

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE PROTETOR FÍSICO  
DE GERMINAÇÃO E SEMEADURA DIRETA DAS  
ESPÉCIES *COPAIFERA LANGSDORFFII* DESF. E  
*ENTEROLOBIUM CONTORTISILIQUUM* (VELL.)  
MORONG. EM ÁREA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO**

**ANA PAULA ABREU DE ANDRADE**

**ORIENTADORA: ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS  
DISSERTAÇÃO DE METRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**BRASÍLIA/DF: FEVEREIRO - 2008**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE PROTETOR FÍSICO DE GERMINAÇÃO  
E SEMEADURA DIRETA DAS ESPÉCIES *COPAIFERA LANGSDORFFII*  
DESF. E *ENTEROLOBIUM CONTORTISILIQUUM* (VELL.) MORONG. EM  
ÁREA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO**

**ANA PAULA ABREU DE ANDRADE**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
FLORESTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE  
BRASILIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS.**

**APROVADA POR:**

---

**Rosana de Carvalho Cristo Martins, Dr. (Departamento de Engenharia Florestal, UnB).  
(Orientadora)**

---

**Ildes Soares Martins, Dr. (Departamento de Engenharia Florestal, UnB).  
(Examinador interno)**

---

**Geraldo Eli de Faria, Dr. (Solos e Nutrição de Plantas, UERGS)  
(Examinador externo)**

**BRASÍLIA/DF: FEVEREIRO - 2008**

## FICHA CATALOGRÁFICA

ANDRADE, ANA PAULA ABREU DE

Avaliação da utilização de protetor físico de germinação e semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffii* desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong. em área degradada pela mineração. 69p., 297mm, (EFL/FT/UnB, Mestre, Ciências Florestais, 2008).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal.

1. Recuperação de áreas degradadas 2. Germinação 3. Protetor Físico de Germinação 4. Dormência

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRADE, A.P.A. 2008. Avaliação da utilização de protetor físico de germinação e semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffii* desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong. em área degradada pela mineração. Dissertação de Mestrado, Publicação EFLM 092, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF, 69 páginas.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ana Paula Abreu de Andrade

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Avaliação da utilização de protetor físico de germinação e semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffii* desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong. em área degradada pela mineração.

GRAU/ANO: Mestre/2008.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrita da autora.

---

Ana Paula Abreu de Andrade

## AGRADECIMENTOS

*As pessoas que menciono abaixo foram de uma importância tão grande que sem eles não teria conseguido terminar esse trabalho, foram amigos, professores, colegas, técnicos... Deram-me muito apoio e força em momentos de iminente desespero e desilusão. Não foram poucos os momentos em que pude contar com todos, sempre me aturando, apoiando e fortalecendo. Nessa caminhada tive a oportunidade de conhecer pessoas que se tornaram amiga(o)s, confidentes e irmã(ão)s.*

*Agradeço aos meus familiares, Alderina, Lindomar, Marcos Maciel e Antônio Júnior por toda a paciência, apoio, preocupação e por estarem sempre presentes na minha vida.*

*Agradeço aos meus amigos Anália Araceli, Doca, Pedra, Carla Janaína, Cristiane, Gregório, Alessandro, Ana Carolina, Dayana, Deise, Luamar, Alcione e Maurício por todo carinho, companheirismo, atenção e apoio nesse projeto, mostrando-se como verdadeiros amigos e pessoas especiais em minha vida; agradeço ao Lucas, por toda a atenção, disposição, boa vontade e paciência que teve comigo; agradeço ao Rodrigo Barroso, Aninha e Elisa, por toda força e momentos de desespero compartilhados na sala da pós....*

*Agradeço a todos da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, por todo o apoio dispensado ao projeto, especialmente ao José Vieira por toda atenção e carinho com que cuidou das minhas plantinhas e por toda a amizade que se formou; ao Maurão, meu anjinho da guarda, por todas as seções de “terapia” e aconselhamentos durante esse trabalho; ao Manoel por toda atenção, disposição e boa vontade em ajudar sempre que preciso; ao Micael e Vandui que ajudaram muito na implantação e desenvolvimento de todo o projeto e a todos os demais funcionários da FAL por toda a atenção e carinho.*

*Agradeço aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade de Brasília, em especial à minha orientadora Rosana Carvalho por toda a amizade, orientação e carinho mostrando-se mais do que uma professora, tornando-se uma grande amiga; ao professor Ildeu Soares por toda atenção, disposição e paciência concedida durante esse projeto e toda a graduação; ao professor Rodrigo Studart por toda atenção e motivação. Agradeço também ao Dr. Rui Américo, por toda a motivação, atenção, carinho e preocupação, se mostrando um grande amigo e ao Francisco Schmidt por toda a atenção.*

*Agradeço a todos que por acaso eu tenha esquecido de mencionar e que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.*

*" Planta com fé religiosa. Planta sozinho, silencioso. Cava e planta.  
Gestos pretéritos, imemoriais.*

*Oferta remota; patriarcal. Liturgia milenária. Ritual de paz.  
Em qualquer parte da Terra um homem estará sempre plantando,  
recriando a Vida.  
Recomeçando o Mundo.  
(Cora Coralina)"*

## RESUMO

### **AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE PROTETOR FÍSICO DE GERMINAÇÃO E SEMEADURA DIRETA DAS ESPÉCIES *COPAIFERA LANGSDORFFII* DESF. E *ENTEROLOBIUM CONTORTISILIQUM* (VELL.) MORONG. EM ÁREA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO PARA EXTRAÇÃO DE CASCALHO.**

A redução da riqueza biológica diante da pressão antrópica no Cerrado, colocou este bioma entre os 25 ecossistemas prioritários para a conservação da biodiversidade mundial. As atividades decorrentes da mineração são as mais agressivas ao meio ambiente, por reduzirem drasticamente a capacidade de auto-recuperação das áreas decapitadas. Cerca de 0,6% do Distrito Federal sofreu intervenção por esse tipo de atividade, e grande parte ainda necessita de intervenção humana para o resgate das interações ecológicas. O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação, o desenvolvimento e o estabelecimento de *Copaifera langsdorffii* e *Enterolobium contortisiliquum* semeadas diretamente em covas adubadas, com tratamento de quebra de dormência e com protetores físicos de germinação (PFG), em área degradada pela mineração de cascalho. Para tanto, foram analisadas a germinação em laboratório e em campo, umidade e temperatura dentro e fora dos PFGs, porcentagem de predação e de mortalidade, e altura e diâmetro das plântulas em campo. A cascalheira estudada está localizada dentro da Fazenda Água Limpa-FAL/UnB, onde foram delimitados 3 blocos casualizados, cada um com quatro tratamentos e sendo 10 covas para cada espécie: (T1) sementes em cova sem protetor físico de germinação; (T2) sementes em cova com protetor físico de germinação; (T3) sementes com tratamento de quebra de dormência sem protetor físico de germinação; (T4) semente com tratamento de quebra de dormência em cova com protetor físico de germinação. Os protetores físicos de germinação foram produzidos com garrafas PET, cortadas a base e parte superior, ficando com 17cm de altura. A densidade de semeadura empregada foi de 3 sementes da mesma espécie/cova. Foram analisados também o substrato da cascalheira e do cerrado s.s. adjacente e a velocidade de infiltração de água nesse solo e no substrato. As temperaturas e umidades foram maiores dentro dos protetores físicos de germinação (PFG) para ambas as espécies. A umidade dentro dos PFGs foi maior com relação à presença de plântulas *C. langsdorffii*, mostrando que a espécie é capaz de criar um microclima mais úmido. Os PFGs reduziram a mortalidade e predação das espécies *E. contortisiliquum* e *C. langsdorffii*, contribuindo para o controle natural de predadores, sem a necessidade de aplicação de defensivos químicos. A escarificação mecânica e o emprego dos PFGs elevaram a porcentagem de germinação de ambas as espécies estudadas. A escarificação mecânica combinada com o uso de PFG melhora o desenvolvimento em altura das plântulas de ambas as espécies. As plântulas de *E. contortisiliquum* apresentaram melhor desenvolvimento na área minerada do que a espécie *C. langsdorffii*. O uso de PFG pode ser uma alternativa viável para auxiliar reflorestamentos a partir de semeadura direta das espécies *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

1. Recuperação de áreas degradadas
2. Germinação
3. Protetor Físico de Germinação
4. Dormência

## ABSTRACT

### ASSESSMENT OF THE USE OF PHYSICAL PROTECTOR OF GERMINATION AND DIRECT SEEDING OF SPECIES *COPAIFERA LANGSDORFFII* DESF. AND *ENTEROLOBIUM CONTORTISILIQUM* (VELL.) MORONG. IN AREA DEGRADED BY MINING FOR EXTRACTION OF GRAVEL.

The reduction of the biological wealth in the face of pressure manmade Cerrado, put this biome among the 25 priority ecosystems for biodiversity conservation worldwide. The resulting from mining activities are the most aggressive to the environment by drastically reducing the ability of self recovery of the areas decapitated. Approximately 0.6% of the Federal District suffered intervention by this type of activity, and largely still needs human intervention to the rescue of ecological interactions. The main objective of this study was to evaluate the germination, the development and establishment of *Copaifera langsdorffii* and *Enterolobium contortisiliquum* sown directly into holes fertilized with treatment of breaking dormancy, and with physical protectors of germination (PFG), degraded by mining area of gravel. Thus, the germination was analyzed in the laboratory and field, humidity and temperature inside and outside of PFG, percentage of predation and mortality, and height and diameter of the seedlings in the field. The gravel pit studied, is located within the Farm Water Clean -FAL/UnB, which were defined 3 randomized blocks, each with four treatments and being 10 holes for each species: (T1) seeds in grave without physical protector of germination; (T2 ) seeds on pit with physical protector of germination; (T3) treatment of seeds with breach of dormancy without physical protector of germination; (T4) treatment of seed with breach of numbness in pit with physical protector of germination. The physical protectors of germination were produced with PET bottles, cut the base and top, leaving with 17cm in height. The number of employed was 3 sowing seeds of the same species / pit. We also examined the substrate of gravel pit and cerrado ss Adjacent and speed of infiltration of water in that soil and substrate. The temperatures and humidity were higher in the physical protectors of germination (PFG) for both species. The humidity within the PFG was greater with respect to the presence of seedlings *C. Langsdorffii*, showing that the species is capable of creating a more humid microclimate. The PFG reduced the mortality and predation of the species *E. Contortisiliquum* and *C. Langsdorffii*, contributing to the control of natural predators, without the need for application of defensive chemicals. The mechanical scarification and employment of PFG increased the percentage of germination of both species. The mechanical scarification combined with the use of PFG improves development in height of the seedlings of both species. Seedlings of *E. Contortisiliquum* had better development in the area decapitated than the species *C. Langsdorffii*. The use of PFG can be a viable alternative to help reforestations from direct seeding of species *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

1. Recuperação de áreas degradadas
2. Germinação
3. Protetor Físico de Germinação
4. Dormência

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
HIPÓTESE.....	4
2. OBJETIVO GERAL.....	5
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1 CERRADO.....	6
3.2 ÁREAS DEGRADADAS.....	7
3.2.1. Recuperação de áreas degradadas.....	7
3.3. SOLOS DO CERRADO E ADUBAÇÃO .....	9
3.3.1. Matéria orgânica.....	11
3.3.2. Adubação Fosfatada .....	13
3.3.3. Textura dos solos brasileiros .....	13
3.3.4. Implantação de povoamentos florestais para a recuperação de áreas degradadas. 14	
3.3.5. Avaliação e monitoramento do desempenho de projetos de revegetação de áreas mineradas.....	16
3.4. SEMEADURA DIRETA EM ÁREAS DEGRADADAS .....	17
3.5. SEMEADURA DIRETA COM UTILIZAÇÃO DE PROTETORES FÍSICOS DE GERMINAÇÃO .....	18
3.6. ESPÉCIES ESTUDADAS .....	20
2.6.1. <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.....	20
3.6.2. <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong .....	23
3.7. TESTE DE GERMINAÇÃO.....	24
3.8 Capacidade de infiltração de água no solo .....	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4.1. LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	28
4.2. SELEÇÃO DAS ESPÉCIES .....	30
4.3. COLETA DE SEMENTES .....	30
4.4. BENEFICIAMENTO .....	31
4.5. QUEBRA DE DORMÊNCIA .....	31
4.6. ANÁLISE DAS SEMENTES .....	31
4.7. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO NO CAMPO.....	32
4.8. PROTETORES FÍSICOS DE GERMINAÇÃO.....	33
4.9. COLETA DE SOLO.....	33
4. 10. ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DO SUBSTRATO E DO SOLO.....	33
4.11. ATRIBUTOS QUÍMICOS .....	34
4.12. ATRIBUTOS FÍSICOS .....	35
4.13. TRATAMENTOS APLICADOS NO CAMPO.....	36
4.14. IRRIGAÇÃO .....	38
4.15. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO .....	38
4.16. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
5.1. TEMPERATURA E UMIDADE DENTRO E FORA DOS PROTETORES FÍSICOS DE GERMINAÇÃO (PFG):.....	39
5.2. TESTE DE GERMINAÇÃO EM LABORATÓRIO .....	44
5.2.1. <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.....	44
5.2.2. <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong: .....	45
5.3. GERMINAÇÃO, PREDACÃO E MORTALIDADE NA CASCALHEIRA .....	46

