias, 1992).

Segundo Ribeiro e Walter (1998), o Cerrado *sensu stricto* é o tipo fitofisionômico que apresenta o número maior de subtipos (denso, típico, ralo e rupestre); a separação é feita pela densidade arbórea, seguida dos critérios de substrato e flora. Os fatores do substrato responsáveis pelo raleamento da camada lenhosa são: alto teor de alumínio disponível e solo pobre em íons requeridos pelas plantas; solo raso; e encharcamento estacional do solo (Eiten, 1984).

Estima-se que cerca de 37% da área da cobertura primitiva do bioma Cerrado (Savana) tenha se perdido com a ocupação de diferentes paisagens antrópicas, como: pastagens plantadas, culturas temporárias, culturas perenes (principalmente eucalipto, manga, café), represamentos, áreas urbanas e áreas degradadas abandonadas. Vários animais e plantas nativas ainda sobrevivem nas áreas de paisagem antrópica, porém tendem a desaparecer por falta de preocupação com a sua preservação (Dias, 1990).

Segundo Felfili (1997), a província Central ou dos Cerrados, assim como a Caatinga, reflete um clima estacional e é recoberta principalmente por florestas estacionais entremeadas por formações abertas e florestas úmidas de galeria, sendo diversas as fisionomias vegetais, tipos de solos e comunidades animais.

De acordo com Dias (1992), a província dos Cerrados ocupa aproximadamente um quarto do território brasileiro (cerca de 200 milhões de hectares), sendo encontrados numerosos encaves de cerrado nas regiões Amazônica, Caatinga e Mata Atlântica, além de savanas assemelhadas no norte da América do Sul (Lhanos, Gran Sabana, Campos do Rio Branco/Lavrado, entre outros).

O Cerrado é considerado um dos *hotspots* mundiais, ou seja, um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta (Funatura, 1999; Myers et al., 2000). Destaca-se por sua enorme biodiversidade, estimada em 1/3 da biota brasileira e 5% da flora e fauna mundiais (Ratter e Dargie, 1992; Alho e Martins, 1995). Apresenta, ainda, grande quantidade de espécies vegetais

endêmicas, sendo 1,5% das plantas da Terra, e cerca de 40% das espécies lenhosas imprescindíveis à alimentação da fauna (Funatura, 1999; Myers et al., 2000).

O Cerrado *sensu stricto* (ou Savana Típica) é uma vegetação que ocorre geralmente em faixas extensas e contínuas, caracterizada por uma camada herbácea com predominância de gramíneas e por uma camada lenhosa, que varia de 3 a 5 m de altura, com cobertura arbórea de 10 a 60%. As duas camadas são ricas em espécies; essa riqueza está na faixa de 240 espécies vasculares por hectare. A densidade varia do Cerrado ralo até o Cerrado denso entre 600 e 1.200 plantas lenhosas com diâmetro a partir de 5 cm.ha<sup>-1</sup>. As herbáceas e arbustivas formam uma camada espessa, sendo difícil distinguir os indivíduos, tanto na camada arbustiva como na herbácea, pois muitas estruturas aéreas são brotações de uma mesma raiz (Felfili et al., 2002).

De acordo com Felfili et al. (2000), o Cerrado possui uma dinâmica mais intensa do que a da floresta tropical, em decorrência, provavelmente, das queimadas ocasionais e da forte competição com o estrato herbáceo. Contudo, há também uma tendência de manutenção da fisionomia, com o estrato arbóreo resiliente, tendendo a recuperar seu *status* original, após decréscimos na densidade ocasionados por queimadas eventuais.

O Cerrado é caracterizado por um clima sazonal, com duas estações distintas (seca e chuva). Apresenta uma diversidade das mais ricas em relação à vegetação savânica do mundo. A estação de seca pode perdurar por até seis meses; as queimadas, alimentadas pelas folhas secas e umidade relativa do ar baixa, dominam extensas áreas. A vegetação apresenta estratégias de adaptação a esses fatores, com suas raízes profundas (mais de 10 m) ou órgãos subterrâneos (xilopódios) que sobrevivem à estação seca e rebrotam no início da chuvosa (Coutinho, 1978; Ferri, 1980).

Felfili et al. (1999) destacam que a pluviosidade e outros fatores climáticos, aliados à fisiologia da planta, influenciam a fenodinâmica de espécies tropicais, principalmente nos Cerrados do Brasil Central, onde as estações chuvosas e secas são bem marcadas. No Cerrado, outro fator importante é o fogo – fenômeno comum na estação seca e que certamente influencia a fenologia.

A área da Fazenda Água Limpa, no Distrito Federal, onde foi conduzido este estudo, contém a maioria das fitofisionomias do Brasil Central. Os 4.000 ha da referida fazenda estão distribuídos em aproximadamente 28,2% de campo limpo; 4,4% de campos de murunduns; 20,1% de campo sujo; 36,5% de cerrado *sensu stricto*; 0,2% de cerradão; e 9,9% de Matas de Galeria e cabeceiras da área total (Silva, 1999).

### **2.1.2. Matas de Galeria**

As Matas de Galeria são formações florestais que margeiam linhas de drenagem, localizadas nos fundos dos vales ou em cabeceiras de drenagem, onde os cursos d'água ainda

não escavaram o canal definitivo. Essa fisionomia não apresenta queda de folhas evidente durante a estação seca. Em função da topografia e altura do lençol freático ao longo do ano, a Mata de Galeria pode ser inundável e não-inundável, com espécies típicas para cada condição (Felfili et al., 2000b).

De acordo com Haridasan (1998), as Matas de Galeria ocorrem nas mais variadas condições climáticas, topográficas e edáficas em diferentes partes do mundo. Assim, o termo “mata de galeria” se deve à estrutura de mata (floresta) com extensão longa e estreita (forma de galeria); as matas que surgem ao longo dos cursos d’água (riachos, rios e córregos) na região do Cerrado são denominadas Matas de Galeria. Estudos têm atestado que, diferentemente do que havia sido preconizado, a maior parte dos solos sob Matas de Galeria da região do Cerrado não são hidromórficos, por serem bem drenados durante a maior parte do ano, nem aluviais, por serem desenvolvidos a partir de depósitos coluviais.

O conhecimento sobre a germinação das sementes, a produção e o crescimento inicial das principais espécies arbóreas é fundamental para a conservação e a recuperação das Matas de Galeria. Embora fisionomicamente homogêneas, as Matas de Galeria podem apresentar drásticas variações no ambiente físico e na distribuição das espécies, promovendo o agrupamento das espécies que possuem características capazes de otimizar o sucesso do estabelecimento nesse ambiente (Ribeiro e Walter, 1998).

As árvores de Matas de Galeria da região do Cerrado normalmente não apresentam características escleromórficas comuns às espécies arbustivo-arbóreas do Cerrado *sensu stricto*, devido ao solo, à disponibilidade hídrica, à ciclagem de nutrientes, entre outros (Haridasan, 1998).

As Matas de Galeria representam um caso a parte no aspecto da conservação, pois, além de apresentarem alta diversidade, funcionam também como corredores de dispersão e têm importância capital na preservação dos recursos hídricos do cerrado. Embora protegidas por legislação própria, são freqüentemente perturbadas, comprometendo a sobrevivência dessa fisionomia (Felfili et al., 1994).

De acordo com Felfili e Abreu (1999), nas Matas de Galeria, em solos bem drenados, as espécies estão distribuídas de modo contínuo, sendo algumas preferenciais de locais úmidos, locais mais secos e de locais com alta luminosidade (clareiras e bordas de mata); a umidade é, portanto, um dos principais fatores determinantes no padrão de distribuição de espécies. A declividade é outro parâmetro importante na determinação dos padrões de distribuição espacial das espécies de Matas de Galeria, dada a estreita ligação com o posicionamento do lençol freático.

Após comparar a alocação de recursos em espécies de cerrado e de mata, Hoffmann e Franco (2003) concluíram que as espécies de mata investem mais na área foliar e biomassa de caule (adaptações para uma competitividade a ambiente de luz), enquanto a biomassa de raiz

fica comprometida ou relegada a segundo plano. Com relação às espécies de cerrado, o investimento maior é justamente na biomassa de raiz. Com isso, uma espécie de mata, em condições de cerrado, tem um desempenho inferior, pois este se caracteriza por estresse de água, fogo e alta intensidade luminosa. As espécies pioneiras do cerrado são essencialmente lucíferas, com grande investimento na espessura da raiz, para que possam armazenar água durante a estação seca e que permitam reproduzir novos indivíduos, após queimadas ou secas pronunciadas.

Contudo, há de se salientar que em ambientes de Cerrado *sensu stricto* com correção de solo, adubação e irrigação, muitas espécies de Matas de Galeria têm bom desenvolvimento, sendo apropriadas e empregadas na arborização urbana, no reflorestamento e na recuperação de áreas perturbadas.

## **2.2. Regeneração Natural**

### **2.2.1. Fatores abióticos**

A sucessão, como mudança na composição de espécies, tem como mecanismo organizador a adaptação das espécies a porções de um gradiente temporal de condições ambientais (luz, umidade, fertilidade, entre outros), criado pelo contínuo estabelecimento destas (Tabarelli, 1997).

A análise da estrutura das populações pode dar indicações sobre a categoria em que a espécie se encontra em relação às exigências de luz. Estudos indicam que há uma gradação nas exigências luminosas entre as espécies que compõem as comunidades florestais (Denslow, 1980).

Na sucessão, diferentes grupos de espécies vegetais requerem recursos ambientais distintos para seu crescimento, desenvolvimento e reprodução. As espécies tropicais têm sido classificadas de diversas formas, de acordo com a dinâmica de sucessão. Denslow (1980) emprega a seguinte classificação: (a) espécies de clareiras grandes, (b) de clareiras pequenas e (c) tolerantes. Whitmore (1982) posteriormente adotou apenas a classificação: (a) intolerantes à sombra e (b) tolerantes à sombra.

Souza et al. (2001) salientam que a classificação das espécies em pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax, na prática, é questionável; em determinado local algumas espécies se comportam como pioneiras e em outros podem ser consideradas climácicas. As espécies florestais apresentam comportamentos diferentes e precisam de estudos para que possam ser adequadamente empregadas.

Espécies que ocupam locais permanentemente pobres em nutrientes apresentam estratégias eficientes e alcançam a necessária atividade metabólica para manter sua capacidade

competitiva. Isso pode ocorrer por meio de um aumento na eficiência da absorção mineral (através de um intenso crescimento do sistema radicular ou da formação de células de transferência) ou, ainda, por meio de uma melhoria na disponibilidade de nutrientes da rizosfera (por meio da liberação de ácidos e substâncias formadoras de quelados pela raiz) (Larcher, 2000).

Sobre solos com deficiência mineral generalizada ou solos ácidos é possível haver uma maior eficiência de utilização dos nutrientes, através do desenvolvimento de novos órgãos por meio de retranslocação dos minerais absorvidos e que já haviam sido empregados em outras partes da planta. Essa reutilização possibilita a conservação dos nutrientes nos tecidos vegetais por um período mais longo (Larcher, 2000).

A grande variação na disponibilidade de luz atingindo o sub-bosque é outro fator importante que vai influenciar a viabilidade econômica do cultivo dentro da floresta em regeneração. Para florestas secundárias complexas e estratificadas, uma abordagem melhor pode ser a remoção de plantas de diferentes estratos até que o aumento de luz desejado seja alcançado (Mesquita, 1998).

Felfili e Abreu (1999) avaliaram as condições de luminosidade na Mata de Galeria do Gama, na Reserva Ecológica da Fazenda Água Limpa, da Universidade de Brasília, empregando sensor de quanta na faixa fotossinteticamente ativa, acoplado a um *data logger* – LICOR, em áreas de dossel fechado, borda de mata e clareiras. Verificou-se que na condição de dossel fechado, em terreno com declividade de 5%, a RFA (Radiação Fotossinteticamente Ativa Total) mínima foi de  $1,74 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$  (às 17 horas) e máxima de  $36 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$  (às 12h40), representando níveis de luminosidade de 0,3 até 11%; na condição de borda da mata de galeria, com distância máxima de 10 m do campo limpo, com declividade de 20% no ponto mais elevado do terreno, a RFA mínima foi de  $13 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$  (às 9h20) e máxima de  $560 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$  (às 13 horas), representando níveis de luminosidade de 0,9 até 30%; e finalmente na condição de clareira, em três áreas situadas em terrenos com declividades entre 5 e 10% (áreas de 180, 178 e 184 m<sup>2</sup>), a RFA mínima foi de  $11 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$  (às 16h40) e a máxima de  $423 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$  (às 12h40), representando níveis de luminosidade de 4 até 27%.

A luz afeta o crescimento de plantas em clareiras; outros fatores que variam dentro de clareiras também devem influenciar o crescimento, como aumento da disponibilidade de água e aumentos de curta duração nos níveis de nutrientes (Mesquita, 1998).

No Cerrado, os distúrbios causados pelo fogo desempenham um papel fundamental na dinâmica das comunidades. Pouco se conhece sobre o comportamento de espécies de Cerrado em relação à dinâmica sucessional, mas algumas espécies destacam-se em ambientes perturbados (Pires et al., 1999).

Períodos superiores a um ano após as queimadas, bem como maiores intensidades de cobertura de copas e constância na pluviosidade (na estação chuvosa), são fatores que afetam

positivamente o estabelecimento de várias espécies do Cerrado. O sombreamento, proporcionado pela camada graminosa (que atinge cerca de 50 cm de altura), e a presença de copas de árvores esparsas influenciam o estabelecimento e desenvolvimento inicial das plantas (Felfili, 2001).

Entretanto, o Cerrado *sensu stricto* evoluiu com a ocorrência de queimadas naturais e, portanto, a flora está adaptada a esse fenômeno. Muitas plantas que se reproduzem vegetativamente possuem vigorosas estruturas subterrâneas, como xilopódios e rizomas, que lhes asseguram a sobrevivência, mesmo que toda a estrutura aérea seja queimada. Várias espécies arbóreas possuem cascas grossas e camadas de cortiça que protegem o câmbio do fogo. Entretanto, incêndios provocados por ação antrópica atingindo extensas áreas, a intervalos anuais, são deletérios a esse ambiente (Felfili et al., 2002).

### **2.2.2. Fatores bióticos**

As espécies das florestas tropicais se regeneram através de diversos mecanismos, como: banco de sementes do solo, chuva de sementes, banco de plântulas e brotações. Essas diferentes estratégias garantem a auto-renovação, sustentabilidade e manutenção da diversidade biológica desses ecossistemas (Almeida, 2000).

A distribuição das espécies nos diferentes estratos da floresta (assim como a presença/ausência na regeneração natural) pode dar indicativo de tolerância, comportamento, participação das espécies em outros estágios sucessionais, presença ou ausência de agentes polinizadores e dispersores e permanência das espécies em questão no sistema (Almeida, 2000).

Em um ambiente perturbado, a dispersão de espécies anemocóricas pode ser mais eficiente no tempo e no espaço, pois não depende da presença de agentes bióticos de dispersão, característica que facilita o estabelecimento do estágio pioneiro, imprescindível ao estabelecimento da maioria das espécies tolerantes à sombra (Uhl, 1987).

Segundo Felfili et al. (2000a), a diversidade e a riqueza das espécies herbáceas na mata de galeria do Brasil Central são inferiores quando comparadas com outras fitofisionomias do Bioma Cerrado. O baixo número de espécies e indivíduos no estrato herbáceo é indicativo de bom estado de conservação. As matas degradadas geralmente são invadidas por gramíneas, bambus e/ou samambaias na fase inicial da sucessão.

A competição com gramíneas também pode inibir o estabelecimento de espécies lenhosas pioneiras. As gramíneas podem crescer densamente e, assim, interferir na penetração das raízes dessas espécies no solo ou simplesmente competir por recursos do solo (água e nutrientes). Outra possibilidade é de que toda a estrutura aérea das gramíneas age como uma barreira física, em áreas perturbadas do cerrado, limitando o depósito das sementes e

conseqüentemente a regeneração natural através do mecanismo de banco de sementes do solo (Miriti, 1998).

### **2.2.2.1. Banco de sementes**

A disponibilidade de sementes no solo depende da densidade e da distribuição das árvores matrizes, da distância e da forma da curva de dispersão e do padrão de mortalidade ao redor da árvore matriz (Viana, 1990).

O banco de sementes do solo é um mecanismo eficiente na recuperação do ambiente alterado e pode ser melhorado quando manejado de forma compatível com o estágio seral, considerando suas características de densidade e florística (Araújo et al., 2001).

O banco de sementes do solo constitui um importante componente da regeneração natural, principalmente com referência à regeneração de clareiras, bordas de mata e áreas desmatadas. O uso indiscriminado do fogo pode aniquilar completamente o banco de sementes do solo, comprometendo e podendo até anular a ação desse meio biótico de regeneração (Almeida, 2000).

O banco de sementes é caracterizado como a quantidade de sementes existente no solo, num dado momento e numa determinada área (Kageyama e Viana, 1991). É formado por espécies representantes da vegetação atual, espécies de etapas sucessionais anteriores e espécies que não tinham estado presentes na área e que fazem parte do potencial florístico devido à sua capacidade de dispersão (Leal Filho e Borges, 1992).

Trata-se de um sistema dinâmico, com entradas e saídas. O balanço entre estas determina um estoque acumulado, variável principalmente em função do tipo de semente, caracterizando bancos transitórios e/ou persistentes. Os bancos transitórios são aqueles compostos por sementes viáveis por um limitado período de tempo, ou seja, sementes que germinam logo após a dispersão ou no período de no máximo um ano.

A saída de sementes do banco pode ocorrer através da germinação ou pela morte das sementes, em razão de perda da viabilidade ou predação (Bradbeer, 1988), parasitismo e transporte por vários agentes (Rêgo e Possamai, 2000).

O banco de sementes de determinada área apresenta variações espaciais tanto no sentido horizontal como no vertical, isto é, varia entre locais dentro da mesma área e também em relação à profundidade do solo (Kageyama e Viana, 1991).

As variações estacionais no número de sementes e na composição do banco de sementes dependem, em parte, das características das sementes e de aspectos fenológicos das espécies presentes na área. Os fatores que causam essas variações são: época e duração da estação de frutificação; taxa de perda de viabilidade das sementes; época e intensidade de predação; e época de germinação (Viana, 1990).

O banco de sementes sofre, ainda, modificações em função da idade do povoamento e do estágio em que se encontra. Nos estágios iniciais de uma sucessão, o banco de sementes é maior devido ao enriquecimento provocado pela dominância das espécies pioneiras, que apresentam longo período de frutificação e produzem elevado número de sementes com longevidade prolongada no solo da floresta (banco persistente). Nos estágios avançados, em que predominam as espécies primárias de curto período de frutificação e sementes de curta longevidade, o número de sementes armazenado no solo tende a diminuir (banco transitório) (Leal Filho e Borges, 1992).

#### **2.2.2.2. Pioneirismo das espécies**

As espécies pioneiras são extremamente importantes para a regeneração da floresta após distúrbios antrópicos. Esse grupo de espécies transfere nutrientes do solo para a comunidade, melhora as condições físicas e químicas do solo, através da produção de grande quantidade de matéria orgânica, e transforma as condições microclimáticas, reduzindo as flutuações térmicas e incrementando a umidade relativa do ar. Essas transformações favorecem o estabelecimento das espécies tolerantes à sombra (Tabarelli, 1997).

De acordo com Almeida (2000), as espécies pioneiras desenvolvem-se em grandes clareiras, bordas de fragmentos florestais, locais abertos e áreas degradadas, apresentando as seguintes características:

- a) Pequeno número de espécies por ecossistema, porém em alta densidade, principalmente em fragmentos florestais em estágio inicial e médio de regeneração.
- b) Capacidade de adaptação em ambientes variados (existe sempre uma espécie pioneira típica de cada ambiente).
- c) Alta tolerância à luz e intolerância à sombra.
- d) Pequeno ciclo de vida (10 a 20 anos).
- e) Pequeno porte (geralmente menor que 10 metros de altura).
- f) Floração e frutificação precoce (algumas espécies chegam a florescer ainda na fase de viveiro, 6 meses após a semeadura).
- g) Sementes geralmente pequenas, produzidas em grande quantidade.
- h) Dispersão de sementes por agentes generalistas.
- i) Conservação do poder germinativo das sementes por longos períodos (permanece no banco de sementes do solo).
- j) Frutos e folhas altamente atrativos para animais silvestres.
- k) Altas taxas de crescimento vegetativo.
- l) Sistema radicular de absorção mais desenvolvido.
- m) Alta plasticidade fenotípica.
- n) Grande amplitude ecológica (dispersão geográfica).

Além disso, as espécies pioneiras apresentam baixa densidade em ambientes não perturbados, em condições de dossel fechado (Felfili, 1997).

Segundo Williamson et al. (1998), existem duas estratégias diferenciadas de pioneiras nos neotrópicos, a “fugitiva” e a “posseira”, sendo a primeira caracterizada por rápido crescimento em altura, alta razão entre altura e diâmetro e baixa espessura de copa. Por outro lado, a pioneira “posseira” cresce devagar em altura e possui baixa razão entre altura e diâmetro e alta espessura de copa.

A pioneira tradicional evita a competição por luz, por crescer rapidamente e permanecer acima de seus competidores durante a colonização. Ela tanto é uma colonizadora quanto uma espécie fugitiva, já que explora um recurso temporário à frente das outras espécies que eventualmente a substituirão. As pioneiras fugitivas são uma guilda (grupo de espécies que usam de forma similar uma classe de recurso) recrutando apenas em áreas abertas, incapazes de crescer na sombra e que não se encontram no sub-bosque como parte do banco de plântulas esperando por uma abertura no dossel (Williamson et al., 1998).

Nos trópicos úmidos, o hábito de pioneira fugitiva, por excelência, emergiu de espécies dos gêneros *Cecropia*, *Goupia*, *Schizolobium* e *Stryphnodendron* e proliferou nas espécies dos gêneros *Malviviscus*, *Ochroma*, *Ceiba*, *Pseudobombax*, *Trema*, *Heliocarpus*, *Apeiba* e *Luehea* (Williamson et al., 1998).

As pioneiras fugitivas são um grupo bastante heterogêneo. Elas diferem em longevidade e tamanho – algumas têm vida curta, morrendo à medida que a vegetação abaixo delas atinge o dossel (como as espécies do gênero *Heliocarpus* e algumas do gênero *Cecropia*), e outras podem permanecer por décadas no dossel (*Ochroma*, *Goupia*, *Schizolobium* e *Stryphnodendron*) ou, ainda, acima dele, como emergentes (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertner) (Williamson et al., 1998).

Quanto às pioneiras posseiras que existem nas áreas neotropicais de baixa altitude, tem-se que elas também germinam, crescem e reproduzem a pleno sol, porém diferem estruturalmente das pioneiras fugitivas por terem um tronco mais curto, mais forte, e madeira de mais alta densidade.

As pioneiras posseiras geralmente crescem mais devagar e, conseqüentemente, não podem permanecer acima de seus competidores. Para sobreviverem em áreas abertas, elas precisam assegurar seu espaço ao sol através de mecanismos que excluem seus competidores, como: sombreamento de copas (algumas *Vismia*, *Miconia*, *Ingá*, entre outros), reprodução vegetativa (*Vismia*), alelopatia (*Duroia hirsuta* (Poeppig) Schumann), entre outros (Williamson et al., 1998).

O pioneirismo tem sido identificado e descrito em florestas (matas), mas há indicações desse comportamento também em ambientes savânicos (cerrado). De acordo com Moreira (1992), existem espécies que apresentam grande amplitude ecológica, aumentando de

importância do cerradão para o campo limpo, associadas à presença de distúrbios (queimadas). Essas espécies são competitivas após distúrbios ocasionais, sendo favorecidas pelas queimadas, com aumento de sua frequência, tornando-as dominantes no seu ambiente de ocorrência. Um exemplo desse comportamento é a espécie *Ouratea hexasperma*, característica do Cerrado *sensu stricto*.

Segundo Rezende (2002), nas savanas tropicais, apesar da freqüente ocorrência de distúrbios sendo freqüentes, várias pesquisas comprovam a impressionante capacidade de recuperação desse ecossistema, mesmo após desmatamentos em larga escala. Contudo, ações repetidas de derrubadas, queimadas, implantação de grandes áreas agrícolas, monoculturas mecanizadas e de pastagens plantadas podem comprometer o processo de sucessão da vegetação. As áreas altamente degradadas deverão permanecer dominadas por gramíneas e arbustos por um longo período, até que os indivíduos lenhosos/arbóreos, colonizadores provenientes da vegetação original, tenham a oportunidade de ocupar seu espaço.

O corte raso da vegetação do Cerrado *sensu stricto* favorece, em particular, o estabelecimento de *Mimosa clausenii*, *Eremanthus glomerulatus*, *Miconia pohliana* e *Eriotheca pubescens*, podendo ser consideradas colonizadoras iniciais ou pioneiras do processo de sucessão. A espécie *Sclerolobium paniculatum*, por outro lado, figura entre as espécies representativas da flora lenhosa pouco adaptadas a distúrbios mais intensos que envolvam corte raso (Rezende, 2002).

## **2.3. Reprodução das espécies**

### **2.3.1. Propagação sexuada**

A propagação sexuada é a forma mais comum e interessante, para a natureza, de perpetuação das espécies, dada a capacidade de recombinação gênica, que proporciona a variabilidade genética das espécies. Ela tem início com a formação da semente e culmina com a sua germinação e o estabelecimento da planta produzida.

A germinação é definida como o surgimento e desenvolvimento, a partir do embrião da semente, de estruturas que indicam a capacidade de esta produzir uma planta normal, em condições favoráveis. A germinação consiste em três processos parcialmente simultâneos, que são: (a) absorção de água; (b) atividade enzimática e incremento das taxas de respiração e assimilação; e (c) alongação e divisões celulares (Rubira e Bueno, 1996).

Assim, a condição primeira e fundamental para a germinação de uma semente não-dormiente é a disponibilidade de água para sua reidratação, pois o aumento das atividades respiratórias da semente a um nível capaz de sustentar o crescimento do embrião, com fornecimento suficiente de energia e de substâncias orgânicas, depende do aumento do grau de hidratação dos seus tecidos (Popinigis, 1977).

O processo de germinação está completo quando a plântula não mais depende dos materiais de reserva, passando a realizar fotossíntese. A duração da germinação é o tempo gasto entre a hidratação da semente e a emissão da radícula; a taxa de germinação é a percentagem de germinação acrescida por unidade de tempo. Certas espécies têm população de sementes que inicia e completa a germinação de maneira bem uniforme; isso ocorre particularmente com espécies de rápida germinação, como as lenhosas pioneiras. Essa estratégia permite a rápida exploração das condições favoráveis para a germinação (Larcher, 2000).

Em muitas sementes, a germinação é impedida devido à presença de um tegumento externo duro ou à presença de substâncias inibidoras e, freqüentemente, também por fatores externos, como a influência do vermelho extremo – todos eles impõem o estado de dormência. As sementes germinam de maneira irregular, as plantas emergem em tempos diferentes e parte da progênie evita as condições climáticas mais desfavoráveis e a severa herbivoria (Larcher, 2000).

Durante a fase de hidratação a testa é freqüentemente o fator limitante para entrada de água. Sua remoção ou perfuração aumenta a velocidade de embebição (Street e Öpik, 1974), caso típico de espécies que apresentam sementes com impermeabilidade tegumentar. A impermeabilidade do tegumento das sementes está associada às mudanças irreversíveis na estrutura das membranas celulares, provocadas pelo dessecamento (Spúrny, 1973). Em alguns casos, observa-se que há uma relação entre a redução no teor de água das sementes e o aumento da impermeabilidade do tegumento.

O estudo do efeito da temperatura sobre a germinação das sementes permite determinar as temperaturas cardeais mínima, máxima e o intervalo de temperatura em que ocorrem os melhores resultados de germinação (ótimo). A determinação dos pontos cardeais é importante para compreender a distribuição geográfica de uma espécie (Labouriau, 1983). O intervalo entre mínimo e máximo de temperaturas está entre 15 e 30°C (Larcher, 1986). Existem sementes que germinam bem tanto a temperaturas constantes (20, 25 e 30 °C) como a temperaturas alternadas (principalmente a 20-30 °C); outras espécies são indiferentes e consideradas termoblásticas neutras, cuja germinação ocorre em ampla faixa de temperatura, sendo classificadas como eutérmicas (Silva, 2001).

Dentro de uma mesma espécie pode haver variações de acordo com a procedência, variabilidade genética e outras causas. Isso provavelmente explica o fato de as sementes serem restritivas à germinação em temperaturas constantes (Silva, 2001).

Independentemente dos fatores hereditários, a longevidade das sementes está sujeita à ação de vários fatores externos, entre os quais a umidade relativa do ar e a temperatura (Delouche, 1973). Existem espécies em que a colheita de sementes deve ser iniciada ainda antes do período de queda natural ou dispersão. Estas sementes, em seguida, podem completar o

processo de maturação no próprio armazenamento, evitando assim perdas de viabilidade (Piña-Rodrigues e Aguiar, 1993).

A obtenção de sementes da maioria das espécies florestais apresenta outros problemas: difícil acesso às árvores matrizes, dificuldade de colheita devido ao elevado porte das árvores, distância entre as árvores, reduzida produção e irregularidade na frutificação (Façanha e Varela, 1987; Piña-Rodrigues e Aguiar, 1993; Piña-Rodrigues e Piratelli, 1993).

### **2.3.2. Propagação assexuada**

De acordo com Wetzel (1997), os dados sobre estratégias reprodutivas adotadas pelas plantas do Cerrado eram muito escassos; não havia informações sobre os mecanismos essenciais de multiplicação vegetativa para a reprodução dessas plantas. Atualmente essa realidade mudou bastante, com muitas pesquisas e resultados promissores quanto à propagação vegetativa de várias espécies nativas do bioma Cerrado, através, principalmente, de enxertia, estaquia convencional (macroestaquia), miniestaquia e micropropagação (microenxertia, microestaquia e embriogênese somática), para diversos fins (produção de mudas para formação de povoamentos, paisagismo, entre outros).

Algumas árvores com sistema subterrâneo difuso nas formações mais abertas do Cerrado (campo limpo e campo sujo) parecem adquirir esta organização em consequência de repetidas destruições de origem antrópica, da parte aérea. Logo, os sistemas subterrâneos difusos desempenham papel relevante na multiplicação vegetativa de muitas espécies no Cerrado (Rizzini e Heringer, 1966).

De acordo com Rizzini e Heringer (1966), em árvores, as raízes gemíferas estão associadas à multiplicação vegetativa de origem traumática, com ramos radiculares de natureza reparadora. São exemplos disso: *Hymenaea stigonocarpa* Mart., *Dalbergia violacea* (Vog.) Malme, *Blepharocalyx sessilifolius* Berg., *Stryphnodendron barbatimao* Mart. e *Aegiphila lhotskyana* Cham.; todas essas espécies podem ser encontradas sob a forma de simples arbusto ou subarbustos, em razão da perda do tronco primário e impossibilidade de refazê-lo.

## **2.4. Principais distúrbios em ecossistemas florestais**

### **2.4.1. Clareiras**

Nas florestas tropicais de terras baixas, as árvores pioneiras ocorrem em abundância em algumas clareiras pequenas e são dominantes nas grandes. As espécies pioneiras tropicais são mais abundantes em clareiras maiores que 150 m<sup>2</sup> (Brokaw, 1982), 200-300 m<sup>2</sup> (Barton, 1984), 400 m<sup>2</sup> (Hartshorn, 1980) ou 1.000 m<sup>2</sup> (Whitmore, 1982). Efetivamente, nas florestas tropicais

predominam clareiras pequenas, porém as grandes clareiras são as responsáveis pela manutenção do grupo de espécies pioneiras (Martins e Rodrigues, 1999).

Nas Matas de Galeria do Brasil Central predominam as pequenas clareiras (Felfili e Abreu, 1999). No Cerrado *sensu stricto*, as espécies pioneiras abundam em áreas desmatadas ou atingidas sucessivamente pelo fogo (Felfili, 1997).

A presença de clareiras parece ser muito importante para a manutenção de algumas espécies tropicais, como a *Carapa procera*, cuja germinação das sementes é reduzida a quase 0% em ambientes sombreados (Forget, 1997). Da mesma forma, observa-se a importância das clareiras em savanas e florestas secas, favorecendo o estabelecimento e o desenvolvimento de pequenas árvores (Rebertus e Burns, 1997).

A sucessão em clareiras naturais é explicada pelo modelo de competição hierárquica; neste modelo, as transformações florísticas ocorridas durante a sucessão são decorrentes das diferenças de ciclo de vida entre as espécies, as quais ocupam simultaneamente o sítio disponível para a colonização (Swaine e Hall, 1983). Com o aumento do distúrbio, a sucessão passa de modelos de competição hierárquica para modelos de sucessão obrigatória (em que o estabelecimento de cada grupo de espécies é pré-requisito essencial para o estabelecimento do próximo, até a comunidade atingir seu máximo desenvolvimento; a sucessão é descrita como processo ordenado, previsível e convergente) (Tabarelli, 1997).

Os processos de dinâmica de sucessão natural nas florestas tropicais dependem fundamentalmente da formação de clareiras por morte ou queda de árvores. As teorias sobre dinâmica da regeneração sugerem que a maioria das espécies tropicais da floresta primária necessita de clareiras para germinar, crescer ou se reproduzir. Essas plantas se especializam nos microclimas encontrados em clareiras de diferentes tamanhos. Logo, a teoria de clareiras pode ser útil para o manejo de espécies tropicais dentro da estrutura da floresta em regeneração (Mesquita, 1998).

Alterações microambientais (como a presença de serrapilheira) aumentam a diversidade de microssítios de estabelecimento, podendo mascarar os efeitos esperados sobre a colonização de clareiras por guildas de regeneração e, certamente, contribuindo para a heterogeneidade espacial da vegetação e, conseqüentemente, para o aumento da diversidade (Martins e Rodrigues, 1999).

#### **2.4.2. Queimadas e desmatamentos**

O distúrbio antrópico de florestas tropicais, através de corte raso e queima (Figura 1), e o distúrbio natural, causado pela abertura de clareiras, são os principais tipos de perturbação, a partir dos quais se observa o processo de regeneração e o de sucessão secundária (Clark, 1990; Whitmore, 1991).



Figura 1 – Regeneração de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* no Cerrado, após passagem de fogo.

De acordo com Carrol et al. (1994), o fogo é importante para as plantas que respondem às queimadas com floração e frutificação. A ausência dele pode causar extinções locais dessas espécies, ou alterações na dinâmica de populações e comunidades que necessitam do fogo para liberar suas sementes (*Pinus clausa*) e, ainda, crescer, florescer e frutificar intensivamente após sua passagem (*Aristida stricta*). Outras espécies típicas dos estágios sucessionais iniciais devem desaparecer se o fogo não criar habitats apropriados para sua sobrevivência, causando efeitos indiretos sobre populações de pássaros e mamíferos que se utilizam dessas espécies em sua alimentação.

A regeneração do Cerrado em áreas com histórico de perturbação como queimadas e desmatamentos fica comprometida, mesmo após décadas da ocorrência do último evento, por promoverem modificações significativas nas fisionomias (Felfili, 2001).

De acordo com Oliveira (1998), a floração precoce ou tardia está associada com determinadas formas de crescimento em gramíneas e ao mesmo tempo pode ser afetada diferentemente pela ocorrência de fogo. Assim, mudanças na frequência ou época das queimadas poderiam alterar a estrutura e composição florística de uma área de Cerrado.

Contudo, segundo Silva (2001), o tempo de recuperação do Cerrado após a passagem do fogo é muito menor se comparado a outros tipos de vegetação, pois o estrato herbáceo-arbustivo apresenta grande capacidade regenerativa após as queimadas, repondo a fitomassa original em cerca de 18 meses. Essa regeneração se dá principalmente por rebrota através de xilopódios para as espécies lenhosas e rizomas para as gramíneas.

Deve-se salientar que não são todas as espécies que têm essa capacidade de regeneração; assim, as que não têm cabam sendo extintas.

Barreira e Botelho (2003) salientam que os estudos sobre regeneração natural contribuem para o conhecimento da regeneração da vegetação do Cerrado, sendo, para isso, fundamental a condução de estudos relativos à fitossociologia, a fim de que se possa conhecer a distribuição das espécies e seu relacionamento com o ambiente, bem como subsidiar recomendações de tratamentos silviculturais, planos de manejo e exploração florestais que causem menos danos ao equilíbrio ecológico do Cerrado.

A tendência crescente que os valores de densidade e área basal apresentam após as queimadas e a manutenção dos padrões espacial e da composição florística indicam que o Cerrado *sensu stricto* é resiliente às perturbações pelo fogo e tende a manter-se como fisionomia, mostrando, contudo, uma dinâmica intensa, com mudanças de espécies dominantes. Os incêndios que ocorrem em torno de cinco em cinco anos funcionam como um desbaste para a vegetação lenhosa (Silva, 1999).

Estudos de dinâmica de comunidades (Felfili, 1995; Felfili et al., 2000a) têm indicado algumas espécies com comportamento pioneiro em mata de galeria, destacando-se, dentre elas, a *Piptocarpha macropoda* Back. No Cerrado, *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* e *Solanum lycocarpum* sobressaem em áreas degradadas por corte e pelo fogo, apresentando um comportamento pioneiro. O principal determinante do comportamento pioneiro nas espécies de mata é a luz (Swaine e Whitmore, 1988), enquanto no Cerrado as causas ainda são pouco compreendidas.

De acordo com Sevilha (1999), o fogo mostrou-se um importante elemento estruturador da comunidade da mata de galeria do Capetinga, favorecendo o aumento da densidade de espécies que demandam luz (pioneiras) para o crescimento, nas bordas e nos locais mais iluminados do interior da mata.

Os estudos realizados sobre os efeitos de perturbações, no Cerrado, mostram que algumas espécies são estimuladas pelo desmatamento (Rezende, 2002), enquanto outras são estimuladas pelo fogo (Silva, 1999; Felfili et al., 2000a), pois verificam-se aumentos significativos de densidade dessas espécies nas áreas de ocorrência após as perturbações.

Hoffmann (1996), ao estudar o efeito da cobertura e do fogo sobre o estabelecimento de plântulas no Cerrado, observou que normalmente o estabelecimento das plântulas é maior embaixo das copas das árvores do que em campos abertos, mas que espécies individuais respondiam diferentemente à cobertura. Com relação ao fogo, verificou-se que no primeiro ano após a queimada o efeito sobre o estabelecimento das plântulas foi totalmente negativo; contudo, a partir do segundo ano, o estabelecimento retornava aos níveis anteriores.

O fogo também tem um impacto negativo imediato sobre a reprodução sexual, por causar a destruição das estruturas reprodutivas em desenvolvimento e das sementes. Assim, a reprodução vegetativa é mais bem-sucedida do que a sexual sob altas frequências do fogo, que

típicamente ocorrem no Cerrado. Esses regimes de fogo devem estar causando uma redução na composição, favorecendo espécies capazes de realizar reprodução vegetativa (Hoffmann, 1998).

### **2.4.3. Outras perturbações em ambientes de Cerrado e de Matas de Galeria**

De acordo com Felfili et al. (2002), as principais perturbações no Cerrado são queimadas e erosão. Embora o Cerrado *sensu stricto* tenha evoluído com a ocorrência de queimadas naturais e, portanto, a flora esteja adaptada a elas, os incêndios provocados por ação antrópica, atingindo extensas áreas a intervalos anuais, são deletérios a este ambiente. Na APA Gama-Cabeça de Veado e sua zona-tampão, onde as áreas deste estudo se encontram, ocorrem queimadas anuais e recorrentes nos mesmos locais, provocadas pela queima de lixo de residências e jardins e pela ocupação irregular das bordas dos córregos por chacareiros que queimam as matas para limpeza do terreno. Quanto à erosão, a construção de estradas e a retirada de cascalho provocaram erosões em vários locais do DF; já o desmatamento promoveu e promove a formação de sulcos e voçorocas, principalmente em Latossolos. A chuva, encontrando o solo nu, arrasta grande quantidade de partículas para pontos mais baixos da paisagem, causando o assoreamento dos cursos d'água.

Nas Matas de Galeria do Distrito Federal os principais distúrbios são desmatamento, lançamento de águas pluviais e resíduos líquidos e sólidos e queimada (Felfili et al., 2002). A retirada da vegetação causa o assoreamento dos córregos, que passam a receber um aporte muito grande de sedimentos. O lançamento de águas pluviais em consequência da instalação de condomínios residenciais próximos às Matas de Galeria causa a degradação da vegetação; a ligação de fossas e esgotos clandestinos no sistema de coleta de águas promove o carreamento de resíduos de entulhos e lixo depositados nas calhas dos córregos, criando condições inadequadas para espécies silvestres e favorecendo a proliferação de enfermidades. Com relação aos incêndios recorrentes a intervalos curtos, comuns nas matas, eles provocam a morte de espécies arbóreas, a abertura e invasão das clareiras e das bordas das matas por invasoras como capim-meloso e *Brachiaria*, entre outros, prejudicando o estabelecimento e a reposição das espécies nativas. Nas matas inundáveis e campos estacionalmente inundáveis, o fogo, além de atingir a parte aérea, queima lentamente por vários dias a camada orgânica, destruindo as raízes, as mudas e as sementes viáveis que se encontram na superfície, comprometendo a manutenção da floresta (Felfili et al., 2002).