5.4. DESENVOLVIMENTO INICIAL.....	54
5.4.1. Altura .....	54
5.4.2. Diâmetros .....	57
5.5. ANÁLISE DE SOLO .....	59
5.5.1. Atributos químicos .....	59
5.5.2. Matéria orgânica.....	63
5.5.3. Atributos físicos.....	66
5.5.4. Teste de infiltração.....	67
5. CONCLUSÃO.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1.1: Temperaturas (°C) e umidades máximas ( %) médias e mínimas medidas dentro protetores físicos de germinação (PFG).....	40
Tabela 5.1.2: Temperatura média dentro dos PFGs. Teste Tukey (5%).....	41
Tabela 5.1.3: Análise da variância da temperatura (°C) dentro dos PFGs.....	41
Tabela 5.1.4: Análise da variância da umidade (%) dentro dos PFGs.....	41
Tabela 5.1.5: Umidade média dentro dos PFG. Teste Tukey (5%).....	41
Tabela 5.2.1.1: Teste de germinação realizado nas sementes de <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. em condições de laboratório de sementes.....	45
Tabela 5.2.2.1: Teste de germinação realizado em condições de laboratório nas sementes de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.....	45
Tabela 5.3.1: Tabela 5.3.1: Resultados da análise de variância na germinação de <i>E. contortisiliquum</i> e <i>C. langsdorffii</i> .....	46
Tabela 5.3.2.: Germinação das espécies <i>C. langsdorffii</i> . e <i>E. contortisiliquum</i> em área degradada pela mineração de cascalho.....	47
Tabela 5.3.3: Germinação das espécies <i>C. langsdorffii</i> . e <i>E. contortisiliquum</i> em área degradada pela mineração de cascalho.....	47
Tabela 5.3.4: Germinação, predação e mortalidade em condições de campo das espécies <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong e <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.....	48
Tabela 5.3.5: Germinação de <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. Teste Tukey (5%).....	48
Tabela 5.3.6: Germinação de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. Teste Tukey (5%).....	48
Tabela 5.3.7: Predação de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. Teste Tukey (5%).....	48
Tabela 5.3.8: Predação de <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. Teste Tukey (5%).....	49
Tabela 5.3.9: Mortalidade de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. Teste Tukey (5%).....	49
Tabela 5.3.10: Mortalidade de <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. Teste Tukey (5%).....	49
Tabela 5.3.11: Umidade dentro dos PFG. Teste Tukey (5%).....	50
Tabela 5.3.12: Temperatura dentro dos PFGs. Teste Tukey (5%).....	51
Tabela 5.3.13: Germinação, predação e mortalidade obtida para a espécie <i>Enterolobium contortisiliquum</i> .....	51

Tabela 5.3.14: Resultado da germinação, predação e mortalidade em campo da espécie <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.....	53
Tabela 5.3.15: Somatória das taxas de predação e mortalidade em porcentagem para as <i>Enterolobium contortisiliquum</i> e <i>Copaifera langsdorffii</i> .....	53
Tabela 5.4.1.1: Altura média das plântulas nos tratamentos: T1:controle; T2:sementes escarificadas; T3:sementes não escarificadas e com PFG; T4:sementes escarificadas e com PFG.....	54
Tabela 5.4.1.2: Análise de variância das alturas das plântulas de <i>Copaifera langsdorffii</i> e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> .....	55
Tabela 5.4.1.3: Alturas das plântulas de <i>Copaifera langsdorffii</i> e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> . Teste Tukey (5%).....	55
Tabela 5.4.2.1: Resultados da análise de variância dos diâmetros das plântulas de <i>Copaifera langsdorffii</i> e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> . ....	58
Tabela 5.4.2.3: Diâmetros médios obtidos para as espécies <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. Teste Tukey (5%).....	58
Tabela 5.4.2.2: Diâmetro médio das plântulas de <i>Copaifera langsdorffii</i> e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> .....	58
Tabela 5.5.1: Média e desvio padrão dos componentes da análise do substrato da cascalheira e solo do cerrado remanescente.....	60
Tabela 5.5.2: Resultados da soma de bases (SB), saturação por bases ( %V) , saturação por alumínio ( %m) e capacidade de troca catiônica (CTC) para o substrato da cascalheira e solo do cerrado remanescente.....	61
Tabela 5.5.3: Resultado da análise do substrato da cascalheira da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília-DF (área 1) e do solo de cerrado <i>sensu stricto</i> adjacente à área em estudo (área 2).....	62
Tabela 5.5.4.1: Velocidade de infiltração (cm/h) da água no substrato da cascalheira e no solo sob cerrado <i>sensu stricto</i> .....	67

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1.1: Localização da Fazenda Água Limpa-FAL/UnB.....	28
Figura 4.1.2: Local de implantação do experimento na cascalheira da Fazenda Água Limpa-FAL/UnB.....	29
Figura 4.12.1: Anéis Infiltrômetros.....	36
Figura 4.13.1: Croqui de alocação dos tratamentos na cascalheira da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília.....	38
Figura 4.13.2: Placa de alumínio, utilizada na identificação das covas.....	37
Figura 5.1.1: Temperatura média dentro dos PFG (Tint) com nenhuma plântula (0), com <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf, (1) e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. (2). Esp = Espécie.....	43
Figura 5.1.2: Umidade média dentro dos PFG (Uint) com nenhuma plântula (0), com <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf, (1) e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. (2). Esp = Espécie, Uint = umidade interna.....	43
Figura 5.3.1: Germinação, predação e mortalidade em condições de laboratório.....	54
Figura 5.4.1.1: Altura média das plântulas.....	55
Figura 5.4.2.1: Diâmetros médios das plântulas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong, e <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.....	58
Figura 5.5.2: Médias, desvio padrão e Teste de Tukey para atributos químicos e físicos do substrato minerado e solo sob cerrado <i>sensu stricto</i> .....	65
Figura 5.5.3: Médias e desvio padrão de areia, argila e silte, encontrados no substrato da cascalheira e solo do cerrado remanescente.....	66

## 1. INTRODUÇÃO

As atividades mais impactantes do meio ambiente são as relacionadas à mineração, por gerarem áreas com capacidade de auto-recuperação extremamente baixa, a ponto de impedir a ocorrência natural da sucessão e, conseqüentemente, dos processos ecológicos, fazendo necessária a intervenção humana para que o processo de recuperação ocorra (SILVA & MAURO, 1998). O Distrito Federal apresenta aproximadamente 0,6 % da sua área afetada pela mineração (CORRÊA; BIAS; BAPTISTA, 2004).

A recuperação de áreas degradadas ou perturbadas abrange conceitos de resgate da forma e da função da vegetação. A reposição e o crescimento de árvores em ambientes florestais contribuem para a recuperação da forma ou da fisionomia ou da paisagem. Quando os ciclos de nutrientes e outros retomam seus níveis de auto-regulação, há recuperação da função, com o retorno de espécies nativas propiciando o retorno das funções da comunidade vegetal, contribuindo para o regresso do fluxo de pólen e sementes, frutos e outros propágulos, tornando o processo de recuperação contínuo e auto-sustentável (FELFILI, *et al.*, 2002).

As espécies escolhidas para o presente estudo, *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Enterolobium contortisiliquum* são espécies arbóreas nativas do bioma Cerrado, de múltiplo uso e de grande interesse econômico e com potencial para utilização em projetos de recuperação de áreas degradadas.

### HIPÓTESE

A semeadura direta de espécies nativas do Cerrado associada à adubação e à utilização de protetores físicos de germinação diminui o ataque de insetos e favorece o estabelecimento e desenvolvimento inicial dessas espécies em áreas degradadas para extração de cascalho.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar a germinação, o desenvolvimento e o estabelecimento de espécies florestais nativas do Cerrado semeadas diretamente, com e sem tratamento de quebra de dormência, em covas adubadas, com e sem protetores físicos de germinação, em área degradada para extração de cascalho laterítico.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar, em laboratório e em campo, a eficiência da quebra de dormência por meio da escarificação mecânica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.;

Avaliar a eficiência de garrafas PET na proteção das sementes contra o ataque de insetos e espécies vegetais invasoras;

Avaliar a eficiência das garrafas PET no estabelecimento de plântulas de espécies florestais nativas do Cerrado em área minerada para extração de cascalho;

Avaliar a eficiência do método de semeadura direta na germinação e estabelecimento de plântulas de espécies florestais nativas do Cerrado em área minerada para extração de cascalho laterítico.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. CERRADO

A importância do Cerrado no sistema hídrico das regiões brasileiras abrange 78 % da área da bacia Araguaia-Tocantins, 47 % do São Francisco e 48 % do Paraná-Paraguai. A região contribui com 71 % da produção hídrica da bacia do Araguaia-Tocantins, 94 % no São Francisco, e 71 % no Paraná-Paraguai. Ocupando 24 % de todo o Território Nacional, o bioma contribui com 14 % da produção hídrica superficial do Brasil, entretanto, ao se excluir a Bacia Amazônica da análise, esse percentual sobe para 40 % da área e 43 % da produção hídrica total do restante do País. Apesar da sua enorme contribuição hídrica para o País, áreas de recarga de aquíferos estão sendo desmatadas, convertidas em áreas para pastagens e cultivos agrícolas, impermeabilizadas por conglomerados urbanos, e sendo utilizadas como fontes para sistemas de irrigação (LIMA & SILVA, 2005).

O Cerrado é um *hotspot* da biodiversidade, ou seja, um dos mais ricos e ameaçados ecossistemas naturais (MITTERMEIER *et al.*, 1999). A riqueza do Cerrado é muito maior do que se previa e muitas das suas tipologias são endêmicas do Brasil, enfatizando a necessidade de um maior reconhecimento do seu patrimônio genético (MENDONÇA *et al.*, 1998), assim como um amplo conhecimento da flora, de forma a contribuir para o delineamento de estratégias governamentais, visando à preservação de áreas representativas do bioma ressaltando sua importância em escala nacional e mundial.

Cada vez mais áreas do Cerrado são suprimidas, terras férteis e em topografia plana estão sendo submetidas a pressões da ocupação agrícola. A riqueza e a diversidade do bioma, em grande parte ainda desconhecida, estão sendo perdidas, junto com informações importantes que poderiam ser usadas para recriar as condições necessárias para o retorno do ecossistema inicial que foi degradado. Para ARAKI (2005) faltam conhecimentos sobre a necessidade de *habitat* da maioria das espécies, e os remanescentes são cada vez menores e pouco representativos do ecossistema original.

## **3.2. ÁREAS DEGRADADAS**

É chamada de área perturbada aquela que sofreu algum distúrbio, geralmente de causa antrópica, que alterou suas características naturais, porém, manteve sua habilidade de recuperação biótica (CARPENEZZI *et al.*, 1990). A possibilidade de uma área seguir para a classe de área perturbada é maior quanto mais intensa for a ação antrópica e maior for o tempo ocorrido desde a exploração. Se uma área for constantemente perturbada, o banco de sementes estará comprometido dificultando a primeira fase de sucessão; contudo, se existirem matrizes vegetais nas proximidades a regeneração natural será favorecida (KAGEYAMA & CASTRO, 1989a). Uma área que sofreu algum distúrbio capaz de comprometer ou eliminar os seus meios de regeneração natural, apresentando uma baixíssima resiliência, resultante da retirada do substrato, restando apenas o subsolo, estéril, necessitando de alguma intervenção antrópica para acelerar a sua recuperação, é chamada de área degradada.

O retorno da fauna e flora em ambientes degradados poderia acontecer naturalmente, mas certamente levaria séculos (PIM, 1986; KAGEYAMA *et al.*, 1989b). O processo de recomposição florística de um ecossistema alterado, naturalmente ou por ação antrópica, pode ser realizado utilizando métodos de restauração, recuperação ou reabilitação (HERRERA *et al.*, 1993). A reposição e o crescimento de árvores em ambientes florestais contribuem para a recuperação da forma e fisionomia da paisagem. A recuperação da função ocorre quando os ciclos de nutrientes, dentre outros, retomam seus níveis de auto-regulação. O plantio de espécies nativas proporciona o retorno das funções da comunidade vegetal, restituindo os fluxos de pólen e sementes pela recolonização da área pela forma nativa, tornando o processo contínuo e auto-sustentável pelo regresso das sementes, frutos e demais propágulos que passam a colaborar com a recuperação da área.

### **3.2.1. Recuperação de áreas degradadas**

Para a recuperação da vegetação é possível empregar sistemas de regeneração natural, artificial ou um sistema misto. O sistema de regeneração natural depende da formação de banco de sementes no solo, de plântulas, do aporte de sementes da dispersão, dormência e da reprodução vegetativa, que devem estar presentes em áreas

vizinhas cobertas por vegetação nativa, e produzindo sementes dispersas pelo vento (anemocoria) ou por animais (zoocoria); assim, quando a vegetação estiver consolidada e auto-sustentável, o material de reprodução se propagará naturalmente por meio do vento e da fauna. O sistema de regeneração artificial, por sua vez, depende do plantio de mudas, sementes ou material vegetativo. O sistema misto utiliza os dois processos, é um sistema muito empregado quando se pretende acelerar o processo de regeneração artificial, quando o número de propágulos advindos de áreas vizinhas é baixo e a regeneração natural é escassa, precisando ser estimulada, por meio de plantio de mudas e propágulos (como estacas ou gemas) ou distribuição de sementes pela área, de preferência, na estação chuvosa (FELFILI *et. al.*, 2002).

A reabilitação de ambientes degradados tem um custo elevado, em função dos expressivos gastos com fertilizantes, corretivos e preparo do solo. A escolha de espécies leguminosas na recuperação de ambientes degradados reduz a necessidade de correção e de fertilização do solo, desde que a seleção das espécies seja realizada baseada em características como adaptação e eficiência na aquisição e conversão de nutrientes em biomassa (SILVA *et al.*, 2007). Muitas espécies dessas ocorrem em várias regiões do Brasil e apresentam relativa facilidade na obtenção de sementes (EMBRAPA, 2006).

Espécies da família leguminosa são muito utilizadas devido à capacidade de se associarem com:

- microrganismos do solo, como bactérias fixadoras de nitrogênio (rizóbio), transformando o nitrogênio do ar, em compostos nitrogenados assimiláveis pelos vegetais, podendo tornar a planta parcial ou totalmente independente do aporte externo desse nutriente.
- fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). Através das hifas do fungo, a área de contato e o volume de solo explorado pelas raízes das plantas aumentam, melhorando a absorção de água e nutrientes, principalmente para o elemento fósforo, por sua baixa mobilidade nos solos tropicais, apenas 1 mm ([SIQUEIRA & FRANCO, 1988](#)).

A densidade de espécies arbóreas nativas existentes nas matas e no cerrado gira em torno de 1000 espécies/hectare, sendo recomendado para plantios mistos o

espaçamento aproximado de 3 x 3 m, perfazendo 1100 mudas/hectare. Na natureza, é normal encontrar cerca de dez a vinte espécies mais abundantes, e em torno de cinquenta mais raras. Como as matas são ambientes mais heterogêneos e com maior riqueza de espécies do que os cerrados, o número de espécies raras pode chegar a 100, conforme FELFILI *et al.* (2002).

Um plantio com o objetivo de restabelecer as condições originais da área deve priorizar a seleção de dez espécies em maior quantidade e no mínimo outras trinta a serem plantadas em menor número, não devendo ultrapassar 150 mudas da mesma espécie por hectare. Um plantio nestas condições evita replantios e desbastes futuros (FELFILI *et al.*, 2002).

A escolha das espécies adaptadas a áreas degradadas é facilitada quando se conhece o substrato sobre o qual a planta irá crescer, já que freqüentemente a camada fértil do solo está perdida. Dentre as técnicas para condicionamento do substrato e promoção do crescimento inicial das plantas, podem ser destacadas: a fertilização tradicional (GONÇALVES, 1995) e a aplicação de lodo de esgoto e calcário (VASCONCELOS *et al.*, 1997; GONÇALVES, *et al.*, 2000). O uso do meio de cultura (4 kg/m<sup>2</sup>) de *Eisenia foetida* (minhoca vermelha da Califórnia) (KNAPPER *et al.*, 1997), a aplicação de serapilheira oriunda de mata vizinha (GISLER, 1995) e o emprego de plantas leguminosas fixadoras de nitrogênio também funcionam para a sucessão natural (GALVÃO & PORFÍRIO, 2005).

### **3.3. SOLOS DO CERRADO E ADUBAÇÃO**

HENRIQUES (2005) explica que parte das diferenças observadas entre as fitofisionomias do cerrado *sensu stricto* deve-se à profundidade e à umidade do solo, ou seja, está relacionada com a capacidade que a matéria orgânica tem em reter nutrientes.

As principais classes de solos que comportam o cerrado *sensu stricto* do Planalto Central Brasileiro são: Latossolos-Vermelhos (46 %) e Neossolos Quartzênicos (15 %) (HARIDASAN, 2005; REATTO & MARTINS, 2005).

O aproveitamento racional do Cerrado é limitado por vários fatores, dentre eles o principal é a fertilidade natural dos solos, com baixa reserva de materiais intemperizáveis, baixa CTC, alta capacidade de fixação de fósforo, alta taxa de lixiviação e deficiência quase generalizada de macro e micronutrientes. No caso do fósforo, o problema torna-se mais grave, visto que além da baixa disponibilidade para as plantas, este elemento fica retido na fase sólida do solo através da absorção, exigindo aplicações de altas doses de adubos fosfatados para a obtenção de boa produção. São solos que apresentam alta acidez e saturação por alumínio, que afetam negativamente o desenvolvimento radicular, reduzem a absorção de nutrientes e afetam a produtividade das plantas cultivadas (EMBRAPA, 1981).

A fertilização do solo é necessária em projetos de recuperação de áreas degradadas e em ambientes perturbados onde já não existe uma camada de serapilheira (FELFILI *et al.*, 2001). Espécies vegetais do Cerrado apresentam tolerância à baixa fertilidade (GARCIA, 1990; MORAES, 1994; VILELA & HARIDASAN, 1994; MELO, 1999) e respondem de diferentes maneiras à adubação e calagem. MORRETES (1992) considera que alterações das condições dos solos de Cerrado, como pH, adubação utilizada, bem como o nível de revolvimento do solo, afetam diretamente as condições de vida dos fungos que convivem com o sistema radicular. Com o pH corrigido (para o plantio de espécies de interesse agrônomico) e sem a presença de micorrizas, a vegetação do Cerrado não tem mais condições de se reinstalar, mesmo que a área de cultivo seja abandonada.

A nutrição de espécies arbóreas nativas varia entre espécies, estação climática e estágio de crescimento, sendo mais intensa na fase inicial de crescimento das plantas (FURTINI NETO *et al.*, 2000). O nível de fertilização adequado depende da espécie utilizada, assim como das características específicas de cada sítio, possibilitando o rápido estabelecimento da vegetação, reduzindo ou controlando a erosão, estabilizando a superfície, melhorando as condições do substrato e proporcionando condições para o estabelecimento de outras espécies (OLIVEIRA NETO *et al.*, 1997).

Espécies nativas apresentam estratégias de sobrevivência em solos com estresse nutricional (HARIDASAN & ARAUJO, 1998). Algumas acumulam alumínio em

seus tecidos sem afetar a absorção, transporte e metabolismo de outros nutrientes. A ausência da parte fértil do solo é uma das principais características de solos degradados. Para a reabilitação destes solos é essencial a recuperação das reservas de nutrientes e a melhoria da CTC. Como grande parte da CTC de solos tropicais ácidos é influenciada por colóides orgânicos, a matéria orgânica afeta diretamente a disponibilidade de nutrientes (MOREIRA, 2004). A adubação orgânica, segundo PARRON & CAUS (2001), apresenta como principais vantagens: alta capacidade de retenção de água e ar, contínua atividade da população microbiana, presença de substâncias húmicas que promovem a elevação da CTC, facilitando o arejamento, a drenagem e o crescimento de raízes, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento das plantas, trazendo benefícios de ordem física, química e biológica.

### **3.3.1. Matéria orgânica**

Os valores de matéria orgânica presentes em substratos minerados no Distrito Federal (DF) estão entre 4 e 9 g/kg (CORRÊA & MÉLO FILHO, 1998); enquanto que em solos minerais bem drenados os valores atingem cerca de 20 a 60 g/kg (BRADY, 1989). Segundo CORRÊA (2006), para o sucesso da revegetação em substratos minerados, é necessário que haja pelo menos 2 % de matéria orgânica.

LEITE *et al.* (2004) *apud* CORRÊA E MÉLO FILHO (2004) afirmam que não é possível revegetar substratos minerados no Distrito Federal sem a aplicação de grandes quantidades de matéria orgânica. A matéria orgânica é essencial para o fornecimento de grande parte do nitrogênio (N), fósforo (P), e enxofre (S), melhorando a estruturação do solo, conseqüentemente, elevando a disponibilidade de água no solo para as plantas (BRADY, 1989). Os esterco animais são os mais importantes adubos orgânicos, devido à sua composição, disponibilidade relativa e benefícios da aplicação e o tempo de decomposição dos esterco propicia um fluxo de nutrientes para o solo (SOUTO *et al.*, 2005).

O uso de esterco animais melhora o fornecimento de nutrientes, as propriedades físicas do solo, aumenta o teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água e a capacidade de troca de cátions (HOFFMAN *et al.*, 2001). FARIA *et al.* (1994), ao

estudarem o comportamento de espécies florestais em ambientes degradados com a aplicação de dois tipos de adubações, concluíram que a aplicação de esterco de gado no plantio teve efeito positivo sobre o crescimento das plantas, principalmente no aumento da área da copa. A utilização de esterco de animais como fertilizantes deve considerar o grau de fermentação biológica (PARRON & CAUS, 2001). De acordo com CORRÊA (2006), é necessária a aplicação de fertilizantes em substratos argilosos, seja qual for a fonte de matéria orgânica. As formas de matéria orgânica comumente empregadas em projetos de revegetação de áreas mineradas são: esterco animal, feno, palhadas, efluentes de biodigestores, compostos de lixo, resíduos de madeira, torta de mamona, vermicomposto (húmus de minhoca), lodo de esgoto, entre outros, sendo que a resposta da vegetação varia de acordo com o substrato.

Solos do Cerrado apresentam os teores de argila e carbono orgânico positivamente correlacionados com a retenção de água nos horizontes superficiais (GOMES *et al.*, 2004). Solos argilosos normalmente são mal arejados e mal drenados devido à estruturação das partículas presentes (porosidade). As partículas de argila e a matéria orgânica (M.O.) são consideradas a fração dinâmica do solo, uma vez que a incorporação de M.O. melhora a agregação e a estruturação de solos argilosos e arenosos e as partículas de argila têm grande influência na capacidade de retenção de água e nutrientes (PARRON & CAUS, 2001). A matéria orgânica do solo possui papel fundamental na estabilidade de agregados, sendo que teores de matéria orgânica inferiores a 2 % ocasionam, em geral, baixa estabilidade de agregados, tornado os solos mais propensos à formação da crosta superficial e à apresentação de baixa infiltração (CECÍLIO, 2007).

O crescimento relativo de raízes é favorecido em ambientes com deficiência de nitrogênio (N) e fósforo (P), mas não sob deficiências de nutrientes como cálcio e boro (MARSCHNER *et al.*, 1996). CLARKSON (1984) explica esse comportamento como uma reação biológica do vegetal na tentativa de elevar a extração de nutrientes do solo. Para o autor os nutrientes K, S, N e P afetam significativamente o crescimento radicular, contudo, os nutrientes N e P têm maior relevância nessa atividade. HARIDASAN (2000) e MORAES (1994) observaram que em casa de vegetação, mudas de espécies nativas do cerrado apresentaram maior absorção de macronutrientes e maior taxa de crescimento (MELO, 1999).

### **3.3.2. Adubação Fosfatada**

A adubação fosfatada é um dos principais fatores de custo na recuperação de solos do Cerrado; devendo ser elevada a eficiência de absorção deste elemento nas plantas. Uma forma de aumentar esta eficiência seria por meio da utilização de fungos micorrízicos (EMBRAPA, 1981). Em solos tropicais, a baixa disponibilidade de fósforo (P) limita a produção florestal, sendo necessária a fertilização do solo para o fornecimento do nutriente (FRANCO *et al.*, 1984).

Semelhante ao que ocorre para a maior parte das espécies cultivadas, o P é um nutriente muito limitante ao crescimento das espécies nativas. A baixa disponibilidade de fósforo para as plantas pode ser indicada como a causa do inadequado desenvolvimento de grande parte das culturas em solos tropicais intemperizados (DUBOC, 2005). Em solos com elevada capacidade de fixação, a deficiência deste nutriente é o mais importante fator nutricional a restringir o crescimento vegetal (SANCHEZ & SALINAS, 1981).