Para Rezende (1998), os distúrbios mais frequentes nas Matas de Galeria são desmatamentos, grandes queimadas e mineração. Destaque para os desmatamentos, que normalmente são realizados de forma desordenada e em larga escala por agricultores, pecuaristas, mineradores e madeireiros.

As Matas de Galeria, principalmente nas áreas degradadas, apresentam uma grande invasão de gramíneas, bambus e samambaias recobrimdo o solo e, como bem destacado por Felfili et al. (2000b), comprometendo o estabelecimento das plântulas das espécies florestais na fase inicial da sucessão (pioneiras). Por outro lado, essas mesmas espécies, ao recobrirem o solo, evitam a erosão e criam condições favoráveis ao sombreamento e umidade para o desenvolvimento inicial das plântulas das espécies arbóreas.

De acordo com Rezende (1998), a ausência da cobertura vegetal das Matas de Galeria perturbadas promove alterações locais, gerando desequilíbrio ecológico de grandes dimensões, sendo um dos mais graves o escoamento superficial de resíduos para os leitos dos rios. Além disso, a retirada de matas propicia problemas com erosão, perda da fertilidade do solo, desaparecimento da fauna terrestre e aquática, deslizamentos e queda de árvores. Daí a importância de realizar estudos sobre processos de regeneração natural, como banco de sementes, em áreas sujeitas a distúrbios, por promover informações para o manejo e a conservação de áreas já degradadas (Kotchetskoff-Henriques, 1989).

## **2.5. Recuperação de áreas degradadas em cerrado e em matas de galeria**

Para o sucesso do processo de recuperação de áreas degradadas é importante o conhecimento do histórico de perturbações da área em estudo, pois este conhecimento auxilia no delineamento de estratégias. Levantamentos históricos, revisões bibliográficas, referências sobre a vegetação original, conhecimento sobre a fauna existente na região, características e impactos sobre o solo, hidrografia e alterações nos cursos d'água e atividades antrópicas (desmatamento, utilização do fogo, retirada de camadas superficiais do solo, introdução de espécies exóticas) são fundamentais para a definição de métodos de recuperação ambiental de áreas degradadas (Almeida, 2000).

Para que a recuperação de áreas degradadas obtenha êxito quanto ao estabelecimento de um ecossistema sustentável, devem-se empregar diversas espécies vegetais, evitando sempre que possível os plantios puros (tapetes verdes), priorizando a sucessão vegetal (natural ou introduzida) por espécies da região, favorecendo assim o restabelecimento tanto da flora quanto da fauna (Oliveira e Ribeiro Jr., 2000).

Após qualquer distúrbio na mata ou no cerrado e posterior surgimento de clareiras, imediatamente entram em ação as espécies pioneiras que se originam do banco de sementes do solo. Elas colonizam rapidamente as áreas perturbadas. Paralelamente ao desenvolvimento das espécies pioneiras, sementes de áreas vizinhas são transportadas pelo vento ou por animais para essas clareiras, sendo possível o desenvolvimento das fases sucessivas posteriores (Gomes-Pompa e Vazquez-Yanes, 1981).

Segundo Eira e Martins Netto (1998), a auto-renovação das Matas de Galeria é possível mediante a regeneração de clareiras originadas de distúrbios, pelo processo de sucessão secundária.

A escolha das espécies deve se basear no potencial de recuperação do ecossistema, visando auxiliar os processos naturais. As espécies devem apresentar crescimento rápido e eficiente cobertura do solo, bem como elevada produção de biomassa, incorporando maior quantidade de matéria orgânica ao substrato, facilitando assim a formação do solo. Dentre as plantas comumente utilizadas na recuperação ambiental destacam-se as leguminosas, que, além das características próprias para a recuperação, também promovem a adição de nitrogênio ao solo, têm elevada capacidade de adaptação e criam condições de solo e microclima favoráveis ao ingresso e estabelecimento de espécies em sucessão vegetal (Oliveira e Ribeiro Jr., 2000).

A distribuição agrupada de algumas espécies, em determinados locais da mata, é reflexo das condições físicas e das interações bióticas, e esse conhecimento pode e deve ser considerado em plantios com espécies nativas para recuperação de áreas degradadas (Felfili et al., 2000a).

A reabilitação de ambientes degradados, cerrado ou mata de galeria, difere do reflorestamento por procurar restaurar as características originais destas áreas, enquanto o reflorestamento visa apenas a obtenção de uma cobertura florestal. Assim, para garantir o sucesso da recuperação de áreas degradadas, devem ser adotados plantios consorciados de espécies nativas adaptadas às condições do ambiente natural, objetivando criar um microclima e oferta de recursos similares às condições anteriormente encontradas (Felfili et al., 2000b).

A recuperação das Matas de Galeria na região do Brasil Central é especialmente necessária, por se tratar de ambientes de maior complexidade estrutural do Bioma Cerrado, além de serem responsáveis pela manutenção da água, fator essencial para todas as espécies da flora e fauna (Felfili et al., 2000b).

De acordo com Salgado et al. (1998), a umidade e a luz parecem ser os principais gradientes na distribuição de espécies na mata, especialmente no tocante às fases de germinação, desenvolvimento de plântulas e iniciação da fase reprodutiva. Esse tipo de informação é importante para a otimização dos modelos de regeneração a serem utilizados em projetos de recuperação de Matas de Galeria degradadas (Mazzei et al., 1997).

Felfili et al. (2000b) recomendam as seguintes espécies arbóreas para formar povoamento inicial nos processos de reabilitação das matas às margens dos córregos e rios do Brasil Central: *Cecropia pachystachya*, *Piptocarpha macropoda*, *Cabralea canjerana* e *Sclerolobium paniculatum* var. *rubiginosum*, por serem espécies colonizadoras de clareiras.

A camada lenhosa do cerrado parece ser capaz de superar a perturbação causada pelo fogo ocasional. De acordo com Felfili et al. (2000b), as mudanças na densidade e área basal no cerrado são maiores do que as encontradas em muitas florestas tropicais sempre-verdes; provavelmente devido à frequência de perturbações, como o fogo ocorrendo a intervalos de 3 a

5 anos. Contudo, a manutenção da composição das espécies, a distribuição e a estrutura da comunidade após nove anos da ocorrência de queimadas sugerem que a vegetação do cerrado é muito resiliente e, ainda, que algumas espécies se destacam em densidade (*Ouratea hexasperma*) e área basal (*Sclerolobium paniculatum*) após o fogo, devido à redução na competição por espaço, nutrientes e água.

De acordo com Hoffmann (2000), em razão do fogo freqüente, da baixa disponibilidade de nutrientes e do estresse hídrico prolongado, a savana tropical é um ambiente inóspito para a sobrevivência e o crescimento de plântulas lenhosas. A estudar o efeito do fogo e da cobertura lenhosa em espécies de mata e de cerrado, verificou-se que a baixa taxa de estabelecimento e sobrevivência das espécies de matas no cerrado, aliada à alta sensibilidade ao fogo, torna inviável a expansão das matas em áreas de cerrado sob os atuais regimes de fogo.

Segundo Rezende (2002), áreas do Cerrado *sensu stricto* submetidas a corte com motosserra conseguem apresentar uma densidade próxima da original cerca de 11 anos depois; entretanto, a recuperação da área basal original demanda mais tempo. O mesmo não se aplica a áreas submetidas a corte raso da vegetação lenhosa com lâmina, com e sem gradagem, devido à compactação gerada, sendo necessário um prazo maior para que a recuperação seja possível.

No cerrado *sensu stricto*, independentemente do distúrbio, as densidades dos indivíduos jovens tende a aumentar; contudo, esse aumento tende também a ser minimizado com o recrutamento e o crescimento da população lenhosa adulta e com a competição com o estrato herbáceo-arbustivo que se estabelece em áreas perturbadas (Rezende, 2002).

Os principais determinantes do Cerrado são: a deficiência de nutrientes no solo, a disponibilidade de água (em decorrência da estacionalidade climática e profundidade do lençol freático) e o fogo. Estudos fitogeográficos mostram que determinadas espécies têm ocorrência ampla no bioma Cerrado e outras são dominantes ao longo de sua área de ocorrência, devendo-se priorizar a produção de mudas dessas espécies para utilização em áreas degradadas (Felfili e Santos, 2002).

Também, várias espécies do Cerrado se reproduzem vegetativamente (através de brotação de raiz), e algumas se desenvolvem bem em áreas perturbadas, o que favoreceria a velocidade da recuperação dessas áreas. Espécies iniciadoras de sucessão devem ser introduzidas em maior número na fase inicial do processo de recuperação do Cerrado. O estrato herbáceo deve ser recomposto com plantas nativas no início da estação chuvosa, e placas de gramíneas nativas e outros propágulos podem ser transplantados (provenientes de áreas a serem desmatadas) (Felfili e Santos, 2002).

## 2.6. *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* Benth.

Pertence à família Leguminosae – Caesalpinoideae, sendo vulgarmente conhecida por carvoeiro do cerrado. É uma espécie arbórea de 4-6 m de altura, dotada de copa glabosa, tronco curto e tortuoso, casca rugosa, com cerca de no máximo 20-30 cm de diâmetro. As folhas são alternas, compostas paripinadas. Os folíolos são opostos, inequiláteros, subcoriáceos, discolors, tomentosos na face superior, com nervuras salientes e dourado-tomentosas com reflexos prateados na face inferior. As inflorescências são panículas racemosas terminais e nas axilares das extremidades dos ramos, com flores amarelas perfumadas. O fruto é do tipo legume indeiscente, lenhoso, com semente única (Lorenzi, 1998).

Ocorre naturalmente na Bahia, Minas Gerais, Tocantins e Goiás, nos cerrados e cerradões de altitude. É uma planta semidecídua, heliófita, seletiva xerófita, pioneira, característica e exclusiva de cerrados e cerradões de altitude do Brasil Central. Prefere capoeiras e capoeirões sobre terrenos argilosos bem drenados, em locais de altitude superior a 700 m. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, dispersas a curta distância pelo vento. Suas sementes possuem baixa taxa de germinação, mesmo tendo sido escarificadas (Lorenzi, 1998). Floresce de junho a janeiro, sendo encontrados muitos frutos maduros de outubro a dezembro.

Nas Figuras 2 e 3 observam-se detalhes da folhagem e do porte da árvore de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* no Cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa, DF.

A madeira é empregada localmente para obras internas em construção civil, para cabos de ferramentas, lenha e carvão. A árvore, de pequeno porte, é muito ornamental quando em floração, podendo ser usada em projetos paisagísticos, para arborização de ruas estreitas e reflorestamentos (Lorenzi, 1998). É uma planta melífera, e das folhas (em decocção) são extraídos corantes, por tecelões regionais usados em tinturaria para tingir fios de algodão (Almeida et al., 1998).

É uma das espécies mais representativas, tanto em densidade quanto pelo porte e frequência, dos cerradões de solos distróficos, não sendo, contudo, exclusiva desta fitofisionomia. Em transição de Cerrado e Mata de Galeria, na Reserva das Águas Emendadas-DF, a variedade *subvelutinum* ocorreu somente no cerrado, e a *rubiginosum*, somente na Mata de Galeria (Almeida et al., 1998).

O levantamento realizado através do “Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado” apontou a espécie *Sclerolobium paniculatum* como uma das 10 mais importantes em áreas do cerrado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, APA Gama-Cabeça de Veado e Paracatu (Felfili et al., 1994).



Figura 2 – Detalhe das folhas de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*.



Figura 3 – Vista geral do Cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa, DF, onde se destaca a árvore adulta de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*.

Nunes et al. (2002), ao investigarem os padrões de ocorrência e de distribuição da flora lenhosa do Cerrado *sensu stricto* para utilização na conservação da vegetação ou na recuperação eficiente de áreas degradadas, verificaram que a espécie *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* encontra-se na classe das dominantes (com área basal de 0,567-0,848 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), figurando entre as espécies prioritárias para a recuperação de áreas degradadas do Cerrado no Distrito Federal, por se tratar de uma espécie de ampla distribuição (não-preferencial).

As espécies não-preferenciais, consideradas abundantes, dominantes ou freqüentes, podem ser priorizadas nos planos iniciais de recuperação de áreas degradadas do Cerrado *sensu stricto*, considerando-se que, na maioria dos casos, a florística original da área a ser recuperada é desconhecida (Nunes et al., 2002).

As espécies mais abundantes no Cerrado *sensu stricto* apresentam densidades de 2 a 10 indivíduos por hectare. A classificação por TWINSPAN, no trabalho de Felfili (2004), possibilitou a subdivisão do Cerrado em duas grandes unidades de manejo: Porção Central – Terras Altas (que continha todas as parcelas das Terras Altas da Chapada do Pratinha, oito parcelas do PARNA da Chapada dos Veadeiros e sete parcelas de Alto Paraíso) e Borda Norte-Nordeste (todas as parcelas da Chapada do Espigão Mestre do São Francisco, Complexo Xavantina e do Vale do Paranã, todas as parcelas de Paracatu, seis parcelas de Patrocínio e a grande maioria das parcelas da Chapada dos Veadeiros). Algumas espécies classificadas como preferenciais (em função de sua ampla distribuição no grupo de ocorrência) pelo método de TWINSPAN podem ser consideradas prioritárias para o manejo do Cerrado *sensu stricto* em cada grupo, como é o caso de *Sclerolobium paniculatum*, preferencial da unidade de manejo Porção Central – Terras Altas, com densidade em torno de 10 ind.ha<sup>-1</sup>.

Segundo Rezende (2002), embora considerada uma espécie importante no Cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa, na Vargem Bonita-DF (com alto IVC e madeira com alta produção de energia), observou-se que em áreas perturbadas foi baixa a densidade de indivíduos jovens de *Sclerolobium paniculatum*, especialmente nas áreas submetidas à gradagem. Em áreas onde se efetuou corte com motosserra, retirada de lenha e fogo, a densidade manteve-se alta para a população adulta.

## **2.7. *Solanum lycocarpum* St. Hil.**

Pertencente à família Solanaceae, é vulgarmente conhecida por lobeira. Trata-se de uma planta espinhenta com 3-5 m de altura, dotada de copa arredondada e rala, com ramos frágeis. Geralmente apresenta-se como simples arbusto. O tronco é tortuoso e cilíndrico, de 15 a 30 cm de diâmetro, com casca grossa e fissurada longitudinalmente. As folhas são simples, alternas, pecioladas, de margem ondulada, levemente discolores, argênteo-tomentosas e puberulentas em ambas as faces, providas de espinhos ao longo da raque e do pecíolo. As flores são solitárias ou em pequenas panículas terminais. O fruto é uma baga globosa (8-15 cm de diâmetro), tomentosa, verde-amarelado quando maduro, com polpa carnosa e succulenta (Lorenzi, 1998).

A época de coleta de frutos maduros compreende julho a janeiro (Sano e Almeida, 1998). De acordo com Dalponte e Lima (1999), os frutos completam seu amadurecimento no solo quando exalam odores fortes e típicos. As sementes são numerosas, achatadas, reniformes ou cordiformes, finamente rugosas. Apresentam embrião curvo e endosperma pouco abundante.

Ocorre em todo país, predominantemente nos cerrados e campos cerrados do Brasil Central. É uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófila, pioneira, característica e exclusiva de formações abertas, principalmente de cerrados e campos cerrados. Sua frequência é elevada, com dispersão contínua e regular. Prefere formações secundárias abertas de terrenos elevados, bem drenados e de baixa fertilidade. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, dispersas pela fauna em geral. A taxa de germinação das sementes é geralmente alta, com emergência da plântula em 3-4 semanas, e o desenvolvimento da planta no campo é muito rápido (Lorenzi, 1998).

É uma planta ornamental, cuja utilização da fruta na alimentação humana é bastante controversa, mas em alguns lugares os frutos maduros (ricos em alcalóides pouco conhecidos) são empregados na fabricação de doces caseiros. Possui uso medicinal: a infusão da raiz é usada contra hepatite, e o xarope dos frutos, contra asma. Um pó branco extraído do fruto verde é também utilizado para tratar diabetes. Os frutos verdes contêm solasodina (precursor dos esteróides), utilizada na fabricação de uma série de medicamentos importantes (como anti-concepcionais, anabolizantes e anti-inflamatórios) (Ameida et al., 1998).

Nas Figuras 4 e 5 são apresentados detalhes de folhas, flores e frutos de *Solanum lycocarpum* no Cerrado, bem como aspectos gerais da referida espécie em área degradada pela atividade antrópica.

De acordo com Lorenzi (1991), além das propriedades medicinais citadas, a referida espécie se presta como diurética, calmante e sedativa, antiepiléptica, antiofídica, anti-helmíntica e hipoglicemiante.

A casca de *S. lycocarpum*, em decocção, fornece tinta amarela, empregada na tinturaria pelos tecelões regionais. Além disso, a espécie é forrageira, com os bovinos consumindo as folhas e os frutos, e os suínos, somente os frutos (Almeida et al., 1998).

Segundo Elias (2001), as folhas de plantas jovens de *Solanum lycocarpum* podem desenvolver modificações que funcionam como estratégias adaptativas relacionadas com a manutenção ou o aumento do processo fotossintético, como aumento de tecidos fotossintetizantes do mesófilo foliar e dos elementos condutores de água, mesmo sob condições limitantes de água no solo.

O fruto da referida espécie é o principal item da dieta alimentar do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) (Jácomo, 1999), sendo consumido também pela raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*) (Dalponte e Lima, 1999).

Além disso, *S. lycocarpum* apresenta estratégias fenológicas (como crescimento vegetativo contínuo), com possibilidade de assimilação de carbono o ano todo e reprodução contínua com altas taxas reprodutivas. Essas características, associadas às adaptações fisiológicas e anatômicas, garantem o sucesso adaptativo desta espécie, recomendando sua utilização em programas de reflorestamentos para recuperação de áreas degradadas do Cerrado (Elias, 2001).



Figura 4 – Detalhe de folhas, flores e frutos de *Solanum lycocarpum* no Cerrado.



Figura 5 – Aspecto de *Solanum lycocarpum* em área degradada do Cerrado pela atividade antrópica.

É uma planta perenifólia e pioneira, ocorrendo geralmente nas margens degradadas do cerrado. Os frutos são resultantes de polinização cruzada, realizada por abelhas; uma vez maduros, eles caem ao chão e são atacados por roedores e insetos de hábitos noturnos (como formigas, besouros e cupins) (Almeida et al., 1998).

Cada quilograma de sementes contém cerca de 25 mil unidades, com taxa de germinação alta e emergência ocorrendo em 20 a 30 dias. As sementes são duras, possivelmente escarificadas naturalmente pelo trato digestivo dos animais que delas se alimentam, pois as plântulas são sempre observadas emergindo de fezes de bovinos (Almeida et al., 1998).

De acordo com o levantamento realizado por Nunes et al. (2002) em diversas áreas do Cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal (Parque Nacional de Brasília, Estação Ecológica de Águas Emendadas, Fazenda Água Limpa, Reserva Ecológica do IBGE, Jardim Botânico de Brasília, Fazenda Sucupira, Parque Burle Max ou Parque Ecológico Norte), a espécie

*Solanum lycocarpum* foi considerada “muito pouco dominante”, “muito pouco abundante” e “exclusiva” (ocorrendo em apenas 1 das 100 parcelas amostradas).

## **2.8. *Cecropia pachystachya* Trec.**

Pertence à família Cecropiaceae, sendo, conforme segundo Lorenzi (1992), vulgarmente conhecida por embaúba, imbaúba ou umbaúba, entre outros. Trata-se de planta dióica de 4 a 7 m de altura, com tronco de 15 a 25 cm de diâmetro. As folhas são divididas em 9-10 lobos separados até o pecíolo, com a face superior áspera e a inferior níveo-tomentosa.

A *Cecropia pachystachya* é uma espécie pioneira, dióica, seletivamente higrófito, polinizada pelo vento, que produz muitas sementes, que são dispersas por animais, sendo encontrada com frequência dentro e fora de fragmentos florestais remanescentes (Ribas, 2003).

Ocorre desde o Ceará, Bahia, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul até Santa Catarina, em várias formações vegetais. Sua madeira pode ser empregada para confecção de brinquedos, caixotaria leve, saltos de sapatos, lápis, compensados e polpa celulósica. A árvore é ornamental, por sua forma característica, podendo ser empregada com sucesso em projetos paisagísticos. As folhas são muito apreciadas pelo bicho-preguiça e os frutos (produzidos anualmente em grande quantidade) são muito procurados por várias espécies de pássaros. Por essas razões e dada a rapidez de crescimento, é uma espécie indispensável nos reflorestamentos mistos de áreas degradadas e de preservação permanente, de acordo com Lorenzi (1992).

É uma planta perenifólia, heliófita, característica de solos úmidos em beira de matas e em clareiras. Prefere as matas secundárias, sendo rara no interior de matas primárias densas; é também encontrada em capoeiras novas situadas próximo a vertentes ou cursos d'água e em terrenos baixos, com lençol freático superficial. O interior do seu tronco é oco e abriga formigas (Lorenzi, 1992).

Nas Figuras 6 e 7 observam-se detalhes da folha, inflorescência e infrutescência, bem como aspecto geral da árvore isolada de *Cecropia pachystachya*.

Seu florescimento ocorre nos meses de setembro a outubro; a maturação dos frutos ocorre durante os meses de maio a junho. Os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore quando estiverem maduros, o que é facilmente identificável pela presença de frutos predados por pássaros. Devem ser deixados em repouso por alguns dias, para decomposição e maceração em água. As sementes são separadas filtrando-se a suspensão de frutos, e o filtrado deve ser seco ao sol. Um quilo de sementes possui cerca de 800 mil unidades (Lorenzi, 1992).

As sementes devem ser colocadas para germinar logo após a colheita, em canteiros a pleno sol, em substrato argiloso. A emergência ocorre em 25 a 40 dias, sendo a germinação baixa. As mudas devem ser transplantadas para embalagens individuais quando atingirem 3,0 a 5,0 cm de altura e plantadas em local definitivo em menos de três meses (Lorenzi, 1992).



Figura 6 – *Cecropia pachystachya* Trec., com detalhe da folha, inflorescência e infrutescência.



Figura 7 – *Cecropia pachystachya* visão da árvore isolada.

Mossri (1997) salienta que esta espécie é importante na regeneração de áreas degradadas, pois, além de melhorar as condições físicas e químicas do solo e as condições microclimáticas da área, como espécie pioneira que é, ela atrai várias espécies de animais que seriam dispersores potenciais de outras plantas para a área em recuperação.

A espécie *Cecropia pachystachya* tem sido utilizada e indicada para a recuperação de matas ciliares, devido à sua tolerância a solos encharcados (Martins, 2001).

Felfili (1997), ao comparar as dinâmicas das Matas de Galeria do Gama (não-perturbada) e do Capetinga (periodicamente queimada), na Fazenda Água Limpa-DF, constatou que o fogo parece ter promovido uma mudança qualitativa, favorecendo as espécies pioneiras. As espécies pioneiras mais abundantes em ambas as matas foram *Piptocarpha macropoda* e *Cecropia pachystachya*. A proporção de pioneiras foi maior na mata do Capetinga (11% da

densidade total) do que na mata do Gama (3% da densidade total). As mudanças foram mais intensas na mata do Capetinga devido, provavelmente, às repetidas queimadas do *litter*. Estudos das mudanças na composição florística e estrutura fitossociológica da Mata de Galeria do Gama, em Brasília-DF, em um período de seis anos, revelaram que o fato de espécies pioneiras de vida curta comuns na região, como a *Cecropia pachystachya*, não estarem presentes no grupo das espécies de maior sucesso na exploração dos recursos do ambiente é um indicativo de que a população alcançou a maturidade (Felfili, 1994).

O levantamento realizado pelo Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado revelou que entre as espécies amostradas com baixa densidade em Matas de Galeria, somente *Rapanea guianensis*, *Cecropia* sp. e *Guettarda viburnioides* estiveram entre as 10 de menor IVI em duas localidades estudadas (Felfili et al., 1994).

De acordo com Sevilha (1999), a espécie *Cecropia pachystachya* encontra-se entre as 20 espécies como maior IVI na Mata de Galeria do Capetinga, Brasília, DF. Após 10 anos, em áreas da mata onde houve um incêndio acidental, verifica-se que a *Cecropia pachystachya* passa a ocupar a nona posição em relação ao IVI, com representantes nas categorias de árvore, arvoreta (especialmente) e muda.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHO, C. J.; MARTINS, E. S. **De grão em grão, o cerrado perde espaço**. Brasília: WWF/PROCER. 1995. 66 p.

ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus, 2000. 130 p.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ARAÚJO, M. M.; OLIVEIRA, F. A.; VIEIRA, I. C. G.; BARROS, P. L. C.; LIMA, C. A. T. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. **Scientia Forestalis**, v. 59, p. 115-130, 2001.

BARREIRA, S.; BOTELHO, S. A. Fitossociologia da regeneração natural de área de cerrado no Município de Brasilândia – MG. 2003. Disponível em: <[www.google.com.br](http://www.google.com.br)>.

BARTON, A. M. Neotropical pioneer and shade-tolerant tree species: do they partition treefall gaps? **Tropical Ecology**, v. 25, p. 196-202, 1984.

BRADBEER, J. W. **Seed dormancy and germination**. London: Blackie and Son, 1988. 146 p.

BROKAW, N. V. L. The definition of treefall gap and its effects on measures of forest dynamics. **Biotropica**, v. 11, p. 158-160, 1982.

CARROL, C. R.; KIRKMAN, L. K.; LANDERS, J. L. **The use of fire in habitat management**. Sunderland: Sinauers Associates, 1994.

- CLARK, D. B. The role of disturbance in the regeneration of neotropical moist forests. In: BAWA, K. S.; HARDLEY, M. (Eds.) **Reproductive ecology of tropical forest plants**. New Jersey: UNESCO – Parthenon Publishing Group, 1990. p. 291-315.
- DALPONTE, J. C.; LIMA, E. S. Disponibilidade de frutos e a dieta alimentar de *Lycalopex vetulus* (Carnívora – Canidae) em um cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 325-332, 1999.
- DELOUCHE, J. C. Precepts of seed storage (revised). In: **Short Course for Seedsmen**. Mississippi State University/Seed Technology Laboratory. Mississippi/USA. 1973. p. 97-122.
- DENSLOW, J. S. Gap partitioning among tropical rain Forest trees. **Biotropica**, v. 12, p. 47-55, 1980.
- DIAS, B. F. S. Cerrados: uma caracterização. In: DIAS, B. F. S. (Coord.). **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Fundação Pró-Natureza/Fundação Konrad Adenauer/IBAMA, 1992. p. 11-25.
- DIAS, B. F. S. Conservação da natureza no cerrado brasileiro. In: PINTO, M. N. (Org.) **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva**. Brasília-DF: Editora Universidade de Brasília, 1990. 657 p.
- EIRA, M. T. S. G.; MARTINS NETTO, D. A. Germinação e conservação de sementes de espécies lenhosas. In: **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 97-117.
- EITEN, G. Vegetation of Brasília. **Phytocoenologia**, v.12, n.2/3, p.271-292, 1984.
- ELIAS, S. R. M. **Anatomia foliar, deficiência hídrica e fenologia em *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae)**. 2001. 89 f. Tese (Mestrado em Agronomia.) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.
- ESAU, K. L. Estudios de germinación en jaúl y cenízaro. Mejoramiento genético y semillas forestales. Prosefor. **Revista Forestal Centroamericana** N. 32. 2000. (Boletín, 24).
- FAÇANHA, J. G. V.; VARELA, V. P. Resultados preliminares de estudos sobre a conservação e a composição bioquímica de sementes de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne) – Leguminosae. **Acta Amazônica**, v. 16/17, n. único, p. 377-382, 1987.
- FELFILI, J. M. Comparison of dynamics of two gallery forests in Central Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ASSESSMENT AND MONITORING OF FORESTS IN TROPICAL DRY REGIONS WITH SPECIAL REFERENCE TO GALLERY FORESTS, 1996, Brasília. **Proceedings...** Brasília: Universidade de Brasília, 1997. p. 115-124.
- FELFILI, J. M. Dinâmica do cerrado. In: **Anais do I Workshop sobre Incêndios Florestais no Cerrado**. Comunicações Técnicas Florestais, v. 3, n. 2, p. 16-21, 2001.
- FELFILI, J. M. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. **Vegetatio**, v. 117, p. 1-15, 1995.
- FELFILI, J. M. Floristic composition and phytosociology of the gallery forest alongside the Gama stream in Brasília, DF, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, n. 1, p. 1-11, 1994.

FELFILI, J. M.; ABREU, H. M. Regeneração natural de *Roupala montana* Aubl., *Piptocarpha macropoda* Back. e *Persea fusca* Mez. em quatro condições ambientais na mata de galeria do Gama-DF. **Cerne**, v. 6, n. 2, p. 125-132, 1999.

FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SILVA, J. C. S.; OLIVEIRA, E. C. L.; PINTO, J. R. R.; SILVA JÚNIOR, M. C.; RAMOS, K. M. O. **Plantas da APA Gama-Cabeça de Veado: espécies, ecossistemas e recuperação**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2002. 52 p.

FELFILI, J. M.; HARIDASAN, M.; MENDONÇA, R. C.; FILGUEIRAS, T. S.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V. Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos. **Caderno de Geociências**, v. 12, p. 75-166, 1994.

FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SILVA, M. A. Changes in the florist composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, p. 579-590, 2000a.

FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; FAGG, C. W.; MACHADO, J. W. B. **Recuperação de Matas de Galeria**. Doc. – EMBRAPA Cerrados. Planaltina – DF, n. 21, p. 1-45, 2000b.

FELFILI, J. M.; SANTOS, A. A. B. Direito ambiental e subsídios para a revegetação de áreas degradadas no Distrito Federal. **Comunicações Técnicas Florestais**, v. 4, n. 2, p. 135, 2002.

FELFILI, M. C. **Parâmetros florísticos e estruturais para nortear o manejo do cerrado *sensu stricto***. 2004. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

FORGET, P. M. Effect of microhabitat on seed fate and seedling performance in two rodent-dispersed tree species in rain forest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 85, p. 639-703, 1997.

FUNATURA. Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do cerrado e do pantanal. Brasília: Funatura. 1999. 26 p.

GOMEZ-POMPA, A.; VAZQUEZ-YANES, C. Sucessional studies of rain forest in México. In: WEAT, D.; SCHUCART, N.; BOTKIN, D. **Forest succession, concepts and implication**. New York: Springer Verlag, 1981. p. 246-266.

HARIDASAN, M. Solos de Matas de Galeria e nutrição mineral de espécies arbóreas em condições naturais. In: RIBEIRO, J.F. (Ed.) **Cerrado: Matas de Galeria**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 19-28.

HARTSHORN, G. S. Neotropical forest dynamics. **Biotropica**, v. 12 (suppl. 1), p. 23-30, 1980.

HOFFMANN, W. A. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, p. 422-433, 1998.

HOFFMANN, W. A. Post-establishment seedling success in the brazilian cerrado: a comparison of savanna and forest species. **Biotropica**, v. 32, n. 1, p. 62-69, 2000.

HOFFMANN, W. A. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. **Journal of Ecology**, v. 84, p. 383-393, 1996.

HOFFMANN, W. A.; FRANCO, A. Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. **Journal of Ecology**, v. 91, p. 475-484, 2003.

JÁCOMO, A. T. A. **Nicho alimentar do lobo guará (*Chrysocyon brachyurus* Illiger, 1811) no Parque Nacional das Emas – GO.** 1999. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.

KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 197-215.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O. **Composição florística e estrutura fitossociológica de uma mata mesofítica semidecídua na cabeceira do Rio Cachoeira, Serra de Itaqueri, Itirapina, S.P.** 1989. 101 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

LABOURIAU, L. G. Uma nova linha de pesquisa na fisiologia da germinação das sementes. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34., 1983, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: 1983. p. 11-50.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Paulo: EPU, 1986. 319 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RiMa, 2000. 531 p.

LEAL FILHO, N.; BORGES, E. E. L. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, p. 57-60, 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 1. 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum. v. 2. 1998.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil.** 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum. 1991. 392 p.

MARTINS, C. C.; SILVA, W. R. Estudo de bancos de sementes do solo. **Informativo ABRATES**, v. 4, n. 1, p. 49-56, 1994.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 3, p. 405-412, 1999.

MAZZEI, L. J.; REZENDE, A. V.; FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; CORNACHIA, G.; SILVA, M. A. Comportamento de plântulas de *Ormosia stipularis* Ducke submetidas à diferentes níveis de sombreamento em viveiro. In: LEITE, L. L.; SAITO, C. H. **Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado.** Brasília: Editora da UnB, 1997. p. 64-70.

- MESQUITA, R. C. G. O impacto da remoção do dossel de uma mata secundária no crescimento de duas espécies de interesse econômico da Amazônia. In: GASCON, C.; MONTINHO, P. (Eds.). **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Manaus: INPA. 1998. p. 131-144.
- MIRITI, M. N. Regeneração florestal em pastagens abandonadas na Amazônia central: competição, predação e dispersão de sementes. In: GASCON, C.; MONTINHO, P. (Eds.). **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Manaus: INPA. 1998. p. 179-190.
- MOREIRA, A. G. **Fire protection and vegetation dynamics in the Brazilian Cerrado**. 1992. 157 f. Thesis (Ph.D.) – Harvard University, Cambridge, 1992.
- MOSSRI, B. B. **Germinação e crescimento inicial de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang, e *Cecropia pachystachya* Trec.: duas espécies de níveis sucessionais diferentes de mata de galeria**. 1997. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.
- MYERS, N. R. A.; MITTERMEIER, C. G.; MITTERMEIER, G. A.; FONSECA, B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.
- NUNES, R. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T. Intervalos de classes para abundância, dominância e frequência do componente lenhoso do cerrado sentido restrito no Distrito Federal. **Revista Árvore**, n. 26, n. 2, p. 173-182, 2002.
- OLIVEIRA, D. M. F.; RIBEIRO Jr., E. S. Técnicas gerais aplicadas à recuperação de áreas degradadas pela atividade de mineração. **Ação Ambiental**, v. 2, n. 10, p. 16-18, 2000.
- OLIVEIRA, P. E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. EMBRAPA. Planaltina-DF. 1998.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. Abrates, 1993. p. 215-274.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**. Abrates, 1993. p. 47-82.
- PIRES, A. P.; FELFILI, J.M.; ABREU, A. R. Florística e fitossociologia do cerrado *stricto sensu* na APA de Cafuringa-DF. **Boletim do Herbário Ezechias Heringer**, v. 4, p. 5-20, 1999.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. AGIPLAN. 1977. 289 p.
- RATTER, J. A.; DARGIE, T. C. D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. **Edinburg Journal of Botany**, v. 49, p. 235-250. 1992.
- REBERTUR, A. J.; BURNS, B. R. The importance of gap processes in the development and maintenance of oak savannas and dry forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 85, p. 635-645, 1997.
- RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. Regeneração natural da floresta: banco de sementes do solo. In: FORREST 2000, 2000, Porto Segudo. **Anais...** Porto Seguro: BIOSFERA, 2000. p. 180-181.

REZENDE, A. V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado *sensu stricto* submetido a distúrbios por desmatamento.** 2002. 242 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

REZENDE, A. V. Importância das Matas de Galeria: manutenção e recuperação. In: RIBEIRO, J. F. (Ed.) **Cerrado: matas de galeria.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 3-16.

RIBAS, L. A. **Diversidade genética e sistemas de cruzamento em populações naturais de duas espécies pioneiras arbóreas.** 2003. 1019 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, 2003.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.) **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.

RIZZINI, C. T.; HERINGER, E. P. Estudo sobre os sistemas subterrâneos difusos de plantas campestres. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 38, n. (suplemento), p. 85-112, 1966.

RUBIRA, J. L. P.; BUENO, L. O. **Cultivo de plantas forestales em contenedor princípios y fundamentos.** Ministério de Agricultura, Pesca Y Alimentacion. Mundi-Prensa. 1996. 190 p.

SALGADO, M. A. S.; REZENDE, A. V.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C. Crescimento inicial de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. Em diferentes condições de sombreamento. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 3, p. 37-45, 1998.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: EMBRAPA – CPAC. 1998. p. 89-166.

SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. **Geo Brasil 2002 – perspectivas do meio ambiente no Brasil.** Brasília: Edições IBAMA, 2002. 440 p.

SEVILHA, A. C. **Composição e estrutura da mata de galeria do Capetinga, na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF, dez anos após um incêndio acidental.** 1999. 122 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

SILVA, J. C. **Diagnóstico das áreas de maior incidência de incêndios florestais em unidades de conservação pertencentes a APA do Gama Cabeça-de-Veado, Brasília-DF.** 2001. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

SILVA, M. A. **Mudanças na composição florística e estrutura de um cerrado *sensu stricto*, em um período de 12 anos (1985-1997), na Fazenda Água Limpa (FAL) – Distrito Federal.** 1999. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; ALVARENGA, M. I. N.; SILVA, V. F. Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de áreas degradadas pela extração de areia. **CERNE**, v. 7, n. 2, p. 43-52, 2001.

SPÚRNY, M. Inhibition process. In: HEYDECKER, W. **Seed ecology.** London: Butterworth & Co (Publishers). 1973. 578 p.

- STREET, H. E.; ÖPIK, H. **Fisiologia das angiospermas: crescimento e desenvolvimento.** São Paulo: Polígono/USP. 1974. 315 p.
- SWAINE, M. D.; HALL, J. B. Early succession on cleared forest land in Ghana. **Journal of Ecology**, v. 71, p. 601-627, 1983.
- SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, p. 81-86, 1988.
- TABARELLI, M. **A regeneração da floresta Atlântica Montana.** 1997. 104 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- UHL, C. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazônia. **Journal of Ecology**, v. 75, p. 377-407, 1987.
- VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmento de florestas naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1990. p. 8-113.
- WALKER, B. Determinants of tropical savannas. Miami: IUBS Press, 1987. 155 p. (Monograph Series, 3).
- WETZEL, M. M. V. S. **Época de dispersão e fisiologia de sementes do cerrado.** 1997. 168 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.
- WHITMORE, T. C. On patterns and process in forests. In: NEWMAN, E. I. (Ed.) **The plant community as a working mechanism.** Oxford: Blackwell, 1982. p. 45-59.
- WHITMORE, T. C. Tropical rain Forest dynamics and its implications for management. In: GOMEZ-POMPA, A. ; WHITMORE, T. C.; HARDLEY, M. (Eds.) **Tropical rain forest: regeneration and management.** New York: Blackwell, 1991. p. 67-89.
- WILLIAMSON, G. B.; MESQUITA, R. C. G.; ICKES, K.; GANADE, G. Estratégias de colonização de árvores pioneiras nos Neotrópicos. In: GASCON, C.; MONTINHO, P. (Ed.). **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo.** Manaus: INPA. 1998. p. 131-144.

## CAPÍTULO 1

### **GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* Benth. EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

#### **RESUMO**

A espécie *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* Benth. é encontrada particularmente no Cerrado *sensu stricto* com comportamento pioneiro, destacando-se em áreas degradadas por desmatamentos e pelo fogo. Diante da hipótese de que as espécies pioneiras do cerrado apresentam algum tipo de dormência e sua germinação é influenciada principalmente pelo fator luz, este trabalho visou estabelecer as melhores condições de substrato (areia, vermiculita, algodão ou papel-filtro), luminosidade (presença ou ausência de luz) e temperatura (25 °C ou 20-30 °C) para a expressão máxima da germinação das sementes da referida espécie, bem como determinar metodologias de superação da dormência de sementes (escarificação mecânica através do corte do tegumento; imersão por 10, 20 e 30 minutos em ácido sulfúrico concentrado; imersão em água fervente), com vistas a viabilizar a produção de mudas em qualidade e quantidade desta em condições de viveiro. O delineamento estatístico foi o inteiramente ao acaso, aplicando-se teste de Tuckey a 5% de probabilidade. A temperatura de 25 °C mostrou-se mais adequada para a germinação de sementes. O caráter pioneiro da espécie não está relacionado à luz, mas sim à dormência tegumentar. Concluiu-se que os tratamentos de escarificação mecânica (com corte do tegumento) e de escarificação química (com ácido sulfúrico por 30 minutos) foram os mais eficientes na superação da dormência das sementes.

Palavras-chave: temperatura, substrato, luz, quebra de dormência.

## 1. INTRODUÇÃO

O tamanho da semente, o estágio de diferenciação do embrião e o material de reserva têm influência decisiva na capacidade e no vigor da germinação. Assim, um evento aparentemente de pouca influência sobre a semente pode assumir grande importância, como as condições ambientais, nutricionais ou fitossanitárias em que se encontra a planta-mãe no momento em que a semente é formada ou sua posição na inflorescência. Os diferentes tamanhos que as sementes freqüentemente apresentam em frutos múltiplos e também em diferentes regiões de uma mesma copa evidenciam essa importância (Larcher, 2000).