### **3.3.3. Textura dos solos brasileiros**

A condutividade hidráulica em condições de saturação, e, conseqüentemente, a taxa de infiltração de água de latossolos brasileiros aumentam com a elevação do teor de argila no solo. Estas ocorrências, embora contrárias às generalizações correntes, são freqüentes no universo dos latossolos, e se devem à estrutura do solo, principalmente às suas maiores macroporosidades e estabilidade de agregados, determinadas pela presença marcante de óxidos de ferro (hematita e goethita) e alumínio (gibbsita) (FERREIRA, 1988). Soma-se a este o fato de que quanto maior a resistência dos agregados à desestruturação, tanto menor será a formação do encrostamento superficial, uma vez que uma das principais etapas de sua formação consiste na quebra dos agregados pelo impacto das gotas de chuva. Portanto, para as condições brasileiras, a estrutura do solo pode exercer influência muito mais expressiva na taxa de infiltração do que a textura, sendo válida a generalização de que solos com maior macroporosidade (arenosos e Latossolos argilosos) apresentam maior infiltração do que solos onde há o predomínio de microporos (argilosos, excetuando-se os Latossolos). Com relação à densidade, verifica-se que quanto mais denso for o solo,

menores serão as taxas de infiltração, o que se deve à redução tanto da porosidade total quanto da macroporosidade do solo. Um solo mais úmido terá, inicialmente, menor taxa de infiltração, devido a um menor gradiente hidráulico, e mais rapidamente a taxa de infiltração tornar-se-á constante (CECÍLIO, 2007).

Solos cauliníticos possuem tendência de formação de agregados menos estáveis que solos montmoriloníticos devido à menor superfície específica dos primeiros. Entretanto, a caulinita está freqüentemente associada à ocorrência de óxidos de ferro que induzem a formação de agregados mais estáveis. Assim, pode-se considerar válida a consideração de que agregados dos solos em que a argila predominante é a caulinita são mais estáveis do que aqueles em que a argila predominante é a montmorilonita (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990), possuindo, portanto, maior capacidade de infiltração (CECÍLIO, 2007).

#### **3.3.4. Implantação de povoamentos florestais para a recuperação de áreas degradadas**

A presença da vegetação é essencial na conservação do solo e na redução dos processos erosivos, mas a colonização vegetal exige a disponibilidade de nutrientes e umidade do solo, fatores normalmente insuficientes em solos de áreas degradadas, que apresentam deficiência química e física, tornando fundamental a aplicação de métodos que ofereçam melhores condições ao solo para favorecer a sucessão vegetal desses ambientes (SANTANA FILHO *et al.*, 1997).

Para o reflorestamento com espécies nativas, é fundamental o conhecimento da ecofisiologia das sementes, principalmente sobre a germinação e a longevidade em condições naturais e artificiais (ARAÚJO NETO *et al.*, 2005). A implantação de espécies nativas em projetos de recuperação de áreas degradadas pode amenizar o impacto ambiental negativo decorrente dos desmatamentos, e auxiliar no restabelecimento do equilíbrio desses ecossistemas. A introdução de espécies arbóreas pode melhorar as propriedades físicas e químicas do solo, assim como, processos microbiológicos, e aumentar ou manter a produtividade de determinado local, em razão de processos que aumentam a entrada ou reduzem perdas no solo, tais como nutrientes, água e matéria orgânica (YOUNG, 1994).

Uma das dificuldades para a recuperação de áreas degradadas em ambientes heliófilos, como áreas de Cerrado, é a presença de invasoras de rápido crescimento, principalmente gramíneas, que além de restringirem o processo de sucessão, competindo por água e por nutrientes nas fases iniciais do estabelecimento das mudas, produzem grandes quantidades de matéria seca propícias a incêndios, e oneram os custos finais de revegetação devido ao maior número de manutenções exigidas (DUBOC, 2005).

O estabelecimento de mudas de Cerrado depende da sua capacidade de alcançar rapidamente as camadas de solo, permanentemente úmidas, abaixo das zonas de crescimento de raízes e gramíneas (FRANCO, 2000). Para FRANCO *et al.* (1996), o primeiro ano representa o período mais crítico de sobrevivência e mortalidade das mudas, apresentando taxas semelhantes para os períodos úmido e seco.

A sobrevivência em plantios de recuperação geralmente é baixa e o ritmo de crescimento das espécies muito lento (DURIGAN & SILVEIRA, 1999). O estresse hídrico, a competição com invasoras e o ataque de formigas são consideradas por CORRÊA & CARDOSO (1998) e PINA-RODRIGUES *et al.* (1997) como as principais causas da mortalidade e do pequeno desenvolvimento de mudas em plantios de áreas degradadas, aceitando-se como normal, taxas de mortalidades de até 40 % para grandes projetos. Taxa de mortalidade em torno de 20 % é julgada baixa por CORRÊA & CARVALHO (1998), que também consideram fatores como danos físicos, doenças, pragas, competição e características intrínsecas das espécies como causas da mortalidade e do pequeno desenvolvimento de mudas em plantios de áreas degradadas.

DUBOC (2005) classificou as espécies *Copaifera langsdorffii* Desf. como secundária, e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. como pioneira, e afirma que espécies pioneiras e secundárias apresentam como estratégias de estabelecimento, rápido crescimento inicial e posteriores reduções nos índices de crescimento, independentemente da disponibilidade de nutrientes. No estudo realizado por este autor a sobrevivência das espécies secundárias em solo de Cerrado Denso não foi afetada pela aplicação de doses de nitrogênio ou de fósforo.

GONÇALVES *et al.*, (1992) observaram variações na concentração, absorção e eficiência de utilização dos nutrientes em nove espécies entre pioneiras, secundárias e clímax, tanto na fase de viveiro como no campo.

Com relação ao espaçamento a ser adotado em plantios de restauração da vegetação do Cerrado, DURIGAN (2003) recomenda a utilização de valores de densidade natural dos indivíduos lenhosos; contudo, esses valores variam entre fitofisionomias e regiões. Conforme a revisão de DURIGAN (2003) e BOON & HAUFFMAN *et al.*, (1994) *apud* DUBOC (2005), são encontrados 833 ind/ha no Cerrado sentido restrito (altura superior ou igual 2 m). O incremento diamétrico médio para árvores maduras em Matas de Galeria está em torno de 0,30cm/ano, semelhante a outras florestas tropicais (FELFILI, 2000). A mesma autora afirma que espécies lenhosas, em condições naturais, com incremento de 0,50 cm de diâmetro por ano podem ser consideradas de rápido crescimento, como, por exemplo, o óleo-de-copaíba e o pau-pombo.

GALVÃO & PORFÍRIO (2005) sugere a utilização de espécies ameaçadas da flora brasileira na recuperação de áreas degradadas, ou a utilização de exóticas ao Cerrado criando-se bosques temáticos como, por exemplo, “flores de maio”, “flores do outono”, entre outros. Contudo, é necessário que esteja bem clara a idéia de que se trata de uma introdução de espécies exóticas ao Cerrado com fins educativos ou de conservação *ex situ*.

### **3.3.5. Avaliação e monitoramento do desempenho de projetos de revegetação de áreas mineradas**

O sucesso de um programa de revegetação pode ser avaliado sobre diferentes pontos de vista, como o aspecto geral da vegetação, porte dos indivíduos arbóreos, a diversidade do sub-bosque, entre outros. Estes critérios são pouco úteis para fins de gestão ambiental. A avaliação pode ser feita mediante o uso de indicadores de desempenho, sendo necessário o recolhimento de parâmetros que forneçam uma informação agregada e sintética sobre algum aspecto da própria vegetação ou do solo, contribuindo para verificar a eficiência da cobertura vegetal na proteção dos solos, a produtividade dos ecossistemas ou mesmo sua função como refúgio da vida silvestre.

Idealmente, os indicadores de desempenho deveriam ser objetivos, facilmente mensuráveis, reproduzíveis e passíveis de serem obtidos a baixo custo. Uma das vantagens do uso de indicadores é a de possibilitar fácil compreensão e interpretação dos dados por parte de diferentes categorias de interessados, como empresários, agentes públicos e comunidade em geral (ALMEIDA & SÁNCHEZ, 2005).

Conforme ALMEIDA & SÁNCHEZ (2005), há inúmeros parâmetros que podem ser utilizados como indicadores, mas o grande desafio é desenvolver ou adaptar critérios válidos para monitorar e avaliar a funcionalidade da área, bem como discriminar os indicadores que forneçam as informações desejadas com exatidão e a custos aceitáveis. Há de se buscar também outros indicadores específicos para cada situação e cada ambiente a ser recuperado, sendo improvável que se possam desenvolver indicadores de uso universal (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000).

#### **3.4. SEMEADURA DIRETA EM ÁREAS DEGRADADAS**

Conforme FELFILI *et. al.* (2005), a recuperação de áreas degradadas geralmente é realizada baseada em elevados investimentos, aplicando-se altas quantidades de corretivos e fertilizantes. A semeadura de espécies florestais nativas é uma opção alternativa e barata, que pode reduzir os custos do empreendedor, merecendo ser estudada de forma a aprimorar técnicas e conduzir os profissionais na escolha de espécies e mecanismos mais adequados para a área a ser trabalhada.

A sucessão de comunidades de plantas em áreas degradadas envolve cinco processos: dispersão, estabelecimento, competição, reação e estabilização. A semeadura está ligada a todos estes processos, estando mais fortemente relacionada à dispersão e ao estabelecimento da vegetação (FELFILI *et. al.*, 2005).

FELFILI *et. al.* (2005) citam como fatores considerados responsáveis pelos padrões e processo das comunidades de savanas: a estacionalidade climática, a disponibilidade hídrica, as características edáficas (profundidade, textura e disponibilidade de nutrientes no solo) e herbivoria.

Em regiões tropicais, a sucessão da vegetação propicia o retorno de grande número de espécies, tornando o processo de sucessão auto-sustentável. REDENTE *et al.* (1993) descreveram a dinâmica de comunidades vegetais em situações de áreas degradadas e concluíram que os processos sucessionais descritos em 1916 e 1928 por Clement ainda apresentam a melhor abordagem ecológica para atender a dinâmica da recuperação, tendo como processos a dispersão, o estabelecimento, a competição, a reação e a estabilização.

### **3.5. SEMEADURA DIRETA COM UTILIZAÇÃO DE PROTETORES FÍSICOS DE GERMINAÇÃO**

A necessidade de recuperar áreas degradadas exige procedimentos técnicos e economicamente viáveis, como o emprego de espécies arbóreas nativas. No Brasil, a revegetação com espécies arbóreas nativas é pequena comparada ao uso de espécies exóticas de interesse econômico, como o eucalipto, em parte por causa da falta de conhecimento sobre as espécies nativas em plantios artificiais, falta de tecnologia na implantação de áreas extensas e custo das mudas (FLORES-AYLAS, 2003).

O plantio de mudas é um dos métodos de regeneração mais praticados, principalmente por fornecer uma boa densidade inicial de plantas essencial para se iniciar um povoamento, porém, é um método bastante caro (SMITH, 1986). A semeadura direta de espécies florestais é um sistema de regeneração alternativo, apresentando menores custos com fertilizantes e mão-de-obra. Em áreas com baixa precipitação e solos arenosos na Austrália, a semeadura direta é uma opção viável para as espécies *Acacia* spp. e *Eucalyptus* spp. (KNIGHT *et al.*, 1998).

A forma de ocupação e uso do solo que vem sendo praticada nas últimas décadas está levando ao empobrecimento e abandono de terras. Estas áreas ficam sujeitas ao processo de regeneração natural, lento, que precisa de alguns anos para atingir a fase de capoeirinha, evoluir até capoeira, capoeirão e, num futuro bem distante, voltar a ser uma mata-clímax. Mas considerando o estado em que estas terras são abandonadas, as perspectivas são baixas. Entretanto, existe a possibilidade de serem introduzidas espécies florestais já nessas etapas iniciais, para que em etapas futuras a área possa ser reintegrada numa forma de uso diferente das épocas passadas, sendo o

sistema agroflorestal ou silvopastoril uma grande alternativa. Uma das formas de introdução das espécies florestais de interesse pode ser por sementeira (FLORES-AYLAS, 2003). Com a sementeira direta, é dispensada a fase de viveiro; evita-se o choque do plantio e a distorção do sistema radicial; além disso, as raízes das plantas originadas por sementeira direta têm um melhor desenvolvimento. Semeando em pontos protegidos por cobertura, se gasta o equivalente a 50 % dos custos gastos com a técnica de plantio de mudas (MATTEI, 1995).

A sementeira direta no campo é uma técnica simples de reflorestamento, que não busca substituir os métodos tradicionais, nem descartar a necessidade de se buscarem novas técnicas de implantação de povoamentos (MATTEI, 1995), busca servir como alternativa de produção, para áreas que não se adaptam a outro método de reflorestamento, bem como para pequenas propriedades, onde são maiores as dificuldades de se conseguir mudas de alta qualidade (MATTEI, 1993).

O sucesso da sementeira direta também depende da criação de um microclima com condições favoráveis para uma rápida germinação, devendo existir sempre umidade disponível na camada de solo junto à semente. Esta constante disponibilidade de água deve permanecer ao menos até que as raízes tenham penetrado nas camadas mais profundas e possam garantir o suprimento de água (SMITH, 1986).

MATTEI & ROSENTHAL (2002) citando PUTMAN & ZASADA (1986) comentam que o emprego de protetores plásticos começou a ser estudado por cientistas escandinavos no início dos anos 70, visando melhorar a germinação e a sobrevivência na sementeira direta em função da redução do número de plantas e sementes predadas e do microambiente criado dentro dos protetores ser mais propício para germinação e crescimento das mudas jovens (LAHDE, 1974 citado por MATTEI & ROSENTHAL, 2002). No Canadá, a utilização de protetores plásticos sobre os pontos de sementeira direta é indicada como uma técnica segura de reflorestamento PUTMAN & ZASADA (1986) *apud* MATTEI & ROSENTHAL (2002).

SANTOS-JUNIOR *et al.* (2004) obtiveram melhores resultados de germinação e sobrevivência de plântulas das espécies *C. langsdorffii* e *E. contortisiliquum*, em sistema de sementeira direta com utilização de protetores físicos de germinação.

Segundo esses autores, o uso de protetores de germinação constitui uma barreira contra o ataque de formigas às plântulas de *Enterolobium contortisiliquum*, espécie indicada por MENEGHELLO & MATTEI (2004) e MATTEI & ROSENTHAL (2002), para utilização em projetos de regeneração por semeadura direta.

### **3.6. ESPÉCIES ESTUDADAS**

Algumas características das espécies utilizadas no estudo, de acordo com ALMEIDA (1998), SILVA-JÚNIOR (2005), PROENÇA *et al.* (2006), entre outros, são:

#### **2.6.1. *Copaifera langsdorffii* Desf.**

Segundo MIRANDOLA FILHO & MIRANDOLA (1991), citados por ALMEIDA *et al.* (1998) esta espécie é conhecida popularmente como copaíba, óleo-de-copaíba e pau-d'óleo, é uma árvore hermafrodita de até 35 m, da família *Fabaceae*, presente em Matas de Galeria, Mata Mesofítica de Interflúvio, Cerradão distrófico e Cerrado. Recomendada para paisagismo e arborização de ruas. Melífera fornece madeira avermelhada, raramente amarelada, muito rajada, às vezes porosa. Empena durante a secagem. Bastante empregada na construção civil, em vigas, batentes, cabos de ferramentas, vassouras, marcenaria, carrocerias, miolo de portas e recuperação de áreas degradadas. Da casca, extrai-se um corante amarelo mediante a cocção.

LORENZI (1992) descreve a espécie como planta decídua ou semidecídua, heliófita, seletiva xerófila, características das formações de transição de Cerrado para floresta Latifoliada semidecídua. Ocorrendo tanto nas matas primárias como nas formações secundária. Produz grande quantidade de sementes por ano, que são disseminadas por pássaros que comem o arilo envolvente, grande responsável pela dormência das sementes. Ao perfurar o caule pode-se extrair maior ou menor quantidade de óleo ou bálsamo, variando conforme a época do ano. Este bálsamo, segundo ALMEIDA *et al.* (1998), é um dos mais utilizados na terapêutica universal no combate a inúmeras enfermidades.

AMARO *et al.*, (1997a) *apud* ANDRADE JÚNIOR (1998), após aplicar tratamento de imersão das sementes de Copaíba em água por 24 horas, obteve um percentual de

germinação igual a 63 %, enquanto a testemunha apenas 40 %. ANDRADE JÚNIOR (1998) relata que a dormência em sementes desta espécie não é devida à impermeabilidade tegumentar, mas à presença de inibidores químicos de germinação, que são removidos durante a imersão, promovendo boa porcentagem de germinação. BARBOSA (1990) *apud* ANDRADE JÚNIOR (1998) constatou que à medida que evoluía o processo de maturação das sementes de copaíba, o percentual de germinação aumentava.

Em plantios, a Copaíba floresce e frutifica a partir dos cinco anos de idade. Entre outubro e julho ocorre a floração, e a frutificação entre junho e outubro, com variações dentro destes intervalos, em função da região e do clima, com ausência de florescimento anual, em algumas regiões (CARVALHO, 1994; SANTOS, 1979). As maiores responsáveis pela dispersão das sementes de Copaíba são aves como o tucanuçu (*Ramphastos toco*), a galha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*) e o sabiá, que engolem o arilo e regurgitam a semente (CARVALHO, 1994).

Segundo TOLEDO FILHO (1988) as mudas de *Copaifera langsdorffii* apresentam crescimento variável no campo, atingindo cerca de 4 m em oito anos. GURGEL FILHO et al. (1982) relatam que a espécie apresentou desenvolvimento regular em plantio heterogêneo, com altura de 9 m, 8,8 cm de diâmetro a altura do peito (DAP) e 90 % de sobrevivência aos 14 anos de plantio. Aos 15 anos, apresentou 12m de altura e DAP de 14,7cm, segundo NOGUEIRA (1977). Em plantios puros, aos 25 anos, apresentavam cerca de 12m de altura e 11 cm de DAP (GRUGEL FILHO et al., 1982b).

Para CARVALHO (2003), *Copaifera langsdorffii* é uma espécie plástica em relação às condições edáficas, ocorrendo tanto em áreas de solo fértil e bem drenado, como em áreas de solo muito pobre, ácido e álico do Cerrado. A espécie pode ocorrer em terrenos úmidos, sendo comum em matas ciliares, ocorrendo esporadicamente em Gleissolo háplico (Glei pouco húmico). Em plantios, prefere solos com drenagem de regular a boa e textura variando de francamente argilosa a argilosa, podendo ser plantada em plantio misto em pleno sol.

FURTINI NETO *et al.* (1999), avaliando a resposta de 15 espécies florestais de diferentes grupos sucessionais à calagem, classificaram a espécie *Copaifera langsdorffii* Desf. como tolerante à acidez do solo. FELFILI (2000) considera a espécie como sendo de rápido crescimento. DUBOC (1994 e 1996) observou que a referida espécie não foi afetada pela omissão de B e Zn no solo. Estudos realizados por RENÓ *et al.* (1997) *apud* DUBOC (2005) e DUBOC (1994), mostraram que esta espécie apresentou pequena ou nenhuma resposta a micronutrientes.

SOUZA & LOBATO (2002) obteve, um ano após o plantio de recuperação em três áreas do Distrito Federal, sobrevivência em torno de 33 a 42 % para *Copaifera langsdorffii* Desf., médias menores do que as apresentadas no estudo de DUBOC (2005), estimadas em 73,0 e 70,7 %, independente da adubação com N ou P, respectivamente.

DUBOC (2005) relata em estudo realizado no Cerrado Denso do Distrito Federal que a melhor dose de P para *Copaifera langsdorffii* Desf. foi de 10 kg/ha, na qual obteve um maior diâmetro de copa em comparação com a ausência deste elemento que resultou em redução de 45% deste componente na árvore. Para os nutrientes P, K e Cu, o referido autor observou efeito de concentração com os maiores teores e nas menores dosagens de N, o que refletiu em menor incremento do diâmetro do colo para esta espécie. PARON *et al.*, (1996) relata que o lento crescimento da espécie pode colaborar para uma pequena demanda de P e ausência de dependência micorrízica. Contudo, DUBOC (2005) citando SAGGIN-JÚNIOR (1997), considera a referida espécie entre altamente a extremamente dependente de micorrizas. DUBOC (2005) concluiu em seu estudo que os baixos teores de P encontrados na Copaíba indicam a capacidade desta espécie crescer com baixos teores de P nos tecidos, indicando sua elevada eficiência nutricional, o que poderia explicar sua vasta ocorrência.

### 3.6.2. *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong

A espécie *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, também conhecida por Orelha-de-Macaco, Tamboril, pau-de-sabão, da família Fabaceae, é uma planta decídua no inverno, heliófita, seletiva higrófila, pioneira, dispersa em várias formações florestais. Os frutos contêm saponina. A árvore possui copa ampla e frondosa, proporcionando uma ótima sombra no verão. É excelente para reflorestamento de áreas degradadas de preservação permanente em plantios mistos, principalmente por seu rápido crescimento inicial. A altura da árvore varia entre 20-35 m, com tronco de 80-160 cm de diâmetro. Madeira leve (densidade e 0,54 g/cm<sup>3</sup>), macia ao corte, pouco resistente, medianamente durável. Indicada para a fabricação de barcos e de canoas de tronco inteiro, brinquedos, compensados, armações de móveis, miolo de portas e caixotaria em geral (LORENZI, 1992). É pouco comum em floresta primária e quase sempre está concentrada em solos úmidos. Ocorre com maior frequência em capoeiras e estágios mais avançados da sucessão secundária. O desenvolvimento das plantas no campo é extremamente rápido.

A espécie *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong ocorre em vários tipos de solos, tanto nos de baixa como nos de alta fertilidade química. Evita solos rasos e excessivamente úmidos. Em plantios, apresenta melhor crescimento em solos férteis, com boa disponibilidade hídrica e com textura franco argilosa (CARVALHO, 2003). Espécie comum em vegetação secundária: clareiras, capoeirões e em matas degradadas, onde se constata regenerações acentuadas, chegando a formar povoamentos quase puros. CARVALHO (2003) recomenda o plantio a meso e pleno sol, associada com espécie de mesmo padrão de crescimento, para melhorar a forma ou para tutoramento das espécies clímax, ou em faixas abertas na vegetação secundária e plantas em linhas, onde tolera sombreamento leve na fase juvenil, podendo apresentar melhora acentuada da forma da árvore (CARVALHO, 1982 citado por CARVALHO, 2003).

DAVIDE *et al.*, 1995; DURIGAN & NOGUEIRA, 1990; GONZÁLES, 2001 relatam a ocorrência de dormência em 90 % das sementes, porcentagem de germinação superior a 70 % e 89 % entre sete e 14 dias. Em campo a germinação ocorre em 25 dias, sendo classificada como excelente.

CARVALHO (2003) citando SOUTO (1984) considera o crescimento e sobrevivência em plantios muito irregular; entretanto, seu crescimento é rápido, especialmente em diâmetro. É recomendada para plantios de recuperação de matas ciliares em locais sem inundação, ou com inundações periódicas de rápida duração e na recuperação de áreas com baixa fertilidade química. *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. tem sido plantada em áreas de desertificação em Alegrete, RS. Tolera solos compactados, de baixa fertilidade e ocorre em várias formações florestais.

DUBOC (2005) classificou a espécie *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. como de crescimento lento, mesmo submetida à adubação com N ou com P; apresentando pequeno requerimento para o nitrogênio, que pode estar relacionado com a sua capacidade de nodulação (FURTINI NETO *et al.*, 1999).

### **3.7. TESTE DE GERMINAÇÃO**

O teste de germinação é realizado em meio artificial, esterilizado, em germinadores umidificados, ajustados na temperatura ótima para a semente da espécie testada, por um período suficiente para que mesmo sementes com pouco vigor e viabilidade germinem e desenvolvam plântulas normais. A otimização e padronização das condições do teste levam a melhores resultados, exprimindo o potencial máximo da semente. Geralmente apenas plântulas muito doentes e deformadas são excluídas da percentagem de germinação. Plântulas fracas, semi-defeituosas e robustas têm o mesmo peso na percentagem de germinação, sendo considerado um parâmetro de qualidade não comensurável nesse tipo de teste, onde uma semente germina ou não germina (DELOUCHE, 2002).

Segundo BRASIL (1992), durante o teste de germinação, devem ser proporcionadas condições apropriadas para as sementes expressarem o seu máximo potencial germinativo de forma rápida e uniforme. Geralmente, sementes de espécies do Cerrado respondem bem a temperaturas de incubação de 25 °C, contudo existem algumas espécies cuja temperatura ótima de germinação é de 30 °C ou alternadas de

20-30 °C. A luz estimula a germinação de algumas espécies do Cerrado, contudo, a maioria germina bem no escuro.

O critério botânico de germinação considera a semente germinada quando ocorre a protrusão/extrusão de alguma parte do embrião, notadamente a radícula, que deve apresentar curvatura geotrópica positiva e consistência firme, visto que a força mecânica exercida pela água no interior da semente é capaz de fazer com que sementes mortas também emitam radícula. O critério tecnológico de germinação considera que ocorreu germinação quando há a formação de uma plântula normal, com partes aéreas e radicular vigorosas (BRASIL, 1992).

### **3.8 CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO**

Uma das mais importantes características do solo é a sua capacidade de infiltração, pois estima o limite máximo de tolerância à entrada de água no seu interior, sob determinadas condições, tornando-se um dos parâmetros mais importantes que afetam a irrigação.

O conceito de capacidade de infiltração é utilizado para distinguir, em termos de lâmina por tempo, o potencial do solo em absorver água pela superfície, ou seja, a taxa real de infiltração que acontece quando há disponibilidade de água em penetrar no solo. Capacidade de infiltração é definida como sendo a taxa de infiltração que poderia ocorrer caso um excesso de água fosse aplicado ao solo, é calculada em volume de água por unidade de área e de tempo. As curvas de taxa de infiltração da água no solo e de capacidade de infiltração só coincidem quando há precipitação na superfície com intensidade igual ou superior à capacidade de infiltração. Caso a precipitação ocorra com intensidade ( $i_p$ ) menor que a capacidade de infiltração, toda a água penetrará no perfil a uma taxa igual à intensidade da precipitação, reduzindo a capacidade de infiltração devido ao umedecimento do solo. Persistindo a precipitação, a partir de um tempo  $t = t_p$  (tempo de empoçamento) a taxa de infiltração iguala-se à capacidade de infiltração, passando a decrescer com o tempo, e tendendo a um valor constante após grande período de tempo, caracterizado como a taxa de infiltração estável ( $T_{ie}$ ) (CECÍLIO, 2007).