Mossri (1997) destaca que, para garantir a germinação e o estabelecimento da planta, não basta que a semente seja dispersa e chegue ao solo; deve também possuir mecanismos para evitar a predação, reconhecer a luz apropriada, a umidade do solo e as condições de nutrientes, além de ser competitiva para germinar e crescer rapidamente, facilitando seu estabelecimento.

De acordo com Felfili (2001), a germinação e o estabelecimento de plantas lenhosas no Cerrado ainda são pouco conhecidos. São necessários trabalhos que possam expressar não só a elevada proporção de sementes viáveis e capacidade de germinação em condições de laboratório, mas que também promovam o mesmo desempenho dessas espécies no campo, adotando-se as técnicas preconizadas pelo laboratório de sementes.

Segundo Elias (2001), estudos indicam que, durante a época seca, as camadas superficiais do solo podem secar até uma profundidade de 2 m, porém as camadas mais profundas mantêm a umidade. O impacto da deficiência hídrica após a germinação é uma das maiores limitações ao estabelecimento de espécies em muitos habitats. Assim, a germinação de sementes de espécies do Cerrado ocorre principalmente durante o período chuvoso, sendo o crescimento radicular pronunciado nos primeiros estádios de desenvolvimento.

De acordo com Ramos e Zanon (1984), a dormência em sementes de espécies florestais nativas provoca inúmeros problemas no viveiro e no estabelecimento de plantios. Assim, uma vez identificada a dormência em sementes, devem-se procurar métodos adequados para sua superação.

Em relação à espécie *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, sabe-se que produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, disseminadas a curta distância pelo vento. Suas sementes possuem baixa taxa de germinação, mesmo tendo sido escarificadas (Lorenzi, 1998). Floresce de junho a janeiro, sendo encontrados muitos frutos maduros de outubro a dezembro. No entanto, existem poucos relatos sobre o conhecimento básico das exigências das sementes desta espécie quanto à germinação, bem como a obtenção de informações sobre a metodologia padronizada para o teste de germinação. Diante da hipótese de que as espécies pioneiras do Cerrado apresentam algum tipo de dormência e sua germinação é influenciada

principalmente pelo fator luz, os objetivos deste trabalho foram: verificar as melhores condições de substrato, luminosidade e temperatura para a expressão máxima da germinação das sementes da espécie *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* e determinar a existência de dormência nas sementes da referida espécie, o tipo e a forma de superação, em condições de laboratório.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Material experimental

Os frutos de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* foram coletados em matrizes no Cerrado *sensu stricto* da região denominada Fercal - DF (15°31'00"S 47°58'23"W) e Área de Proteção Ambiental (APA) de Cafuringa, localizadas no Distrito Federal, em setembro de 2003.

### 2.2. Metodologia

#### 2.2.1. Teste de viabilidade do tetrazólio

O teste de viabilidade, com solução de tetrazólio na concentração de 1%, na temperatura de 25 °C, por 24 horas, conforme rotina de laboratório de sementes, foi efetuado nas sementes recém-colhidas.

As sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* foram pré-condicionadas em papel umedecido, por 24 horas. Após esse prazo, foram preparadas, empregando-se o método de corte do tegumento, e finalmente colocadas em contato com a solução de tetrazólio, em recipientes recobertos com papel-alumínio, por outras 24 horas, a 25 °C.

Foram utilizadas duas repetições de 50 sementes cada, conforme sugerido por Brasil (1992).

Findo esse período, as sementes foram removidas da solução de tetrazólio com auxílio de peneira e lavadas em água corrente por 5 a 10 minutos. Em seguida, efetuou-se a interpretação, com lupa, das sementes e dos tecidos que coloriram (sementes viáveis) ou não (inviáveis ou mortas).

#### 2.2.2. Tratamento de temperatura

Foram testadas as temperaturas de 25 °C constante (simulando uma condição de mata sob dossel) e 20-30 °C alternada (simulando uma área aberta), em câmaras distintas, com fotoperíodo de 8 horas de luz branca (200 lux) por 16 horas de escuro.

Nesta mesma ocasião, foram empregadas sementes íntegras e sementes escarificadas com corte do tegumento (efetuou-se a remoção de uma pequena porção do tegumento, do lado oposto à emergência da radícula, suficiente apenas para facilitar a penetração de água e gases).

Os testes de germinação foram conduzidos em germinadores tipo câmara de B.O.D., com fotoperíodo e ajuste para temperatura alternada. As sementes foram colocadas para germinar em caixas plásticas (gerbox transparente) contendo duas folhas de papel-filtro autoclavado e esterilizado a 120 °C, com quatro repetições, contendo 20 sementes cada, por tratamento.

As avaliações foram diárias, por um período de 30 dias, utilizando-se como critério para a germinação a emissão de radícula, com no mínimo 2 mm. Em seguida, efetuou-se o cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG), segundo a fórmula de Maguire (1962), transcrita a seguir:

$$IGM = (C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots + C_i/T_i) \times 100/N$$

em que

IGM = índice de germinação média diária;

C<sub>1</sub> a C<sub>i</sub> = contagem diária da germinação;

T<sub>1</sub> a T<sub>i</sub> = tempo; e

N = número de sementes em teste.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 1976). Para fins de análise estatística, os dados originais de percentagem de germinação foram transformados em arc seno (percentagem/100)<sup>1/2</sup>.

### 2.2.3. Tratamento de luz e substrato

Na determinação da condição de luminosidade foram empregados gerboxes transparentes com e sem cobertura de papel-alumínio.

Para a determinação do substrato, foram testados: (1) algodão, (2) vermiculita, (3) areia) e (4) papel-filtro.

Tanto os gerboxes quanto os substratos foram previamente esterilizados.

Empregaram-se quatro repetições de 25 sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* para os tratamentos (luz x substrato) em delineamento inteiramente ao acaso com arranjo fatorial 2 x 4.

Foram consideradas germinadas as sementes que emitiram radículas com pelo menos 2 mm de comprimento.

As avaliações foram diárias, por um período de 30 dias. Ao final do teste de germinação foi calculado o índice de velocidade de germinação (IVG), segundo Maguire (1962), conforme descrição no item 2.2.2.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 1976). Para fins de análise estatística, os dados originais de percentagem de germinação foram transformados em arc seno  $(\text{percentagem}/100)^{1/2}$ .

#### **2.2.4. Quebra de dormência de sementes**

Dadas as características das sementes, foram testados os seguintes tratamentos:

TRATAMENTO 1: Escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos. Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente por 5 a 10 minutos e colocadas para germinar em câmara de germinação a 25 °C.

TRATAMENTO 2: Escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos; a seguir, as sementes foram lavadas em água corrente por 5 a 10 minutos e colocadas para germinar em câmara de germinação a 25 °C.

TRATAMENTO 3: Escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos; em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente por 5 a 10 minutos e colocadas para germinar em câmara de germinação a 25 °C.

TRATAMENTO 4: O tratamento de água fervente foi realizado colocando-se as sementes em contato com a água, após ter sido desligada da fonte de calor. As sementes foram mantidas imersas nessa água por 24 horas. Em seguida, foram colocadas para germinar em câmara de germinação, a 25 °C.

TRATAMENTO 5: Desponte ou escarificação mecânica com corte do tegumento (previamente, as sementes são colocadas entre papel-filtro umedecido por 24 horas; depois disso, procedeu-se ao corte de pequena porção do tegumento, sem comprometimento da região de onde a radícula emerge), sendo colocadas em câmara de germinação a 25 °C.

Para todos esses tratamentos foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes cada, em delineamento estatístico inteiramente casualizado.

As avaliações foram diárias, por um período de 30 dias. Ao final deste período, efetuou-se o cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG), segundo Maguire (1962), conforme descrito no item 2.2.2.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 1976). Para fins de análise estatística, os dados originais de percentagem de germinação foram transformados em arc seno  $(\text{percentagem}/100)^{1/2}$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Teste de viabilidade do tetrazólio

A estimativa de viabilidade encontrada para as sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, através do teste de tetrazólio, foi de 46%. Verificou-se que a percentagem média de sementes germinadas do tratamento testemunha (sem desponte) do item 2.2.2. (tratamento de temperatura), no período de 30 dias, foi de cerca de 5%. Entretanto, deve-se salientar que as sementes da referida espécie apresentam dormência tegumentar. Na Figura 1 observam-se as sementes viáveis da referida espécie coloridas após a exposição à solução de tetrazólio 1%.

Assim, a discrepância entre os números de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio e o de germinação deve-se ao fato de que, mesmo dormente, a semente respira e, com isso, encontra-se viável; já pelo teste de germinação tradicional, sem quebra de dormência, apenas as sementes não-dormentes germinaram.

O número de sementes não-viáveis de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* encontradas no teste de tetrazólio pode estar relacionado, ainda, com o ataque de insetos que alguns frutos e sementes sofreram em campo. Mesmo tomando-se o cuidado de eliminar as sementes chochas, imaturas e/ou atacadas por insetos, muitas delas apresentaram larvas de insetos em seu interior, embora tenham, inicialmente, uma aparência saudável.



**Figura 1** – Sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* que, por apresentarem seus eixos e cotilédones coloridos após o teste de tetrazólio 1%, foram consideradas viáveis.

### 3.2. Tratamento de temperatura

Após 24 horas da implantação do teste de germinação das sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, verificou-se uma nítida distinção quanto ao intumescimento das sementes com desponte (escarificação por corte do tegumento) em relação às testemunhas, em todas as repetições e temperaturas testadas.

A germinação das sementes de *S. paniculatum* var. *subvelutinum* iniciou-se efetivamente (com protrusão da radícula) no terceiro dia do teste de germinação, em todas as repetições e temperaturas (20-30 °C e 25 °C), para as sementes com desponte (Figura 2); nas sementes testemunhas não se verificou sequer intumescimento em nenhuma das temperaturas testadas.

O processo de germinação das sementes é considerado encerrado, em termos fisiológicos, quando ocorre estabelecimento das plântulas normais produzidas. Verifica-se, com base na Figura 3, que a germinação das sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* é epígea, pois os cotilédones são lançados para fora do tegumento juntamente com o hipocótilo e o epicótilo. A gema apical é bastante visível, mas as primeiras folhas verdadeiras ainda não.

Em algumas plântulas, em condições de laboratório, foram necessários 5 a 10 dias, após o estabelecimento da plântula, para o aparecimento e a perfeita visualização das primeiras folhas verdadeiras.

O Quadro 1 apresenta a análise de variância dos resultados da germinação de sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*.

Como é possível verificar, com base na análise de variância, há diferença nos tratamentos (com e sem desponte), nas temperaturas testadas (25 °C e 20-30 °C), para percentagem de germinação transformada e índice de velocidade de germinação.

Como a interação tratamento x temperatura foi significativa, é necessário estudar (decompor) os tratamentos (desponte e testemunha) nos diferentes níveis de temperatura (25 °C e 20-30 °C), como se apresenta no Quadro 2.

Observa-se que o tratamento de desponte foi superior, independentemente das temperaturas testadas (25 °C e 20-30 °C). Contudo, a interação tratamento x temperatura significativa justifica-se pela maior diferença entre as médias dos tratamentos nas duas temperaturas.

Na temperatura de 25 °C, a diferença entre os tratamentos desponte e testemunha foi de 94 para a característica percentagem de germinação (% GER) e 19,18 para o índice de velocidade de emergência (IVG); e na temperatura de 20-30 °C, a diferença foi de 92 para a variável percentagem de germinação (% GER) e 17,16 para o índice de velocidade de emergência (IVG).



**Figura 2** – Germinação uniforme das sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* submetidas ao desponte.



**Figura 3** – Fases pós-germinativas de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* em laboratório (escala 1:1 cm).

**Quadro 1** – Análise de variância para a percentagem de germinação transformada (RGER) e o índice de velocidade de germinação (IVG) na germinação de sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* com e sem tratamento (desponte), em condições de temperatura constante (25 °C) e alternada (20-30 °C)

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio	
		RGER	IVG
Tratamento	1	4,8241**	76,3439**
Temperatura	1	0,2620**	3,7539**
Tratamento x Temperatura	1	0,4929**	3,7539**
Resíduo	12	0,0142	0,3534
CVexp.(%)		17,46	23,46

\*\* - F significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; G.L. – graus de liberdade; CVexp.(%) – coeficiente de variação experimental em %.

**Quadro 2** – Médias dos tratamentos nas temperaturas testadas para as sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*

Características	Temperatura (°C)	Com desponte	Sem desponte
% GER	25	98,0 a	4,0 b
	20-30	96,0 a	4,0 b
IVG	25	19,67 a	0,49 b
	20-30	17,55 a	0,39 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha ou coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade; % GER – percentagem de sementes germinadas; IVG – índice de velocidade de germinação.

Com base nos resultados apresentados, verifica-se que o tratamento de desponte (escarificação por corte do tegumento) foi eficiente, por promover uniformidade e acelerar a expressão da germinação das sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, principalmente quando associado à temperatura constante de 25 °C.

De acordo com Silva (2001), dentro de uma mesma espécie pode haver variações de acordo com a procedência, variabilidade genética e outras causas. Isso provavelmente explica o fato de as sementes serem restritivas à germinação em temperaturas constantes, o que não foi o caso das sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*.

Com base nos resultados apresentados, tem-se que a temperatura de 25 °C, por ser mais fácil de ser monitorada e mantida pela câmara de germinação e por apresentar os melhores resultados, deve ser empregada para os testes de germinação de sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*.

### 3.3. Tratamento de luz e substrato

No Quadro 3 é apresentada a análise de variância para a percentagem de germinação transformada (RGER) e o índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* submetidas a diversas condições de substrato e de luz.

**Quadro 3** – Análise de variância para a percentagem de germinação transformada (RGER) e o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* submetidas a diversas condições de substrato e de luz

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio	
		RGER	IVG
Substrato	3	0,0008n.s.	0,1325n.s.
Luz	1	0,0003n.s.	0,0055n.s.
Substrato*Luz	3	0,0025n.s.	0,1068n.s.
Resíduo	24	0,0039	0,2360
CVexp. (%)		39,89	40,19

G.L. – graus de liberdade; n.s. – não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Observa-se, com base no Quadro 3, que os efeitos substratos e luz, assim como a interação, não são significativos ( $P>0,05$ ), não existindo, portanto, nenhuma influência do substrato e da condição de luz sobre a germinação das sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, considerando-se as características percentagem de germinação transformada e índice de velocidade de germinação.

As médias observadas para as características percentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e percentagem de germinação transformada para as sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* foram, respectivamente: 0,8125; 0,4662 e 0,0701.

Esses resultados contrariam Eira e Martins Netto (1998), segundo os quais as sementes do grupo ecológico das espécies pioneiras apresentam fotoblastismo e/ou termoblastismo positivo e germinam em condições de maior incidência de luz, na faixa de onda do vermelho, característica de áreas abertas e de clareiras. Nesse grupo encontram-se as sementes com dormência e que respondem positivamente ao aumento de temperatura.

As sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, dada a sua acentuada dormência (dormência tegumentar), são indiferentes à luz ou ao tipo de substrato, como se verifica nos resultados discutidos; contudo, isso não invalida o seu caráter pioneiro no Cerrado *sensu stricto*, onde a natureza deve promover a superação da dormência através da escarificação das sementes (pelas flutuações térmicas, atrito entre solos e sementes, ação dos microrganismos, entre outros) para sua germinação.

### 3.4. Quebra de dormência de sementes

Deve-se destacar que, tendo em vista a utilização de sementes sem tratamento submetidas ao teste de germinação nos itens relativos à determinação da temperatura e de substrato x luz (anteriormente apresentados e discutidos), em que se verificou a baixa germinação em função exatamente da dormência tegumentar das sementes, partiu-se diretamente para métodos recomendados para superação desse tipo de dormência em sementes, de acordo com os preceitos e recomendações das Regras de Análise de Sementes (Brasil, 1992).

De acordo com o Quadro 4, verifica-se que existe diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos. O coeficiente de variação experimental, 5,87%, pode ser considerado baixo, indicando um alto controle experimental.

O Quadro 5 apresenta os resultados do teste de médias realizado através do teste de Tuckey ( $P < 0,01$ ). Observa-se que as médias dos tratamentos remoção de uma pequena porção do tegumento, imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos, imersão em água fervente e imersão em ácido sulfúrico por 20 minutos são iguais entre si e superiores à média do tratamento imersão em ácido sulfúrico por 10 minutos.

**Quadro 4** – Análise de variância para os tratamentos de quebra de dormência das sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio
Tratamento	4	134,8899**
Resíduo	15	7,4717
Coeficiente de Variação (%)		5,87

\*\* - significativo a 1%.

**Quadro 5** – Médias dos tratamentos de quebra de dormência das sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*

Tratamento	Germinação (%)
5	98 A
3	95 A
4	83 A
2	78 A
1	53 B

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 1% pelo teste de Tuckey; tratamento 5 = remoção de uma pequena porção do tegumento; tratamento 3 = imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos; tratamento 4 = imersão em água fervente; tratamento 2 = imersão em ácido sulfúrico por 20 minutos; e tratamento 1 = imersão em ácido sulfúrico por 10 minutos.

Em termos numéricos, a percentagem de germinação foi maior nos tratamentos de escarificação mecânica (com a remoção de uma pequena porção do tegumento), a exemplo do

que verificaram Carvalho e Figuerêdo (1991), e de escarificação química (com imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos), recomendada por Leão (1984) para quebra de dormência para sementes de *Sclerolobium paniculatum* (passariúva); contudo, deve-se salientar que, de acordo com o teste de Tuckey ( $P < 0,01$ ), apenas o tratamento de imersão das sementes em ácido sulfúrico por 10 minutos difere dos demais, sendo inferior a todos eles.

Deve-se levar em consideração que estes métodos são pouco práticos, considerando-se a necessidade de tratamento individual para cada unidade de propagação, limitando seu uso a pequenas quantidades de sementes (isso para o tratamento de escarificação mecânica), além de caro e perigosos, requerendo mão-de-obra especializada (para o caso de escarificação química); ao contrário do tratamento de imersão em água fervente, cujos resultados são semelhantes e apropriados, como os de escarificação mecânica e escarificação química em ácido sulfúrico por 30 minutos.

Segundo Kageyama e Viana (1991), as espécies pioneiras possuem longevidade natural, podendo ser armazenadas por um longo período, principalmente aquelas com dormência devido à impermeabilidade do tegumento (Eira e Martins Netto, 1998). Essas espécies permitem a manutenção de bancos de sementes no solo até que uma clareira seja formada e possibilite a germinação. As leguminosas normalmente apresentam sementes com tegumento duro, como é o caso de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*.

De acordo com Wetzel (1997) e Salomão (2000, 2002), as sementes de *Sclerolobium paniculatum* Vogel (carvoeiro) devem ser colocadas para geminar após a realização de escarificação química, na temperatura de 25 °C, no substrato rolo de papel. A referida espécie possui 45% de suas sementes dormentes e uma germinação em torno de 39% após 7 a 14 dias. No campo, a germinação das sementes é considerada excelente, ocorrendo por volta de 17 dias em sacos plásticos (25 x 37 cm), em pleno sol ou em casa de vegetação, em substrato arenoso ou em Latossolo Vermelho-Amarelo, argiloso com acréscimo de N e K. Em seis meses, as mudas podem alcançar 25 cm de altura (Dias, 1992; Lorenzi, 2002).

Vale salientar que as discrepâncias quanto ao tempo para ocorrência e as percentagens de germinação de *Sclerolobium paniculatum* observadas no parágrafo anterior se devem ao fato de que os primeiros autores realizaram trabalhos práticos e experimentais, enquanto os últimos efetuaram apenas um levantamento na literatura, sem a devida constatação dos dados.

Verificou-se neste trabalho que realmente as sementes possuem uma dormência tegumentar que afeta a germinação mesmo em condições de luz para esta espécie pioneira típica do cerrado. Outra verificação importante é que não só a escarificação química é favorável à quebra de dormência e agilização da germinação das sementes, mas também o corte do tegumento. Uma vez superada a dormência, esta espécie, em ambiente sem restrição de luz, deve deslanchar, mantendo-se como uma das três espécies mais frequentes em áreas abertas do Cerrado (Felfili et al., 2000).

#### 4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

As sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* apresentam mecanismo de dormência, atestado através da diferença observada entre os resultados do teste de viabilidade do tetrazólio e de germinação.

A temperatura de 25 °C é a melhor para a condução dos testes de germinação das sementes da referida espécie, em condições de laboratório.

As sementes de *S. paniculatum* var. *subvelutinum*, quando não tratadas previamente para superação da dormência, são indiferentes ao substrato e à presença ou ausência de luz.

Os métodos mais eficientes na superação da dormência das sementes são: escarificação mecânica (com corte do tegumento) e escarificação química (com imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos).

Com vistas à produção em larga escala de mudas de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* em viveiros comerciais, sugere-se a imersão em água fervente por 24 horas como o método mais prático e econômico, além de bastante eficiente, comparado à testemunha. As demais metodologias testadas, embora mais eficientes, são de utilização mais restrita e de difícil emprego.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras de análise de sementes**. Brasília – DF: SNAD/DND/CLAV. 1992. 365 p.

CARVALHO, J. E. U.; FIGUERÊDO, F. J. C. **Biometria e métodos para superação da dormência de sementes de táxi-branco, *Sclerolobium paniculatum* (Vogel)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1991. 18 p. (Boletim de Pesquisa, 114).

DIAS, B. F. S. Cerrados: uma caracterização. In: DIAS, B. F. S. (Coord.). **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Fundação Pró-Natureza/Fundação Konrad Adenauer/IBAMA, 1992. p. 11-25.

EIRA, M. T. S. G.; MARTINS NETTO, D. A. Germinação e conservação de sementes de espécies lenhosas. In: **Cerrado: Matas de Galeria**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 97-117.

ELIAS, S. R. M. **Anatomia foliar, deficiência hídrica e fenologia em *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae)**. 2001. 89 f. Tese (Mestrado em Agronomia.) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

FELFILI, J. M. Dinâmica do cerrado. In: **Anais do I Workshop sobre Incêndios Florestais no Cerrado**. Comunicações Técnicas Florestais, v. 3, n. 2, p. 16-21, 2001.

FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SILVA, M. A. Changes in the florist composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, p. 579-590, 2000.

- KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 197-215.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 531 p.
- LEÃO, N. V. M. Programa de produção e tecnologia de sementes de espécies florestais nativas da Amazônia desenvolvido pelo CPATU – Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1., 1984, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: Informativo ABRATES, 1984. p. 119-146.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum. v. 2. 1998.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. Nova Odessa – SP: Editora Plantarum. 2002. v. 2, 386+pp.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MOSSRI, B. B. **Germinação e crescimento inicial de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang. e *Cecropia pachystachya* Trec.:** duas espécies de níveis sucessionais diferentes de mata de galeria. 1997. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 4.ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1976. 430 p.
- RAMOS, A.; ZANON, A. Dormência em sementes de espécies florestais nativas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Informativo ABRATES, 1984. p. 241-265.
- SALOMÃO, A. N. Desenvolvimento de métodos para a conservação do germoplasma de espécies com sementes ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias. Relatório Final do Subprojeto 02.094.009.01, **Projeto 02.0.94.009 Desenvolvimento de Métodos para Conservação “Ex Situ” de Germoplasma Vegetal**. Brasília, EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2000.
- SALOMÃO, A. N. Tropical seeds species` responses to liquid nitrogen. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 14, n. 2, p. 133-138, 2002.
- SILVA, J. C. **Diagnóstico das áreas de maior incidência de incêndios florestais em unidades de conservação pertencentes a APA do Gama Cabeça-de-Veado, Brasília-DF**. 2001. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2001.
- WETZEL, M. M. V. S. **Época de dispersão e fisiologia de sementes do cerrado**. 1997. 168 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

## **CAPÍTULO 2**

### **GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Solanum lycocarpum* St. Hil. EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

#### **RESUMO**

A espécie *Solanum lycocarpum* St. Hil. é encontrada particularmente no Cerrado *sensu stricto*, com elevada abundância em áreas desmatadas, apresentando comportamento pioneiro. Diante da hipótese de que as espécies pioneiras do cerrado apresentam algum tipo de dormência e sua germinação é influenciada principalmente pelo fator luz, este trabalho visou estabelecer as melhores condições de substrato (areia, vermiculita, algodão ou papel-filtro), luminosidade (presença ou ausência de luz) e temperatura (25 °C ou 20-30 °C) para a expressão máxima da germinação das sementes da referida espécie, bem como determinar metodologias de superação da dormência de sementes (escarificação mecânica através do corte do tegumento; imersão por 10, 20 e 30 minutos em ácido sulfúrico concentrado; imersão em água fervente) com vistas a viabilizar a produção de mudas em qualidade e quantidade em condições de viveiro. O delineamento estatístico foi o inteiramente ao acaso, aplicando-se teste de Tuckey a 5% de probabilidade. A temperatura de 25 °C mostrou-se mais adequada à germinação de sementes. O caráter pioneiro da espécie não está relacionado à luz, mas sim à dormência tegumentar. Concluiu-se que os tratamentos de escarificação mecânica (com corte do tegumento), sobre papel-filtro, e de escarificação química (com ácido sulfúrico por 10 e 20 minutos), sobre algodão, vermiculita e areia, foram os mais eficientes na superação da dormência das sementes.

Palavras-chave: temperatura, substrato, luz, quebra de dormência.

## 1. INTRODUÇÃO

A germinação e dispersão de sementes e o subsequente estabelecimento das plântulas são fases essenciais no desenvolvimento das plantas superiores, ao mesmo tempo em que representam um período de máxima vulnerabilidade às mudanças ambientais. Assim, o comportamento germinativo de cada espécie em uma comunidade é determinado por um conjunto de fatores seletivos bióticos e abióticos, agindo simultaneamente (Hay e Moreira, 1992).

A reprodução sexuada é uma das principais formas de ocupação de áreas degradadas do cerrado (Cesarino et al., 1998); assim, informações básicas sobre germinação e estabelecimento inicial das plantas tornam-se necessárias para a implantação de projetos de recuperação em áreas degradadas (Ribeiro e Sousa-Silva, 1996).

A coleta de material apropriado para a propagação de qualquer espécie deve considerar a época adequada de formação e maturação dos frutos e sementes para o sucesso da produção de mudas.

Independentemente dos fatores hereditários, a longevidade das sementes está sujeita à ação de vários fatores externos, dentre os quais a umidade relativa do ar e a temperatura (Delouche, 1973), e, em determinados casos, acentuada predação por, principalmente, insetos. Existem espécies em que a colheita de sementes deve ser iniciada antes do período de queda natural ou dispersão. Estas sementes, em seguida, podem completar o processo de maturação no próprio armazenamento, evitando assim perdas de viabilidade (Piña-Rodrigues e Aguiar, 1993).

A obtenção de sementes da maioria das espécies florestais apresenta outros problemas, como: difícil acesso às árvores matrizes, dificuldade de colheita devido ao elevado porte das árvores, distância entre as árvores, reduzida produção e irregularidade na frutificação (Façanha e Varela, 1987; Piña-Rodrigues e Aguiar, 1993; Piña-Rodrigues e Piratelli, 1993).

A espécie *Solanum lycocarpum* produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, disseminadas pela fauna em geral. A taxa de germinação das sementes é geralmente alta, com emergência da plântula em 3-4 semanas, sendo o desenvolvimento da planta no campo muito rápido (Lorenzi, 1998). Cada quilograma de sementes contém cerca de 25 mil unidades, com taxa de germinação alta e emergência ocorrendo em 20 a 30 dias. As sementes são duras, possivelmente escarificadas naturalmente pelo trato digestivo dos animais que delas se alimentam, pois as plântulas são sempre observadas emergindo de suas fezes (Almeida et al., 1998). No entanto, existem poucos relatos sobre o conhecimento básico das exigências das sementes desta espécie quanto à germinação, bem como obtenção de informações sobre a metodologia padronizada para o teste de germinação. Diante da hipótese de que as espécies pioneiras do Cerrado apresentam algum tipo de dormência e sua germinação é influenciada principalmente pelo fator luz, os objetivos deste trabalho foram: verificar as melhores condições

de substrato, luminosidade e temperatura para a expressão máxima da germinação das sementes da espécie *Solanum lycocarpum*; e determinar a existência de dormência nas sementes da referida espécie, tipo e a forma de superação, em condições de laboratório.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Material experimental**

Os frutos de *Solanum lycocarpum* são encontrados no Cerrado *sensu stricto* praticamente o ano todo. Foram realizadas coletas em áreas do Cerrado *sensu stricto*, localizadas no Setor de Mansões Park Way, na APA Gama-Cabeça de Veado, no Distrito Federal. As coletas foram realizadas pouco antes da completa maturação fisiológica, sendo, pois, necessário aguardar, em condições de laboratório, que esta fosse totalmente alcançada. Os frutos alcançavam a maturidade em cerca de três a cinco dias, tornando-se pardos e com consistência macia; as sementes adquiriam coloração marrom-escura.

Em seguida, procedeu-se ao beneficiamento das sementes (em peneiras); aquelas que flutuaram na água foram eliminadas.

### **2.2. Metodologia**

#### **2.2.1. Teste de viabilidade do tetrazólio**

O teste de viabilidade, com solução de tetrazólio na concentração de 1%, à temperatura de 25 °C, por 24 horas, conforme rotina de laboratório de sementes, foi efetuado nas sementes recém-colhidas de *Solanum lycocarpum*.

As sementes de *Solanum lycocarpum* foram pré-condicionadas em papel umedecido por 24 horas. Após esse prazo, foram preparadas, empregando-se o método de corte do tegumento, e finalmente colocadas em contato com a solução de tetrazólio, em recipientes recobertos com papel-alumínio, por outras 24 horas, a 25 °C.

Foram utilizadas duas repetições de 50 sementes cada, conforme sugerido por Brasil (1992).

Findo esse período, as sementes foram removidas da solução de tetrazólio com auxílio de peneira e lavadas em água corrente por 5 a 10 minutos. Em seguida, efetuou-se a interpretação, com lupa, das sementes que coloriram (viáveis) e das que não coloriram (mortas).

### 2.2.2. Tratamento de temperatura

Foram testadas as temperaturas de 25 °C constante (simulando uma condição de mata sob dossel) e 20-30 °C alternada (simulando uma área aberta), em câmaras distintas, com fotoperíodo de 8 horas de luz branca (200 lux) por 16 horas de escuro.

Para facilitar a interpretação dos resultados e escolher melhor a temperatura, elegeram-se os tratamentos de desponte (remoção de uma pequena porção do tegumento, na extremidade oposta ao eixo embrionário) e testemunha (sem desponte) (Carvalho e Figuerêdo, 1991; Fowler e Bianchetti, 2000). Assim, foram empregadas sementes íntegras e sementes com desponte.

Os testes de germinação foram conduzidos em germinadores tipo câmara de B.O.D., com fotoperíodo e ajuste para temperatura alternada. As sementes foram colocadas para germinar em caixas plásticas (gerbox transparente) contendo duas folhas de papel-filtro autoclavado e esterilizado a 120 °C, com quatro repetições, contendo 50 sementes cada, por tratamento.

As avaliações foram diárias, por um período de 30 dias, utilizando-se como critério para a germinação a emissão de radícula com no mínimo 2 mm. Em seguida, efetuou-se o cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG), segundo a fórmula de Maguire (1962), transcrita a seguir:

$$GM = (C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots + C_i/T_i) \times 100/N$$

em que

GM = germinação média diária;

C<sub>1</sub> a C<sub>i</sub> = contagem diária da germinação;

T<sub>1</sub> a T<sub>i</sub> = tempo; e

N = número de sementes em teste.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 1976). Para fins de análise estatística, os dados originais de percentagem de germinação foram transformados em arc seno (percentagem/100)<sup>1/2</sup>.

### 2.2.3. Tratamento de luz, substrato e quebra de dormência das sementes

Na determinação da condição de luminosidade foram empregados gerboxes transparentes, com e sem cobertura de papel-alumínio.

Para determinação do substrato, foram testados: (1) algodão, (2) vermiculita, (3) areia e (4) papel-filtro.

Foram testados os seguintes tratamentos de quebra de dormência para uniformizar e agilizar a germinação das sementes de lobeira:

TRATAMENTO 1: Testemunha - as sementes foram beneficiadas e colocadas para germinar, a 25 °C, em câmara de germinação.

TRATAMENTO 2: Desponte ou escarificação mecânica com corte do tegumento (previamente, as sementes são colocadas entre papel-filtro umedecido por 24 horas; após o que, procede-se ao corte de pequena porção do tegumento, sem comprometimento da região de onde a radícula deverá emergir), seguindo para câmara de germinação a 25 °C.

TRATAMENTO 3: O tratamento de água fervente foi realizado colocando-se as sementes em contato com a água, após ter sido desligada da fonte de calor. As sementes foram mantidas imersas nessa água por 24 horas. Posteriormente, foram colocadas para germinar em câmara de germinação a 25 °C.

TRATAMENTO 4: Escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos. Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente por 5 a 10 minutos e colocadas para germinar em câmara de germinação a 25 °C.

TRATAMENTO 5: Escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por 20 minutos; depois disso, as sementes foram lavadas em água corrente por 5 a 10 minutos e colocadas para germinar em câmara de germinação a 25 °C.

TRATAMENTO 6: Escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos; em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente por 5 a 10 minutos e colocadas para germinar em câmara de germinação a 25 °C.

Tanto os gerboxes quanto os substratos foram previamente esterilizados.

A análise estatística empregou o delineamento inteiramente ao acaso, com arranjo fatorial 2 x 4 x 6 (luz x substrato x quebra de dormência).

Foram consideradas germinadas as sementes que emitiram radículas com pelo menos 2 mm de comprimento.

As avaliações foram diárias, por um período de 30 dias. Ao final do teste de germinação foi possível o cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG), segundo Maguire (1962).

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 1976). Para fins de análise estatística, os dados originais de percentagem de germinação foram transformados em arc seno  $(\text{percentagem}/100)^{1/2}$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Teste de viabilidade do tetrazólio

A estimativa de viabilidade encontrada para as sementes de *Solanum lycocarpum*, através do teste de tetrazólio, foi de 97%. Verificou-se que, em *S. lycocarpum*, a percentagem média de

sementes germinadas, no período de 30 dias, denominadas testemunhas (item 2.2.1.- Tratamento de temperatura), foi de 60%. Entretanto, deve-se salientar que as sementes da referida espécie apresentam possivelmente dormência tegumentar. As sementes submetidas ao teste de tetrazólio são apresentadas na Figura 1.

Assim, a discrepância entre os números de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio deve-se ao fato de que, mesmo dormente, a semente respira e, com isso, encontra-se viável; já pelo teste de germinação tradicional, sem quebra de dormência, apenas as sementes não-dormentes germinaram.



**Figura 1** – Sementes de *Solanum lycocarpum* viáveis (coloridas) e inviáveis (não-coloridas) pelo testes de tetrazólio 1%.

### 3.2. Tratamento de temperatura

No Quadro 1 apresenta-se a análise de variância dos resultados do teste de germinação das sementes de *Solanum lycocarpum* submetidas a dois regimes de temperatura (alternada – 20-30 °C e constante – 25 °C), com e sem corte do tegumento.

Com base no Quadro 1, verifica-se que há diferença nos tratamentos (desponte e testemunha), nas temperaturas testadas (25 °C e 20-30 °C), para as características percentagem de germinação transformada (RGER) e índice de velocidade de germinação (IVG). A análise de variância revelou, ainda, que a interação tratamento x temperatura foi significativa para ambas as características; assim, é necessário estudar (decompor) os tratamentos (desponte e testemunha) nos diferentes níveis de temperatura (25 °C e 20-30 °C).

**Quadro 1** – Análise de variância para a percentagem de germinação transformada (RGER) e o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Solanum lycocarpum* submetidas aos tratamentos com e sem desponte, em condições de temperatura constante (25 °C) e alternada (20-30 °C) nos germinadores

Fonte de variação	G.L.	Q.M. RGER	Q.M. IVG
Tratamento	1	0,7734*	593,7751*
Temperatura	1	0,1224*	4,6333n.s.
Trat.*Temp.	1	0,1065*	6,1628**
Resíduo	12	0,0059	1,2177
Coef. de variação (%)		9,34	13,40

\* - F significativo a 1% de probabilidade; \*\* - F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo; G.L. – grau de liberdade; Trat. – tratamento; Temp. – temperatura; Trat.\*Temp. – interação tratamento e temperatura; QM RGER – quadrado médio da percentagem de germinação transformada; QM IVG – quadrado médio do índice de velocidade de germinação; Coef. de variação (%) – coeficiente de variação.

Observa-se que o tratamento de desponte foi superior, independentemente das temperaturas testadas (25 °C e 20-30 °C). Contudo, a interação tratamento x temperatura significativa justifica-se pela maior diferença entre as médias dos tratamentos nas duas temperaturas (Quadro 2). De acordo com os resultados, o tratamento de desponte foi o que apresentou maiores médias em ambas as variáveis consideradas (índice de velocidade de emergência e percentagem de germinação transformada); logo, é o mais recomendável para aplicação nas sementes de *Solanum lycocarpum*.

**Quadro 2** – Médias dos tratamentos nas temperaturas testadas, para as sementes de *Solanum lycocarpum*

Característica	Temperatura (°C)	Com desponte	Sem desponte
% GER	25	92,0 a	57,0 b
	20-30	90,0 a	50,0 b
IVG	25	2,2275a	13,1700b
	20-30	2,0625a	15,4875b

Médias seguidas pela mesma letra na linha ou coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade; % GER – percentagem de germinação; IVG – índice de velocidade de germinação.

Na temperatura de 25 °C, a diferença entre os tratamentos desponte e testemunha foi de 35 para o parâmetro percentagem de germinação transformada e 10,9425 para o índice de velocidade de emergência; e na temperatura de 20-30 °C, a diferença foi de 40 para a variável percentagem de germinação transformada e 13,425 para o índice de velocidade de emergência.

Com base nos resultados relativos à germinação de sementes de *Solanum lycocarpum*, verifica-se que o tratamento de desponte (Figura 2) favorece e agiliza a pronta germinação das sementes, principalmente quando associada à temperatura constante de 25 °C.

Verifica-se, com base na Figura 3, que a germinação das sementes de *Solanum lycocarpum* é epígea, pois os cotilédones são lançados para fora do tegumento juntamente com o hipocótilo e o epicótilo. As primeiras folhas, embora diminutas, são também visíveis.



**Figura 2** – Sementes de *Solanum lycocarpum* emitindo radícula ao serem submetidas ao corte do tegumento.



**Figura 3** – Plântula de *Solanum lycocarpum*.

### 3.3. Tratamento de luz, substrato e quebra de dormência

Efetou-se a análise de variância geral (fatorial, com três fatores, usando a interação tripla como resíduo (Pimentel-Gomes, 1987)), conforme se observa no Quadro 3.

**Quadro 3** – Análise de variância dos parâmetros percentagem de germinação transformada (RGER) e índice de velocidade de germinação (IVG), considerando-se os fatores tratamentos (testemunha, corte do tegumento, água fervente, ácido sulfúrico 10 minutos, ácido sulfúrico 20 minutos e ácido sulfúrico 30 minutos), substratos (algodão, vermiculita, areia e papel-filtro) e condição de luz (claro e escuro), de sementes de *Solanum lycocarpum*

Fonte de variação	Grau de liberdade	Q.M. RGER	Q.M. IVG
Luz	1	0,0108n.s.	6,7369n.s.
Substrato	3	0,0826*	26,5274*
Tratamento	5	0,6395*	627,0274*
Luz x Substrato	3	0,0150n.s.	2,8079n.s.
Luz x Tratamento	5	0,0217n.s.	5,9120n.s.
Substrato x Tratamento	15	0,0635*	26,4852*
Resíduo	15	0,0101	2,5940
Coef. variação (%)		12,47	20,82

\*- significativo a 5%; n.s. – não-significativo.

Embora as interações envolvendo o efeito de luz tenham sido não-significativas, para ambas as características (RGER e IVG), pode-se estudar o efeito de luz para todos os substratos e tratamentos (a interação substrato x tratamento foi significativa) ao mesmo tempo, como se verifica no Quadro 4.

De acordo com o Quadro 4, na presença de luz os tratamentos que mais se destacam são escarificação química com imersão em ácido sulfúrico por 20 e 10 minutos, bem como o desponte, apresentando as maiores médias de germinação e velocidade de emergência em praticamente todos os substratos. O mesmo comportamento se verifica ou se mantém na ausência de luz.

Observa-se, também, que os piores resultados foram obtidos com o emprego de água fervente e de imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos, provavelmente por fragilizarem não só o tegumento como o embrião, deixando-o vulnerável ao ataque de patógenos e/ou causando sua morte.

Wetzel (1997) alcançou 12% de germinação de lobeira em laboratório, tendo observado que 80% das sementes da referida espécie eram dormentes.

De acordo com Vidal (2000), o tegumento da semente de *Solanum lycocarpum* não constitui fator de impedimento à germinação, pois estudos preliminares mostraram que o tempo de germinação foi diminuído para sete dias utilizando-se sementes escarificadas mecanicamente, enquanto as testemunhas germinaram em 9 dias, independentemente do substrato utilizado (areia e vermiculita). Assim, as sementes não necessitam de escarificação para acelerar o processo de germinação, mas para uniformizar a emergência das plântulas.