A infiltração é definida como a passagem da água das camadas superficiais do solo em direção ao lençol freático. É um processo que depende de alguns fatores como: água disponível para infiltrar, cobertura vegetal, condições da superfície do solo, topografia do terreno, conteúdo inicial de água no perfil do solo, tempo de infiltração, existência de camadas menos permeáveis ao longo do perfil, assim como suas propriedades físicas (BERNARDO, 1986; DAKER, 1988; HILLEL, 1970; REZENDE & SCALOPPI, 1985). A capacidade de infiltração ou taxa de infiltração é a capacidade que um solo tem de absorver água no decorrer do tempo. É a mais expressiva dentre as grandezas físicas de infiltração, sendo expressa geralmente em mm/h. A velocidade de infiltração é a velocidade média com que a água atravessa o solo, ou seja, é a vazão dividida pela seção reta da área do escoamento, sendo dependente da permeabilidade e do gradiente hidráulico.

À medida que a água infiltra no solo, as camadas superiores do perfil vão se umedecendo no sentido de cima para baixo, alterando gradativamente a umidade do solo. Enquanto há aporte de água, o perfil de umidade tende à saturação em toda a profundidade, sendo a camada superficial, naturalmente, a primeira a saturar. Normalmente, a infiltração decorrente de precipitações naturais não é capaz de saturar todo o solo, restringindo-se a saturar, quando consegue, apenas as camadas próximas à superfície, conformando um perfil típico onde o teor de água decresce com a profundidade (SILVEIRA *et al.*, 2000 *apud* CECÍLIO, 2007).

Os métodos mais usados para a determinação da infiltração são: método de entrada e saída de água no sulco, anéis infiltrômetros e simuladores de chuva (COSTA *et al.*, 1999). A infiltração de água no solo pode ser determinada por diferentes metodologias, como:

- infiltrômetro de Anel, que pode ser simples ou duplo (Infiltrômetro de Anéis Concêntricos/IANC);
- infiltrômetro de aspersores (IAS);
- método do balanço de entrada e saída de água no sulco;
- método do infiltrômetro de sulco.

O infiltrômetro de anel é o tipo comumente utilizado para mensurações *in situ* das características de infiltração, pois é um método simples e de fácil aplicabilidade no

campo; entretanto, sua eficiência depende de uma série de fatores que, por sua vez, dependem de como são manuseados no campo. Para MAHESHAWARI (1996), os infiltrômetros de anéis podem ser de anel simples ou duplo, sendo o último mais recomendado por diminuir o erro de leitura (AGUIAR, 2007). Os anéis concêntricos, por manterem uma carga hidráulica sobre a superfície, a infiltração ocorre na taxa máxima que o solo permite, sendo restringida apenas pelas características do próprio solo, que não sofre nenhuma modificação em sua superfície, favorecendo altas infiltrações (COSTA *et al.*, 1999). Embora não exista padronização dos sistemas de medição da infiltração, utilizam-se principalmente, infiltrômetros duplo-anel ou simples-anel. A vantagem do primeiro sobre o segundo é de minimizar as infiltrações laterais, mantendo o fluxo na direção vertical. A sua desvantagem é uma operação mais complicada, principalmente porque necessita de maiores volumes de água (PAIXÃO *et al.*, 2004).

A cascalheira estudada por SILVA (2006) após 120 min. de teste apresentou uma velocidade de infiltração pouco superior a 5 cm/h. Enquanto que LEITE *et al.*, (1992) encontrou uma taxa de infiltração de 2,4cm/h aos 90min em uma cascalheira abandonada por três décadas, 23,5 cm/h em área de Campo-sujo e 27,6 cm/h para solo de Cerrado.

Em geral, quando se prepara o solo, a capacidade de infiltração tende a aumentar, em razão da quebra da estrutura da camada superficial. No entanto, se as condições de preparo e manejo forem inadequadas, sua capacidade de infiltração poderá tornar-se inferior à de um solo sem preparo, principalmente se a cobertura vegetal for removida. Uma vez formado o encrostamento superficial e, em muitos casos, este é estabelecido muito rapidamente após as primeiras precipitações, a taxa de infiltração da água no solo é consideravelmente reduzida (PRUSKI *et al.*, 1997 *apud* CECÍLIO, 2007).

Água com alta concentração de sólidos pode provocar alteração na capacidade de infiltração do solo, ocasionada por entupimento de poros e pela formação de crosta em sua superfície. Líquidos contendo mais que 200 mg L<sup>-1</sup> de sólidos totais não se infiltrarão no solo em taxas idênticas às observadas com água. As propriedades químicas da água (composição iônica e condutividade elétrica) também interferem na

infiltração, à medida que influem na dispersão das argilas. O aumento da condutividade elétrica da água, devido ao aumento da concentração de eletrólitos, atua de forma a reduzir a dispersão das argilas, o movimento de partículas e a formação de encrostamento superficial (CECÍLIO, 2007).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

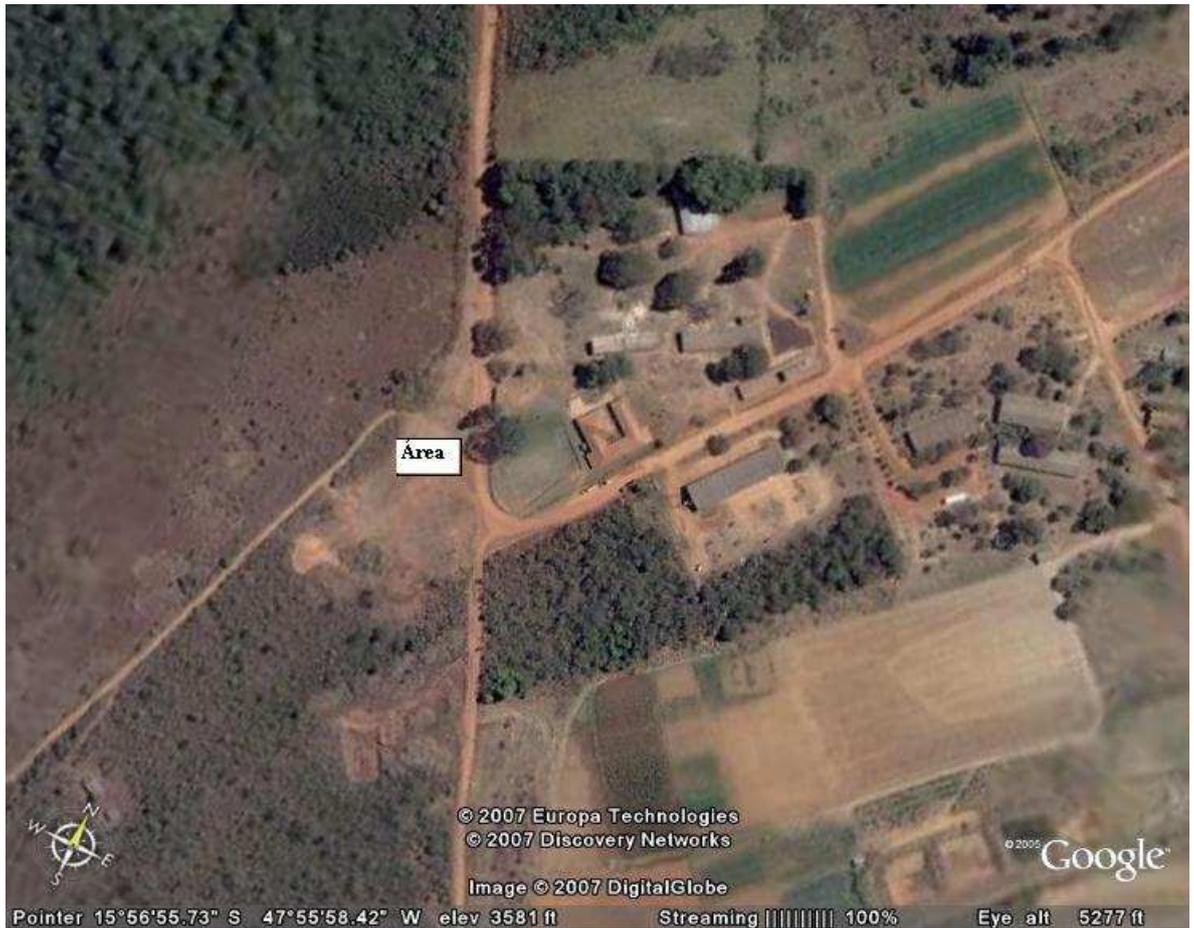
A cascalheira em estudo está localizada em Brasília-DF, dentro da Fazenda Água Limpa-FAL (Figura 3.1.1), de propriedade da Universidade de Brasília (UnB), na Região Administrativa (RA) do Park Way, dentro da Área de Proteção Ambiental Gama Cabeça-de-Veados, Bacia do Gama, à margem direita do Córrego Capetinga, coordenadas 15°56'59,60" S, 47°56'09,53" W.



Fonte: Google Earth

Figura 4.1.1: Localização da Fazenda Água Limpa-FAL/UnB.

A Figura 4.1.2 mostra a localização da área do experimento. A Figura 4.1.2 mostra a vegetação ainda remanescente nas bordas da cascalheira.



Fonte: Google Earth.

Figura 4.1.2: Local de implantação do experimento na cascalheira da Fazenda Água Limpa-FAL/UnB.

A cascalheira em estudo é uma jazida mineral de cascalho-laterítico aflorando em superfície, explorada desde 1977 até 1987, resultando em torno de 4.500 m<sup>2</sup> de área minerada. Não foram mantidas as damas de indicação das cotas originais que contribuiriam para estimar a profundidade explorada da cascalheira; contudo, acredita-se que tenha sido em torno de 1,70 a 0,50 m. A extração do cascalho laterítico foi executada sem qualquer planejamento, e utilizado na construção e manutenção das estradas internas da Fazenda Água Limpa. A área do experimento está localizada entre as coordenadas 15°56'58.7''S, 047°56'58.7''W; 15°56'58.7''S, 047°56'11.1''W; 15°56'59''S; 047°56'11.5''W; 15°56'59.6''S; 047°56'10.8''W.

A vegetação remanescente nas bordas sul e sudeste da cascalheira pode ser caracterizada, de acordo HARIDASAN (2005), como cerrado sentido restrito, devido

à cobertura arbórea estar entre 20 e 50 %. Segundo FELFILI *et al.* (2004), a vegetação predominante na Área de Proteção Ambiental Gama Cabeça-de-Veado é o cerrado sentido restrito.

Durante a implantação do experimento, foi observada presença marcante de formigas cortadeiras do gênero *Atta* sp, inclusive com olheiros dentro de covas e entre linhas do experimento.

#### **4.2. SELEÇÃO DAS ESPÉCIES**

A seleção das espécies priorizou aquelas pertencentes às florestas nativas do Cerrado, evitando assim perdas de plantio e a descaracterização da vegetação inicial da área. Considerou a contribuição individual de cada espécie em relação a atrativos para fauna silvestre, como as frutíferas, contribuindo para a atuação de dispersão e polinização de sementes, frutos e propágulos, acelerando o processo de recolonização e enriquecimento da área, assim como sementes disponíveis na época de implantação do experimento, com preferência para as espécies que ocorrem na vegetação original. Foram selecionadas as seguintes espécies: *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. e *Copaifera langsdorffii* Desf.

#### **4.3. COLETA DE SEMENTES**

A coleta das sementes foi realizada em diferentes matrizes de cada espécie estudada, com o objetivo de garantir a diversidade genética da vegetação a ser desenvolvida no local. Durante as atividades de coleta das duas espécies, foram utilizados equipamentos como podão, tesoura de poda e sacos plásticos para transporte dos frutos e sementes.

Os frutos da *Copaifera langsdorffii* Desf. foram coletados entre os dias 3 e 21 de julho de 2006 na cidade de Palmital - GO. Os frutos foram secos à sombra e beneficiados entre os dias 20 e 28 de julho de 2006. As sementes foram armazenadas em sacos de papel pardo em câmara fria (25 °C, 80 % umidade), no viveiro II da NOVACAP, durante 7 meses.

Os frutos da espécie *Enterolobium contortisiliquum* foram coletadas na cidade de Palmital - GO, entre os dias 10 e 12 de novembro de 2006, e beneficiadas entre os dias 15 e 20 de dezembro. Os frutos foram colocados para secar a sombra e abertos com tesoura de poda.