**Quadro 4** – Efeito da luz para os substratos e tratamentos aplicados às sementes de *Solanum lycocarpum*

Luz	Substrato	Tratamento	GER (%)	Tratamento	IVG
Presença	Algodão (1)	5	89 A	5	23,1925 A
		2	73 A B	6	5,325 B
		4	49 B C	2	3,705 B C
		1	46 B C	4	3,02 B C
		6	23 C D	1	2,41 B C
		3	14 D	3	0,73 C
Presença	Vermiculita (2)	5	60 A	5	18,053 A
		4	57 A	4	8,735 B
		2	50 A	6	2,97 B C
		1	41 A	2	2,28 C
		6	15 B	1	1,85 C
		3	14 B	3	0,62 C
Presença	Areia (3)	4	87 A	5	25,97 A
		5	86 A	4	16,18 B
		2	71 A	6	7,5 C
		6	45 B	2	4,11 C D
		1	44 B	1	2,7 D
		3	32 B	3	1,54 D
Presença	Papel de Filtro (4)	2	98 A	5	26,58 A
		5	73 B	2	9,99 B
		1	61 B C	1	3,75 B
		3	37 B C D	4	2,26 B
		4	32 C D	3	1,57 B
		6	7 D	6	1,15 B
Ausência	Algodão (1)	2	90 A	5	32,52 A
		5	81 A B	6	6,16 B
		1	55 B C	2	4,39 B C
		4	41 C	1	3,03 B C
		3	34 C	4	2,77 C
		6	24 C	3	1,5 C
Ausência	Vermiculita (2)	4	87 A	5	17,21 A
		5	64 A B	4	13,97 A
		2	55 A B	2	2,52 B
		1	31 B C	1	1,58 B
		6	13 C	6	0,9975 B
		3	11 C	3	0,54 B
Ausência	Areia (3)	4	89 A	5	27,37 A
		2	81 A	4	17,28 B
		5	79 A	6	4,45 C
		1	45 B	2	3,86 C
		3	19 B C	1	2,37 C
		6	14 C	3	0,9 C
Ausência	Papel de Filtro (4)	2	98 A	5	26,58 A
		5	73 B	2	9,99 B
		1	61 B C	1	3,75 B
		3	37 B C D	4	2,77 B
		4	32 C D	3	1,57 B
		6	7 D	6	1,15 B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade; GER (%) – percentagem de germinação; IVG – índice de velocidade de germinação; 1 – testemunha; 2 – desponte ou escarificação mecânica; 3 – imersão em água fervente; 4 – escarificação química por 10 minutos; 5 – escarificação química por 20 minutos; 6 – escarificação química por 30 minutos.

Este trabalho, envolvendo luz, substrato e quebra de dormência para as sementes de *Solanum lycocarpum*, mostrou que, uma vez superada a dormência tegumentar, as sementes respondem bem à germinação.

#### 4. CONCLUSÃO

As sementes de *Solanum lycocarpum* apresentam mecanismo de dormência, atestado através da diferença observada entre os resultados do teste de viabilidade do tetrazólio e de germinação.

A temperatura de 25 °C é a melhor para a condução dos testes de germinação das sementes da referida espécie, em condições de laboratório.

As sementes são indiferentes à luz para a germinação.

Os métodos mais eficientes na superação da dormência das sementes são: escarificação química com imersão em ácido sulfúrico por 10 e 20 minutos e escarificação mecânica com corte do tegumento.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e reforma Agrária. **Regras de análise de sementes**. Brasília – DF: SNAD/DND/CLAV. 1992. 365 p.

CARVALHO, J. E. U.; FIGUERÊDO, F. J. C. **Biometria e métodos para superação da dormência de sementes de táxi-branco, *Sclerolobium paniculatum* (Vogel)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1991. 18 p. (Boletim de Pesquisa, 114).

CESARINO, F.; ARAÚJO, J. E.; ZAIDAN, L. B. P. Germinação de sementes e crescimento de plantas de *Diplusodon virgatus* Pohl, Lythraceae. **Acta Botânica Brasileira**, v. 12, n. (suplemento), p. 349-356, 1998.

DELOUCHE, J. C. Precepts of seed storage (revised). In: **Short Course for Seedsmen**. Mississippi State University/ Seed Technology Laboratory. Mississippi/USA. 1973. p. 97-122.

FAÇANHA, J. G. V.; VARELA, V. P. Resultados preliminares de estudos sobre a conservação e a composição bioquímica de sementes de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne) – Leguminosae. **Acta Amazônica**, v. 16/17, n. único, p. 377-382, 1987.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27 p. (Documentos, 40).

HAY, J. D.; MOREIRA, A. G. Impactos de processos ecológicos: biologia reprodutiva. In: DIAS, B. F. S. **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Fundação Pró-Natureza/Fundação Konrad Adenauer/IBAMA. 1992. p. 42-45.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum. v. 2. 1998.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12.ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1987. 467 p.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 4.ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1976. 430 p.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**, v. 6, p. 215-274, 1993.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes Florestais Tropicais**, v. 2, p. 47-82, 1993.

RIBEIRO, J. F.; SOUSA-SILVA, J. C. Manutenção e recuperação da biodiversidade do bioma cerrado: o uso de plantas nativas. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8., **Anais...** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 10-14.

VIDAL, M. C. **Crescimento inicial, relações hídricas e efeito do ácido abscísico em *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Lobeira)**. 2000. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2000.

WETZEL, M. M. V. S. **Época de dispersão e fisiologia de sementes do cerrado**. 1997. 168 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

### **CAPÍTULO 3**

#### **GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Cecropia pachystachya* Trec. EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

##### **RESUMO**

A *Cecropia pachystachya* Trec. ocorre nas Matas de Galeria do Brasil Central, especialmente em áreas perturbadas por desmatamentos e pelo fogo, apresentando comportamento pioneiro. Diante da hipótese de que as espécies pioneiras do Cerrado apresentam algum tipo de dormência e sua germinação é influenciada principalmente pelo fator luz, este trabalho visou estabelecer as melhores condições de substrato (areia, vermiculita, algodão ou papel-filtro), luminosidade (presença ou ausência de luz) e temperatura (25 °C ou 20-30 °C) para a expressão máxima da germinação das sementes da referida espécie, bem como determinar metodologias de superação da dormência de sementes fisiológicas (imersão em água fervente; ácido giberélico 0,05%; nitrato de potássio 0,2%), com vistas a viabilizar a produção de mudas em qualidade e quantidade em condições de viveiro. O delineamento estatístico foi o inteiramente ao acaso, aplicando-se teste de Tuckey a 5% de probabilidade. A temperatura de 25 °C mostrou-se mais adequada à germinação de sementes. Concluiu-se que o efeito de luz (claro e escuro) é significativo para o substrato algodão no tratamento água fervente e no tratamento nitrato de potássio. O efeito de tratamento é significativo em todos os substratos e condições de luz testadas, com destaque para nitrato de potássio e ácido giberélico.

Palavras-chave: temperatura, substrato, luz, quebra de dormência.

## 1. INTRODUÇÃO

*Cecropia* (Cecropiaceae) é um gênero de plantas pioneiras neotropicais, cuja dispersão das espécies é realizada por morcegos (15 espécies de *Cecropia* são consumidas/dispersas por 32 espécies de morcegos). A dispersão por morcegos não é necessária para a germinação das sementes, porém a dispersão aumenta a sobrevivência da semente e a subsequente germinação. A estrutura do fruto tem papel significativo na longevidade da semente (Lobova et al., 2003).

De acordo com Gandolfi (2000), o gênero *Cecropia* é representado do Centro para o Sudeste do Brasil por três espécies: *C. hololeuca*, *C. glaziovii* e *C. pachystachya*. As duas primeiras são árvores altas, comumente encontradas em clareiras pequenas, em matas de solo bem drenado; já *C. pachystachya* é menor com muitos ramos laterais e encontrada em grandes clareiras, áreas abertas, bancos de rios e áreas permanentemente inundadas. Apenas as espécies *C. glaziovii* e *C. pachystachya* são mirmecófilas, com indivíduos que florescem e frutificam praticamente o ano inteiro. As sementes são pequenas e numerosas, dispersas por pássaros e morcegos.

A espécie *Cecropia pachystachya* é comum em vegetação secundária na floresta tropical úmida, exercendo forte dominância quantitativa em estágios iniciais de sucessão, após ocorrência de distúrbios (Stutz de Ortega, 1990), e suas sementes são abundantes nos bancos de sementes persistentes no solo da floresta (mata) (Holthijzen e Boerboom, 1982; Grombone-Guaratini, 1999). Esta espécie pode ser considerada pioneira, por possuir requerimentos que, segundo Swaine e Whitmore (1988), caracterizam essa classe, como: produção freqüente de abundantes sementes pequenas; sementes sensíveis à luz; dispersão anemocórica ou zoocórica; plantas intolerantes à sombra; rápido crescimento; plasticidade fenotípica, entre outros.

A maturação dos frutos de *Cecropia pachystachya* ocorre durante os meses de maio a junho. Os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore quando estiverem maduros, o que é facilmente identificável pela presença de frutos predados por pássaros. Devem ser deixados em repouso por alguns dias, para decomposição e maceração em água. As sementes são separadas filtrando-se a suspensão de frutos, e o filtrado deve ser seco ao sol. Um quilo de sementes possui cerca de 800 mil unidades (Lorenzi, 1992).

As sementes devem ser colocadas para germinar logo após a colheita, em canteiros a pleno sol, em substrato argiloso. A emergência ocorre em 25 a 40 dias, sendo a germinação baixa. As mudas devem ser transplantadas para embalagens individuais quando atingirem 3 a 5,0 cm e plantadas em local definitivo em menos de 3 meses (Lorenzi, 1992).

O comportamento germinativo de uma espécie é determinado por um conjunto de fatores seletivos, tanto bióticos como abióticos (Fenner, 1985). As sementes das espécies pioneiras normalmente são pequenas e produzidas em grandes quantidades, dispersas por agentes generalistas. Além disso, conservam o poder germinativo por longos períodos, permanecendo

viáveis no banco de sementes do solo. Dadas as características dos ambientes em que naturalmente ocorrem (grandes clareiras, bordas de fragmentos florestais, locais abertos e áreas degradadas), possuem alta tolerância à luz (Almeida, 2000).

A luz pode representar um fator importante para a germinação das sementes dentro das Matas de Galeria e outras formações florestais do Cerrado, pois espécies pioneiras dessas matas, como *Cecropia glaziovii*, possuem sementes fotoblásticas positivas, que dependem da luz para germinar (Válio e Joly, 1979).

Muitas espécies pioneiras têm mecanismos que detêm ou restringem a germinação; entre eles, a luz é o mais comum e pode ser o principal fator que influencia a dormência em sementes (Pons, 1992).

De acordo com Guevar Sada e Gomez-Pompa (1972), a dormência de sementes representa um importante mecanismo para a sucessão, sendo observada em grande quantidade de espécies pioneiras, o que pode aumentar as chances deste grupo de espécies ocorrer no banco de sementes do solo.

A análise do banco de sementes do solo em florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, na Amazônia Oriental, constatou a presença de *Cecropia pachystachya*, entre outras, nos três estágios de sucessão, formando banco de sementes persistente e colonizadora imediata no caso de alteração da floresta, com sementes capazes de germinar e emergir logo após alteração do ambiente sob o dossel. Em razão de sua resposta rápida e eficiente à condição de maior luminosidade e/ou amplitude térmica, características de ambientes perturbados, a espécie é recomendada na recuperação de ambientes alterados (Araujo et al., 2001).

Válio e Scarpa (2001) estudaram a germinação de sementes de oito espécies de pioneiras tropicais (*Cecropia hololeuca*, *C. pachystachya*, *C. glaziovii*, *Solanum gracillimum*, *S. granuloso-leprosum*, *S. tabacifolium*, *Croton floribundus* e *Miconia chamissois*), testando temperaturas alternadas (empregando amplitudes de 5 a 25 °C) e baixas razões de vermelho:vermelho extremo, em condições controladas, e em condições naturais, com a germinação em clareira e sob dossel. Todas as espécies se mostraram fotoblásticas (exceto *Croton floribundus*), sendo encontradas altas percentagens de germinação na luz (em sementes de *Solanum tabacifolium*, observou-se comportamento fotoblástico negativo em algumas temperaturas). Não se verificou relação entre percentagem de germinação e amplitude de temperatura; contudo, a germinação foi drasticamente reduzida sob baixas razões de vermelho:vermelho extremo. A alternância de temperatura não foi o principal fator a influenciar a germinação em condições naturais, mas sim a baixa razão vermelho:vermelho extremo que prevalece sob o dossel.

Estudos conduzidos com várias espécies do gênero *Cecropia* identificaram mecanismo de dormência fisiológica das sementes ligado à luz (Valio e Joly; Valio e Scarpa, 2001). Alguns autores afirmam que o fotoblastismo pode desaparecer em sementes, quando escarificadas, tratadas por soluções de KNO<sub>3</sub> ou de giberelinas, submetidas a tratamento por frio úmido ou por

termoperiodicidade, ou simplesmente guardadas secas por longos períodos (Labouriau, 1983; Felipe e Polo, 1983; Viana e Felipe, 1986; Malavasi, 1991).

Este trabalho foi realizado com o intuito de desvendar os mecanismos da dinâmica da germinação de *Cecropia pachystachya* Trec., espécie pioneira de Matas de Galeria do Brasil Central. Procurou-se, também, contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia padronizada para testes de germinação desta espécie. Diante da hipótese de que as espécies pioneiras do bioma Cerrado apresentam algum tipo de dormência e sua germinação é influenciada principalmente pelo fator luz, os objetivos deste trabalho foram: verificar as melhores condições de substrato, luminosidade e temperatura para a expressão máxima da germinação das sementes da espécie *Cecropia pachystachya*; e determinar a existência de dormência nas sementes da referida espécie, o tipo e a forma de superação, em condições de laboratório.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Material experimental**

Os frutos de *Cecropia pachystachya* foram coletados no balão rodoviário da penitenciária da Papuda, DF, no chão e em sacos de pano alocados nos galhos com frutos.

As sementes de *Cecropia pachystachya* foram beneficiadas com auxílio de jogo de peneiras GRANUTEST. As sementes ficaram retidas na peneira ABNT 140, abertura 0,105 (em mm), Tyler 150. Em seguida, foram levadas para o soprador New Brunswick General Sheet Metal Works, 120V, 50/60 HZ, 110 WT, New Jersey, USA, ângulo de abertura 10, por 20 minutos.

### **2.2. Metodologia**

#### **2.2.1. Teste de viabilidade do tetrazólio**

O teste de viabilidade, com solução de tetrazólio na concentração de 1%, à temperatura de 25 °C, por 24 horas, conforme rotina de laboratório de sementes, foi efetuado nas sementes recém-colhidas de *Cecropia pachystachya*.

As sementes foram pré-condicionadas em papel umedecido por 24 horas. Após esse prazo, empregou-se o método de coloração direta (Brasil, 1992), colocando-se as sementes íntegras em contato com a solução de tetrazólio, em recipientes recobertos com papel-alumínio, por outras 24 horas, a 25 °C. Foram empregadas duas repetições de 200 sementes cada.

Decorrido esse período, as sementes foram removidas da solução de tetrazólio com auxílio de peneira e lavadas em água corrente por 5 a 10 minutos. Em seguida, efetuou-se a interpretação, com lupa, das sementes que coloriram (viáveis) e dos que não coloriram (mortas).

### 2.2.2. Tratamento de temperatura

Foram testadas as temperaturas de 25 °C constante (simulando uma condição de mata sob dossel) e 20-30 °C alternada (simulando uma área aberta), em câmaras distintas, com fotoperíodo de 8 horas de luz branca por 16 horas de escuro. As temperaturas alternadas simulam flutuações de temperatura que ocorrem próximo ao solo, sob condições naturais (Silva, 2001).

Os testes de germinação foram conduzidos em germinadores tipo câmara de B.O.D., com fotoperíodo e ajuste para temperatura constante e alternada. As sementes foram colocadas para germinar em caixas plásticas (gerbox transparente) contendo duas folhas de papel-filtro autoclavado e esterilizado a 120°C, com quatro repetições, contendo 50 sementes cada, por temperatura, em delineamento inteiramente ao acaso.

As sementes de *Cecropia pachystachya* foram previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 4%, com imersão por cinco minutos, sendo em seguida, lavadas com água corrente por 5 a 10 minutos.

As avaliações foram diárias, por um período de 30 dias, utilizando-se como critério para a germinação a emissão de radícula com no mínimo 2 mm. Em seguida, efetuou-se o cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG), segundo a fórmula de Maguire (1962), transcrita a seguir:

$$GM = (C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots + C_i/T_i) \times 100/N$$

em que

GM = germinação média diária;

C<sub>1</sub> a C<sub>i</sub> = contagem diária da germinação;

T<sub>1</sub> a T<sub>i</sub> = tempo; e

N = número de sementes em teste.

Por se tratar de uma análise envolvendo apenas um fator (temperatura, com dois níveis), efetuou-se apenas uma comparação entre as médias obtidas para as características percentagem de germinação transformada e índice de velocidade de germinação das sementes de *Cecropia pachystachya* nas temperaturas testadas.

### 2.2.3. Tratamento de luz, substrato e quebra da dormência

Na determinação da condição de luminosidade foram empregados gerboxes transparentes sem cobertura com papel-alumínio (claro) e cobertos com papel-alumínio (escuro).

Para determinação do substrato, foram testados: algodão, vermiculita, areia e papel-filtro.

Tanto os gerboxes quanto os substratos foram previamente esterilizados.

Alguns trabalhos realizados com espécies do gênero *Cecropia* identificaram mecanismo de dormência fisiológica das sementes ligado à luz (Valio e Joly; Valio e Scarpa, 2001). O fotoblastismo pode desaparecer em sementes, quando escarificadas, tratadas por soluções de  $\text{KNO}_3$  ou de giberelinas, submetidas a tratamento por frio úmido ou por termoperiodicidade ou simplesmente guardadas secas por longos períodos (Labouriau, 1983; Felipe e Polo, 1983; Viana e Felipe, 1986; Malavasi, 1991).

Com base nessas informações, as sementes de *Cecropia pachystachya* foram submetidas aos seguintes tratamentos para superação da dormência:

TRATAMENTO 1: Testemunha - as sementes foram beneficiadas e colocadas para germinar, a 25 °C, em câmara de germinação.

TRATAMENTO 2: O tratamento de água fervente foi realizado colocando-se as sementes em contato com a água, após ter sido desligada da fonte de calor. As sementes foram mantidas imersas nessa água por 24 horas. Em seguida, foram colocadas para germinar em câmara de germinação a 25 °C.

TRATAMENTO 3: Tratamento das sementes com ácido giberélico ( $\text{GA}_3$ ) – o substrato de germinação foi umedecido com solução de 0,05% de  $\text{GA}_3$ . Posteriormente, foram colocadas para germinar em câmara de germinação a 25 °C.

TRATAMENTO 4: Tratamento das sementes com nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) – as sementes foram colocadas para germinar no substrato inicialmente umedecido (saturado) com a solução de 0,2% de nitrato de potássio; havendo necessidade de reumedecimento, este foi feito com água. Em seguida, foram colocadas para germinar em câmara de germinação a 25 °C.

Os tratamentos 3 e 4 são recomendados nas RAS (Brasil, 1992) para a superação da dormência fisiológica das sementes.

Foram empregadas quatro repetições de 200 sementes cada, por tratamento. Logo, empregou-se um delineamento inteiramente ao acaso, com arranjo fatorial 2 x 4 x 4, para os efeitos de luz x substrato x quebra de dormência.

Consideraram-se germinadas as sementes que emitiram radículas com pelo menos 2 mm de comprimento.

As avaliações foram diárias, por um período de 30 dias. Ao final do teste de germinação foi possível o cálculo do índice de velocidade de germinação (IVG), segundo Maguire (1962).

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 1976). Para fins de análise estatística, os dados originais de percentagem de germinação foram transformados em arc seno  $(\text{percentagem}/100)^{1/2}$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Teste de de viabilidade do tetrazólio

A estimativa de viabilidade encontrada para as sementes de *Cecropia pachystachya*, através do teste de tetrazólio, foi de 100%. Entretanto, verifica-se que, em *C. pachystachya*, a percentagem média de sementes germinadas, no período de 30 dias, denominadas testemunhas no item 2.2.2. (Tratamento de temperatura), foi de 40,90%. Possivelmente, as sementes da referida espécie apresentam dormência devido à imaturidade do embrião, isto é, as sementes são liberadas da planta-mãe antes de atingirem o peso e o tamanho necessários para a germinação (Popinigis, 1977).

Assim, a discrepância entre os números de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio deve-se ao fato de que, mesmo dormente, a semente respira e, com isso, encontra-se viável; já que pelo teste de germinação tradicional, sem quebra de dormência, apenas as sementes não-dormentes germinaram.

#### 3.2. Efeito da temperatura

À temperatura constante de 25 °C, verificou-se uma média transformada de sementes germinadas (RGER) de 40,90% e um índice de velocidade de germinação (IVG) de 1,34; na temperatura alternada de 20-30 °C, observou-se uma média transformada de 20,05% de sementes germinadas (RGER) e um índice de velocidade de germinação (IVG) de 0,50.

Esses resultados estão de acordo com Davide et al. (1995) e Sousa-Silva et al. (2001), para os quais as condições de germinação para as sementes de *C. pachystachya* são temperatura de 25 °C, no escuro, com taxa de germinação que varia de 30 a 80% no período de 30 dias. De acordo com Barroso et al. (1999), a heterogeneidade na germinação, através do mecanismo de dormência das sementes, é característica e típica das espécies pioneiras, sendo este o padrão apresentado neste trabalho pela *Cecropia pachystachya*, pioneira de Matas de Galeria do Bioma Cerrado.

A germinação em ambas as temperaturas teve início a partir do vigésimo quarto dia de implantação do teste. A germinação de *C. pachystachya* é epígea, com as primeiras folhas e gema apical evidentes.

É provável, também, que o prazo de 30 dias do teste de germinação nas temperaturas testadas tenha sido insuficiente e que, por apresentarem mecanismo de dormência, as sementes levassem mais tempo para completar sua germinação.

Contudo, os resultados são contrários aos obtidos por Válio e Scarpa (2001), segundo os quais a germinação de espécies de *Cecropia* (*C. hololeuca*, *C. pachystachya* e *C. glaziovii*) foi relativamente rápida na luz, iniciando-se após uma semana de incubação e estabilizando em

altos níveis após quatro semanas. Verificou-se que, na temperatura constante de 25 °C, estas espécies foram fotoblásticas positivas. Entretanto, sob temperaturas alternadas (10-30 °C; 15-30 °C; 20-30 °C; 25-30 °C; 10-35 °C), esse comportamento fotoblástico foi mantido, mas observou-se também a germinação no escuro para *C. hololeuca* e *C. pachystachya*. Essas percentagens de germinação foram variáveis e nenhuma relação foi obtida para valores ou amplitudes de temperatura e germinação. Em todas as temperaturas alternadas, a germinação ocorreu sob condição de luz/escuro. Um modelo similar de germinação foi observado em condições naturais.

Altas percentagens de germinação ocorreram na clareira, e nenhuma germinação foi observada em dossel fechado (menos de 3% de radiação em baixo do dossel). O abaixamento da razão vermelho:vermelho extremo para 0,6 (cerca de metade da luz solar natural ou 50% de sombreamento) tem pouco efeito na germinação, porém, quando essa taxa é reduzida para um décimo, a germinação é reduzida drasticamente (Válio e Scarpa, 2001).

### 3.3. Efeito de luz, substrato e quebra de dormência das sementes

No Quadro 1 é apresentada a análise de variância para o modelo fatorial, com três fatores (tratamentos, substratos e luz), segundo o delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições, com relação às características RGER - % de germinação na qual se usou a transformação angular (arco seno raiz quadrada da germinação) e IVG - índice de velocidade de germinação.

**Quadro 1** – Análise de variância para as características percentagem de germinação transformada (RGER) e índice de velocidade de germinação (IVG), considerando diversos tratamentos (testemunha, água fervente, ácido giberélico e nitrato de potássio), substratos (algodão, vermiculita, areia e papel-filtro) e condições de luz (claro e escuro), aplicados às sementes de *Cecropia pachystachya*

Fonte de variação	Grau de liberdade	QM RGER	QM IVG
Luz	1	0,0230*	1,0841**
Substrato(Subs)	3	0,2151**	5,9187**
Tratamento(Trat)	3	0,6608**	77,9828**
Luz x Substrato	3	0,0214**	0,3294n.s.
Luz x Tratamento	3	0,0246**	0,6541**
Substrato x Tratamento	9	0,0828**	1,0258**
Luz x Subs x Trat	9	0,0154**	0,5385**
Resíduo	96	0,0049	0,1278
Média geral		0,7826	2,6231
CVexp. (%)		8,9577	13,63

QM RGER – quadrado médio de percentagem de germinação; QM IVG – quadrado médio de índice de velocidade de germinação; \*\* - F significativo a 1% de probabilidade; \* - F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo a 5% de probabilidade; Subs – substrato; Trat – tratamento.

Os coeficientes de variação foram baixos, o que sugere um alto controle experimental para ambas as características. Observou-se que a interação tripla foi significativa para as duas características; assim, é necessário estudar dois fatores nos níveis do terceiro, separadamente.

Dessa forma, optou-se por estudar o efeito de luz nas diferentes condições de tratamentos e substratos, bem como o efeito de tratamentos nas diferentes condições de luz e substratos.

### 3.3.1. Efeito da luz

Inicialmente, efetuou-se a análise de variância das características percentagem de germinação transformada e índice de velocidade de germinação das sementes de *Cecropia pachystachya*, considerando-se o efeito da condição de luminosidade (claro e escuro) nos diferentes tratamentos (testemunha, água fervente, ácido giberélico e nitrato de potássio) e substratos (algodão, vermiculita, areia e papel-filtro) testados, conforme se verifica no Quadro 2.

Verifica-se, com base no Quadro 2, que o efeito da condição de luz (claro e escuro) é significativo tanto para percentagem de germinação transformada (RGER) e índice de velocidade de germinação (IVG) apenas para algumas combinações de substrato e tratamento, como no substrato algodão do tratamento água fervente e no substrato algodão do tratamento nitrato de potássio.

Entretanto, observa-se também que o efeito de luz para percentagem de germinação transformada (RGER) é significativo quando no substrato vermiculita e tratamento testemunha, substrato vermiculita e tratamento ácido giberélico, substrato areia e tratamento ácido giberélico, substrato papel-filtro e tratamento testemunha.

O efeito de luz para o índice de velocidade de germinação (IVG) é significativo aplicado ao substrato algodão e tratamento testemunha, substrato algodão e tratamento ácido giberélico.

Nas demais combinações de substrato e tratamento, o efeito de luz não é significativo para as sementes de *Cecropia pachystachya* nas condições testadas.

Mossri (1997) acompanhou a germinação de dois lotes de sementes de *C. pachystachya* coletados em épocas diferentes, tendo sido armazenados por três e nove meses, em saco de papel pardo, à temperatura ambiente. A percentagem de germinação e a velocidade de germinação foram maiores em condição de luz branca constante; contudo, o lote que permaneceu menos tempo no armazenamento foi superior àquele armazenado por mais tempo. Essa resposta é típica de espécie fotoblástica positiva, com dormência de luz. Como os dois lotes de sementes também germinaram no escuro (especialmente aquele armazenado por mais tempo), a espécie não deve ser fotoblástica positiva absoluta, mas sim preferencial.

**Quadro 2** – Análise de variância para as características percentagem de germinação transformada (RGER) e índice de velocidade de germinação (IVG), considerando-se o efeito da luz nas diferentes condições de tratamentos e substratos para *Cecropia pachystachya*

Fonte de variação	Grau de liberdade	QM RGER	QM IVG
Efeito de luz no substrato algodão (1) e tratamento testemunha (1)			
Luz	1	0,0200n.s.	0,1740**
Resíduo	6	0,0044	0,0290
Coef. variação (%)		10,11	13,62
Efeito de luz no substrato algodão (1) e tratamento água fervente (2)			
Luz	1	0,0490**	0,4512**
Resíduo	6	0,0048	0,0437
Coef. variação (%)		8,33	11,84
Efeito de luz no substrato algodão (1) e tratamento ácido giberélico (3)			
Luz	1	0,0238n.s.	4,5150*
Resíduo	6	0,0088	0,0991
Coef. variação (%)		10,16	7,56
Efeito de luz no substrato algodão (1) e tratamento nitrato de potássio (4)			
Luz	1	0,0531*	0,7080**
Resíduo	6	0,0003	0,0541
Coef. variação (%)		1,96	5,19
Efeito de luz no substrato vermiculita (2) e tratamento testemunha (1)			
Fonte de variação	Graus de liberdade	Q.M. RGER	Q.M. IVG
Luz	1	0,0022**	0,0024n.s.
Resíduo	6	0,0004	0,0048
Coef. variação (%)		3,59	8,52
Efeito de luz no substrato vermiculita (2) e tratamento água fervente (2)			
Luz	1	0,00002n.s.	0,0006n.s.
Resíduo	6	0,0026	0,0291
Coef. variação (%)		8,71	16,43
Efeito de luz no substrato vermiculita (2) e tratamento ácido giberélico (3)			
Luz	1	0,0475**	0,0171n.s.
Resíduo	6	0,0076	0,1410
Coef. variação (%)		9,38	10,51
Efeito de luz no substrato vermiculita (2) e tratamento nitrato de potássio (4)			
Luz	1	0,0029n.s.	0,0003n.s.
Resíduo	6	0,0010	0,0726
Coef. variação (%)		4,67	9,12
Efeito de luz no substrato areia (3) e tratamento testemunha (1)			
Luz	1	0,0036n.s.	0,0008n.s.
Resíduo	6	0,0080	0,1045
Coef. variação (%)		14,08	28,99
Efeito de luz no substrato areia (3) e tratamento água fervente (2)			
Luz	1	0,0028n.s.	0,0612n.s.
Resíduo	6	0,0045	0,0391
Coef. variação (%)		11,27	19,74
Efeito de luz no substrato areia (3) e tratamento ácido giberélico (3)			
Luz	1	0,0239*	0,0105n.s.
Resíduo	6	0,00009	0,0188
Coef. variação (%)		0,88	3,27
Efeito de luz no substrato areia (3) e tratamento nitrato de potássio (4)			
Luz	1	0,0185n.s.	0,0420n.s.
Resíduo	6	0,0071	0,2024
Coef. variação (%)		11,63	12,80
Efeito de luz no substrato papel-filtro (4) e tratamento testemunha (1)			
Luz	1	0,0371**	0,2850n.s.
Resíduo	6	0,0053	0,0596
Coef. variação (%)		11,27	21,16
Efeito de luz no substrato papel-filtro (4) e tratamento água fervente (2)			
Luz	1	0,0009n.s.	0,1776E-14n.s.
Resíduo	6	0,0036	0,0305
Coef. variação (%)		6,54	8,38
Efeito de luz no substrato papel-filtro (4) e tratamento ácido giberélico (3)			
Luz	1	0,0032n.s.	2,1945n.s.
Resíduo	6	0,0095	0,7258
Coef. variação (%)		10,67	20,81
Efeito de luz no substrato papel-filtro (4) e tratamento nitrato de potássio (4)			
Luz	1	0,1138n.s.	0,4186n.s.
Resíduo	6	0,0107	0,3900
Coef. variação (%)		10,29	13,08

QM RGER – quadrado médio da percentagem de germinação transformada; QM IVG – quadrado médio do índice de velocidade de germinação; Coef. variação – coeficiente de variação experimental; \* - F significativo a 1% de probabilidade; \*\* - F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – F não-significativo a 5% de probabilidade.

Normalmente, as espécies do grupo das pioneiras possuem sementes com dormência fisiológica com requerimento específico de luz ou temperatura, que permite maior longevidade natural, formando bancos de sementes no solo (Alvarez-Buylla e Martinez-Ramos, 1990; Kageyama e Viana, 1991).

Deve-se salientar que vários fatores podem promover mudanças na sensibilidade fotoblástica das sementes, entre eles as condições de luz a que a planta-mãe esteve exposta durante o período de maturação das sementes (altas doses de radiação de luz vermelha na planta-mãe pode promover a germinação das sementes no escuro) (Labouriau, 1983; Felipe e Pólo, 1983; Viana e Felipe, 1986; Malavasi, 1991).

### **3.3.2. Efeito de tratamentos**

No Quadro 3 são apresentadas as médias dos resultados do efeito de tratamento dentro de substrato e condição de luz para as características percentagem de germinação de sementes e índice de velocidade de germinação de sementes de *Cecropia pachystachya*.

Os tratamentos de nitrato de potássio e com ácido giberélico se destacam, independentemente, na maioria das vezes, da condição de luz e substrato.

Esses resultados são coerentes com autores que afirmam que o fotoblastismo pode desaparecer em sementes, quando escarificadas, tratadas por soluções de  $KNO_3$  ou de giberelinas, submetidas a tratamento por frio úmido ou por termoperiodicidade, ou simplesmente guardadas secas por longos períodos (Labouriau, 1983; Felipe e Polo, 1983; Viana e Felipe, 1986; Malavasi, 1991).

Os resultados menos favoráveis foram alcançados para o tratamento testemunha em praticamente todas as combinações de luz e substrato. Logo, os tratamentos aplicados às sementes com dormência fisiológica foram mais eficientes para a germinação das sementes de *C. pachystachya*.

Davide et al. (1995) e Sousa-Silva et al. (2001) verificaram que a espécie *Cecropia pachystachya* Trécul (imbaúba-cinzenta) necessita de ambiente escuro e com temperatura de 25 °C para germinar suas sementes, sendo a germinação em torno de 30-80% no período de 30 dias.

Os resultados alcançados neste trabalho estão de acordo com os dos autores supracitados; contudo, deve-se destacar que, sendo efetuada a quebra de dormência, que promove a germinação desuniforme das sementes no tempo, elas passam a responder bem também no claro, como era de se esperar para uma espécie pioneira típica de clareiras e borda de Matas de Galeria.

**Quadro 3** – Efeito de tratamento dentro de substrato e ondição de luminosidade para as sementes de *Cecropia pachystachya*

Luz	Substrato	Tratamento	GER (%)	Tratamento	IVG
Presença	Algodão (1)	4	67,875 A	4	4,7825 A
		3	58,50 A B	3	3,41 B
		2	46,625 B	2	1,5275 C
		1	32,75 C	1	1,1025 C
Presença	Vermiculita (2)	3	70,875 A	3	3,6175 A
		4	42,0 B	4	2,96 A
		2	31,0 B	2	1,0475 B
		1	27,0 B	1	0,8 B
Presença	Areia (3)	3	80,45 A	3	4,225 A
		4	48,875 B	4	3,4425 A
		1	37,375 B	1	1,125 B
		2	29,5 B	2	0,915 B
Presença	Papel-Filtro (4)	4	74,4 A	4	4,545 A
		2	64,125 A B	3	3,57 B
		3	60,5 B	2	2,085 C
		1	42,875 C	1	1,3425 D
Ausência	Algodão (1)	3	68,5 A	3	4,9125 A
		2	62,0 A B	4	4,1875 A
		4	52,0 A B	2	2,0025 B
		1	42,25 B	1	1,3975 B
Ausência	Vermiculita (2)	3	56,625 A	3	3,525 A
		4	38,25 B	4	2,9475 B
		2	30,625 C	2	1,03 C
		1	24,125 D	1	0,835 C
Ausência	Areia (3)	3	71,125 A	3	4,1525 A
		4	39,375 B	4	3,5875 B
		1	33,25 B	1	1,1050 C
		2	33,125 B	2	1,09 C
Ausência	Papel de Filtro (4)	4	67,125 A	4	5,0025 A
		3	64,0 A	3	4,6175 A
		2	62,0 A	2	2,085 B
		1	30,0 B	1	0,965 B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade; GER(%) – percentagem de sementes germinadas; IVG – índice de velocidade de germinação; 1 – testemunha; 2 – imersão em água fervente; 3- tratamento com ácido giberélico; 4 – tratamento com nitrato de potássio.

Os resultados anteriormente discutidos diferem dos alcançados por Válio e Scarpa (2001), também para *Cecropia pachystachya*. Na presença de luz, a germinação ocorreu em todos os tratamentos de temperatura, mas no escuro, na temperatura constante (25 °C), a germinação foi inibida. A alternância de temperatura pode superar a dormência em muitas sementes e, em alguns casos, a luz pode ser substituída por esse requerimento (Totterdel e Roberts, 1980). Parece que a alternância de temperatura interfere na ação do fitocromo. Assim,

a capacidade de germinar no escuro, à temperatura alternada, pode ser explicada pela sensibilidade de algumas sementes aos níveis baixos de fitocromo preexistente (Probert e Smith, 1986) ou, ainda, a temperatura poderia afetar a resposta das sementes à razão vermelho: vermelho extremo (Pons e Van der Toorn, 1988).

Provavelmente, o requerimento de alternância de temperatura e luz represente uma adaptação de espécies de sementes pequenas para que a germinação possa ocorrer próxima à superfície do solo nas clareiras com vegetação (Válio e Scarpa, 2001). Não foi propriamente o caso das sementes testadas neste trabalho.

#### 4. CONCLUSÃO

As sementes de *Cecropia pachystachya* apresentam mecanismo de dormência, atestado através da diferença observada entre os resultados do teste de viabilidade do tetrazólio e de germinação.

A temperatura de 25 °C é a melhor para a condução dos testes de germinação das sementes da referida espécie, em condições de laboratório.

O efeito da condição de luz (claro e escuro) é significativo para apenas determinadas combinações de substrato e tratamento, envolvendo normalmente o nitrato de potássio e o ácido giberélico.

O efeito de tratamento é significativo em todos os substratos e condições de luz testadas. Os tratamentos de nitrato de potássio e com ácido giberélico se destacam, com as maiores médias (para percentagem de sementes germinadas e índice de velocidade de germinação).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus, 2000. 130 p.

ALVAREZ-BUYLLA, E.; MARTINEZ-RAMOS, M. Seed banks versus seed rain in the regeneration of tropical pioneer tree. **Oecologia**, v. 84, p. 314-325, 1990.

ARAUJO, M. M.; OLIVEIRA, F. A.; VIEIRA, I. C. G.; BARROS, P. L. C.; LIMA, C. A. T. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. **Scientia Forestalis**, v. 59, p. 115-130, 2001.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes**. Morfologia aplicada à sistemática de Dicotiledôneas. Viçosa, MG: Editora UFV, 1999. 443 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras de análise de sementes**. Brasília – DF: SNAD/DND/CLAV. 1992. 365 p.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG; Lavras: UFLA, 1995.

FELIPPE, G. M.; POLO, M. Germinação de ervas invasoras: efeito de luz e escarificação. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 6, p. 55-60, 1983.

FENNER, M. **Seed ecology**. New York: Chapman and Hall, 1985. 149 p.

GANDOLFI, S. **História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil)**. 2000. 176 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

GROMBONE-GUARATINI, M. T. **Dinâmica de uma floresta estacional semidecidual: o banco, a chuva de sementes e o extrato de regeneração**. 1999. 166 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

GUEVAR SADA, S.; GOMES-POMPA, A. Seed from surface soil in a tropical region of Veracruz, México. **Journal of the Arnold Arboretum**, v. 53, p. 312-335, 1972.

HOLTHIJZEN, A. M. A.; BOERBOOM, J. H. A. The *Cecropia* seed bank in Surinam lowland rainforest. **Biotropica**, v. 14, p. 62-68, 1982.

KAGEYAMA, P.Y.; VIANA, V.M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais, 2. 1989, Atibaia. **Anais...**São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 197-215.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 170 p. (Monografia Científica, 24)

LOBOVA, T. A.; MORI, S. A.; BLANCHARD, F. *Cecropia* as a food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. **American Journal of Botany**, v. 90, n. 3, p. 388-403, 2003.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 1. 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 1, 2002. 386+ pp.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

MALAVASI, M. M. A fisiologia das sementes na formação de florestas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1991, Atibaia. **Anais...** Atibaia: 1991. p. 159-173.

MOSSRI, B. B. **Germinação e crescimento inicial de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang. e *Cecropia pachystachya* Trec.:** duas espécies de níveis sucessionais diferentes de mata de galeria. 1997. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 4.ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1976. 430 p.

PONS, T. L. Seed responses to light. In: FENNER, M. (Ed.) **The ecology of regeneration in plant communities**. New York: CAB International, 1992. p. 259-283.