#### **4.4. BENEFICIAMENTO**

As sementes passaram por um processo de limpeza de cada lote de sementes para retirada do material indesejável, como sementes quebradas ou danificadas, visando a uniformidade do lote e o aumento da qualidade das mesmas para o plantio. O beneficiamento foi realizado de forma manual. As sementes passaram por duas etapas de seleção, a primeira, visualmente, durante o beneficiamento, e uma segunda seleção durante a contagem destas, antes da sementeira. A seleção das sementes priorizou as mais vigorosas e excluiu as consideradas não viáveis, seja por doença, predação, ou outra característica visual que comprometesse sua fitossanidade.

#### **4.5. QUEBRA DE DORMÊNCIA**

As sementes apresentaram dormência tegumentar, típica de espécies da família Fabaceae, um tipo de dormência ligada principalmente ao tegumento duro. O método de escarificação mecânica por despolimento foi escolhido para a quebra de dormência das sementes de ambas as espécies empregadas neste trabalho.

#### **4.6. ANÁLISE DAS SEMENTES**

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, foram realizados testes de germinação das sementes de *Copaifera langsdorffii* e *Enterolobium contortisiliquum*.

O teste de germinação foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, (UnB), Brasília- DF, em janeiro de 2007. Foram utilizadas cinco repetições de 50 sementes para cada uma das duas espécies analisadas. As sementes foram tratadas com hipoclorito de sódio a 2 % durante dois minutos e enxaguadas em água corrente por 5 minutos. As sementes tiveram a ponta oposta à futura emissão da radícula, cortada para facilitar a

penetração de água e acelerar a germinação. Os testes foram conduzidos em substrato de papel filtro, dentro da câmara de germinação tipo BOD, sob condições de temperatura e umidade controladas de 25°C e 80 %, respectivamente, e fotoperíodo de 8 horas de luz por 16 de escuro. As sementes de *Copaifera langsdorffii* e *Enterolobium contortisiliquum* permaneceram no germinador durante 30 dias, sendo feito o monitoramento da germinação diário, considerando-se o critério botânico para a caracterização da germinação, ou seja, a emissão e curvatura da radícula.

#### **4.7. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO NO CAMPO**

Efetuiu-se o preparo do terreno através da limpeza da área, retirando-se material inerte (plásticos) e gramíneas invasoras, principalmente *Brachiaria decumbens*. Realizou-se ainda a descompactação do solo na profundidade média de 250 mm com a utilização de um arado escarificador de três hastes, com 200 mm de largura e 22° de ângulo de ataque, contribuindo para o melhor estabelecimento inicial das espécies e nivelamento do terreno. A enxada rotativa foi usada para desfazer os torrões que permaneceram no solo após a escarificação. Os implementos foram utilizados acoplados a um trator New Holland TL 75E, após realizados esse procedimentos foram delimitados 3 blocos, cada um com uma área de 60 m<sup>2</sup> e bordas de 2 m por 3,5 metros. Todos os quatro tratamentos foram contemplados em cada bloco, sendo constituídos por 10 covas/espécie com espaçamento de 1 x 1 m. As covas foram marcadas com tutores de madeira e placas, e espaçadas umas das outras de acordo com o espaçamento utilizado na semeadura. A área total do experimento foi de 400m<sup>2</sup>. Foram utilizadas 120 garrafas PET, 40 covas/espécie/bloco, 80 covas/bloco, totalizando 240 covas.

A densidade de sementes foi a mesma para todas as espécies, ou seja, 3 sementes da mesma espécie/cova, resultando em 720 sementes. As espécies foram semeadas em todos os blocos, de forma que cada espécie foi semeada em dez covas. A adubação consistiu de foi 25 g de NPK (4-30-16) e 0,5 litro de esterco de gado curtido e seco, misturados ao substrato de cada cova.

Foram utilizados tutores de madeira para facilitar a localização, monitoramento e identificação das covas e dos indivíduos que ocorressem naturalmente na área,

através da regeneração natural. Como foram semeadas mais de uma semente em cada cova, cada plântula foi identificada com uma fita de cor diferente para indicar a plântula 1 (fita amarela), plântula 2 (fita vermelha) e plântula 3 (fita verde), facilitando a coleta dos dados. Em todos os tratamentos foram observadas se as sementes germinadas produziram plântulas normais ou anormais.

#### **4.8. PROTETORES FÍSICOS DE GERMINAÇÃO**

Os protetores físicos de germinação foram produzidos com garrafas PET. Foram cortadas as partes superior e inferior das garrafas, ficando cada uma com 17 cm de comprimento. Os protetores físicos foram enterrados cerca de 3 cm no solo de cada cova. O tempo para retirada das garrafas PET será determinado de acordo com o desenvolvimento de cada plântula.

#### **4.9. COLETA DE SOLO**

A coleta de solo foi realizada de acordo com o método de amostragem composta, descrito por FILIZOLA *et al.* (2006), para as duas áreas:

Área 1 – cascalheira;

Área 2 – cerrado *sensu stricto*;

Como o substrato da área de estudo estava bastante compactado, a ponto de impedir o uso do trado (equipamento específico para coletas de substrato), os equipamentos utilizados foram uma picareta e uma cavadeira manual. Retirou-se parte do substrato, com profundidade de 20 cm; então, as laterais foram raspadas e misturadas ao fundo da cova. O substrato foi recolhido, colocado em recipiente plástico e considerado uma amostra simples. Depois da coleta, as covas foram fechadas com o substrato restante. A área de pesquisa foi dividida em três partes e de cada uma foi coletada três amostras simples, de 0 a 20 cm, em quantidades aproximadamente iguais, totalizando nove amostras simples. Estas foram misturadas em um balde, formando uma única amostra (amostra composta).

#### **4. 10. ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DO SUBSTRATO E DO SOLO**

As amostras de solo e substrato foram analisadas pelo laboratório da Embrapa

Cerrados (CPAC), segundo metodologia descrita pela Embrapa (1977). Foram determinados: a textura através da dispersão química com NaOH (0,5 N) e agitação mecânica, de acordo com o método da pipeta; pH em água (relação solo: solução 1:2,5), P e K disponíveis extraídos com Mehlich<sup>-1</sup>; Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> e Al<sup>+3</sup> trocáveis, extraídos com KCL 1 mol L-1; CTC total a pH e matéria orgânica pela método Walkley – Black. Os resultados obtidos foram analisados através de análise de variância e comparados pelo teste Tukey (P < 0,05) empregando-se o programa Excel (Tabela 22).

#### 4.11. ATRIBUTOS QUÍMICOS

Todas as análises químicas foram feitas segundo metodologia descrita pela Embrapa (1997). As amostras foram analisadas no laboratório da Embrapa Cerrados (CPAC), onde foi determinada a textura, o pH e os teores de Ca<sup>+2</sup>; Mg<sup>+2</sup>; Al<sup>+3</sup>; H+Al; P e K trocáveis e matéria orgânica. Com base nesses resultados foram calculadas a capacidade de troca catiônica (CTC), a soma de bases (SB), saturação por alumínio (m %) e a porcentagem de saturação de bases (V %) da seguinte forma:

$$CTC = [Ca] + [Mg] + [K] + [H+Al] \quad (I)$$

$$SB = [Ca] + [Mg] + [K] \quad (II)$$

$$V \% = (S/CTC) * 100 \quad (III)$$

$$m \% = 100 * Al / Al + SB \quad (IV)$$

No cálculo da CTC, os níveis de Na foram omitidos, porque são desprezíveis para região do Cerrado (SILVA, 2006). Os níveis de K foram convertidos de ppm para  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  para realizar o cálculo da CTC; assim como os de H+Al e Al foram convertidos de  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  para mg/kg.

O pH foi medido com peagâmetro numa solução 1:2,5 de solo-água. O P e o K foram extraídos com a solução de Mehlich<sup>-1</sup> (0,025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,05 N HCl) e medidos com o espectrofotômetro uv-visível e fotômetro de chama, respectivamente. Os elementos Ca<sup>+2</sup>, Mg e Al foram extraídos com uma solução 1 N de KCl. O Al<sup>+3</sup> foi determinado

por titulação ácido-base com NaOH (0,01 N) e os elementos  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ , em espectrofotômetro de absorção atômica. A matéria orgânica foi determinada pelo método Walkley-Black adaptado, com digestão das amostras ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 96 %) e posterior titulação de oxi-redução.

#### 4.12. ATRIBUTOS FÍSICOS

**Textura** – Para a análise textural foi realizada a dispersão química com NaOH (0,5 N) e mecânica com agitação rápida, de acordo com o método da pipeta (EMBRAPA, 1997), para as determinações de silte e argila e para areia grossa e areia fina a tamisação, sendo essas partículas obtidas pela diferença: 100 - (silte + argila + areia grossa).

**Infiltração** - A infiltração de água no substrato foi medida através de infiltrômetros de anéis concêntricos (EMBRAPA, 1978). Os testes de infiltração foram realizados na área da cascalheira, assim como na área com vegetação remanescente de cerrado s.s. utilizando o método de Infiltrômetros de Anéis Concêntricos (IANC) (Figura 3.12.1). Antes de encher os anéis com água, uma bucha era posicionada na parte inferior do anel central, a fim de evitar alguma forma de selamento no momento de seu enchimento. Os ensaios consistiram em preencher os anéis com água por aproximadamente uma hora, visando a saturação do solo. Após esse período, passava-se a anotar o tempo que volumes constantes de água (20 ml) demoravam a infiltrar no solo ou substrato até atingir um tempo constante de infiltração; normalmente, a taxa de infiltração é considerada constante quando o valor da leitura da lâmina infiltrada no anel interno se repete pelo menos três vezes (CECÍLIO, 2007). O Infiltrômetro de Anéis Concêntricos (IANC) utilizado era composto por dois anéis que têm a mesma altura, 30 cm, e diâmetro de 16 cm e 40 cm, respectivamente. Os cilindros foram posicionados verticalmente na superfície do solo e inseridos a uma profundidade de aproximadamente 4 cm. Os ensaios foram realizados no substrato dos três blocos do experimento, assim como na área de cerrado s.s. A superfície do substrato minerado apresentava-se isenta de vegetação, em decorrência de uma gradagem leve realizada.



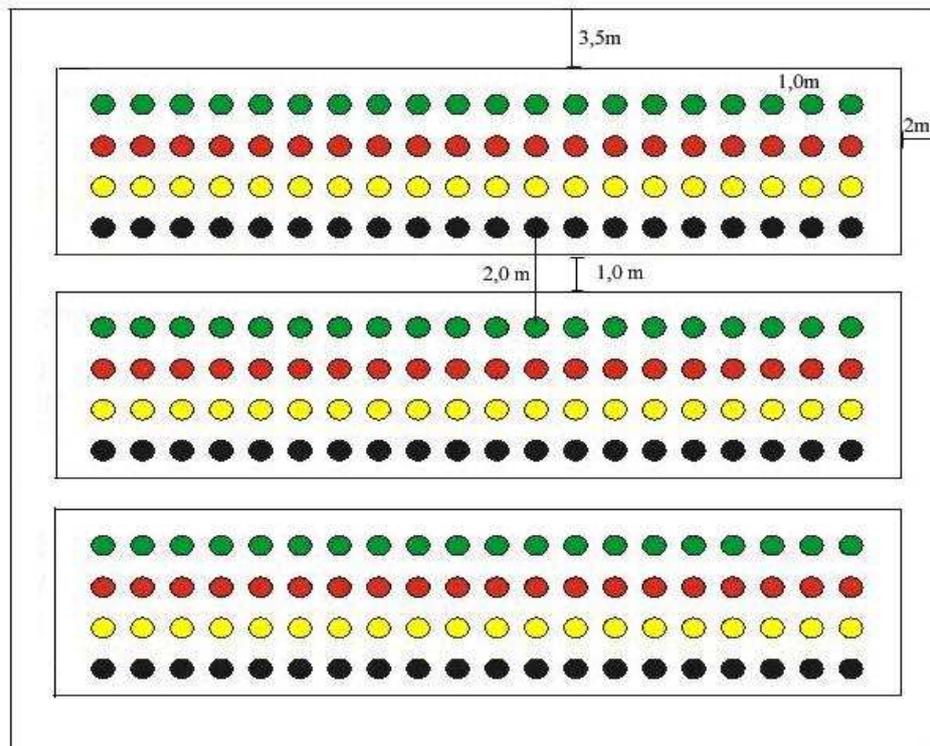
Figura 4.12.1: Anéis Infiltrômetros.

Como geralmente a lâmina de água no anel menor é maior que a do anel externo, devido à função do cilindro maior ser apenas de orientação das linhas de corrente e prevenir perdas laterais de água durante o processo de infiltração, a água do anel interno tende a infiltrar no perfil do solo em uma direção predominantemente vertical, evitando superestimativa da taxa de infiltração (CECÍLIO, 2007). Visando-se obter maior precisão nas leituras e maior praticidade na condução desses ensaios de campo, a recarga de água no interior dos anéis foi realizada constantemente, de modo a evitar indesejáveis variações do nível de água e ampliar a escala de leitura da lâmina infiltrada. Os experimentos de infiltração foram realizados entre covas, em 2 pontos escolhidos aleatoriamente em cada bloco. Os anéis foram instalados no solo com auxílio de uma marreta e um pedaço de madeira que foi colocada em cima dos anéis para amenizar o impacto da marreta.