- PONS, T. L.; VAN DER TOORN, J. Establishment of *Plantago lanceolata* L. and *Plantago major* L. among grass. I. Significance of light for germination. **Oecologia**, v. 75, p. 394-399, 1988.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. AGIPLAN. 1977. 289 p.
- PROBERT, R. J.; SMITH, R. D. The joint action of phytochrome and alternating temperature in the control of seed germination in *Dactylis glomerata*. **Physiologia Plantarum**, v. 67, p. 299-304, 1986.
- SILVA, J. C. **Diagnóstico das áreas de maior incidência de incêndios florestais em unidades de conservação pertencentes a APA do Gama Cabeça-de-Veados, Brasília-DF**. 2001. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2001.
- SOUSA-SILVA, J. C.; RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; ANTUNES, N. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas que ocorrem em Matas de Galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (eds). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2001. p. 379-422.
- STUTZ DE ORTEGA, L. C. Floristic study of several secondary states of forests in Alto Parana (Eastern Paraguay): structure, floristic composition and regeneration: analysis of five states of secondary successions. **Candollea**, v. 45, p. 81-124, 1990.
- SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, p. 81-86, 1988.
- TOTTERDEL, S.; ROBERTS, E. H. Characteristics of alternating temperatures which stimulate loss of dormancy in seeds of *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L. **Plant Cell and Environment**, v. 3, p. 3-12, 1980.
- VÁLIO, I. F. M.; JOLY, C. A. Light sensitivity of seeds on distribution of *Ceropia glaziovii* Snethlange (Moraceae). **Zeitschrift für Pflanzenphysiologie**, v. 91, p. 371-376, 1979.
- VÁLIO, I. F. M.; SCARPA, F. M. Germination of seeds tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 79-84, 2001.
- VIANA, A. M.; FELIPPE, G. M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Dioscorea composita*. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 9, p. 109-115, 1986.

## CAPÍTULO 4

### **CRESCIMENTO INICIAL DE *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* Benth., *Solanum lycocarpum* St. Hil. E *Cecropia pachystachya* Trec. SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO EM VIVEIRO**

#### **RESUMO**

A luz é um dos fatores ambientais que mais exercem influência sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, com poucos trabalhos realizados para o Cerrado *sensu stricto* e as Matas de Galeria. Com o intuito de estudar alguns aspectos da regeneração, como estratégias de germinação, crescimento e alocação de recursos sob a influência da luz, efetuou-se o experimento visando avaliar o crescimento inicial de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* (Cerrado *sensu stricto*), *Solanum lycocarpum* (Cerrado *sensu stricto*) e *Cecropia pachystachya* (Mata de Galeria) sob diferentes condições de sombreamento (0, 50, 70 e 90%), ao longo de seis meses. Procedeu-se à análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais no caso dos tratamentos de condições de sombreamento (0, 50, 70 e 90%) para as variáveis alométricas (altura da parte aérea, diâmetro do coleto, número de folhas, altura total da planta e comprimento da raiz principal) e produção de biomassa (peso de matéria seca de raiz, peso de matéria seca de caule e peso de matéria seca de folha). Concluiu-se que as espécies *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, *Solanum lycocarpum* e *Cecropia pachystachya* apresentam crescimento inicial típico de espécies pioneiras; o investimento maior ocorre principalmente no crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, seguido da parte aérea, especialmente em estruturas como as folhas, visando otimizar a fotossíntese e crescer rapidamente para ocupar o espaço em que se encontram.

Palavras-chave: espécies pioneiras do Cerrado *sensu stricto* e de Matas de Galeria, variáveis alométricas, produção de biomassa.

## 1. INTRODUÇÃO

As principais características que promovem a distinção entre as espécies dos diversos estágios sucessionais é a quantidade e a qualidade de luz necessárias à germinação e ao desenvolvimento inicial destas, pois nos estágios iniciais da sucessão o comportamento ecofisiológico das espécies é dependente das condições de luz para o seu desenvolvimento. A luminosidade em clareiras difere da que ocorre em uma floresta com dossel fechado. A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) na floresta com dossel fechado é um recurso limitado, enquanto em clareiras a RFA aumenta em função do tamanho destas (Chazdon e Fetcher, 1984; Chazdon, 1988; Zipperlen e Press, 1996).

Cada grupo ecológico possui respostas diferenciadas à luz. As espécies pioneiras apresentam capacidade de germinar em condições de maior incidência de luz do tipo vermelho, predominantemente em áreas mais abertas; já as espécies clímax podem responder à predominância de luz do tipo vermelho extremo, cuja taxa é maior em áreas sombreadas do sub-bosque florestal. Há, ainda, casos de espécies que só germinam na ausência de luz, devido às condições específicas de ocorrência (espécies típicas de mangues) (Silva et al., 2001).

As espécies tropicais necessitam de altas intensidades luminosas e de temperaturas elevadas para germinação de suas sementes, estabelecimento das plântulas e crescimento. A altura do dossel adjacente pode funcionar como barreira à chegada de luz solar direta ao chão da clareira, o que afeta a germinação, o crescimento e a sobrevivência das pioneiras (Tabarelli, 1997).

A luz é o estímulo ambiental mais importante para a vida das plantas, pois, além de ser fonte de energia, funciona como reguladora do desenvolvimento destas (Larcher, 1986).

A intensidade da luz afeta o crescimento vegetativo, por exercer efeitos diretos sobre a fotossíntese, abertura estomática e síntese de clorofila. Para muitas espécies, a intensidade de luz muito elevada pode reduzir substancialmente a fotossíntese, podendo promover aumento da transpiração e redução no teor hídrico das folhas, causando desidratação e morte de células. Em condições de intensidade de luz muito baixa, a taxa real de fotossíntese torna-se menor que a taxa de respiração, e a taxa líquida de fotossíntese torna-se negativa (Kozłowski et al., 1991; Whatley e Whatley, 1982).

As plantas que crescem em ambientes com baixo fluxo de fótons (sombreadas) promovem alocação para as folhas, e não para o peso específico. A baixa radiação fotossinteticamente ativa e a baixa razão vermelho:vermelho longo afetam a estratégia de crescimento (ganho de peso de matéria seca), bem como os processos fisiológicos (respiração) (Lee, 1988; Silva, 1994).

Muitas espécies vegetais, particularmente aquelas de habitats abertos e de clareiras nas florestas, apresentam sementes que germinam apenas quando expostas à luminosidade, em que

predomina o comprimento de onda vermelho. Em habitats abertos, a razão entre a radiação natural vermelho/vermelho extremo (660/730 nm) é de 1:2-1:3; abaixo de uma copa fechada, a quantidade de vermelho extremo pode ser 2 a 10 vezes maior que de vermelho (Larcher, 2000).

Assim, as sementes que requerem mais vermelho não podem germinar até a qualidade da radiação ser alterada (fotodormência), seja pela abscisão das folhas ou pela diminuição da cobertura foliar dos extratos superiores da vegetação (Larcher, 2000).

Esse efeito inibidor da germinação é adaptativo, porque tende a continuar com a germinação das sementes em clareiras, onde há maior probabilidade de sobrevivência das plântulas, devido às melhores condições de iluminação (Silva et al., 2001).

De acordo com Frost et al. (1986), a luz é um fator limitante primário nas matas e florestas, enquanto em savanas (cerrado) os fatores limitantes são nutrientes e água; logo, espera-se que as espécies de mata aloquem mais recursos para a captura de luz e as espécies de cerrado para a captura dos recursos do solo. Assim é que em savanas, onde é comum a ocorrência de fogo, o investimento maior é em raízes para o armazenamento e reduzido investimento em estruturas aéreas permanentes (Grime, 1977; Chapin et al., 1993).

O padrão de alocação de biomassa, por sua vez, está relacionado com o “status” sucessional da espécie. As plantas podem desenvolver estratégias para otimizar seu desempenho de acordo com as condições ambientais a que estão expostas, direcionando mais ou menos recursos para uma ou outra estrutura, buscando encontrar equilíbrio funcional (Lambers e Poorter, 1992).

Mudas de guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), jatobá do cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*), faveira (*Peltophorum dubium*) e tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) foram produzidas em viveiro e no campo testando-se diversos níveis de sombreamento, concluindo-se que o sombreamento não deve ser utilizado na produção de mudas até 3 meses após o plantio, para as 4 espécies (Ferreira et al., 1977).

Segundo Gonçalves e Benedetti (2000), a formação das mudas de espécies nativas da Mata Atlântica deve ocorrer com a redução de 25 a 50% de radiação solar, através de sombreamento artificial. Além de seus efeitos benéficos na qualidade final da muda, os procedimentos de irrigação ficam mais fáceis, devido à considerável redução do consumo de água pela transpiração, tornando os turnos de rega menos frequentes.

Dadas às condições ambientais estressantes do cerrado, espera-se que haja inclusive uma baixa taxa de crescimento relativo e baixa assimilação líquida por unidade de área foliar, assim como baixa área foliar por unidade de massa da planta. E, ainda, ocorram espécies com alta plasticidade fenotípica, capazes de apresentar também altas taxas de assimilação líquida por unidade de área foliar, que vai reverter em alta taxa de crescimento relativo (Lortie e Aarssen, 1996).

Para outros quesitos (como área foliar específica) nos quais a plasticidade representa uma estratégia para captar mais recursos, as espécies adaptadas a ambientes mais heterogêneos teriam maior plasticidade fenotípica (Bazzaz, 1996). As savanas possuem maior quantidade e variabilidade (qualidade) de luz disponível que as matas; assim, espera-se que suas espécies tenham maior plasticidade também na taxa de assimilação líquida por unidade de área foliar e crescimento relativo.

As espécies pioneiras germinam preferencialmente em locais bem iluminados, como clareiras e áreas desmatadas, porém podem emergir também em ambientes fechados, com pouca luz, diferindo na densidade de plântulas em cada ambiente. Provavelmente, o fator determinante do crescimento de espécies pioneiras seja uma razão vermelho:vermelho extremo específica e não a quantidade de luz incidente (Cersósimo, 1993).

A intensidade luminosa é seguramente um dos fatores ambientais que mais exercem influência sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas (Cancian e Cordeiro, 1998; Rezende et al., 1998; Salgado et al., 1998; Mazzei et al., 1999). Embora existam vários trabalhos sobre a influência da luz no crescimento e desenvolvimento de espécies de florestas tropicais chuvosas (Augspurger, 1984; King, 1991; Osunkoya et al., 1993), ainda são poucos os trabalhos relativos às formações florestais que margeiam os cursos de água nas savanas neotropicais (Felfili et al., 1999).

Trabalhos relativos ao desenvolvimento inicial de espécies nativas revelaram que para *Schefflera morototoni* a condição mais favorável às plântulas é encontrada em níveis intermediários de sombreamento, sendo interessante sua introdução nas fases de fechamento do dossel, em programas de recuperação de áreas degradadas de Matas de Galeria (Mazzei et al., 1998); já para *Cabralea canjerana* (espécie típica de Mata de Galeria) (Sousa-Silva et al., 1999) e *Dalbergia miscolobium* (espécie típica do Cerrado) (Braz et al., 2000) o desenvolvimento inicial favorável ocorre em altas intensidades luminosas, sendo indicado para a recuperação de matas altamente degradadas e Cerrado perturbado, respectivamente.

Estudos realizados por Felfili et al. (1999) relativos ao comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro, revelaram tratar-se de uma espécie pioneira de mata adequada ao plantio em clareiras e em áreas degradadas.

Resultados interessantes também foram encontrados, neste trabalho, para *Cecropia pachystachya*, espécie pioneira, característica de borda de matas e clareiras, importante na recuperação de áreas degradadas. As espécies pioneiras promovem a melhoria das condições físicas e químicas do solo e das condições microclimáticas da área e atraem vários animais com potencial de dispersores de outras plantas (Leal Filho e Borges, 1992).

Já a espécie *Zanthoxylum rhoifolium* Lam., que ocorre em Matas de Galeria e cerradões, mostrou ser uma espécie de grande plasticidade em relação aos diferentes níveis de

luminosidade, podendo ser incluída na categoria de colonizadora de matas (Salgado et al., 1998).

A espécie *Cryptocaria aschersoniana* Mez. é comumente encontrada nas Matas de Galeria. O estudo do crescimento e repartição de biomassa em plântulas desta espécie submetidas a diferentes regimes de luz no viveiro indica que a melhor condição para a introdução num processo de recuperação de matas degradadas é na fase de fechamento das clareiras (Rezende et al., 1998).

Com relação às espécies do Cerrado, os trabalhos ainda são poucos, mas os resultados são bastante promissores. Monteiro et al. (2003a) avaliaram o crescimento inicial de *Dalbergia miscolobium* Benth., espécie típica do Cerrado do Planalto Central brasileiro, sob diferentes níveis de sombreamento no viveiro. Os resultados alcançados mostram que a referida espécie se desenvolve melhor sob pleno sol e 30% de sombra, mantendo seu padrão estacional de queda de folhas em condições de viveiro. A espécie *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart., particularmente freqüente no Cerrado, por sua vez, apresenta crescimento inicial melhor em condições abertas (0 a 30% de sombreamento); o investimento inicial em biomassa radicular e o comportamento caducifólio são estratégias da espécie que permitem a manutenção de um balanço hídrico favorável na época seca e um rápido rebrotamento na estação chuvosa, e maior possibilidade de sobrevivência durante as queimadas (Monteiro et al., 2003b).

A espécie *Curatella americana* L. (Dilleniaceae) tem ampla distribuição no bioma Cerrado, ocorrendo em fisionomias savânicas desde os lhanos da Venezuela até os cerrados sulinos, especialmente nos terrenos mais baixos. O estudo do desenvolvimento inicial das mudas desta espécie em diferentes condições de sombreamento em viveiro revela que ela encontra boas condições de crescimento a pleno sol e mostra capacidade de aclimação ao sombreamento (Ramos et al., 2002).

Partindo do pressuposto que as espécies pioneiras do Cerrado *sensu stricto* (*Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* e *Solanum lycocarpum*) e de Mata de Galeria (*Cecropia pachystachya*) demandam luz para o seu desenvolvimento inicial, efetuou-se este trabalho como os seguintes objetivos: verificar o comportamento das mudas de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, *Solanum lycocarpum* e *Cecropia pachystachya* submetidas a diferentes níveis de sombreamento no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa, DF pela análise dos incrementos em altura, diâmetro do coleto, número de folhas e da repartição de biomassa nas mudas; e identificar características do desenvolvimento das mudas de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, *Solanum lycocarpum* e *Cecropia pachystachya* que as qualifiquem como pioneiras, colonizadoras de áreas degradadas e/ou de clareiras.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local de implantação do experimento

Os experimentos para verificar o comportamento das plântulas de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, *Solanum lycocarpum* e *Cecropia pachystachya* sob diferentes níveis de sombreamento foram conduzidos no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa, que se situa a 15°56'14" de latitude S e 47°46'08" de longitude W, com altitude de aproximadamente 1100 m, no Distrito Federal.

A Fazenda Água Limpa ocupa cerca de 4.000 ha, e o solo predominante na área é o Latossolo Vermelho-Amarelo, pobre em nutrientes e com alto teor de alumínio. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com temperatura máxima de 28,5 °C e mínima de 12 °C. A umidade relativa do ar entre maio e setembro é abaixo de 70% e a umidade mínima ocorre em agosto, com média de 47%, podendo chegar a 15%. A precipitação média anual é de 1.600 mm, com acentuada estação seca de julho a setembro (Rezende, 2002).

### 2.2. Descrição do material experimental

As sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* (carvoeiro do cerrado) foram coletadas em agosto de 2002 e armazenadas no interior dos frutos em condições de câmara fria (cerca de 5 °C), em sacos plásticos hermeticamente fechados.

Para a efetuação da germinação sob diferentes níveis de sombreamento no viveiro, as sementes de carvoeiro foram retiradas do interior dos frutos, selecionadas quanto ao seu aspecto geral (eliminação sumária de sementes chochas, enrugadas, excessivamente pequenas e com furos no tegumento causados por insetos) e escarificadas pelo corte do tegumento na área oposta à emergência da radícula.

As sementes de *Solanum lycocarpum* (lobeira) foram coletadas em janeiro de 2003, extraídas de frutos provenientes de matrizes próximas à área do viveiro florestal, e colocadas para secar naturalmente, para posterior utilização.

Da mesma forma que com o carvoeiro, as sementes de lobeira foram escarificadas pelo corte do tegumento, na área oposta à micrópila, no galpão do viveiro florestal da Fazenda Água Limpa; logo em seguida, as sementes foram colocadas para germinar em sacos plásticos previamente cheios com substrato (solo de mata), em condições de viveiro, sob diferentes níveis de sombreamento.

As sementes de *Cecropia pachystachya* (embaúba) foram coletadas de frutos maduros provenientes de uma matriz localizada no balão da Papuda, onde previamente haviam sido instaladas armadilhas para coleta das sementes, uma vez que se trata de infrutescência deiscente.

As armadilhas nada mais são que sacolas de pano (algodão, na cor branca), amarradas nos galhos, envolvendo os frutos até o início de sua maturação, quando se desprendem do galho e caem na sacola.

No Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, os frutos foram retirados das sacolas, e aqueles que ainda se encontravam fechados foram colocados para secar, para forçar a abertura e liberação das sementes. Em seguida, com auxílio de peneira de malha fina, por fricção, as infrutescências foram passadas na peneira; as sementes liberadas foram sendo depositadas sobre o papel-filtro que forrava a mesa do laboratório.

Posteriormente, as sementes foram tratadas com hipoclorito de sódio 2% por cinco minutos, lavadas em água corrente por mais cinco minutos e colocadas para secar, em condições de laboratório. Em seguida, as sementes foram encaminhadas para o viveiro florestal da Fazenda Água Limpa (Figura 1).



**Figura 1** – Vista geral das casas de sombra do viveiro florestal da Fazenda Água Limpa, em Vargem Bonita, Distrito Federal.

### **2.3. Tratamentos aplicados e análises dos dados**

As sementes de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, *Solanum lycocarpum* e *Cecropia pachystachya* foram colocadas para germinar e crescer nas seguintes condições de luminosidade no viveiro florestal da FAL, DF:

T1 – Pleno sol, representando uma condição extrema de área degradada, correspondendo a 0% de sombreamento (controle/testemunha).

T2 – Casa de vegetação com cobertura lateral de sombrite verde-escuro e cobertura superior de plástico transparente, representando uma condição de clareira, com radiação fotossinteticamente ativa (RFA) de aproximadamente 50% (ou seja, 50% de sombreamento).

T3 – Casa de vegetação com cobertura lateral e superior de sombrite verde-escuro, representando uma condição próxima do estágio em que o dossel está se fechando, onde incida apenas radiação solar indireta; a RFA foi de em média 30% em relação ao pleno sol (aproximadamente 70% de sombreamento).

T4 – Casa de vegetação com cobertura lateral e superior de sombrite verde-escuro duplo, simulando uma condição de dossel fechado, com RFA de aproximadamente 10% (90% de sombreamento).

Essas condições simulam condições naturais e a curva diária de luz destas está publicada em Felfili et al. (1999).

As mudas das três espécies em questão foram produzidas por sementes, em sacos de polietileno preto, com 20 cm de largura, 40 cm de altura e 0,002 mm de espessura. O substrato usado foi solo de cerrado, extraído da própria Fazenda Água Limpa, sem qualquer adubação ou correção.

Foram semeadas duas sementes escarificadas por corte do tegumento para as espécies *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* e *Solanum lycocarpum*, por saco plástico (180 sacos plásticos por espécie, sendo 45 sacos por tratamento), a uma profundidade de cerca de 1,0 cm, sendo mantida apenas uma por recipiente, após a germinação.

Para a espécie *Cecropia pachystachya* foram semeados 180 sacos plásticos com cerca de 20 sementes cada, tratadas com nitrato de potássio. As sementes foram mantidas na superfície do substrato nos ambientes cobertos (casas de vegetação com 50, 70 e 90% de sombreamento). A pleno sol (canteiro descoberto), efetuou-se enterrio parcial, para se evitar perda pelo vento (cerca de 0,5 cm de profundidade).

Uma vez produzidas as mudas, cerca de 60 dias após a germinação, iniciaram-se as medições mensais das variáveis alométricas altura das plantas (cm) e do diâmetro do coleto (mm) e também a contagem do número de folhas. Para isso, foram empregadas três repetições de seis mudas para cada uma das condições de luminosidade, por espécie, sendo avaliadas mensalmente, ao longo de seis meses.

Ao final do experimento (sexto mês), efetuou-se a análise da matéria seca aérea (caule e folhas) e subterrânea em todas as plantas. Em cada amostragem destrutiva, as raízes das plantas foram lavadas com água sobre uma mesa com cobertura de sombrite, para que não houvesse perda das raízes finas, antes de serem separadas e colocadas em sacos de papel devidamente identificados (Fagg, 2001).

Para determinação da altura da parte aérea das plantas (distância entre o nível do solo e a gema apical), utilizou-se uma régua milimetrada. Na mensuração do diâmetro do coleto empregou-se um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. A altura total das plantas foi determinada após destorroamento das mudas (com auxílio da régua milimetrada), bem como a medição do comprimento da raiz principal. Na avaliação da matéria seca (de raiz, de caule e de folhas) foram utilizadas todas as mudas, ao final do experimento (após a sexta avaliação ou sexto mês). As plantas foram destorroadas, lavadas e separadas em folhas, caule e raiz. Em seguida, foram colocadas em estufa a 70 °C, até peso constante, e pesadas com balança de precisão de 0,01 g (Fagg, 2001).

Procedeu-se à análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para os tratamentos de condições de sombreamento (0, 50, 70 e 90%) para as variáveis alométricas (altura da parte aérea, diâmetro do coleto, número de folhas, altura total da planta e comprimento da raiz principal) e produção de biomassa (peso de matéria seca de raiz, peso de matéria seca de caule e peso de matéria seca de folha).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Crescimento inicial das espécies do Cerrado *sensu stricto*

##### 3.1.1. *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* Benth.

###### 1. Crescimento Inicial em Altura da Parte Aérea, Diâmetro do Coleto e Número de Folhas

O crescimento inicial de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* sob diferentes condições de sombreamento foi acompanhado durante seis meses, com avaliações mensais das variáveis alométricas de altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas.

Os resultados do crescimento inicial de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* sob diferentes condições de sombreamento no primeiro mês de observação (julho/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 1).

Verifica-se, com base no Quadro 1, que todas as características estudadas têm um comportamento linear em relação às condições de sombreamento testadas.

Os resultados do crescimento inicial de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* sob diferentes condições de sombreamento no segundo mês de observação (agosto/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 2).

**Quadro 1** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	2,1212*	0,8186**	3,7325**
Falta de Ajustamento	2	0,00421n.s.	0,048n.s.	0,298n.s.
Resíduo	8	2,4763	0,0549	2,1156
Coef. de Variação (%)		15,48	6,33	109,03

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

**Quadro 2** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	0,013n.s.	0,0134n.s.	0,6536n.s.
Quadrático	1	0,0705n.s.	0,034n.s.	0,0118n.s.
Cúbico	1	0,443n.s.	0,0044n.s.	4,7427**
Resíduo	8	1,8456	0,0416	0,2511
Coef. de Variação (%)		34,51	23,25	37,23

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

No Quadro 2, pode-se verificar que apenas a variável número de folhas diferiu estatisticamente ( $P < 0,01$ ), como componente cúbico significativo.

Os resultados do crescimento inicial de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* sob diferentes condições de sombreamento no terceiro mês de observação (setembro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 3).

Verifica-se, com base no Quadro 3, que apenas a variável altura não é significativa, enquanto as demais diferem estatisticamente nas diferentes condições de sombreamento a que foram expostas, com um comportamento explicado através do componente linear.

Os resultados do crescimento inicial de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* sob diferentes condições de sombreamento no quarto mês de observação (outubro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 4).

**Quadro 3** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	1,2314n.s.	2,932**	5,2497**
Falta de Ajustamento	2	0,4862n.s.	0,385n.s.	0,2268n.s.
Resíduo	8	1,6417	0,1064	0,3151
Coef. de Variação (%)		31,38	30,97	44,94

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

**Quadro 4** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	0,3324n.s.	0,8781*	4,3263*
Falta de Ajustamento	2	0,1697n.s.	0,0314n.s.	0,5945n.s.
Resíduo	8	2,4277	0,087	0,4048
Coef. de Variação (%)		36,66	32,56	31,60

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Pode ser observado no Quadro 4 que o comportamento linear das variáveis diâmetro do coleto e número de folhas nas diferentes condições de sombreamento testadas se mantém no quinto mês; já a variável altura da parte aérea não difere estatisticamente dentro das referidas condições de sombreamento.

Os resultados do crescimento inicial de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* sob diferentes condições de sombreamento no quinto mês de observação (novembro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 5).

Verifica-se, com base no Quadro 5, que no quinto mês apenas a variável número de folhas difere estatisticamente ( $P < 0,01$ ) dentro das condições de sombreamento testadas.

**Quadro 5** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Sclerobium paniculatum* var. *subvelutinum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	0,3218n.s.	0,5448n.s.	7,7376**
Falta de Ajustamento	2	0,7327n.s.	2,8336n.s.	3,0321n.s.
Resíduo	8	2,5516	0,3284	0,3575
Coef. de Variação (%)		36,71	49,65	30,25

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Os resultados do crescimento inicial de *Sclerobium paniculatum* var. *subvelutinum* sob diferentes condições de sombreamento no sexto mês de observação (dezembro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 6). Neste quadro, verifica-se que no sexto mês as variáveis diâmetro do coleto e número de folhas apresentam diferenças significativas dentro das diversas condições de sombreamento testadas, com comportamento explicado através do componente linear.

Com base nos resultados, verificou-se que não houve diferenças significativas para a característica altura da parte aérea em nenhuma das condições de sombreamento testadas (tratamentos) ao longo do tempo de observações (seis meses); é possível assumir que o crescimento inicial da espécie respondeu igualmente aos quatro níveis de sombreamento.

No Quadro 7 são apresentados os modelos ajustados para as variáveis significativas nos meses de observação.

**Quadro 6** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Sclerobium paniculatum* var. *subvelutinum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	0,0025n.s.	2,4282**	5,4755*
Falta de Ajustamento	2	1,6297n.s.	0,5846n.s.	0,4369n.s.
Resíduo	8	2,5456	0,1044	0,5398
Coef. de Variação (%)		39,46	29,50	30,39

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

**Quadro 7** – Modelos mais adequados para explicar o comportamento das variáveis (altura da parte aérea ou ALT, diâmetro do coleto ou DC e número de folhas ou NF) de *Sclerobium paniculatum* var. *subvelutinum* em função do sombreamento (tratamento ou Trat.)

Mês	Modelo	R <sup>2</sup>
Julho/2003	ALT = 4,2549 – 0,0126 x Trat	0,98
	DC = 1,438 – 0,0025 x Trat	0,62
	NF = 1,3471 – 0,0167 x Trat	0,92
Agosto/2003	NF = 1,7767 – 0,2917 x Trat + 0,0083 x Trat <sup>2</sup> – 0,00006 x Trat <sup>3</sup>	1,00
Setembro/2003	DC = 1,8292 – 0,0148 x Trat	0,88
	NF = 2,2873 – 0,0198 x Trat	0,96
Outubro/2003	DC = 1,3304 – 0,0081 x Trat	0,97
	NF = 2,9558 – 0,0179 x Trat	0,88
Novembro/2003	NF = 3,2371 – 0,024 x Trat	0,72
Dezembro/2003	DC = 1,8011 – 0,0134 x Trat	0,81
	NF = 3,4778 – 0,0202 x Trat	0,93

De acordo com Bazzaz (1996), *Sclerobium paniculatum* var. *subvelutinum* é uma espécie de Cerrado adaptada a condições mais heterogêneas e com maior plasticidade fenotípica. Logo, sua preocupação não se restringe a explorar o solo, mas também em garantir seu crescimento relativo e a assimilação líquida pelas folhas.

Assim, para o número de folhas a condição mais favorável ao longo de seis meses de observações do crescimento inicial de *Sclerobium paniculatum* var. *subvelutinum* foi a de 0% de sombreamento. Esse resultado confirma a classificação da espécie como pioneira, colonizadora de áreas desmatadas de Cerrado *sensu stricto*, pois ela necessita de luz para todas as suas atividades vitais, principalmente a realização de fotossíntese.

Considerando os resultados, pode-se recomendar como mais adequadas à produção de mudas de *Sclerobium paniculatum* var. *subvelutinum* as condições de menor sombreamento, mais apropriadas para espécies pioneiras.

Resultados semelhantes foram encontrados por Felfili et al. (1999) para plântulas de *Sclerobium paniculatum* var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. Segundo esses mesmos autores, os maiores valores de biomassa e do diâmetro do coleto foram obtidos sob 50% de sombreamento seguido da condição de pleno sol, destacando-se que esse comportamento é característico de espécies heliófilas de fases iniciais de sucessão.

## 2. Crescimento Inicial em Altura Total da Planta, Comprimento da Raiz Principal e Matérias Secas de Raiz, de Caule e de Folhas

Os resultados obtidos para o crescimento inicial, considerando altura total da planta, comprimento da raiz principal e matérias secas de raiz, de caule e de folhas, são apresentados no Quadro 8.

**Quadro 8** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para as características altura total das plantas (AT), comprimento da raiz principal (CR), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca de caule (MSC) e matéria seca de folhas (MSF) de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* em função dos níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio				
		AT	CR	MSR	MRC	MSF
Sombreamento						
Linear	1	220,9934*	240,4034*	0,1339*	0,009167*	0,1286*
Quadrático	1	0,4909n.s.	0,08747n.s.	0,00623n.s.	0,00018n.s.	0,004n.s.
FAj.	1	11,3814n.s.	10,6501n.s.	0,00898n.s.	0,00097n.s.	0,010n.s.
Resíduo	8	31,5116	18,2371	0,006250	0,000773	0,00611

FAj. – falta de ajustamento; \* - significativo a 5% de probabilidade; \*\* - significativo a 1% de probabilidade; n.s.- não-significativo a 5% de probabilidade.

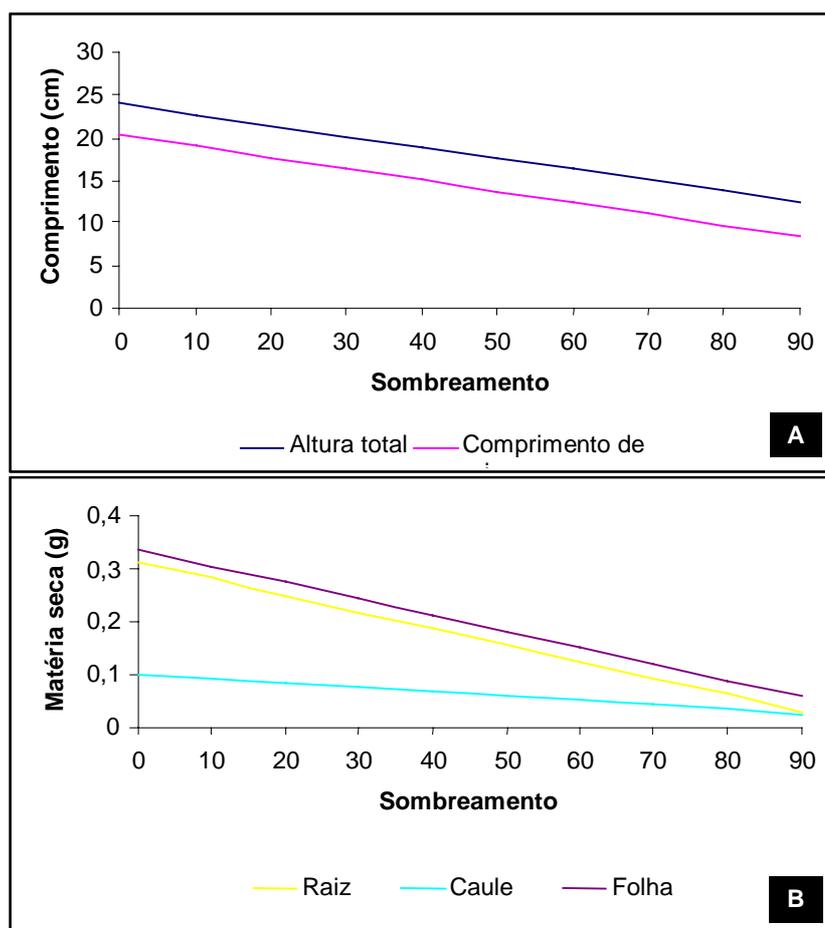
Verifica-se, com base no Quadro 8, que para todas as características o modelo mais apropriado para explicar o comportamento destas nos diferentes níveis de sombreamento é o modelo linear. Assim, no Quadro 9 são apresentados os modelos obtidos para as variáveis e seus respectivos R<sup>2</sup>.

Na Figura 1 apresenta-se o comportamento das variáveis altura total das plantas e comprimento da raiz principal em função dos níveis de sombreamento (A). Observa-se que, para ambas as variáveis, as condições de menor sombreamento são as mais adequadas para a espécie *S. paniculatum* var. *subvelutinum*, confirmando seu caráter pioneiro, que requer luz para se desenvolver.

O mesmo comportamento é verificado para as variáveis matéria seca de raiz e folha; contudo, para matéria seca de caule o requerimento de luz existe, porém as diferenças na biomassa são menores para os diferentes níveis de sombreamento (Figura 1-B).

**Quadro 9** – Modelos estatísticos obtidos para as variáveis altura total das plantas (AT), comprimento da raiz principal (CR), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca de caule (PSC) e matéria seca de folhas (MSF) de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* em função dos níveis de sombreamento (tratamento ou Trat.)

Variável	Modelo	R <sup>2</sup>
Altura Total (AT)	AT = 24,0264 – 0,1283 x Trat	0,95
Comprimento da Raiz (CR)	CR = 20,381 – 0,1338 x Trat	0,96
Matéria Seca da Raiz (MSR)	MSR = 0,3122 – 0,003158 x Trat	0,90
Matéria Seca do Caule (MSC)	MSC = 0,0994 – 0,000826 x Trat	0,89
Matéria Seca das folhas (MSF)	MSF = 0,3355 – 0,003095 x Trat	0,90



**Figura 1** – Altura total das plantas e comprimento de raiz (A) e de raiz, caule e folhas (B) de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* em função dos níveis de sombreamento.

Como espécie típica do cerrado, *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* tem como prioridade o investimento no sistema radicular, a fim de garantir a captura dos recursos mais escassos (água e nutrientes) (Hoffmann e Franco, 2003; Frost et al., 1986; Grime, 1977; Chapin et al., 1993).

Segundo Godoy e Felipe (1992), a alocação de biomassa está diretamente relacionada com a maximização do ganho total de carbono pela planta, podendo alocar recursos para tecidos fotossintetizantes de acordo com as mudanças na disponibilidade de luz e as necessidades ecológicas. Em locais com pouca disponibilidade de nutrientes e/ou água, as plantas normalmente investem mais recursos no sistema radicular, visando à otimização da absorção dos recursos limitantes; isso ocorre particularmente no Cerrado *sensu stricto*, que é pobre em nutrientes e sofre restrições hídricas durante parte do ano.

Em ambientes com pouca luz, as plantas tendem a alocar recursos para a parte aérea, principalmente para órgãos fotossintetizantes, como folhas ou cotilédones (Godoy e Felipe, 1992). Também a arquitetura do sistema radicular difere para espécies florestais tropicais dos

diferentes níveis sucessionais (Lambers e Poorter, 1992). Em espécies típicas de clareiras (onde a competição entre raízes é menor), as raízes são mais finas e difusas; já no interior da floresta a competição é maior, com as espécies produzindo raízes mais profundas, menos ramificadas e mais resistentes.

Nos processos de recuperação natural, deve-se considerar que os padrões de crescimento diferem entre as espécies. Dessa forma, várias delas podem investir inicialmente em crescimento radicular e diamétrico nos primeiros anos após o estabelecimento no campo, para depois crescer rapidamente em altura (Felfili et al., 2000).

Os resultados do crescimento inicial de espécies de Cerrado e de mata obtidos neste trabalho são condizentes com os de Hoffmann e Franco (2003). Esses autores, visando melhor compreender as diferenças ecológicas que determinam as propriedades e a dinâmica das espécies do Cerrado e de Matas de Galeria, compararam as respostas morfológicas e de crescimento destas a diferentes condições de luz e níveis de nutrientes. Constataram que, ao contrário das predições, não houve diferença nas taxas de crescimento relativas entre as espécies do Cerrado e de mata. Contudo, observou-se clara diferença nos modelos de alocação e nas respostas fenotípicas à intensidade de luz. As espécies do Cerrado alocam mais biomassa para as raízes e mantêm a área foliar mais baixa por unidade de massa da planta, e mais baixa a área foliar por unidade de massa de folha.

Os resultados deste trabalho confirmam o que já vem sendo preconizado para as espécies típicas do Cerrado *sensu stricto*: o investimento ou alocação de biomassa vegetal é prioritário, no início do crescimento da espécie, no sistema radicular; assim, quando devidamente estabelecida a raiz, a planta passa a investir na parte aérea. Por isso, nos seis primeiros meses do crescimento inicial de *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, em diversas condições de sombreamento, não houve diferença no crescimento da parte aérea, com médias baixas de crescimento.

Para *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, o comportamento pioneiro se confirma desde o princípio, com médias de número de folhas, diâmetro do coleto, comprimento da raiz principal e matérias secas (raiz, caule e folhas) sempre superiores nas condições de menor sombreamento, condições essas necessárias para o crescimento e estabelecimento das espécies pioneiras.

### **3.1.2. *Solanum lycocarpum* St. Hil.**

#### *1. Crescimento Inicial em Altura da Parte Aérea, Diâmetro do Coleto e Número de Folhas*

Os resultados do crescimento inicial de *Solanum lycocarpum* em relação a tura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas, ao longo de seis meses de observação, são apresentados no Quadro 10.

O crescimento inicial de *Solanum lycocarpum* sob diferentes condições de sombreamento foi acompanhado durante seis meses, com avaliações mensais das variáveis alométricas de altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas.

Os resultados do crescimento inicial da referida espécie no primeiro mês de observação (julho/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 10).

Verifica-se, com base no Quadro 10, que no primeiro mês apenas a variável número de folhas apresentou diferença significativa dentro das condições de sombreamento testadas, com comportamento melhor explicado pelo componente cúbico.

**Quadro 10** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Solanum lycocarpum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	0,088n.s.	0,0451n.s.	0,00003n.s.
Quadrático	1	0,0018n.s.	0,0398n.s.	1,3684n.s.
Cúbico	1	0,0741n.s.	0,0013n.s.	2,1566*
Resíduo	8	0,2430	0,5111	0,2378
Coef. de Variação (%)		13,20	11,51	14,51

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Os resultados do crescimento inicial de *Solanum lycocarpum* sob diferentes condições de sombreamento no segundo mês de observação (agosto/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 11).

**Quadro 11** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Solanum lycocarpum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	8,5552**	0,0991n.s.	1,331n.s.
Quadrático	1	1,9668*	0,3828*	0,0127n.s.
Cúbico	1	1,5134n.s.	0,0068n.s.	2,1156*
Resíduo	8	0,2988	0,0579	0,3031
Coef. de Variação (%)		9,33	13,60	11,80

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Observa-se, com base no Quadro 11, que todas as variáveis apresentam diferença significativa dentro das condições de sombreamento testadas. O comportamento da variável altura pode ser explicado tanto pelo componente linear quanto pelo quadrático; contudo, em função do valor de  $R^2$  maior do componente quadrático, optou-se por este para a referida variável.

Os resultados do crescimento inicial de *Solanum lycocarpum* sob diferentes condições de sombreamento no terceiro mês de observação (setembro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 12).

**Quadro 12** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Solanum lycocarpum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	19,1489**	0,3247*	5,7754**
Quadrático	1	1,3037n.s.	0,3067*	3,006**
Cúbico	1	3,3755n.s.	0,3198*	5,7724**
Resíduo	8	1,0986	0,0386	0,2514
Coef. de Variação (%)		14,60	8,91	9,22

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Verifica-se, com base no Quadro 12, que todas as variáveis apresentam diferença significativa dentro das condições de sombreamento testadas. O comportamento das variáveis diâmetro do coleto e número de folhas pode ser explicado por qualquer um dos componentes da regressão; todavia, em função dos valores de  $R^2$ , optou-se pelo componente cúbico para ambas as variáveis.

Os resultados do crescimento inicial de *Solanum lycocarpum* sob diferentes condições de sombreamento no quarto mês de observação (outubro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 13).

Pode-se observar, com base no Quadro 13 que apenas a variável diâmetro do coleto não apresenta diferença significativa dentro das condições de sombreamento testadas. O comportamento das variáveis altura da parte aérea da planta e número de folhas pode ser explicado por qualquer um dos componentes da regressão; entretanto, em função dos valores de  $R^2$ , optou-se pelo componente quadrático para altura e cúbico para o número de folhas.

**Quadro 13** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Solanum lycocarpum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	128,8504**	0,3536n.s.	5,4241**
Quadrático	1	97,1705**	0,1630n.s.	6,2694**
Cúbico	1	30,9149*	0,0502n.s.	10,5031**
Resíduo	8	4,8155	0,1575	0,4043
Coef. de Variação (%)		31,53	18,69	9,95

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Os resultados do crescimento inicial de *Solanum lycocarpum* sob diferentes condições de sombreamento no quinto mês de observação (novembro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 14).

Observa-se, com base no Quadro 14, que mais uma vez apenas a variável diâmetro do coleto não apresenta diferença significativa dentro das condições de sombreamento testadas. O comportamento das variáveis altura da parte aérea da planta e número de folhas pode ser explicado por qualquer um dos componentes da regressão; contudo, em função dos valores de  $R^2$ , optou-se pelo componente quadrático para ambas as variáveis.

Os resultados do crescimento inicial de *Solanum lycocarpum* sob diferentes condições de sombreamento no sexto mês de observação (dezembro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 15).

**Quadro 14** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Solanum lycocarpum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	197,4397**	0,021n.s.	10,5799**
Quadrático	1	126,2711**	0,3076n.s.	11,2177**
Cúbico	1	52,7134**	0,0582n.s.	3,9060**
Resíduo	8	2,9150	0,0917	0,327
Coef. de Variação (%)		20,65	14,45	9,76

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

**Quadro 15** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Solanum lycocarpum* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	207,5777**	0,3721n.s.	3,0447n.s.
Quadrático	1	152,4880**	0,1802n.s.	0,0431n.s.
Cúbico	1	73,9494**	0,3631n.s.	3,3659n.s.
Resíduo	8	6,3308	0,2054	0,8220
Coef. de Variação (%)		30,73	19,86	19,97

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Pode-se verificar com base no Quadro 15 que apenas a variável altura da parte aérea apresenta diferença significativa dentro das condições de sombreamento testadas, bem como seu comportamento pode ser explicado por qualquer um dos componentes da regressão; contudo, considerando-se o melhor e maior  $R^2$ , o componente quadrático é o mais adequado.

No Quadro 16 são apresentados os modelos ajustados para as variáveis significativas nos meses de observação.

Com base no Quadro 16, a variável altura da parte aérea das plantas não apresentou diferença significativa dentro das diversas condições de sombreamento apenas no primeiro mês (julho/2003); nos demais períodos de tempo, a variável apresentou comportamento predominantemente quadrático em relação às condições de sombreamento.

**Quadro 16** – Modelos mais adequados para explicar o comportamento das variáveis (altura da parte aérea ou ALT, diâmetro do coleto ou DC e número de folhas ou NF) de *Solanum lycocarpum* em função do sombreamento (tratamento ou Trat.)

Mês	Modelo	$R^2$
Julho/2003	$NF = 3,0567 + 0,2276 \times \text{Trat} - 0,006 \times \text{Trat}^2 + 0,00004 \times \text{Trat}^3$	1,00
Agosto/2003	$ALT = 4,8258 - 0,0149 \times \text{Trat} + 0,0005 \times \text{Trat}^2$	0,87
	$DC = 1,7834 + 0,015 \times \text{Trat} - 0,0002 \times \text{Trat}^2$	0,99
	$NF = 4,1066 + 0,1989 \times \text{Trat} - 0,0055 \times \text{Trat}^2 + 0,00004 \times \text{Trat}^3$	1,00
Setembro/2003	$ALT = 5,1964 + 0,0378 \times \text{Trat}$	0,80
	$DC = 2,37 - 0,0638 \times \text{Trat} + 0,002 \times \text{Trat}^2 - 0,00001 \times \text{Trat}^3$	1,00
	$NF = 4,6099 + 0,2886 \times \text{Trat} - 0,0086 \times \text{Trat}^2 + 0,00006 \times \text{Trat}^3$	1,00
Outubro/2003	$ALT = 3,8622 - 0,1841 \times \text{Trat} + 0,0033 \times \text{Trat}^2$	0,88
	$NF = 5,7232 + 0,3767 \times \text{Trat} - 0,0116 \times \text{Trat}^2 + 0,00009 \times \text{Trat}^3$	1,00
Novembro/2003	$ALT = 4,2335 - 0,2003 \times \text{Trat} + 0,0038 \times \text{Trat}^2$	0,86
	$NF = 5,079 - 0,0678 \times \text{Trat} + 0,0011 \times \text{Trat}^2$	0,85
Dezembro/2003	$ALT = 4,2237 - 0,2291 \times \text{Trat} + 0,0041 \times \text{Trat}^2$	0,83

2. Crescimento Inicial em Altura Total da Planta, Comprimento da Raiz Principal, Matéria Seca de Raiz, Matéria Seca de Caule e Matéria Seca de Folhas

Os resultados da análise de variância para as características altura total da planta, comprimento da raiz principal e matérias secas de raiz, de caule e de folhas de *Solanum lycocarpum* sob diversas condições de sombreamento são apresentados no Quadro 17.

**Quadro 17** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura total das plantas (AT), comprimento da raiz (CR), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca de caule (MSC) e matéria seca de folhas (MSF) de *Solanum lycocarpum* sob diversas condições de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio				
		AT	CR	MSR	MRC	MSF
Sombreamento						
Linear	1	15,072n.s.	334,5156*	0,4925*	0,00196n.s.	0,00705n.s.
Quadrático	1	69,8981n.s.	19,9049n.s.	0,5494*	0,00507n.s.	0,0098n.s.
FAj.	1	93,4548n.s.	1,1403n.s.	0,2262n.s.	0,00886n.s.	0,0361*
Resíduo	8	64,4585	35,6704	0,05964	0,004823	0,00591

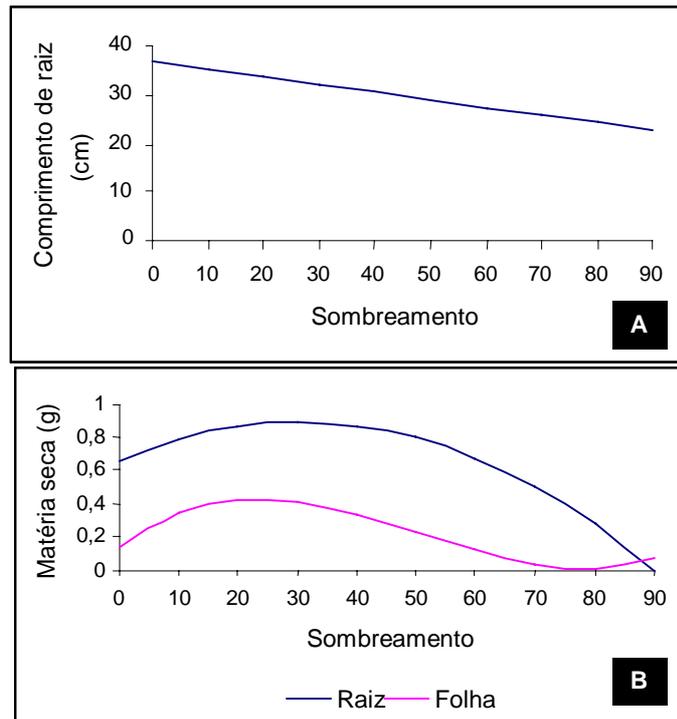
FAj. – falta de ajustamento; \* - significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Verifica-se, com base no Quadro 17, que não houve diferença significativa para altura total das plantas e peso de matéria seca de caule de *Solanum lycocarpum* nos diferentes níveis de sombreamento. Para as demais variáveis, os modelos estatísticos são apresentados no Quadro 18.

**Quadro 18** – Modelos estatísticos obtidos para as variáveis comprimento da raiz principal (CR), matéria seca de raiz (MSR) e matéria seca de folhas (MSF) de *Solanum lycocarpum* em função dos níveis de sombreamento (tratamento ou Trat.)

Variável	Modelo	R <sup>2</sup>
Comprimento da Raiz (CR)	$CR = 36,8428 - 0,1579 \times \text{Trat}$	0,95
Matéria Seca de Raiz (MSR)	$MSR = 0,6644 + 0,01516 \times \text{Trat} - 0,00025 \times \text{Trat}^2$	0,82
Matéria Seca de folhas (PSF)	$MSF = 0,1423 + 0,02724 \times \text{Trat} - 0,000761 \times \text{Trat}^2 + 0,000005 \times \text{Trat}^3$	1,0

Na Figura 7 é apresentado o comportamento das variáveis comprimento da raiz (A) e peso de matéria seca (raiz e folhas) (B). Observa-se que o comprimento da raiz principal decresce com o aumento dos níveis de sombreamento, enquanto o peso de matéria seca de raiz aumenta até determinada condição de sombreamento (cerca de 50%), quando, então, passa a cair também, caracterizando espécie pioneira, pelo grande requerimento de luz.



**Figura 7** – Comprimento de raiz (A) e peso de matéria seca (raiz e folhas) (B) em função do sombreamento para *Solanum lycocarpum*.

A matéria seca de folhas apresenta comportamento semelhante ao do comprimento da raiz principal. Como uma espécie típica do cerrado, *Solanum lycocarpum* tem como prioridade a captura de água e nutrientes (Hoffmann e Franco, 2003; Frost et al., 1986; Grime, 1977; Chapin et al., 1993); daí a necessidade de realização do fotossíntese através das folhas para investir no sistema radicial.

Godoy e Felipe (1992) verificaram que, mesmo em diversas condições de sombreamento, a espécie *Qualea cordata* apresentou o crescimento radicular em comprimento maior que a altura da parte aérea; todavia a matéria seca de ambas as partes não diferiu estatisticamente. Quanto a *Qualea grandiflora*, observou-se rápido crescimento da raiz e um lento crescimento da parte aérea, comportamento que os autores destacaram como sendo típico das espécies do Cerrado (Paulilo et al., 1993; Paulilo e Felipe, 1994).

Os resultados apresentados são coerentes com as características de pioneirismo da espécie *Solanum lycocarpum*; ela necessita de luz para crescer; e o investimento é maior na biomassa da raiz, onde em clareiras (nível de sombreamento de 50%) e a pleno sol (0%) ela se destaca, melhorando as condições do solo para os estágios seguintes da regeneração natural.

Vale salientar que esses resultados são compatíveis com os de Vidal (2000): as plantas de *S. lycocarpum*, no início do seu estabelecimento, desenvolvem mais rapidamente o sistema radicial em detrimento da parte aérea, para que possa explorar mais e melhor o solo, mantendo a

absorção mesmo em condições de baixa disponibilidade de água, como ocorre no Cerrado *sensu stricto*, especialmente durante a estação seca.

### 3.2. Crescimento Inicial de Espécie de Mata de Galeria

#### 3.2.1. *Cecropia pachystachya* Trec.

##### 1. Crescimento Inicial em Altura da Parte Aérea, Diâmetro do Coleto e Número de Folhas

O crescimento inicial de *Cecropia pachystachya* sob diferentes condições de sombreamento foi acompanhado durante seis meses, com avaliações mensais das variáveis alométricas de altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas.

Os resultados do crescimento inicial da referida espécie no primeiro mês de observação (setembro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 19).

Verifica-se, com base no Quadro 19, que no primeiro mês apenas a variável número de folhas não apresentou diferença significativa dentro das condições de sombreamento testadas. Por outro lado, as variáveis altura da parte aérea e diâmetro do coleto variaram, com comportamentos que poderiam ser expressos por qualquer um dos componentes da regressão (altura) ou pelos componentes quadráticos e cúbicos (diâmetro do coleto); com base nos valores de  $R^2$ , optou-se pelo componente cúbico para ambas as variáveis.

**Quadro 19** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Cecropia pachystachya* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	2,7124*	0,0775n.s.	6,1398n.s.
Quadrático	1	5,4858**	1,4573**	4,4956n.s.
Cúbico	1	6,2657**	0,5008	0,0243n.s.
Resíduo	8	0,2981	0,0722	2,0089
Coef. de Variação (%)		26,09	23,68	25,77

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Os resultados do crescimento inicial da referida espécie no segundo mês de observação (outubro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 20).

**Quadro 20** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Cecropia pachystachya* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	5,4624*	0,0349n.s.	0,7183n.s.
Quadrático	1	3,3387n.s.	2,3911**	5,6357**
Cúbico	1	5,653*	0,09n.s.	1,1855n.s.
Resíduo	8	0,8163	0,07274	0,3398
Coef. de Variação (%)		31,48	21,72	11,41

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Pode-se observar no Quadro 20 que todas as variáveis diferem estatisticamente dentro dos tratamentos, e a variável altura da parte aérea pode ser explicada tanto pelo componente linear como pelo cúbico; considerando-se o  $R^2$ , observa-se que o componente cúbico é o mais adequado.

Os resultados do crescimento inicial da referida espécie no terceiro mês de observação (novembro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 21).

**Quadro 21** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Cecropia pachystachya* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	12,2617**	0,1241n.s.	1,3843n.s.
Quadrático	1	0,6515n.s.	2,7046**	8,4453**
Cúbico	1	5,0828*	0,2279n.s.	0,4645n.s.
Resíduo	8	0,6530	0,1131	0,3452
Coef. de Variação (%)		30,35	22,97	11,95

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Verifica-se, com base no Quadro 21, que todas as variáveis diferem estatisticamente dentro dos tratamentos, e a variável altura da parte aérea pode ser explicada tanto pelo componente linear como pelo cúbico; considerando-se o  $R^2$ , observa-se que o componente linear é, desta vez, o mais adequado.

Os resultados do crescimento inicial da referida espécie no quarto mês de observação (dezembro/2003) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 22).

**Quadro 22** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Cecropia pachystachya* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	21,3741n.s.	0,0623n.s.	1,7608n.s.
Quadrático	1	0,4551n.s.	3,0586**	4,247n.s.
Cúbico	1	12,7549n.s.	0,1266n.s.	0,4703n.s.
Resíduo	8	4,4223	0,1851	0,8111
Coef. de Variação (%)		42,42	22,36	16,21

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Observa-se, com base no Quadro 22, que apenas a variável diâmetro do coleto diferiu estatisticamente dentro dos tratamentos testados.

Os resultados do crescimento inicial da referida espécie no quinto mês de observação (janeiro/2004) são mostrados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 23).

**Quadro 23** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Cecropia pachystachya* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	39,6701*	0,0008n.s.	8,8133*
Quadrático	1	3,0504n.s.	2,6025**	0,9775n.s.
Cúbico	1	22,4943n.s.	0,0064n.s.	0,3283n.s.
Resíduo	8	5,5684	0,2223	0,8724
Coef. de Variação (%)		40,75	21,29	17,24

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Pode-se verificar no Quadro 23 que todas as variáveis diferem estatisticamente dentro dos tratamentos testados.

Os resultados do crescimento inicial da referida espécie no sexto mês de observação (fevereiro/2004) são apresentados no quadro de análise de variância para altura da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas (Quadro 24).

**Quadro 24** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura da parte aérea das plantas (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF) de *Cecropia pachystachya* submetida aos tratamentos de níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		ALT	DC	NF
Sombreamento				
Linear	1	62,5097*	0,0136n.s.	6,6715n.s.
Quadrático	1	7,5129n.s.	3,2979**	0,0009n.s.
Cúbico	1	35,2972n.s.	0,1123n.s.	1,7273n.s.
Resíduo	8	8,5893	0,1890	1,4332
Coef. de Variação (%)		45,72	19,31	22,39

\*\* – F significativo a 1% de probabilidade; \* – F significativo a 5% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

Pode ser observado no Quadro 24 que apenas a variável número de folhas não apresentou diferença significativa dentro dos tratamentos testados, no último mês de observação.

No Quadro 25 são apresentados os modelos ajustados para as variáveis significativas nos meses de observação.

**Quadro 25** – Modelos mais adequados para explicar o comportamento das variáveis (altura da parte aérea ou ALT, diâmetro do coleto ou DC e número de folhas ou NF) de *Cecropia pachystachya* em função do sombreamento (tratamento ou Trat.)

Mês	Modelo	R <sup>2</sup>
Setembro/2003	ALT = 0,76 + 0,412 x Trat – 0,0104 x Trat <sup>2</sup> + 0,00007 x Trat <sup>3</sup>	1,00
	DC = 0,73 + 0,1305 x Trat – 0,0031 x Trat <sup>2</sup> + 0,00002 x Trat <sup>3</sup>	1,00
Outubro/2003	ALT = 1,3366 + 0,3867 x Trat – 0,0097 x Trat <sup>2</sup> + 0,00006 x Trat <sup>3</sup>	1,00
	DC = 1,0053 + 0,0426 x trat – 0,0005 x Trat <sup>2</sup>	0,96
	NF = 4,2332 + 0,0753 x Trat – 0,0008 x Trat <sup>2</sup>	0,84
Novembro/2003	ALT = 1,0759 + 0,0302 x Trat	0,68
	DC = 1,2824 + 0,0440 x Trat – 0,0005 x Trat <sup>2</sup>	0,93
	NF = 4,0861 + 0,0933 x Trat – 0,0010 x Trat <sup>2</sup>	0,95
Dezembro/2003	DC = 1,6742 + 0,0479 x Trat – 0,0006 x Trat <sup>2</sup>	0,96
Janeiro/2004	ALT = 2,937 + 0,0543 x Trat	0,61
	DC = 1,8932 + 0,0459 x Trat – 0,0005 x Trat <sup>2</sup>	1,00
	NF = 4,0723 + 0,0256 x Trat	0,87
Fevereiro/2004	ALT = 2,8284 + 0,0682 x Trat	0,59
	DC = 1,9267 + 0,051 x Trat – 0,0006 x Trat <sup>2</sup>	0,97

Com base no Quadro 25, verifica-se que a variável altura da parte aérea não apresentou diferença significativa apenas no quarto mês (dezembro/2003), com um comportamento, nos últimos três meses, linear em relação às diversas condições de sombreamento testadas. O diâmetro do coleto foi significativo para todo o período de tempo, com um comportamento explicado principalmente pelo modelo quadrático. A variável número de folhas, por sua vez, apresentou diferença significativa em apenas três dos seis meses de acompanhamento do crescimento inicial de *Cecropia pachystachya*, com seu comportamento sendo explicado com mais frequência pelo modelo quadrático.

## 2. Crescimento Inicial em Altura Total da Planta, Comprimento da Raiz Principal, Matéria Seca de Raiz, Matéria Seca de Caule e Matéria Seca de Folhas

Os resultados das avaliações das características altura total da planta, comprimento da raiz principal e matérias secas de raiz, de caule e de folhas de *Cecropia pachystachya* são apresentados no Quadro 26. Neste quadro, verifica-se que as diferenças não foram significativas para altura total das plantas, pesos secos de caule e folhas nas diversas condições de sombreamento para *Cecropia pachystachya*, dentro do período de tempo estudado (seis meses).

**Quadro 26** – Análise de variância com decomposição em polinômios ortogonais para altura total das plantas (AT), comprimento da raiz (CR), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca de caule (MSC) e matéria seca de folhas (MSF) de *Cecropia pachystachya* em função dos níveis de sombreamento

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio				
		AT	CR	MSR	MRC	MSF
Sombreamento						
Linear	1	5,6278n.s.	26,9271n.s.	0,07414n.s.	0,01406n.s.	0,0000821n.s.
Quadrático	1	595,2919n.s.	744,6764**	1,5628**	0,005753n.s.	0,00330n.s.
FAj.	1	3,5512n.s.	16,2244n.s.	0,3011**	0,005816n.s.	0,0044n.s.
Resíduo	8	78,8453	39,0921	0,01809	0,001428	0,008173

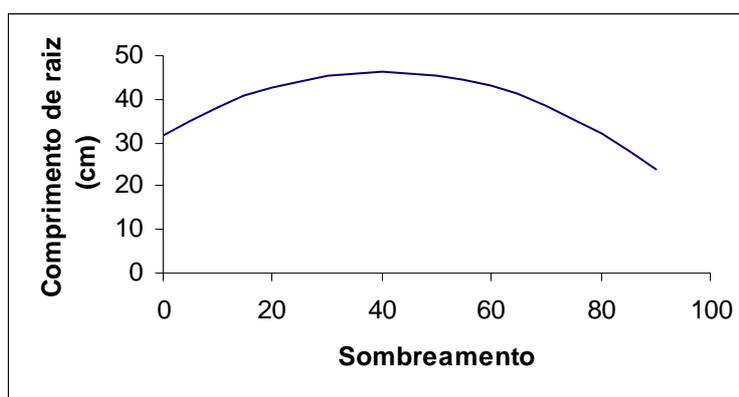
\* - significativo a 5% de probabilidade; \*\* - significativo a 1% de probabilidade; n.s. – não-significativo.

No Quadro 27 são apresentados os modelos estatísticos que explicam o comportamento das variáveis altura total da planta, comprimento da raiz e peso de matéria seca de raiz em função dos níveis de sombreamento (tratamento).

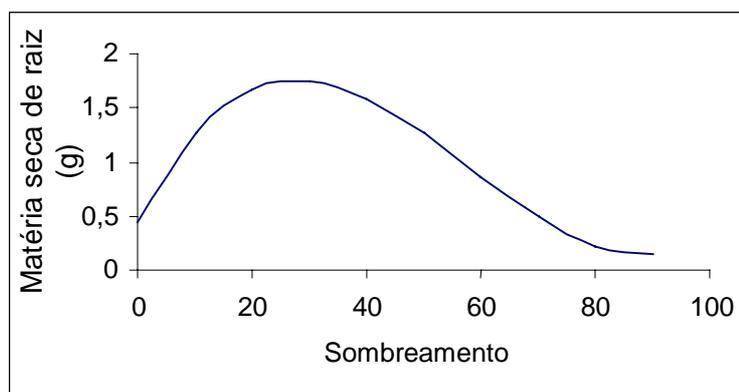
Na Figura 9 apresenta-se o comportamento da variável comprimento da raiz principal e na Figura 10 encontra-se o comportamento da variável matéria seca de raiz. Com relação ao comprimento da raiz principal e à matéria seca de raiz de *Cecropia pachystachya*, verifica-se que eles têm comportamentos semelhantes aos das variáveis diâmetro do coleto e número de folhas em função do sombreamento, sendo maiores nas condições intermediárias de luz, característica de espécies pioneiras de grandes clareiras.

**Quadro 27** – Modelos estatísticos para as variáveis comprimento da raiz (CR) e matéria seca de raiz (PSR) em função dos níveis de sombreamento (tratamento)

Variável	Modelo	R <sup>2</sup>
Comprimento da Raiz (CR)	$CR = 31,5612 + 0,7362 \times \text{Trat} - 0,00912 \times \text{Trat}^2$	0,98
Matéria Seca de Raiz (PSR)	$MSR = 0,4461 + 0,1060 \times \text{Trat} - 0,00252 \times \text{Trat}^2 + 0,0000145 \times \text{Trat}^3$	1,0



**Figura 9** – Comprimento de raiz principal em função do sombreamento em *Cecropia pachystachya*.



**Figura 10** – Peso de matéria seca de raiz em função do sombreamento em *Cecropia pachystachya*.

O padrão de alocação de biomassa em *Cecropia pachystachya* mostra um grande investimento principalmente na reprodução precoce, produzindo muitas sementes pequenas, que originam plântulas também pequenas, com pouca capacidade competitiva e alta mortalidade; as que sobrevivem crescem de forma exponencial (Mossri, 1997).

Outros resultados foram encontrados por Mossri (1997) para *C. pachystachya*, em que a influência da luz no crescimento inicial da espécie não foi significativa para nenhuma variável estudada (comprimento da parte aérea, comprimento da parte radicular, número de folhas, área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria seca radicular), uma vez que a espécie apresentou o mesmo padrão de crescimento a pleno sol e em sombreamento artificial.

A causa desse comportamento pode ter sido a qualidade da luz incidente (razão vermelho:vermelho extremo) através da tela de sombrite preta. Essa razão deve ser diferente em um viveiro telado e em sub-bosque de uma floresta densa, pela absorção diferenciada da luz nas duas condições. Entretanto, o sombrite verde empregado nas casas de sombra do viveiro da Fazenda Água Limpa mimetiza melhor as condições naturais; daí as respostas diferenciadas para a mesma espécie.

### **3.3. Crescimento inicial em espécies de Cerrado x Mata de Galeria**

É importante destacar que as avaliações do crescimento inicial das espécies de Cerrado *sensu stricto* e de Matas de Galeria coincidiram com o período de seca; mesmo nas condições favoráveis de umidade do viveiro, a maioria das espécies nativas apresenta comportamento influenciado pela sazonalidade climática característica do bioma Cerrado. As espécies estudadas não são exceção à regra. Daí os baixos resultados do crescimento, principalmente da parte aérea das mudas produzidas.

Os resultados relativos ao crescimento inicial de *Cecropia pachystachya* mostram um comportamento pioneiro desta, por apresentar diâmetro do coleto, número de folhas, comprimento da raiz principal e matéria seca de raiz maiores nas condições intermediárias de sombreamento, principalmente a 50% de sombreamento, condições estas características de clareiras grandes. Dado o comportamento das plantas nos diferentes níveis de sombreamento, pode-se recomendar seu emprego em clareiras.

De acordo com Vidal et al. (1999), a lobeira apresenta estratégias morfológicas de desenvolvimento como investimento no crescimento da raiz em detrimento da parte aérea, em condições estressantes como as do Cerrado. Isso realmente ocorre; verifica-se também, no trabalho ora realizado, a dependência da espécie *Solanum lycocarpum* à condição de luz, atestada pelo maior diâmetro do coleto, comprimento da raiz principal e matéria seca de raiz nas condições de menor sombreamento, típica de espécies pioneiras. Assim, seu emprego em áreas degradadas de Cerrado pode ser recomendado.

Para *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, o comportamento de espécie pioneira do Cerrado se confirma desde o princípio, com médias de matéria seca e comprimento da raiz, matérias secas de caule e de folhas sempre superiores nas condições de menor sombreamento. Além disso, trata-se de uma espécie com grande plasticidade fenotípica, própria de espécie

adaptada a ambientes mais heterogêneos, em termos de recursos, pois há preocupação com o número de folhas (que afeta a capacidade de realização fotossintética da planta) e com o diâmetro do coleto (relacionado como a taxa de crescimento relativo), ambos superiores nas condições de menor sombreamento.

#### 4. CONCLUSÃO

As espécies *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, *Solanum lycocarpum* e *Cecropia pachystachya* apresentam crescimento inicial típico de espécies pioneiras, sendo mais expressivo nas condições de menor sombreamento (0 e 50%). O investimento maior ocorre principalmente no crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, seguido da parte aérea, especialmente em estruturas como as folhas, visando otimizar a fotossíntese e crescer rapidamente para ocupar o espaço em que se encontram.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGSPURGER, C. K. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. **Journal of Ecology**, v. 77, p. 777-795, 1984.
- BAZZAZ, F. A. **Plants in changing environments: linking physiological, population, and community ecology**. Cambridge: Cambridge University Press. 1996. 320 p.
- BRAZ, V. S.; KANEGAE, M. F.; FRANCO, A. C. Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil central. **Acta Botânica Brasílica**, v. 14, p. 27-35, 2000.
- CANCIAN, M. A. E.; CORDEIRO, L. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. **Acta Botânica Brasílica**, 12 (Suplemento), p. 367-372, 1998.
- CERSÓSIMO, L. F. **Variações espaciais e temporais no estabelecimento de plântulas em trecho de floresta secundária em São Paulo, SP**. 1993. 195 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- CHAPIN, F. S.; AUTUMN, K.; PUGNAIRE, F. Evolution of suites of traits in response to environmental stress. **American Naturalist**, v. 142 (suppl.), p. S78-S92, 1993.
- CHAZDON, R. L. Sunflecks and their importance to Forest understorey plants. **Advances in Ecological Research**, v. 18, p. 1-63, 1988.
- CHAZDON, R. L.; FETCHER, N. Photosynthetic light environments in a lowland tropical rain Forest in Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 72, p. 553-564, 1984.

FAGG, C. **Influência da fertilidade de solo e níveis de sombreamento no desenvolvimento inicial de espécies nativas de *Acacia* e sua distribuição no cerrado.** 2001. 166 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2 (suplemento), p. 297-301, 1999.

FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SILVA, M. A. Changes in the florist composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, p. 579-590, 2000.

FERREIRA, M. G. M.; CÂNDIDO, J. F.; CANO, M. A. O.; CONDÉ, A. R. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Árvore**, v. 1, n. 2, p. 121-134, 1977.

FONSECA, C. E. L.; RIBEIRO, J. F. Produção de mudas e crescimento inicial de espécies arbóreas. In: RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Matas de Galeria.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 121-133.

FROST, P.; MEDINA, E.; MENAULT, J.C.; SOLBRIG, O.; SWIFT, M.; WALKER, B. Responses of savannas to stress and disturbance. **Biology International, Special Issue**, v. 10, p. 1-82, 1986.

GODOY, S.M.A. ; FELIPPE, G.M. Crescimento inicial de *Qualea cordata*, uma árvore dos Cerrados. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 15, p. 23-30, 1992.

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF. 2000.

GRIME, J. P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **American Naturalist**, v. 111, p. 1169-1194, 1977.

HOFFMANN, W. A.; FRANCO, A. Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. **Journal of Ecology**, v. 91, p. 475-484, 2003.

KING, D. A. Correlations between biomass allocation, relative growth rate and light environment in tropical forest saplings. **Functional Ecology**, v. 5, p. 485-492, 1991.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALTARDY, S. G. **The physiological ecology of wood plants.** San Diego: Academic Press, 1991. 657 p.

LAMBERS, H.; POORTER, H. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in Ecological Research**, v. 23, p. 187-261, 1992.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Paulo: EPU, 1986. 319 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RiMa, 2000. 531 p.

- LEAL FILHO, N.; BORGES, E. E. L. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14, p. 57-60, 1992.
- LEE, D. W. Simulating forest shade to study the developmental ecology of tropical plants: juvenile growth in three vines in India. **Journal of tropical Ecology**, v. 4, p. 281-292, 1988.
- LORTIE, C. J.; AARSSSEN, L. W. The specialization hypothesis for phenotypic plasticity in plants. **International Journal of Plant Sciences**, v. 157, p. 484-487, 1996.
- MAZZEI, L. J.; FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C. Crescimento de plântulas de *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyermark & Frodin em diferentes níveis de sombreamento no viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 3, p. 27-36, 1998.
- MAZZEI, L. J.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; FRANCO, A. C. Crescimento de plântulas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang. em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 4, p. 21-29, 1999.
- MONTEIRO, R. C. B.; FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; FAGG, C. W. Crescimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. sob quatro níveis de sombreamento em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 11, p. 5-19, 2003a.
- MONTEIRO, R. C. B.; FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; FAGG, C. W. Crescimento inicial de *Cyristax antisiphilitica* (Mart.) Mart. sob diferentes condições de sombreamento em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 11, p. 47-56, 2003b.
- MOSSRI, B. B. **Germinação e crescimento inicial de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang. e *Cecropia pachystachya* Trec.: duas espécies de níveis sucessionais diferentes de mata de galeria.** 1997. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1997.
- OSUNKOYA, O. O.; ASH, J. E.; GRAHAM, A. W.; HOPKINS, M. S. Growth of tree seedlings in tropical rain forests of North Queensland, Australia. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 1-18, 1993.
- PAULILO, M.T.S.; FELIPPE, G.M. Contribuição dos cotilédones e partição de matéria seca durante o crescimento inicial de *Qualea grandiflora* Mart. (Vochysiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, p. 87-91, 1994.
- PAULILO, M.T.S.; FELIPPE, G.M.; DALE, J.E. Crescimento inicial de *Qualea grandiflora*. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 16, p. 37-46, 1993.
- RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; SOUSA-SILVA, J. C.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W. Desenvolvimento inicial de mudas de *Curatella americana* L. em diferentes condições de sombreamento em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 9, p. 23-34, 2002.

REZENDE, A. V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado sensu stricto submetido a distúrbios por desmatamento.** 2002. 242 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

REZENDE, A.V.; SALGADO, M.A.S.; FELFILI, J.M.; FRANCO, A.C.; SOUSA-SILVA, J.C.; CORNACHIA, G.; SILVA, M.A. Crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a diferentes regimes de luz em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Hering**, v. 2, p. 19-34, 1998.

SALGADO, M. A. S.; REZENDE, A.. V.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C. Crescimento inicial de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. Em diferentes condições de sombreamento. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Hering**, v. 3, p. 37-45, 1998.

SILVA, J. C. S. **The response of *Lolium perenne* L S23 to light and temperature studied from experiment and modelling.** 1994. 214 f. Thesis (Ph.D.) – University of Edinburgh, 1994.

SILVA, M. C. C.; NAKAGAWA, J.; FIGLIOLIA, M. B. Influência da temperatura, da luz e do teor de água na germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi – Anacardiaceae (aroeira-vermelha). **Revista do Instituto Florestal**, v. 13, n. 2, p. 135-146, 2001.

SOUSA-SILVA, J. C.; SALGADO, M. A. S.; FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial de *Cabralea canjerana* Saldanha em diferentes condições de luz. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Hering**, v. 4, p. 80-89, 1999.

TABARELLI, M. **A regeneração da floresta Atlântica Montana.** 1997. 104 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

VIDAL, M. C. **Crescimento inicial, relações hídricas e efeito do ácido abscísico em *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Lobeira).** 2000. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2000.

VIDAL, M. C.; STACCIARINI-SERAPHIN; CÂMARA, H. H. L. L. Crescimento de plântulas de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (lobeira) em casa de vegetação. **Acta Botânica Brasílica**, v. 13, p. 271-275, 1999.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. A luz e a vida das plantas. **Temas Biologia 30.** São Paulo: EDUSP, 1982. 101 p.

ZIPPERLEN, S. W.; PRESS, M. C. Photosynthesis in relation to growth and seedling ecology of two dipterocarp rain forest tree species. **Journal of Ecology**, v. 84, p. 863-876, 1996.

## CAPÍTULO 5

### **BANCO DE SEMENTES DO CERRADO *SENSU STRICTO* E DE MATAS DE GALERIA NA FAZENDA ÁGUA LIMPA, DISTRITO FEDERAL**

#### **RESUMO**

O banco de sementes do solo representa um dos principais mecanismos bióticos de regeneração natural, principalmente em áreas de clareiras. Este trabalho visou identificar e comparar a composição do banco de sementes em áreas do Cerrado *sensu stricto* e de Matas de Galeria intactas e perturbadas pela ação antrópica. Para o estudo do banco de sementes de Cerrado *sensu stricto* e Matas de Galeria foram consideradas as seguintes áreas: Cascalheira; Cerrado *sensu stricto* perturbado (por fogo e queimadas); Cerrado *sensu stricto* não-perturbado (intacto); Mata do Capetinga perturbada (queimadas constantes, desmatamento com formação de clareiras); Mata do Capetinga não-perturbada (interior da mata); Mata do Gama perturbada (por queda de árvores com formação de pequenas clareiras); Mata do Gama não-perturbada (dossel fechado), todas localizadas no DF. Foram coletadas 30 amostras de solo, onde foi feita classificação da cobertura vegetal presente, levantamento do número e tamanho das sementes e determinação da viabilidade das sementes (através do teste de tetrazólio 1%). O estudo do banco de sementes da Cascalheira, do Cerrado *sensu stricto* com e sem perturbação, das Matas de Galeria do Capetinga e do Gama, com e sem perturbação, mostrou que, quanto maior o grau de perturbação, maior o estoque do banco de sementes formado por diásporos com características de gramíneas, em detrimento de espécies arbóreas florestais. Constatou-se também a existência de um gradiente no Cerrado *sensu stricto*, no qual a relação sementes viáveis/sementes totais do banco foi: Cerrado não-perturbado > Cerrado perturbado por fogo e desmatamento >

Cascalheira. Também no caso da Mata de Galeria do Capetinga houve uma nítida distinção entre área perturbada (com clareira) e não (ou menos) perturbada (interior da mata), sendo: Mata do Capetinga não-perturbada > Mata do Capetinga perturbada. Contudo, na Mata de Galeria do Gama, por se tratar de uma mata mais conservada do que a do Capetinga, a relação sementes viáveis/semes totais do banco foi semelhante para ambas as condições (borda e interior da mata), sendo possível a recuperação das áreas degradadas, nesta condição, através do banco de sementes.

Palavras-chave: banco de sementes, cascalheira, Cerrado *sensu stricto*, Matas de Galeria do Capetinga e do Gama.

## 1. INTRODUÇÃO

A regeneração da floresta tropical ocorre após dois tipos básicos de distúrbios: o corte e a queima das árvores e arbustos (para utilização do solo em atividades agropastoris), e a abertura de clareiras naturais (causada pela queda de uma ou mais árvores do dossel) (Gómez-Pompa et al., 1991). Para entender melhor o processo de regeneração natural de uma floresta, é necessário o conhecimento do potencial florístico existente quando da ocorrência da perturbação antrópica ou natural (Leal Filho, 1992).

O potencial florístico é representado por: potencial vegetativo (brotação e plântulas), potencial seminal edáfico (banco de sementes) e potencial seminal adventício (propágulos que chegam após a perturbação, provenientes de áreas vizinhas) (Kageyama et al., 1990). O conhecimento do estoque de sementes existentes no solo é fundamental, tendo em vista tratar-se do mecanismo que desencadeia o início da sucessão secundária de uma área perturbada (Whitmore, 1984).

O conhecimento da distribuição, quantificação e composição populacional das sementes no solo é importante para o entendimento da evolução das espécies. Em ecossistemas naturais, o estudo do banco de sementes é utilizado para entender e acompanhar os efeitos das interferências (humanas, animais ou climáticas) no seu equilíbrio (Martins e Silva, 1994). Em ambientes onde o solo é frequentemente perturbado (áreas agrícolas), o banco de sementes atua como estabilizador, assegurando a sobrevivência das espécies não-cultivadas. Em áreas florestais e de savanas, a presença de sementes viáveis no solo determina o direcionamento da sucessão da vegetação, caso ocorra a destruição da área (Roberts, 1981).

O estudo do banco de sementes auxilia na descoberta de quais são e como atuam os fatores ambientais, que, manipulados, permitem ou não a germinação das sementes presentes no banco de sementes do solo. Logo, o banco de sementes é fundamental para o equilíbrio da vegetação (Schmütz, 1992).

Kageyama et al. (1989) destacam que são as espécies pioneiras dos bancos de sementes armazenados no solo que se instalam rapidamente, colonizando as áreas perturbadas de matas e cerrados. Mecanismos como dormência e longevidade das sementes, relacionadas à capacidade de desenvolvimento rápido das espécies pioneiras a pleno sol, bem como a ação do vento e de outros agentes de dispersão das espécies secundárias, são alguns dos principais fatores que favorecem a regeneração de clareiras.

As espécies pioneiras são heliófitas (necessitando de grande quantidade de luz para germinar), são de rápido crescimento e apresentam grande dispersão de sementes, além de possuírem diferentes estratégias para esperar a abertura de clareiras (como persistirem por longos períodos como sementes dormentes no solo) (Hubbel e Foster, 1986; Kageyama, 1986; Kageyama e Viana, 1991). Normalmente, estas espécies são também oportunistas, produzindo um grande número de sementes e de pequeno tamanho. Sua dormência geralmente é superada com a exposição à luz direta ou com a elevação da temperatura, quando ocorre algum distúrbio na vegetação fechada, que permite a entrada de luz (clareiras). As espécies pioneiras são, então, restritas às áreas com clareiras, margens de rios e áreas perturbadas (Primack e Lee, 1991).

O potencial de recuperação de áreas degradadas pode ser avaliado por meio do estudo de bancos de sementes no solo, que é, em alguns casos a única fonte disponível para a recuperação. Nos trópicos, as sementes das espécies no início da sucessão secundária apresentam tipos de dormência (fotoblástica e tegumentar) que permitem formar bancos de sementes no solo. As estratégias de regeneração apresentam um mecanismo de aproveitamento das clareiras, depois que as sementes tenham se dispersado dentro do seu habitat e germinado simultaneamente (Rêgo & Possamai, 2000).

O Cerrado *sensu stricto* é a fisionomia predominante na APA Gama-Cabeça de Veado, onde se localiza a Fazenda Água Limpa, da Universidade de Brasília, DF, ocorrendo sobre Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro. Esta fisionomia, por ocupar terrenos planos de solos profundos, que são propícios à agricultura mecanizável, está desaparecendo com rapidez do entorno das Unidades de Conservação, em razão das boas condições físicas do solo para abrigar construções civis e outras atividades antrópicas. No Distrito Federal, restam apenas 20% da cobertura original desta fisionomia (Felfili et al., 2002).

Os distúrbios mais freqüentes no Cerrado *sensu stricto* são: retirada de solo, queimadas e desmatamentos. Assim, foram avaliadas áreas desmatadas e queimadas em um experimento silvicultural (Rezende, 2002), áreas onde foi retirado cascalho e aéreas isentas de perturbações.

A formação de clareiras corresponde ao distúrbio mais freqüente em condições de Mata de Galeria; assim, foram feitas coletas em trechos da mata com e sem clareiras, de forma aleatória. Foram avaliadas áreas de mata que sofreram distúrbios sucessivos por queimadas e áreas de mata não-perturbada (Felfili, 1997).

A verificação do comportamento do banco de sementes em área de cascalheira é interessante por se tratar de situação comum em Cerrado *sensu stricto*, onde se efetua a remoção de solo e cuja recomposição é bastante difícil, dado o grau de perturbação da área. Da mesma forma, a constatação de sementes de Matas de Galeria atingidas sucessivamente pelo fogo pode ajudar a demonstrar a resiliência e resistência de ambientes florestais a queimadas. Leite et al. (1994), ao investigarem as propriedades físico-hídricas do solo de uma cascalheira e de áreas adjacentes com vegetação nativa de campo sujo e cerrado, no Parque Nacional de Brasília, DF, observaram que a resistência à penetração na cascalheira, na camada superficial (0-20 cm), foi aproximadamente quatro vezes maior que no campo sujo e no cerrado. Foi observado um baixo índice de revegetação da área minerada, devido ao elevado grau de compactação do solo causada principalmente pela exposição do subsolo à ação direta das chuvas e ao intenso tráfego de máquinas pesadas durante a extração de cascalho.

Partindo do pressuposto que os ambientes perturbados de Matas de Galeria e de Cerrado *sensu stricto* devem conter uma quantidade maior de sementes de espécies pioneiras com características distintas em termos de viabilidade, tamanho, estruturas de dispersão e quantidade em relação a ambientes menos perturbados ou conservados, efetuou-se este trabalho com os seguintes objetivos: verificar a presença de banco de sementes, estabelecer o tipo de banco (persistente e/ou temporário), estabelecer uma relação entre as sementes encontradas no banco e a cobertura vegetal nas áreas perturbadas (por retirada de cascalho e desmatamento) e não-perturbadas (intactas) de Cerrado *sensu stricto*, bem como verificar a presença de banco de sementes, determinar o tipo de banco (persistente e/ou temporário) e estabelecer uma relação entre as sementes encontradas no banco e a cobertura vegetal nas áreas perturbadas (clareiras) e não-perturbadas (interior) de Matas de Galeria (Gama e Capetinga).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Base dos dados

Para o estudo do banco de sementes de Cerrado *sensu stricto* e Matas de Galeria foram consideradas as seguintes áreas na APA Gama-Cabeça de Veado:

- (1) Cascalheira do setor de mansões do Park Way (local de retirada de cascalho e depósito de entulhos no passado).
- (2) Cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa perturbado (por fogo e queimadas).
- (3) Cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa não-perturbado (intacto).
- (4) Mata do Capetinga perturbada (queimadas constantes, desmatamento com formação de clareiras).
- (5) Mata do Capetinga não-perturbada (interior da mata).

- (6) Mata do Gama perturbada (por queda de árvores com formação de pequenas clareiras).
- (7) Mata do Gama não-perturbada (dossel fechado).

Para cada área destacada, foram coletadas 30 amostras de solo (40 x 40 x 10 cm).

## **2.2. Descrição das áreas de estudo**

### **2.2.1. Cerrado *sensu stricto***

#### **A) *Cascalheira***

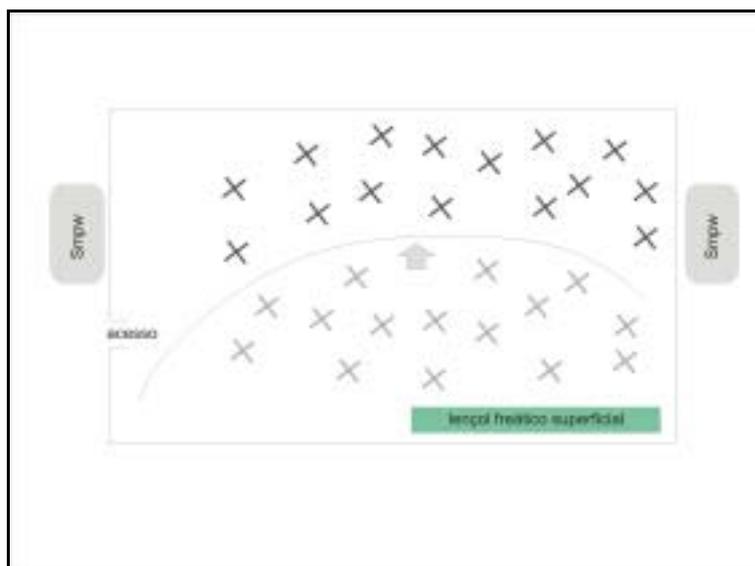
A área de Cascalheira, considerado o ambiente mais perturbado do Cerrado *sensu stricto*, localiza-se na quadra 25 do Park Way, DF. A referida área está contida na APA Gama-Cabeça de Veado, criada pelo decreto nº 9.417/86 e regulamentada pelo decreto nº 23.238, de 24 de setembro de 2002. A APA possui uma área de aproximadamente 25 mil hectares e engloba o Lago Sul QI 1, 3, 15, 17, 19, 21, Chácaras QI 5 e 7, QL 2, 16, 18 e 20, SMDB Conjuntos 12 a 19, Park Way Quadras 8, 14 a 29, Catetinho, Candangolândia e os Núcleos Rurais de Vargem Bonita e Córrego da Onça. As fitofisionomias do bioma Cerrado são quase todas encontradas na referida APA: Campo limpo, Campo sujo, Cerrado *sensu stricto*, Cerradão, Vereda e Mata de Galeria (Felfili et al., 2002).

A coleta das 30 amostras do banco de sementes da Cascalheira realizou-se ao longo de uma área onde foram implantados experimentos de recuperação de áreas degradadas com plantio de mudas, inclusive de espécies florestais, conduzidos pela Universidade de Brasília. A coleta foi efetuada de forma casual e aleatória, explorando-se as condições acidentadas do terreno (relevo ligeiramente ondulado, com trechos onde havia empossamento de água). O croqui da área com a disposição das amostras encontra-se na Figura 1.

A Cascalheira estudada (Figura 2) localiza-se em uma área bastante depauperada, que vinha sendo utilizada, há muitos anos, para retirada de cascalho e como depósito de lixo urbano. Ao se efetuar o peneiramento dos solos para a remoção das sementes, verificou-se a presença de grande quantidade de materiais, como: plásticos, vidros, latas, pedaços de tijolos, entre outros.

#### **B) *Cerrado Perturbado (fogo e desmatamento) x Não-Perturbado***

As áreas de Cerrado *sensu stricto* na APA Gama-Cabeça de Veado, DF (15°58'02"S 47°55'28"W), cujos bancos de sementes foram estudados nas condições de perturbação (por desmatamento e fogo) e não-perturbação (íntactas), localizam-se na Estação Ecológica e Experimental da Universidade de Brasília, Fazenda Água Limpa – FAL, situada a 1.100 m de altitude, entre as coordenadas 15°56'-15°59'Sul e 47°55'-47°58'WGr, no Distrito Federal (Figura 3).



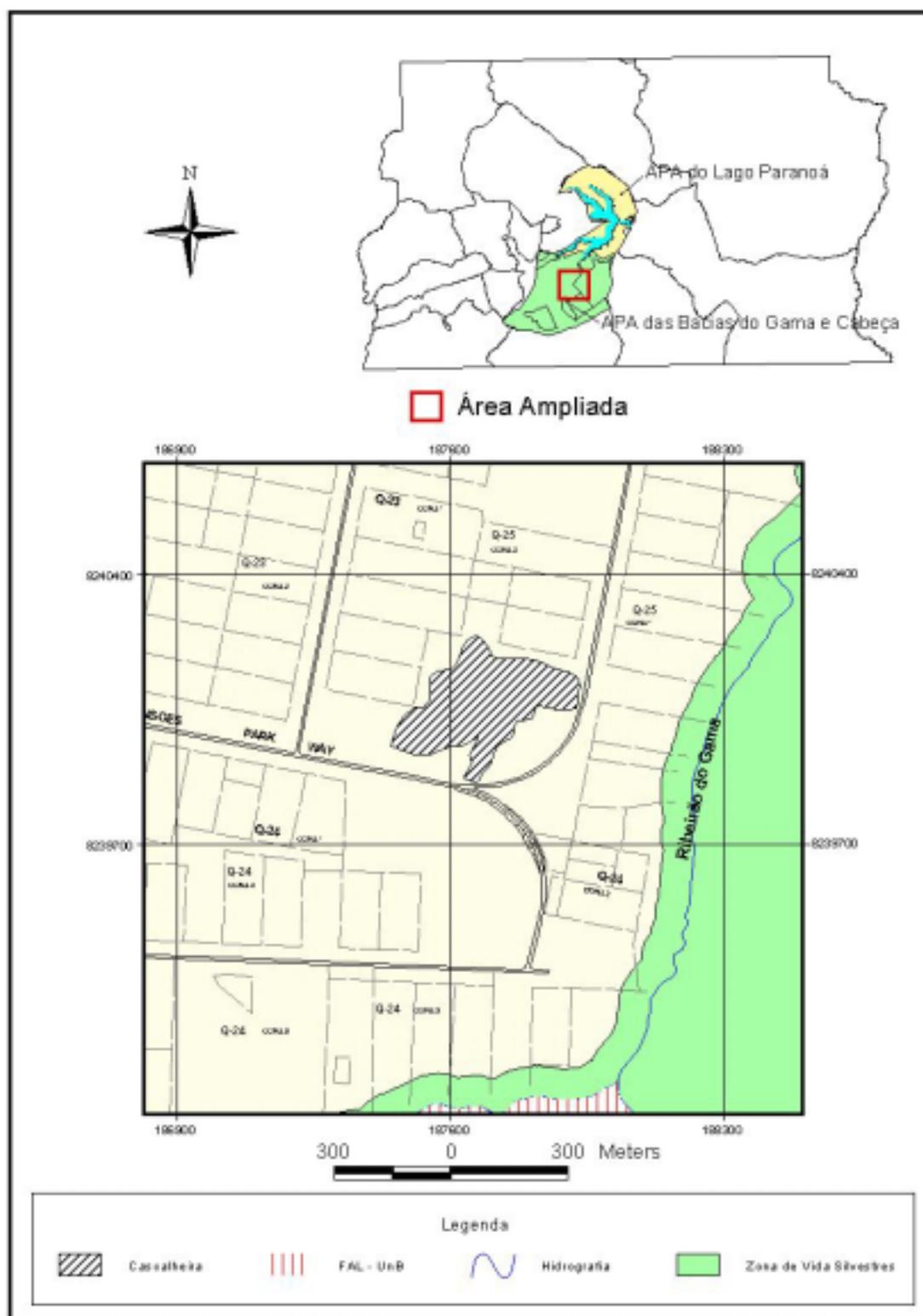
**Figura 1** – Croqui da área de Cascalheira da APA Gama-Cabeça de Veado, DF, de onde foram extraídas 30 amostras de solo para determinação do banco de sementes (X representa a amostra coletada).

A Fazenda Água Limpa ocupa cerca de 4.000 ha e o solo predominante na área é o Latossolo Vermelho-Amarelo, pobre em nutrientes e com alto teor de alumínio. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com temperatura máxima de 28,5 °C e mínima de 12 °C. A umidade relativa do ar entre maio e setembro é abaixo de 70% e a umidade mínima ocorre em agosto, com média de 47%, podendo chegar a 15%. A precipitação média anual é de 1.600 mm, com acentuada estação seca de julho a setembro (Rezende, 2002).

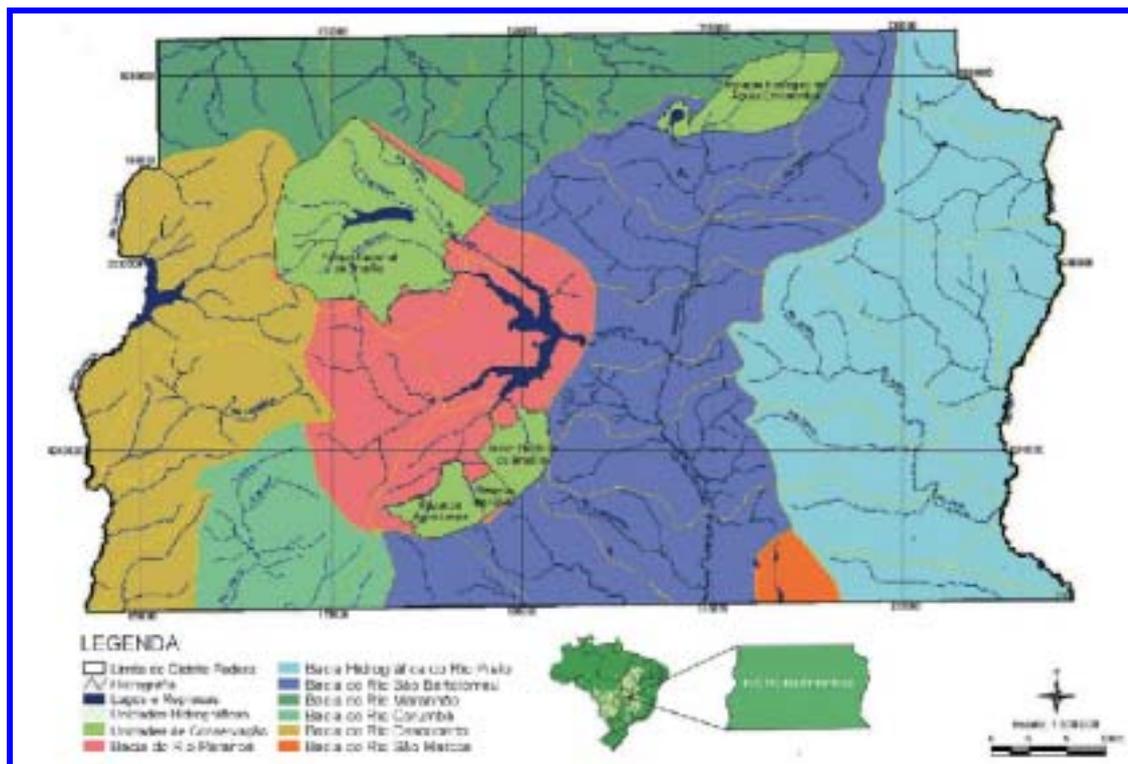
A vegetação predominante na área de estudo é o Cerrado *sensu stricto*, que ocupa uma área de 1.480 ha (37%), porém existem áreas cobertas por diversas fitofisionomias, desde Campo limpo até Matas de Galeria. Existem registros de cerca de 1.100 espécies de plantas distribuídas entre 135 famílias botânicas já identificadas na área. As famílias que se destacam são: Leguminosae, Myrtaceae, Rubiaceae, Vochysiaceae, Gramineae e Compositae (Rezende, 2002). Espécies raras também estão presentes na composição florística e o endemismo é comum (Felfili et al., 1994).

As amostras do banco de sementes do Cerrado *sensu stricto* perturbado foram coletadas em áreas sujeitas a fogo e desmatamento, corte com motosserra, retirada de lenha, passagem de lâmina, gradagem e fogo, quando da instalação de um experimento silvicultural (Rezende, 2002). Nessa condição foram recolhidas 30 amostras aleatoriamente. Observa-se recobrimento do solo com maior variedade de espécies vegetais.

A Figura 4 apresenta o croqui da área de Cerrado perturbado por fogo e desmatamento, de onde foram retiradas as 30 amostras de solo para determinação do banco de sementes.

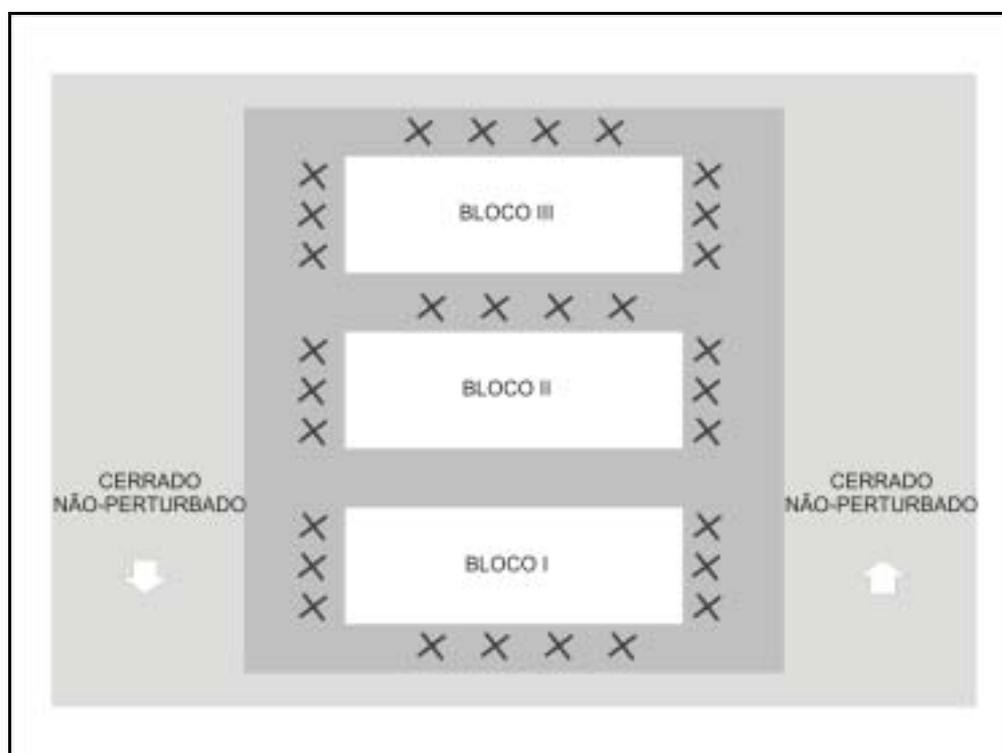


**Figura 2** – Mapa de localização da área de Cascalheira onde foram efetuadas as coletas do banco de sementes do solo.



Fonte: Rezende (2002)

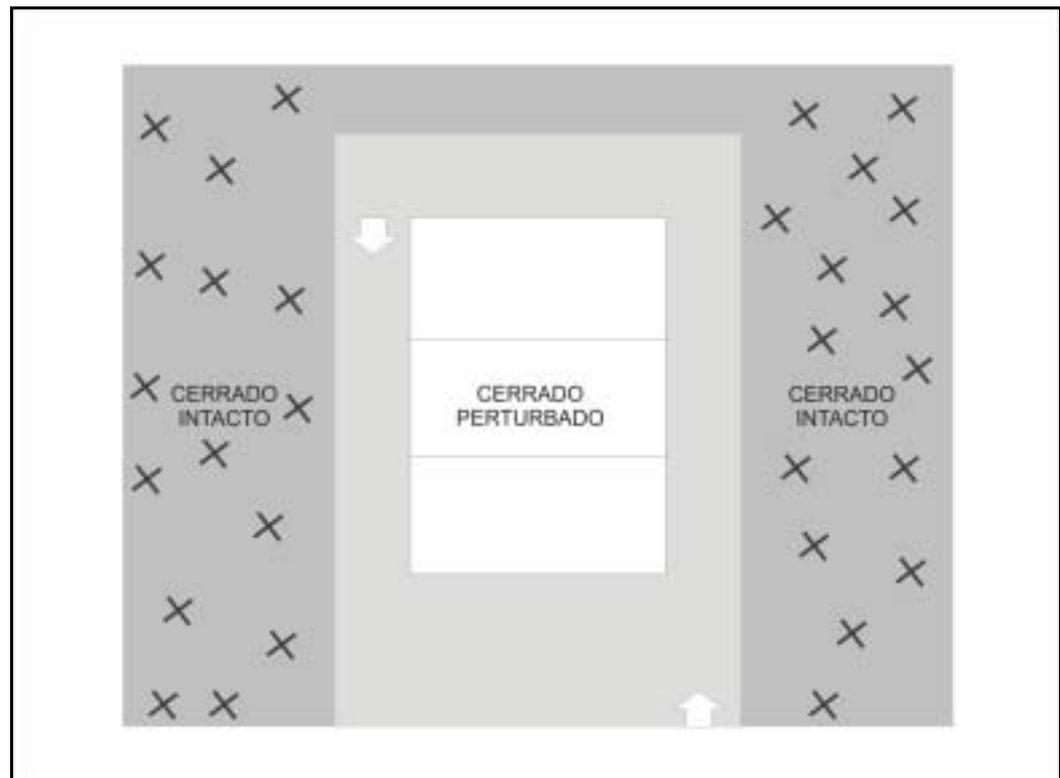
**Figura 3** – Localização da Fazenda Água Limpa, Brasília, Distrito Federal.



**Figura 4** – Croqui da área de Cerrado perturbado por fogo e desmatamento da Fazenda Água Limpa, DF, de onde foram extraídas 30 amostras de solo para determinação do banco de sementes (X representa a amostra coletada).

Outras 30 amostras, relativas ao banco de sementes do Cerrado *sensu stricto* não perturbado, foram coletadas: de 1 a 20, próximas às parcelas permanentes de inventário contínuo 2 e 3 (Felfili et al., 2000); e de 21 a 30, próximas à parcela permanente 4, de inventário contínuo (Felfili et al., 2002).

Na Figura 5 é apresentado o croqui da área de Cerrado não-perturbado de onde foram extraídas as 30 amostras de solo para análise do banco de sementes.



**Figura 5** – Croqui da área de Cerrado intacto, da Fazenda Água Limpa – DF, de onde foram extraídas as 30 amostras de solo para determinação do banco de sementes (X corresponde à amostra).

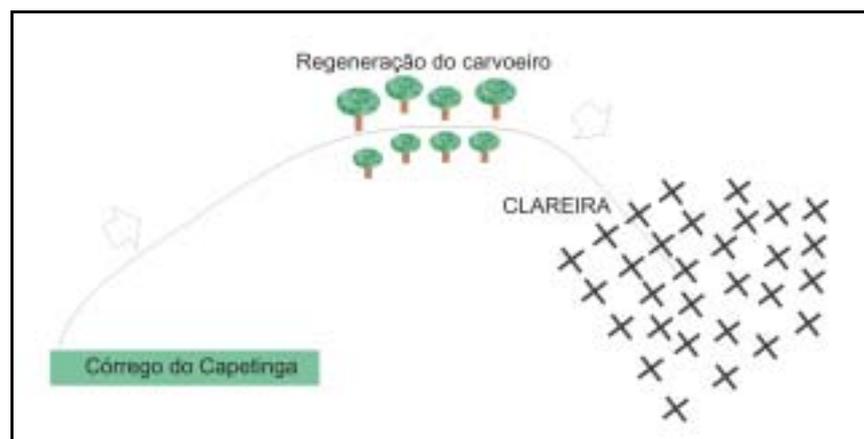
## 2.2.2. Matas de Galeria

### A) Mata do Capetinga Perturbada x Não-Perturbada

A Mata do Capetinga ( $15^{\circ}58'01''S$   $47^{\circ}56'42''W$ ) é margeada pelo córrego do Capetinga, afluente do ribeirão do Gama que deságua no Lago Paranoá; possui uma área de aproximadamente 40 ha na cabeceira, levemente inclinada sobre Latossolo Vermelho-Escuro, bem drenados. Esta mata foi atingida várias vezes por incêndios acidentais, apresentando largas extensões de áreas perturbadas e clareiras (Felfili e Silva Júnior, 1988).

A coleta das 30 amostras do banco de sementes da Mata do Capetinga perturbada foi realizada na clareira maior, que se localiza na linha 1 do inventário contínuo (Felfili, 1997), de forma casual e aleatória.

Na Figura 6 é mostrado o croqui da área de Mata de Galeria do Capetinga perturbada (com clareira) da Fazenda Água Limpa, de onde foram coletadas 30 amostras de solo para a verificação do banco de sementes.



**Figura 6** – Croqui da área de Mata de Galeria do Capetinga perturbada (com clareira), da Fazenda Água Limpa, DF, de onde foram extraídas 30 amostras de solo para determinação do banco de sementes (X corresponde à amostra).

A coleta das 30 amostras do banco de sementes da Mata do Capetinga em área de dossel fechado, ou seja, com menor perturbação, aqui denominada “não-perturbada”, foi realizada no interior da referida mata, também de forma casual e aleatória, explorando-se as diferentes condições de relevo dentro da mata e a proximidade do córrego.

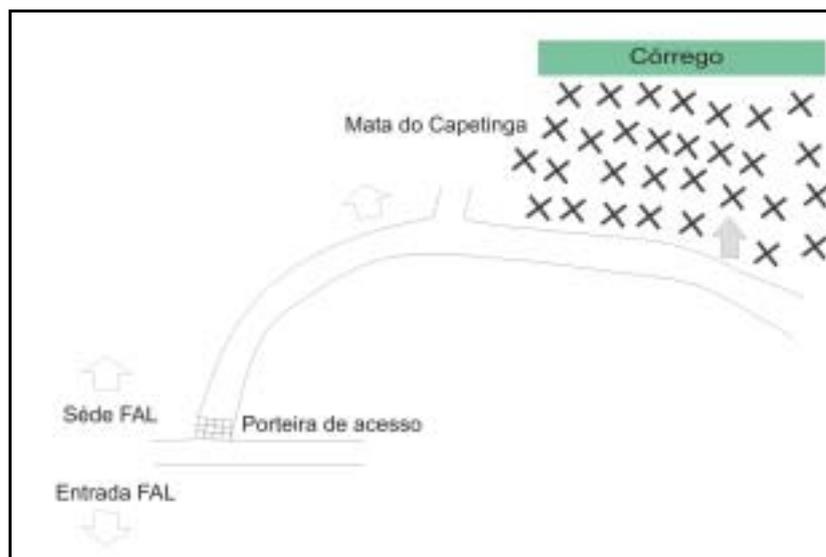
Na Figura 7 é apresentado o croqui da área de Mata do Capetinga não (ou menos) perturbada, de onde foram extraídas 30 amostras de solo para avaliação do banco de sementes.

### ***B) Mata do Gama Perturbada x Não-Perturbada***

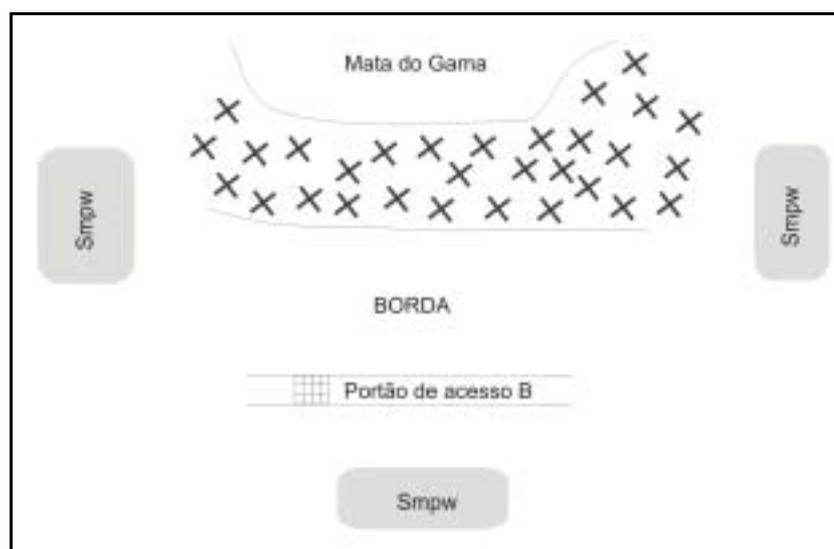
A Mata do Gama também se localiza na Fazenda Água Limpa e ocorre em solo bem drenado (Felfili, 1997). Esta mata margeia o ribeirão do Gama e está situada no limite noroeste da Fazenda Água Limpa, em área plana e bem drenada sobre Latossolo Vermelho-Escuro. Ela encontra-se em bom estado de conservação e apresenta apenas clareiras pequenas, decorrentes de queda de árvores (Felfili, 1997).

A coleta das 30 amostras do banco de sementes da Mata do Gama perturbada foi realizada na sua borda, onde houve regeneração após o fogo (Felfili, 1997).

Na Figura 8 é apresentado o croqui da área da Mata do Gama perturbada (com clareira), de onde foram extraídas 30 amostras de solo para avaliação do banco de sementes.



**Figura 7** – Croqui da área de Mata do Capetinga não-perturbada, da Fazenda Água Limpa, DF, de onde foram extraídas 30 amostras de solo para determinação do banco de sementes (X corresponde à amostra).



**Figura 8** – Croqui da área perturbada da Mata de Galeria do Gama, de onde foram extraídas 30 amostras de solo para determinação do banco de sementes (X corresponde à amostra).

A coleta das 30 amostras do banco de sementes da Mata do Gama não-perturbada foi feita no interior da mata, de forma casual e aleatória, explorando-se as diferentes condições de relevo dentro da mata e a proximidade do córrego.

Na Figura 9 é apresentado o croqui da área de Mata de Galeria do Gama não-perturbada, de onde foram extraídas 30 amostras do solo para análise do banco de sementes.



**Figura 9** – Croqui da área não-perturbada da Mata de Galeria do Gama, de onde foram extraídas 30 amostras de solo para determinação do banco de sementes (X corresponde à amostra).

### C) Solos das Áreas Experimentais

As propriedades químicas dos solos das áreas experimentais são apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1** – Propriedades químicas dos solos das áreas experimentais (desvio-padrão entre parênteses)

Propriedades dos Solos	Cascalheira da APA Gama-Cabeça de Veado	Cerrado s.s. Fazenda Agua Limpa	Mata de Galeria Córrego Capetinga	Mata de Galeria do Gama
pH em água	6,7	4,65 (0,2)	3,98 (0,2)	4,5
pH em KCl, 1M		3,63 (0,1)	3,16 (0,0)	4,0
Al (cmol <sub>(+)</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,00	0,77 (0,02)	5,02 (0,52)	3,41
N total (%)		0,2 (0,0)	0,39 (0,0)	1,11 (g kq <sup>-1</sup> )
P (mg dm <sup>-3</sup> )	3,9	0,0	61,25 (26,8)	3,30 (g kq <sup>-1</sup> )
K (cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,1	0,13 (0,01)	0,19 (0,01)	18,95 (g kq <sup>-1</sup> )
Ca (cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> )	3,5	0,18 (0,03)	0,23 (0,17)	19,90 (g kq <sup>-1</sup> )
Mg (cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,6	0,06 (0,01)	0,09 (0,02)	8,66 (g kq <sup>-1</sup> )
Razão Ca/Mg	5,83	3	2,5	4,2
% C orgânico	8,00	2,37	4,26	2,71
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )		81,8 (3,9)	79,4 (1,7)	79,20
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )		3,06 (0,0)	4,83 (1,4)	6,73 (g kq <sup>-1</sup> )
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )		1,24 (0,2)	2,30 (0,5)	1,92
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )		0,69 (0,1)	1,14 (0,3)	0,96

Fonte: Fagg (2001); Nogueira e Haridasan (1997); Felfili (1994).

### 2.3. Análise dos dados

Para cada uma das 30 amostras, de cada uma das sete áreas ou ambientes, foram avaliados os seguintes parâmetros:

- (a) Classificação da cobertura vegetal presente nas amostras de 40 x 40 x 10 cm, nas seguintes classes: 0 - 25%, 25 - 50%, 50 - 75%, 75 - 100%, realizado no campo.
- (b) Identificação (se possível) da cobertura vegetal.
- (c) Levantamento do número e tamanho das sementes em cada amostra, de acordo com as classes: (1) 0 - 5 mm, (2) 5 - 10 mm, (3) 10 - 20 mm, (4) 20 - 30 mm, (5) > 30 mm, por tratamento, no laboratório de sementes florestais.
- (d) Determinação da viabilidade das sementes de cada amostra, por tratamento (através do teste de tetrazólio 1%, em câmara de germinação a 25 °C), no laboratório de sementes florestais.

As análises estatísticas foram feitas através do teste de  $\chi^2$ , tendo o Cerrado não perturbado como esperado *versus* cada condição de perturbação (cascalheira e fogo/desmatamento), Mata do Capetinga menos perturbada *versus* clareira, Mata do Gama não-perturbada *versus* borda, para as variáveis: número de sementes e viabilidade, separadamente.

As 30 amostras de cada uma das sete áreas estudadas foram coletadas, recolhidas em sacos plásticos transparentes (50 x 80 cm) e identificadas. A coleta foi efetuada aleatoriamente nas referidas áreas, distantes umas das outras cerca de 10 a 20 metros.

Foram coletadas, também, na ocasião, as coberturas vegetais desconhecidas presentes nas amostras, para posterior identificação no Herbário da Universidade de Brasília, juntamente com especialistas da UnB e do IBGE-RECOR. Aquelas que foram identificadas, no momento do levantamento, por “mateiro”, mesmo que através apenas do nome vulgar, foram deixadas no campo, na expectativa de futura incorporação e diminuição do impacto do experimento em questão para a referida área de estudo.

A coleta e identificação (quando possível) da cobertura vegetal presente nas amostras visaram tentar correlacionar as espécies que ali se encontravam com as sementes encontradas no banco correspondente.

As amostras recolhidas foram encaminhadas para o laboratório de sementes do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, onde foram processadas através do emprego de jogo de peneiras GRANUTEST para análise de solo, com intuito de resgatar as sementes de tamanhos variados retidas nos diferentes *meshs* das peneiras.

Para determinação da classe de tamanho das sementes efetuou-se a avaliação sobre papel vegetal graduado em milímetros de cada uma das sementes encontradas nas amostras dos bancos de sementes.

O nível de cobertura vegetal presente em cada amostra foi determinado dividindo-se a área total de cada amostra por 10 e avaliando quantas subáreas estavam efetivamente recobertas.

O teste de viabilidade do tetrazólio a 1%, conduzido em câmara de germinação a 25 °C, foi efetuado por classe de tamanho das sementes, no intuito de se estabelecer uma relação entre o tamanho e a viabilidade das sementes do banco de sementes das diferentes áreas estudadas (Cascalheira, Cerrado perturbado, Cerrado não-perturbado, Mata do Capetinga perturbada, Mata do Capetinga não-perturbada, Mata do Gama perturbada e Mata do Gama não-perturbada).

As sementes foram colocadas em substrato umedecido e em câmara de germinação a 25 °C por 48 horas, sendo em seguida colocadas diretamente na solução de tetrazólio 1%, recém-preparada, por também 48 horas. As avaliações foram feitas individualmente, verificando-se a ocorrência ou não de pigmentação do eixo embrionário e dos cotilédones.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química dos solos experimentais revelou que o pH mais alto foi o da Cascalheira (6,7), por terem sido retiradas amostras próximas às covas onde foram plantadas mudas de espécies nativas; conseqüentemente, efetuaram-se adubações e correções que geraram tais resultados. As demais áreas experimentais apresentaram solos bastante ácidos. Maiores teores de alumínio foram observados nos solos da Matas de Galeria. A Mata do Capetinga se destaca por apresentar muito mais fósforo no solo que as demais áreas. A Mata do Gama, mais conservada que a do Capetinga em termos de perturbação por fogo, apresenta mais cálcio, potássio e magnésio que as demais áreas. Coube à Cascalheira os maiores valores para a razão Ca/Mg e %C orgânico, em relação às demais áreas. Observou-se também que a matéria orgânica não é elevada nem no Cerrado nem na Mata do Gama (Tabela 1).

Os resultados apresentados nos Quadros de 1 a 14 mostram que, mesmo em áreas não perturbadas de Cerrado *sensu stricto* e Matas de Galeria, a ocorrência de espécies pioneiras é maior do que a dos demais estágios sucessionais.

A sucessão da floresta tropical após corte e queima pode ser descrita pelo método de facilitação, em que as espécies invadem lentamente um sítio disponível à colonização e facilitam o estabelecimento de outras espécies (agindo como abrigo para vetores de dispersão, melhorando as condições de fertilidade do solo e fornecendo habitats adequados ao recrutamento) (Connell e Slatyer, 1977). Isso se verifica principalmente pela presença de grande contingente de gramíneas e outras invasoras nos ambientes perturbados de Cascalheira, Cerrado *sensu stricto* e Matas de Galeria (Gama e Capetinga).

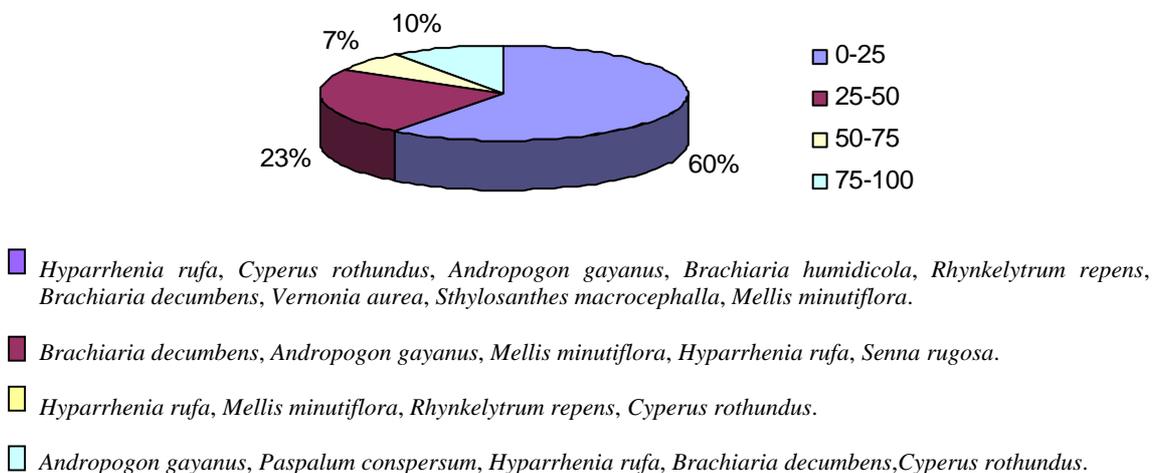
Outro ponto de vista seria de que a regeneração da floresta depende da capacidade de as árvores pioneiras vencerem a competição com as herbáceas (Tabarelli, 1997). Comparando as amostras provenientes da Cascalheira e do Cerrado perturbado e não-perturbado, verifica-se um

avanço no gradiente em termos de recobrimento vegetal da Cascalheira para o Cerrado não-perturbado.

### 3.1. Cerrado *sensu stricto*

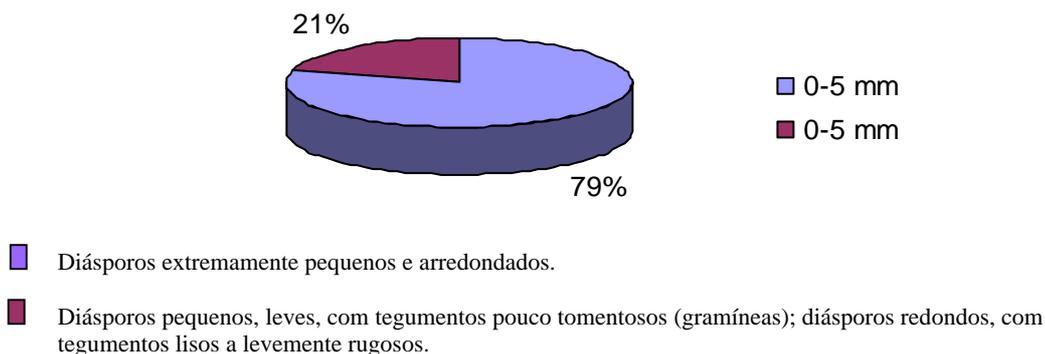
#### 3.1.1. Cascalheira

Na Figura 1 são apresentados os resultados do levantamento do banco de sementes da Cascalheira localizada na APA Gama-Cabeça de Veado, em área de Cerrado *sensu stricto*, no Distrito Federal, relativos a classe e tipos de cobertura vegetal presente nas 30 amostras coletadas. Observa-se o grau de devastação da área em função do nível de cobertura (cerca de 80% das amostras têm um nível de cobertura situado entre 0 e 50%), bem como do tipo de cobertura presente nas amostras (invasoras graminóides). Existe, sim, uma relação entre os poucos indivíduos presentes na cobertura vegetal e o banco de sementes. Dadas as características dos diásporos (pequenos e muito leves, alguns com pêlos, mecanismos de dormência, potencialidade para rápido crescimento e requerimento de luz para germinar e se estabelecer) (Metcalf e Turner, 1998), trata-se de um banco de espécies herbáceas pioneiras.



**Figura 1** – Levantamento de classe e tipos de cobertura vegetal presente nas amostras da área de Cascalheira da APA Gama-Cabeça de Veado.

Verifica-se, através da Figura 2, que praticamente só existem diásporos da classe 1 nas amostras provenientes da Cascalheira.



**Figura 2** – Percentagem de sementes, classes de tamanho (mm) e características externas dos diásporos presentes nas amostras do banco de sementes da Cascalheira da APA Gama-Cabeça de Veado, DF.

De acordo com Filgueiras e Pereira (1990), as plantas invasoras podem ser indicadoras ecológicas do grau de perturbação ambiental a que determinada área está submetida. Assim, uma área não-perturbada apresenta normalmente plantas nativas e pouca ou nenhuma invasora. No outro extremo, em ambiente totalmente perturbado, a flora é constituída apenas por elementos exóticos. Entre esses extremos existe um gradiente que espelha os diferentes graus de perturbação a que uma área está sujeita.

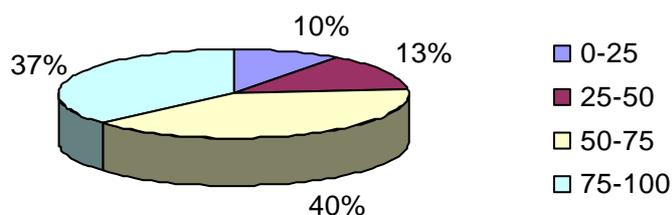
Observa-se, na área de Cascalheira, a presença maciça de espécies graminóides, inclusive de gramíneas exóticas, como *Rhynckelytrum repens*, não citada no levantamento efetuado por Felfili et al. (1994) na APA Gama-Cabeça de Veado, que aparece com frequência nessa condição.

### 3.1.2. Cerrado perturbado (desmatamento e fogo) x Cerrado não-perturbado

Embora se observe a presença de algumas espécies arbóreas na cobertura vegetal das amostras do banco de Cerrado, especialmente na condição de perturbação (Figuras 3 e 5), não se verifica correspondência com as sementes ou diásporos encontrados, sendo estes essencialmente de pioneiras graminóides com características de dispersão abiótica (anemocoria).

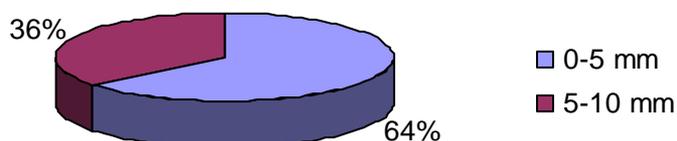
Observam-se diásporos de todas as classes de tamanho apenas para a condição de não-perturbação; contudo, o maior número de diásporos concentra-se nas duas primeiras classes de tamanho, como é possível verificar nas Figuras 4 e 6.

A *Echinolaena inflexa* (herbácea) ocorre em todas as amostras coletadas no Cerrado *sensu stricto* perturbado (pelo fogo e desmatamento) e não-perturbado. Esses resultados são compatíveis com os de Felfili et al. (1994), segundo os quais a referida espécie se destaca como mais abundante, mais freqüente e com mais alto valor de importância na APA Gama-Cabeça de Veado.



- *Myrcia* sp., *Echinolaena inflexa*, *Calliandra* sp., *Croton* sp., *Myrcia* sp., *Croton* sp., *Casearia* sp., *Mellis minutiflora*, *Kielmeyera coriacea*, morfoespécie 2 (não-gramínea), *Erythroxylum campestre*.
- *Mellis minutiflora*, *Echinolaena inflexa* e *Dalbergia miscolobium*, *Borreria* sp., *Ruellia* sp., *Eugenia* sp.
- *Maprounea* sp., *Protium* sp., *Echinolaena inflexa*, gramínea (morfoespécie 1), *Borreria* sp., *Myrcia* sp., *Casearia* sp., *Croton* sp., *Cyperus rothundus*, gramínea (morfoespécie 2), *Erythroxylum campestre*, morfoespécie 3 (não-gramínea), *Maprounea guianensis*, *Vernonia aurea*, *Eugenia* sp., *Jacaranda ulei*, *Campomanesia* sp., *Ruellia* sp., morfoespécie de trapadeira, *Calliandra dysantha*, *Bauhinia rufa*.
- *Cuphea* sp., *Echinolaena inflexa* (capim flexa), *Eugenia* sp., *Casearia* sp., *Myrcia* sp., *Miconia* sp., *Manihot* sp., *Borreria* sp., *Croton* sp., gramínea (morfoespécie 1), *Ruellia* sp., *Erythroxylum campestre*, *Bauhinia rufa*, *Roupala montana*, *Kielmeyera coriacea*, *Campomanesia* sp., *Stryphnodendron adstringens*, *Mellis minutiflora* (capim meloso), *Ouratea hexasperma*, *Andira humilis*, *Agonandra brasiliense*, gramínea (morfoespécie 1), *Casearia* sp., *Myrcia* sp.1, *Calliandra dysantha*.

**Figura 3** – Levantamento de classe e tipos de cobertura vegetal presente nas amostras da área de Cerrado *sensu stricto* perturbado (fogo e desmatamento), da Fazenda Água Limpa-DF.

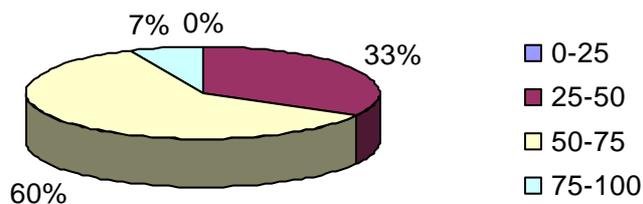


- Diásporos pequenos, leves, com tegumentos pouco tomentosos (gramíneas); diásporos arredondados, com tegumentos lisos a caracaxentos.
- Diásporos pequenos, leves, com tegumentos pouco tomentosos (gramíneas).

**Figura 4** – Porcentagem de sementes, classes de tamanho (mm) e características externas dos diásporos presentes nas amostras do banco de sementes do Cerrado *sensu stricto* perturbado (fogo e desmatamento), da Fazenda Água Limpa-UnB, DF.

Muitas das espécies encontradas na cobertura vegetal das amostras, nos ambientes de Cerrado *sensu stricto* perturbado (pelo fogo e desmatamento) e não-perturbado, também foram observadas por Felfili et al. (1994).

A predominância das duas primeiras classes de tamanho dos diásporos indica que o banco de sementes deve ser formado principalmente por pioneiras (Metcalf e Turner, 1998).



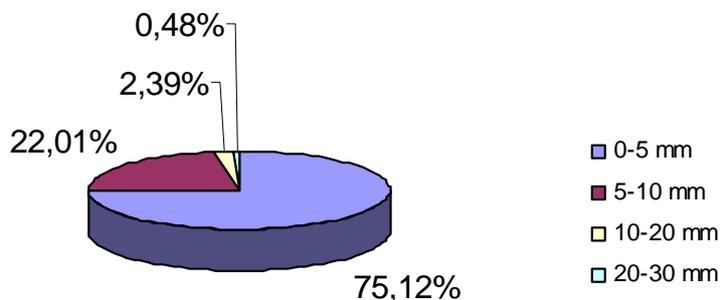
■ zero

■ *Echinolaena inflexa*, morfoespécie 1 (não-gramínea), *Rhynckelytrum repens*, morfoespécie de Myrtaceae, *Croton* sp., *Austroplenckia* sp., morfoespécie 2 (não-gramínea), *Bauhinia* sp., *Casearia* sp., *Erythroxyllum campestris*, morfoespécie de Myrtaceae, morfoespécie de Myrtaceae 1, *Chamecrista* sp.

■ *Echinolaena inflexa*, *Rhynckelytrum repens*, morfoespécie de Myrtaceae, *Croton* sp., *Ruellia* sp., *Borreria* sp., *Cyperus rothundus*, *Maprounea* sp., *Sthylosanthes macrocephalla*, *Austroplenckia* sp., *Erythroxyllum* sp., *Campomanesia* sp., morfoespécie 2 (não-gramínea), *Casearia* sp., *Eremanthus* sp., morfoespécie de Myrtaceae 1, *Bauhinia rufa*, *Erythroxyllum campestris*, *Erythroxyllum decido*, *Qualea parviflora*, *Austroplenckia* sp., *Campomanesia* sp., *Cyperus rothundus*, *Chamaecrista* sp., morfoespécie 3 (não-gramínea), morfoespécie de Myrtaceae 2

■ *Echinolaena inflexa*, *Maprounea* sp., *Sthylosanthes macrocephalla*, *Ruellia* sp., *Rhynckelytrum repens*, *Cróton* sp., *Vernonia aurea*, *Roupalla guianensis*, *Casearia sylvestris*, *Peixoto* sp., morfoespécie de Rubiaceae.

**Figura 5** – Levantamento de classe e tipos de cobertura vegetal presente nas amostras da área de Cerrado *sensu stricto* não-perturbado, da Fazenda Água Limpa-DF.



■ Diásporos pequenos, leves, com tegumentos pouco tomentosos (gramíneas); diásporos arredondados, com tegumentos lisos a caracaxentos; diásporos leves, com expansões aliformes; Diásporos com tegumentos pilosos.

■ Diásporos pequenos, leves, com tegumentos pouco tomentosos (gramíneas); diásporos arredondados, com tegumentos lisos a caracaxentos; diásporos leves, com expansões aliformes.

■ Diásporos pequenos, leves, com tegumentos pouco tomentosos (gramíneas); diásporos arredondados, com tegumentos lisos a caracaxentos; diásporos leves, com expansões aliformes.

■ Diásporos pequenos, leves, com tegumentos pouco tomentosos (gramíneas); diásporos arredondados, com tegumentos lisos a caracaxentos; diásporos leves, com expansões aliformes.

**Figura 6** – Porcentagem de sementes, classes de tamanho (mm) e características externas dos diásporos presentes nas amostras do banco de sementes do Cerrado *sensu stricto* não-perturbado, da Fazenda Água Limpa-DF.

De acordo com Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger (1988), a maioria das espécies do Cerrado tem dispersão zoocórica, embora a anemocoria deva ser também importante. Mantovani e Martins (1988) sugeriram a existência de frutos zoocóricos maduros durante o ano todo em áreas do Cerrado. As espécies zoocóricas com dispersão contínua ao longo do ano têm a vantagem de disponibilizar os frutos para os dispersores por um longo período, aumentando a possibilidade de dispersão. Entretanto, espécies com dispersão agregada podem fazer um escalonamento na comunidade e, assim, compartilhar dispersores (Pinheiro, 1999).

As espécies anemocóricas não têm competição por agentes dispersores e, assim, a época de produção de frutos poderia ser sincronizada com as condições abióticas. A baixa precipitação e a queda de folhas de muitas espécies na estação seca e sua posição na estratificação (sucessão), somadas aos ventos fortes deste período, propiciariam melhor dispersão dos diásporos (Morellato et al., 1989). Contudo, Oliveira (1998) salienta que a distribuição de espécies anemocóricas do Cerrado depende das mudanças fisionômicas, de forma que períodos de dispersão e disponibilidade de frutos devem ser diferentes entre as fitofisionomias, influenciando a organização da comunidade.

O que se verifica nos bancos de sementes da Cascalheira, Cerrado perturbado (por fogo e desmatamento) e Cerrado não-perturbado é um gradiente de diásporos que, à medida que avança o grau de perturbação, diminui o tamanho e a variedade de diásporos.

O teste de Qui-Quadrado realizado para comparar os desvios em relação às áreas do Cerrado *sensu stricto*, considerando o Cerrado não-perturbado como valor esperado, em relação ao número de sementes, resultou em que, para Cerrado perturbado por fogo e desmatamento, o valor do  $\chi^2$  (calculado) foi de 968,91, com um grau de liberdade, sendo significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,001$ ); logo, existe diferença entre as duas áreas com relação ao número de sementes. Para a Cascalheira, o  $\chi^2$  (calculado) foi de 394,94, com um grau de liberdade, sendo significativo a 1% de probabilidade ( $P < 0,001$ ); as duas áreas foram distintas em relação ao número de sementes no banco do solo.

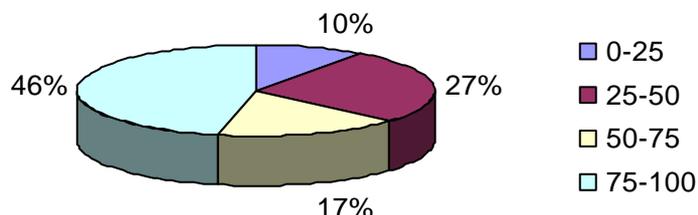
Verifica-se que o fogo e o desmatamento exercem um efeito perturbador menor e menos danoso que a extração de cascalho; isso é lógico, considerando-se que, sendo excessivo o grau de perturbação, é possível que haja comprometimento da recuperação da área, caso essa seja dependente exclusiva do banco de sementes.

## **3.2. Matas de Galeria**

### **3.2.1. Mata do Capetinga**

Na Mata de Galeria do Capetinga verifica-se uma predominância de espécies invasoras presentes na cobertura vegetal das amostras tanto na condição perturbada quanto na condição

menos perturbada (aqui considerada intacta) (Figuras 7 e 9). Deve-se salientar que esta mata (floresta), como um todo, sofreu queimadas sucessivas.

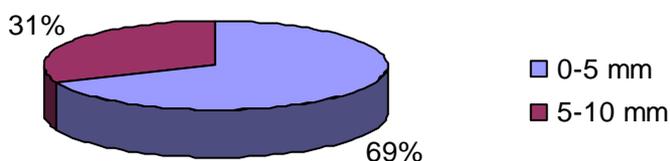


- *Olyra latifolia*, *Ciatea* sp., *Olyra latifolia*, morfoespécie de trepadeira.
- *Olyra latifolia*, morfoespécie de trepadeira, *Olyra latifolia*, *Ciatea* sp., *Brachiaria decumbens*, morfoespécie de Melastomatácea, *Ciatea* sp.
- *Olyra latifolia*, *Ciatea* sp., morfoespécie de trepadeira, *Cyperus rothundus*.
- *Olyra latifolia*, *Ciatea* sp., morfoespécie de trepadeira, *Rychospora corymbosa*, morfoespécie de Melastomatácea.

**Figura 7** – Levantamento de classe e tipos de cobertura vegetal presente nas amostras da área de Mata de Galeria do Capetinga perturbada (clareira), da Fazenda Água Limpa-UnB, DF.

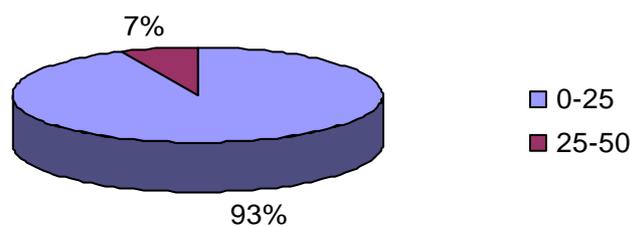
No entanto, na condição intacta (menos perturbada) é possível identificar a presença de mudas de algumas espécies florestais.

Nos bancos de sementes as distinções são maiores: observa-se que na condição perturbada existem diásporos apenas nas classes 1 e 2, com supremacia dos diásporos com características de dispersão anemocórica e de gramíneas. Na condição intacta, verificam-se diásporos em todas as classes de tamanho, com presença de sementes de espécies florestais em algumas das amostras (Figuras 8 e 10).



- Diásporos pequenos, leves, com tegumentos pouco tomentosos (gramíneas).
- Diásporos pequenos, leves, com tegumentos pouco tomentosos (gramíneas).

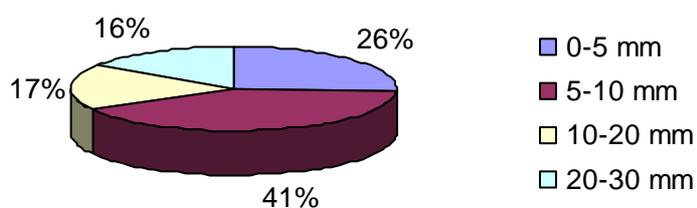
**Figura 8** – Porcentagem de sementes, classes de tamanho (mm) e características externas dos diásporos presentes nas amostras do banco de sementes da Mata de Galeria do Capetinga perturbada, da Fazenda Água Limpa-UnB, DF.



■ *Olyra latifolia*, *Ciatea* sp., morfoespécie de trepadeira, *Rynchospora corymbosa*, morfoespécie de Melastomatácea, *Olyra taquara*, *Palicourea marcgravii*, *Cabralea canjerana*, *Mataiba guianensis*, *Hypolytrum pungens*, *Amaioua guianensis*.

■ Morfoespécie de trepadeira, *Olyra taquara* e *Palicourea marcgravii*.

**Figura 9** – Levantamento de classe e tipos de cobertura vegetal presente nas amostras da área de Mata de Galeria do Capetinga não-perturbada (interior da mata), da Fazenda Água Limpa-UnB, DF.



■ Diásporos pequenos, leves, com tegumentos pouco tomentosos (gramíneas).

■ Diásporos pequenos, leves, com tegumentos pouco tomentosos (gramíneas).

■ Diásporos arredondados com tegumento liso, tipo coquinho (*Emmotum nitens*).

■ Diásporos arredondados com tegumento liso, levemente sulcado (*Sacoglottys guianensis*, *Cryptocaria aschersoniana*).

**Figura 10** – Porcentagem de sementes, classes de tamanho (mm) e características externas dos diásporos presentes nas amostras do banco de sementes da Mata de Galeria do Capetinga não-perturbada, da Fazenda Água Limpa-UnB, DF.

Na Mata de Galeria do Capetinga perturbada e menos perturbada observa-se a presença maciça de *Olyra taquara*, endêmica do Brasil Central (Filgueiras, 1988). Também Felfili et al. (1994) encontraram a referida espécie dentre as mais abundantes, mais frequentes e de maior valor de importância nas matas da APA Gama-Cabeça de Veado, no DF.

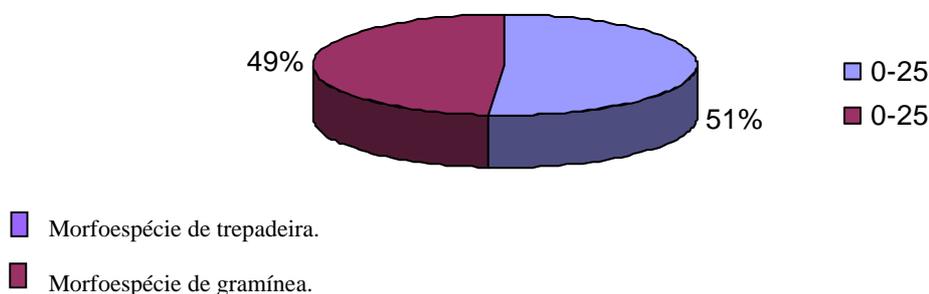
Algumas sementes ou diásporos encontrados no banco de sementes da Mata de Galeria do Capetinga puderam ser identificados, sendo verificada a presença de espécies arbóreas pioneiras, como *Piptocarpha macropoda* (DC.) Baker (Felfili et al., 2000; Felfili, 1997), além de espécies de estágios mais avançados de sucessão.

O teste de  $\chi^2$  realizado na Mata do Capetinga, com relação ao número de sementes, considerando a área de mata não-perturbada como valor esperado e a área de mata perturbada como valor observado, resultou em um  $\chi^2$  calculado de 331,93, com um grau de liberdade, valor esse significativo ( $p < 0,001$ ), indicando que existe diferença entre as áreas.

### 3.2.2. Mata do Gama

Comparando os resultados apresentados nas Figuras 11 e 13, verifica-se que na condição de Mata de Galeria do Gama perturbada é grande a incidência de espécies invasoras na cobertura vegetal das amostras. Embora seja uma mata mais conservada do que a Mata do Capetinga, observa-se um nível de cobertura vegetal das amostras pobre em quantidade e qualidade para a área perturbada da Mata do Gama.

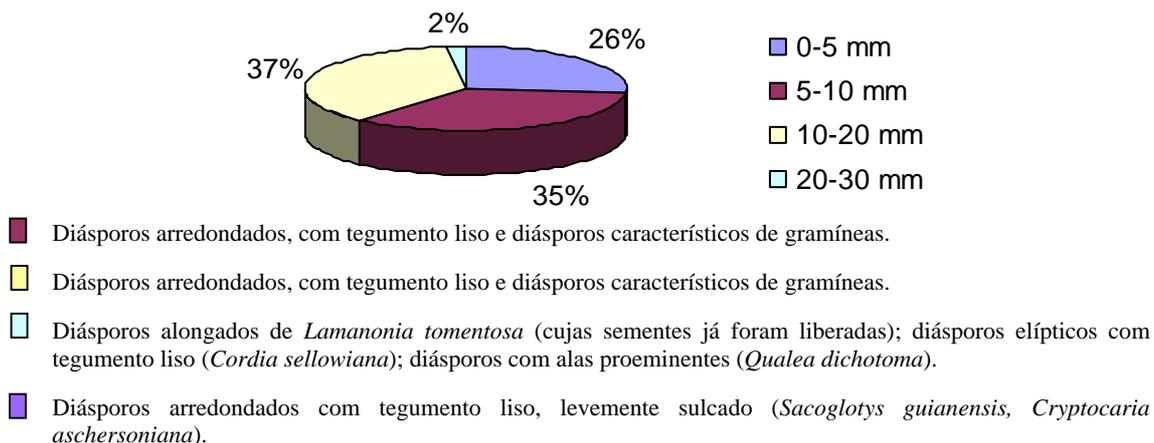
Quanto aos bancos de sementes, verifica-se que existem diásporos distribuídos nas quatro classes consideradas, assim como a presença de sementes ou diásporos de espécies florestais, principalmente na classe 3, em áreas perturbadas e não-perturbadas (Figuras 12 e 14).



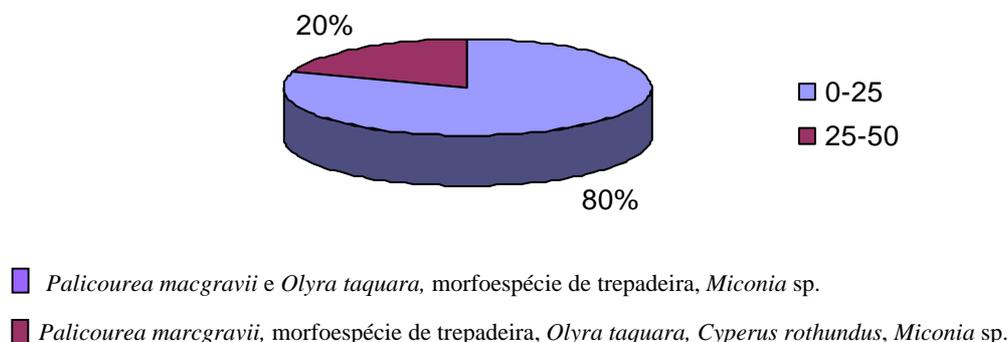
**Figura 11** – Levantamento de classe e tipos de cobertura vegetal presente nas amostras da área de Mata de Galeria do Gama perturbada (clareira), da APA Gama-Cabeça de Veado, DF.

Na cobertura vegetal das amostras provenientes da Mata do Gama não-perturbada, observa-se a presença dominante da espécie *Palicourea marcgravii*, uma Rubiaceae. Trata-se de um arbusto encontrado principalmente em ambientes de mata e cerradão, mas que também se faz presente nos cerrados da APA Gama-Cabeça de Veado, DF, de acordo com levantamento efetuado por Felfili et al. (1994).

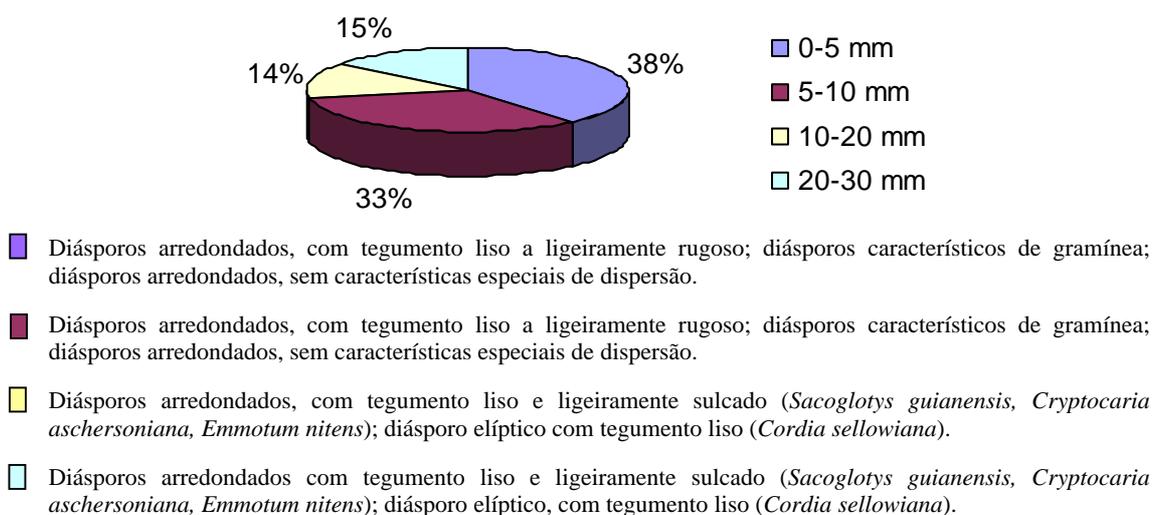
O bambu *Olyra taquara* também é encontrado em algumas amostras da mata não-perturbada, mas encontra-se totalmente ausente nas amostras da mata perturbada.



**Figura 12** – Porcentagem de sementes, classes de tamanho (mm) e características externas dos diásporos presentes nas amostras do banco de sementes da Mata de Galeria do Gama perturbada (clareira), da APA Gama-Cabeça de Veado, DF.



**Figura 13** – Levantamento de classe e tipos de cobertura vegetal presente nas amostras da área de Mata de Galeria do Gama não-perturbada (interior da mata), da APA Gama-Cabeça de Veado, DF.



**Figura 14** – Porcentagem de sementes, classes de tamanho (mm) e características externas dos diásporos presentes nas amostras do banco de sementes da Mata de Galeria do Gama não- perturbada (interior da mata), da APA Gama-Cabeça de Veado, DF.

Algumas sementes ou diásporos encontrados no banco de sementes da Mata de Galeria do Gama puderam ser identificados, verificando-se a presença de espécies de estágios mais avançados da sucessão (Felfili et al., 2000; Felfili, 1997), indicando tratar-se de uma mata (floresta) realmente mais conservada, mesmo na área considerada perturbada, com um banco de sementes que reflete esse estado.

O teste de  $\chi^2$  realizado na Mata do Gama, com relação ao número de sementes, considerando a área de mata (floresta) não-perturbada como valor esperado e a área de mata (floresta) perturbada como valor observado, resultou em um  $\chi^2$  calculado de 93,18, com um grau de liberdade, valor esse significativo ( $p < 0,001$ ), indicando que existe diferença entre as áreas.

Comparando os resultados do teste de  $\chi^2$ , observa-se que as diferenças no Cerrado *sensu stricto* são bem maiores que as diferenças encontradas para as Matas de Galeria, considerando-se o número de sementes presente no solo.

### **3.3. Viabilidade das sementes nos solos experimentais**

De acordo com Kageyama e Viana (1991), as espécies pioneiras possuem longevidade natural, conservando sua viabilidade por um longo período. Observa-se, com base nos resultados (Figura 15), que as sementes que ocorrem principalmente nas classes de tamanho 1 (0 – 5 mm) e 2 (5 – 10 mm) têm uma longevidade maior comparada às de classes maiores encontradas nos bancos das áreas estudadas, verificada através do teste de tetrazólio 1%. Não foi possível aplicar o teste de  $\chi^2$  para o número de sementes viáveis (através do tetrazólio), por não ser o mesmo apropriado para classes inferiores a 5.

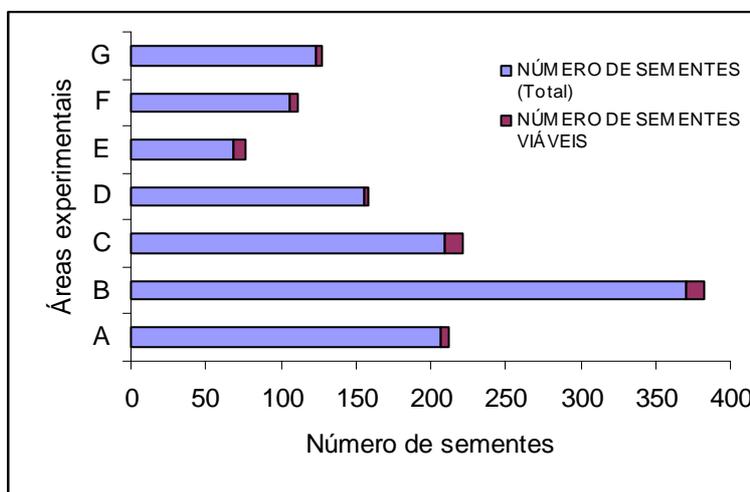
Verifica-se também (com base na Figura 15) um gradiente no Cerrado *sensu stricto* no qual a relação sementes viáveis/sementes totais do banco é: Cerrado não-perturbado > Cerrado perturbado por fogo e desmatamento > Cascalheira. Também no caso da Mata de Galeria do Capetinga há uma nítida distinção entre área perturbada e não (ou menos) perturbada, sendo: Mata do Capetinga não-perturbada > Mata do Capetinga perturbada.

Contudo, na Mata de Galeria do Gama, por se tratar de uma mata mais conservada do que a do Capetinga, a relação sementes viáveis/sementes totais do banco é semelhante para ambas as condições (perturbada e não-perturbada).

O número de sementes viáveis em todas as áreas estudadas pode ser devido à coleta de sementes ou diásporos que já estavam há bastante tempo nos bancos de sementes e que, por não terem encontrado a condição adequada para germinação, vieram a morrer. A presença de indivíduos brocados e com embrião ressequido reforça essa possibilidade.

Outra possibilidade plausível é a ocorrência de sementes dormentes, cujo metabolismo excessivamente baixo, aliado ao possivelmente curto tempo de exposição das sementes na

solução de tetrazólio, não conseguiu expressar seu real vigor e viabilidade. Assim, as sementes que não coloriram podem estar viáveis, por se tratar de sementes de banco permanentes (devido à dormência primária ou secundária).



A – Cascalheira; B – Cerrado perturbado; C – Cerrado não-perturbado; D – Mata do Capetinga perturbada; E – Mata do Capetinga não-perturbada; F – Mata do Gama perturbada; G – Mata do Gama não-perturbada.

**Figura 15** – Viabilidade das sementes presentes nos bancos de sementes das áreas de Cerrado *sensu stricto* e de Matas de Galerias.

A baixa viabilidade das sementes dos bancos de sementes estudados pode estar relacionada à velocidade de penetração da solução no interior das sementes, mesmo naquelas com tegumentos aparentemente finos e delicados, por não ser conhecida a fisiologia de todas as sementes presentes nos bancos, o que facilitaria e favoreceria a aplicação de métodos de preparo das sementes mais adequados.

Como todas as sementes foram abertas para avaliação da coloração dos tecidos vivos, observou-se uma grande quantidade de sementes chochas ou diásporos vazios, principalmente na classe 2 (aproximadamente 70%). Provavelmente, as sementes foram formadas em uma condição climática (umidade e temperatura) desfavorável, devido a um ano atípico; as sementes se liberaram dos frutos e germinaram ou migraram para outras áreas, permanecendo apenas restos de frutos; ou, ainda, houve um ataque excessivo de pragas justamente nas amostras coletadas.

As sementes das classes 3 e 4, por possuírem tegumento extremamente rígido, poderiam ter o resultado do tetrazólio comprometido; contudo, ao se efetuar a abertura das sementes, verificou-se, dessa feita, um grande número de sementes brocadas e outro tanto com embrião ressequido, perfazendo 100% das sementes coletadas dessas classes.

De acordo com Roberts (1981), a forma mais adequada para a determinação da presença e da quantidade de sementes no solo é a observação da emergência das plântulas no sítio. No entanto, a utilização de técnicas que envolvem a determinação do número de sementes retirando-se amostras de solo para germinação em locais apropriados ou usando separação física das sementes das partículas do solo (baseando-se nas diferenças de tamanho e densidade) tem sido freqüente e tem fornecido resultados confiáveis.

Com relação às sementes que germinaram, uma semente foi da classe 1 da Cascalheira, duas sementes da classe 1 do Cerrado perturbado e uma semente da classe 3 do Cerrado não-perturbado, dentro do prazo de conclusão do peneiramento (para separar sementes de partículas do solo). Como não foram efetuados tratamentos pré-germinativos às sementes, aquelas que germinaram podem ser consideradas apenas como as mais vigorosas dentro das amostras e classes de onde vieram.

Com base nos resultados obtidos para o banco de sementes, tomando por base o número de sementes no solo, tem-se a confirmação da hipótese de que, em ambientes perturbados, deve haver um número de sementes maior com vistas à recuperação dessas áreas.

Quanto ao tamanho dos diásporos e às características gerais, observa-se a predominância de diásporos pequenos e leves, típicos de dispersão anemocórica. Contudo, não é possível afirmar que se tratar apenas de diásporos de espécies pioneiras, pois, no Cerrado, a dispersão anemocórica é comum a todos os níveis serais. É possível, sim, afirmar a importância das pioneiras na recuperação das áreas partindo-se da análise da cobertura vegetal das amostras nas diversas condições estudada.

No que se refere à viabilidade das sementes dos bancos estudados, não foi possível classificá-los em persistente ou temporário através do tetrazólio, por não se conhecer a fisiologia das sementes envolvidas, sendo recomendado aguardar a germinação das sementes para futuros trabalhos.

#### 4. CONCLUSÃO

Os bancos de sementes da Cascalheira, do Cerrado *sensu stricto* com e sem perturbação, das Matas do Capetinga e do Gama, com e sem perturbação, mostraram que, quanto maior o grau de perturbação, maior o estoque do banco de sementes formado por diásporos com características de gramíneas, em detrimento de espécies arbóreas florestais.

Constatou-se a existência de um gradiente no Cerrado *sensu stricto* no qual a relação sementes viáveis/sementes totais do banco foi: Cerrado não-perturbado > Cerrado perturbado por fogo e desmatamento > Cascalheira. Também no caso da Mata de Galeria do Capetinga houve uma nítida distinção entre área perturbada (com clareira) e não (ou menos) perturbada (interior da mata), sendo: Mata do Capetinga não-perturbada > Mata do Capetinga perturbada.

A Mata de Galeria do Gama, mais conservada do que a do Capetinga, apresentou uma relação sementes viáveis/sementes totais do banco semelhante para ambas as condições (borda e interior da mata), sendo possível a recuperação das áreas degradadas, nessa condição, através do banco de sementes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **American Naturalist**, v. 111, p. 1119-1140, 1977.

FAGG, C. **Influência da fertilidade de solo e níveis de sombreamento no desenvolvimento inicial de espécies nativas de *Acacia* e sua distribuição no cerrado**. 2001. 166 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

FELFILI, J. M. Comparison of dynamics of two gallery forests in Central Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ASSESSMENT AND MONITORING OF FORESTS IN TROPICAL DRY REGIONS WITH SPECIAL REFERENCE TO GALLERY FORESTS, 1996, Brasília. **Proceedings...** Brasília: Universidade de Brasília, 1997. p. 115-124.

FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SILVA, J. C. S.; OLIVEIRA, E. C. L.; PINTO, J. R. R.; SILVA JÚNIOR, M. C.; RAMOS, K. M. O. **Plantas da APA Gama-Cabeça de Veado: espécies, ecossistemas e recuperação**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2002. 52 p.

FELFILI, J. M.; HARIDASAN, M.; MENDONÇA, R. C.; FILGUEIRAS, T. S.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V. Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos. **Caderno de Geociências**, v. 12, p. 75-166, 1994.

FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SILVA, M. A. Changes in the florist composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, p. 579-590, 2000.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Distribuição de diâmetros numa faixa de Cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília – DF. **Acta Botânica Brasileira**, v. 2, n. 1, p. 85-104, 1988.

FILGUEIRAS, T. S. Bambus do Distrito Federal, Brasil (Gramineae: Bambusoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, p. 47-66, 1988.

GOMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C.; HARDLEY, M. **Tropical rain forest: regeneration and management**. New York: Blackwell, 1991. 385 p.

HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Canopy gaps and the dynamics of a Neotropical forest. In: CRAWLEY, M. J. (Ed.) **Plant Ecology**. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 1986. p. 77-96.

KAGEYAMA, P. Y. Estudo para implantação de matas ciliares de proteção na Bacia Hidrográfica do Passa Cinco visando a utilização para abastecimento público, SP., DAEE/USP/PESALQ. **Relatório de Pesquisa**. 1986. 237 p.

- KAGEYAMA, P. Y.; BIELLA, L. C.; PALERMO, J. A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção de reservatório. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1990. p. 13.
- KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A.; CARPANEZZI, A. A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 130-143.
- KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 197-215.
- LEAL FILHO, W. **Caracterização do banco de sementes de três estádios de uma sucessão vegetal na zona da mata de Minas Gerais.** 1992. 163 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.
- LEITE, L. L.; MARTINS, C. R.; HARIDASAN, M. Propriedades físico-hídricas do solo de uma cascalheira e de áreas adjacentes com vegetação nativa de campo sujo e cerrado no Parque Nacional de Brasília. In: Recuperação de Áreas Degradadas. SIMPÓSIO SUL-AMERICANO e SIMPÓSIO NACIONAL, 2., 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 392-399.
- MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, p. 101-112, 1988.
- MARTINS, C. C.; SILVA, W. R. Estudo de bancos de sementes do solo. **Informativo ABRATES**, v. 4, n. 1, p. 49-56, 1994.
- METCALFE, D. J.; TURNER, I. M. Soil seed bank from lowland rain Forest in Singapore: canopy-gap and litter-gap demanders. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 103-108, 1998.
- MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F.; JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 12, p. 85-98, 1989.
- NOGUEIRA, P. E.; HARIDASAN, M. Foliar nutrient concentration of tree species of four gallery forests in central Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ASSESSMENT AND MONITORING OF FORESTS IN TROPICAL DRY REGIONS WITH SPECIAL REFERENCE TO GALLERY FORESTS, 1996, Brasília. **Proceedings...** Brasília: University of Brasília, 1997. p. 309-321.
- OLIVEIRA, P. E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora.** EMBRAPA. Planaltina-DF. 1998.
- PINHEIRO, F. **Síndrome de dispersão de sementes de Matas de Galeria do Distrito Federal.** 1999. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

PRIMACK, R. B.; LEE, H. S. Population dynamics of pioneer (*Macaranga*) trees and understorey (*Mallotus*) trees (Euphorbiaceae) in primary and selectively logged Bornean rain forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 7, p. 439-458, 1991.

RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. Regeneração natural da floresta: banco de sementes do solo. In: FORREST 2000, 2000, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: BIOSFERA, 2000. p. 180-181.

REZENDE, A. V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado *sensu stricto* submetido a distúrbios por desmatamento.** 2002. 242 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

ROBERTS, H. A. Seed banks in soil. **Advances Applied Biology**, v. 6, p. 1-55, 1981.

SCHMTZ, M. C. Banco de sementes no solo em áreas de reservatório da UHE Paraibuna. In: KAGEYAMA, P. Y. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatório de usinas hidrelétricas da CESP. **Série IPEF**, v. 8, n. 25, p. 7-8, 1992.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G. A. A polinização das plantas do cerrado. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, p. 651-663, 1988.

TABARELLI, M. **A regeneração da floresta Atlântica Montana.** 1997. 104 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

WHITMORE, T. C. **Tropical rain forests of the far east.** Oxford: Clarendon Press, 1984. 352 p.

## CONCLUSÕES GERAIS

- Os estudos do comportamento germinativo das espécies pioneiras do Cerrado *sensu stricto* (*Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum* Benth. e *Solanum lycocarpum* A.St. Hil.) revelaram semelhanças muito grandes com relação ao comportamento germinativo de espécies pioneiras típicas de Matas de Galeria (*Cecropia pachystachya* Trec.). Em ambos os casos há o mecanismo de dormência nas sementes, que favorece sua manutenção no banco do solo nas áreas em que ocorrem, promovendo a manutenção de sua viabilidade por um período maior. Enquanto dormentes, a luz aparentemente não é efetiva sobre a germinação das sementes.

- Os estudos relativos ao crescimento inicial das espécies revelaram que, para as espécies pioneiras características do Cerrado *sensu stricto* e de Matas de Galeria, o investimento maior ocorreu no crescimento e desenvolvimento do sistema radicular.

- O estudo do banco de sementes da Cascalheira, do Cerrado *sensu stricto* com e sem perturbação e das Matas do Capetinga e do Gama, com e sem perturbação, mostrou que, quanto maior o grau de perturbação, maior o estoque do banco de sementes formado por diásporos com características de gramíneas, em detrimento de espécies arbóreas florestais. Constatou-se a existência de um gradiente no Cerrado *sensu stricto* no qual a relação sementes viáveis/sementes totais do banco foi: Cerrado não-perturbado > Cerrado perturbado por fogo e desmatamento > Cascalheira. Também no caso da Mata de Galeria do Capetinga houve uma nítida distinção entre área perturbada (com clareira) e não (ou menos) perturbada (interior da mata), sendo: Mata do Capetinga não-perturbada > Mata do Capetinga perturbada. Contudo, na Mata de Galeria do Gama, por se tratar de uma mata mais conservada do que a do Capetinga, a relação sementes viáveis/sementes totais do banco foi semelhante para ambas as condições (borda e interior da mata), sendo possível a recuperação das áreas degradadas através do banco de sementes.

## RECOMENDAÇÕES

Para futuras linhas de pesquisas, recomenda-se a investigação do efeito da luz e da dormência nas espécies pioneiras do bioma Cerrado, considerando as espécies mais representativas do grupo das pioneiras, nas diversas fitofisionomias do referido bioma. Uma vez estabelecidos protocolos de superação dos tipos de dormência, deve-se investigar o efeito da luz, estudando-se a qualidade e quantidade necessárias para a máxima expressão do poder germinativo, na expectativa de produção massal de mudas das referidas espécies, a serem empregadas principalmente na recuperação de áreas perturbadas.

Também é recomendação deste trabalho a realização de estudos do crescimento inicial das espécies com características de pioneirismo com utilização de adubação dos substratos para produção de mudas, em condições de viveiro florestal, avaliando-se alternativas mais econômicas e práticas, bem como quantificando-se os elementos em função das necessidades das espécies de interesse.

Finalmente, deve-se implementar a pesquisa relativa aos bancos de sementes dos solos de áreas perturbadas e não-perturbadas das diversas fitofisionomias do bioma Cerrado (particularmente, o Cerrado *sensu stricto* e as Matas de Galeria), considerando-se a evolução destes ao longo de um ano, abrangendo as estações do ano mais marcantes (seca e chuvosa).