#### 4.13. TRATAMENTOS APLICADOS NO CAMPO

Os tratamentos testados (Figura 3.13.1) para as espécies *E. contortisiliquum* (Vell.) e *C. langsdorffii* foram:

- 1- sementes em cova sem protetor físico de germinação (controle);
- 2- sementes em cova com protetor físico de germinação;
- 3- sementes com tratamento de quebra de dormência sem protetor físico de germinação;
- 4- semente com tratamento de quebra de dormência em cova com protetor físico de germinação.

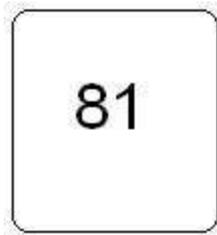


Verde: covas com sementes não escarificadas. Vermelho: covas com sementes escarificadas. Amarelo: covas com sementes não escarificadas e com protetor físico de germinação. Preto: covas com sementes escarificadas e com protetor físico de germinação.

Figura 4.13.1: Croqui de alocação dos tratamentos na cascalheira da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília.

As sementes sem tratamento (controle) e as com tratamento de quebra de dormência foram semeadas diretamente em covas preparadas com e sem protetor físico de germinação. As sementes foram enterradas a profundidade de 3 cm, sendo completamente coberta por solo. Para padronizar a profundidade da semeadura empregou-se um tutor de madeira de 1 m de comprimento, talhado na altura de 3 cm, de forma a permitir a semeadura na profundidade pretendida.

Durante a coleta dos dados foram confeccionadas 240 placas de alumínio de 0,5 mm de espessura, quadradas, de tamanhos iguais (4 x 4 cm), numeradas de 1 a 80 para o primeiro bloco, de 81 a 160 para o segundo bloco e de 161 a 240 para o terceiro bloco (Figura 4.13.2).



81 = cova número 81.

Figura 4.13.2: Placa de alumínio, utilizada na identificação das covas.

#### **4.14. IRRIGAÇÃO**

Como o experimento foi implantado na primeira quinzena de abril de 2007, início da seca no Distrito Federal, e a fase inicial da germinação depende totalmente da disponibilidade de água suficiente para a reativação do metabolismo e retomada de crescimento do embrião, foi necessária a instalação de um sistema de irrigação.

O sistema de irrigação foi preparado em função da captação de água da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, a partir do Córrego Capetinga. Foram instaladas mangueiras de irrigação, com microaspersores número II, para um melhor emprego da água e irrigação das plântulas, principalmente dentro dos protetores físicos de germinação. A irrigação foi realizada diariamente durante todo o período diurno.

#### **4.15. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO**

Foram considerados como indicadores de desempenho: aspecto visual, número de plântulas germinadas por cova, altura média das plantas, diâmetro do colo, porcentagem de germinação, predação e mortalidade, temperatura e umidade dentro e fora dos protetores físicos de germinação.

Para analisar o aspecto visual, a pesquisa considerou a observação *in situ*. A medição da altura e do diâmetro foi realizada com auxílio de fita métrica e de um paquímetro digital 6". Nos primeiros três meses, o monitoramento foi realizado de dois em dois dias e após este período a cada semana, durante seis meses. A temperatura e umidade dentro e fora dos protetores físicos de germinação foram medidas com o auxílio de

um relógio-termômetro-higrômetro MT - 241.

#### **4.16. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

O delineamento estatístico utilizado foi o de Blocos Inteiramente Casualizados, considerando-se 3 blocos para a análise dos 4 tratamentos, com 3 repetições, para 2 espécies. As análises estatísticas foram realizadas através do programa SPSS versão 12.0. A Análise de Variância (ANOVA) foi realizada para verificar a variabilidade total, a variabilidade entre os efeitos dos tratamentos e a variabilidade do erro. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5 %. A porcentagem de germinação, de mortalidade, de predação, foram calculados com os dados coletados em campo e transformados em arco seno para a análise estatística.

### **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **5.1. TEMPERATURA E UMIDADE DENTRO E FORA DOS PROTETORES FÍSICOS DE GERMINAÇÃO (PFG):**

A temperatura média dentro dos PFGs foi cerca de 0,8 °C superior àquela registrada fora destes, que ainda mostraram maiores diferenças em termos de umidades, apresentando médias em torno de 4 % maiores dentro dos PFGs em relação ao exterior (Tabela 5.1.1), apesar de não ser constatada diferença significativa entre as temperaturas e umidades dentro e foras dos PFGs. SANTOS-JUNIOR *et al.* (2004) relatam que o uso de PFG influencia a umidade e a temperatura do solo, chegando a obter, em condições de viveiro, temperaturas médias em torno de 2,5 °C acima daquelas registradas externamente ao recipiente. A umidade também foi maior dentro do PFG, fato verificado também por MATTEI (1993) ao avaliar a viabilidade de semeadura direta e PFG para sementes de *Pinus taeda*.

O desempenho de espécies florestais é fortemente influenciado pelas características do sítio. Pequenas variações entre sítios provocam grande variação de resposta no crescimento das árvores, sendo as características físicas e químicas do solo e o teor de umidade, normalmente associados à topografia e à competição com ervas

daninhas, os fatores que mais têm influenciado o crescimento das espécies testadas até agora em recuperação de áreas degradadas (DAVIDE, 1994).

No método de semeadura direta, a utilização do protetor físico garante maiores percentagens de emergência e sobrevivência de *Pinus taeda* e conseqüentemente maior densidade inicial (BRUM, 1997; MATTEI, 1997; D'ARCO, 1999 *apud* MATTEI, 2001). No entanto, ainda existem poucos estudos sobre a eficiência da utilização de diferentes tipos de protetores na semeadura direta, principalmente de espécies nativas do Cerrado.

Tabela 5.1.1: Temperaturas (°C) e umidades máximas ( %) médias e mínimas medidas dentro protetores físicos de germinação (PFG).

Amplitude	Temperatura (°C)	Umidade (%)
Dentro do PFG		
Mínima	20,1	23,0
Máxima	37,0	78,0
Média	31,0	43,8
Fora do PFG		
Média	30,2	39,8

A temperatura média dentro dos PFG foi maior na presença de plântulas da espécie *E. contortisiliquum* (Tabela 5.1.2 e Figura 5.1.1), contudo não foi constatada diferença significativa ao se efetuar a análise de variância e o Teste Tukey 5% (Tabela 5.1.2 e Tabela 5.1.3). No interior dos PFGs com a presença da espécie *C. lagsdorffi*, a média da umidade foi maior. A análise de variância indicou haver diferença significativa apenas na umidade interna em relação à espécie dentro do PFG (Tabela 5.1.2 e 5.1.3). Contudo o Teste Tukey (5%) não encontrou diferenças estatisticamente significativas entre as temperaturas e umidades dentro dos PFGs (Tabela 5.1.4 e Tabela 5.1.5).

Considerando que as maiores médias de umidade interna foram para as covas com Copaíba, é possível inferir que a espécie foi capaz de criar um microclima mais úmido (Figura 5.1.4). Não foi constatada diferença significativa quando a umidade interna dos PFGs foi comparada entre as duas espécies estudadas e entre covas com *E. contortisiliquum* e covas com PFG sem plântulas (Tabelas 5.1.4 e 5.1.5).

Tabela 5.1.2: Temperatura média dentro dos PFGs. Teste Tukey (5%).

Temperatura Interna			
ESP	DADOS	MEDIAS	COMPARACOES
2	193	31.0505	A
1	186	29.1801	A
0	100	28.8820	A

Nenhuma plântula dentro do PFG (0), com *Copaifera langsdorffii* Desf, (1) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (2).

Tabela 5.1.3: Análise da variância da temperatura (°C) dentro dos PFGs.

FONTES DE VARIACAO		G.L.	QUADRADO MEDIO	F	SIGNIF.
TRAT		1	25.19615	138	*****
ESP		2	166.4160	911	*****
TRAT	ESP	2	126.1541	691	*****
RESIDUO		473	182.6857		

0=ausência de plântula, 1= presença de *Copaifera langsdorffii* Desf. e 2= presença de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

Tabela 5.1.4: Análise da variância da umidade (%) dentro dos PFGs.

FONTES DE VARIACAO		G.L.	QUADRADO MEDIO	F	SIGNIF.
TRAT		1	360.9520	3.099	.07889
ESP		2	481.7977	4.136	.01652
BLOCO		2	964.2454	8.277	.00023
RESIDUO		467	116.4916		

0=ausência de plântula, 1= *Copaifera langsdorffii* Desf, 2= *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

Tabela 5.1.5: Umidade média dentro dos PFG. Teste Tukey (5%).

Umidade Interna			
ESP	DADOS	MEDIAS	COMPARACOES
1	183	44.9454	A
2	190	43.6316	A
0	100	41.9900	A

Nenhuma plântula dentro do PFG (0), PFG com *Copaifera langsdorffii* Desf, (1) e PFG com *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (2).

Para uma melhor compreensão das relações entre temperatura e germinabilidade de uma semente é essencial determinar as temperaturas cardeais extremas (máxima e mínima) e o intervalo de temperatura de máxima germinabilidade. As temperaturas

cardeais extremas são temperaturas abaixo e acima das quais as sementes param de germinar, podendo variar dentro de certos limites e sofrer influência de tratamentos específicos das sementes, indicando a situação fisiológica da semente. Essas variações devem ser consideradas na utilização ecológica e biogeográfica desses parâmetros (LABORIAU, 1983). A temperatura mínima de germinação das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* está entre 10,9 °C e 11,9 °C e a máxima entre 40,9 °C e 42,4 °C (LIMA *et al.*, 1997), temperaturas estas dentro dos limites encontrados neste estudo (20,1 °C e 37 °C respectivamente), indicando que provavelmente a temperatura dentro dos PFGs não influenciou a germinabilidade desta espécie no campo (Tabela 5.1.1).

A interpretação do efeito da temperatura na germinação não deve ser feita isoladamente, mas a outros fatores como luz, água e o tegumento da semente (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989). A influência da temperatura como um fator regulador do processo germinativo e a relevância de certas características das sementes e de sua germinação para o estabelecimento de um banco de sementes são discutidos por LIMA *et al.* (1997). Nesse estudo, os autores não encontraram diferenças significativas na germinação da espécie *Enterolobium contortisiliquum* entre as temperaturas de 18,2 °C e 38,8 °C, temperaturas essas dentro da mínima e máxima medidas dentro dos PFGs ( $T_{\text{mín}}$ : 20,1 °C,  $T_{\text{máx}}$ : 30,7 °C) neste trabalho. A espécie apresenta extensa amplitude térmica favorável a germinabilidade e a faixa de temperatura de germinação não atua como fator limitante do estabelecimento desta espécie em ambientes diversos, o que pode ser comprovado pela presença da mesma em diferentes regiões do Brasil (LIMA *et al.*, 1996).

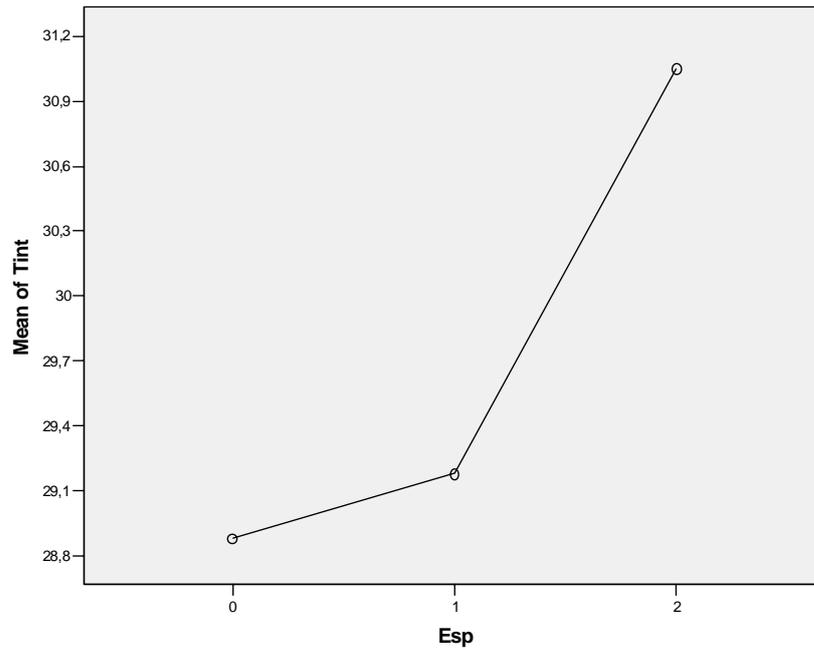


Figura 5.1.1: Temperatura média dentro dos PFG (Mean of Tint) com nenhuma plântula (0), com *Copaifera langsdorffii* Desf, (1) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (2). Esp = Espécie.

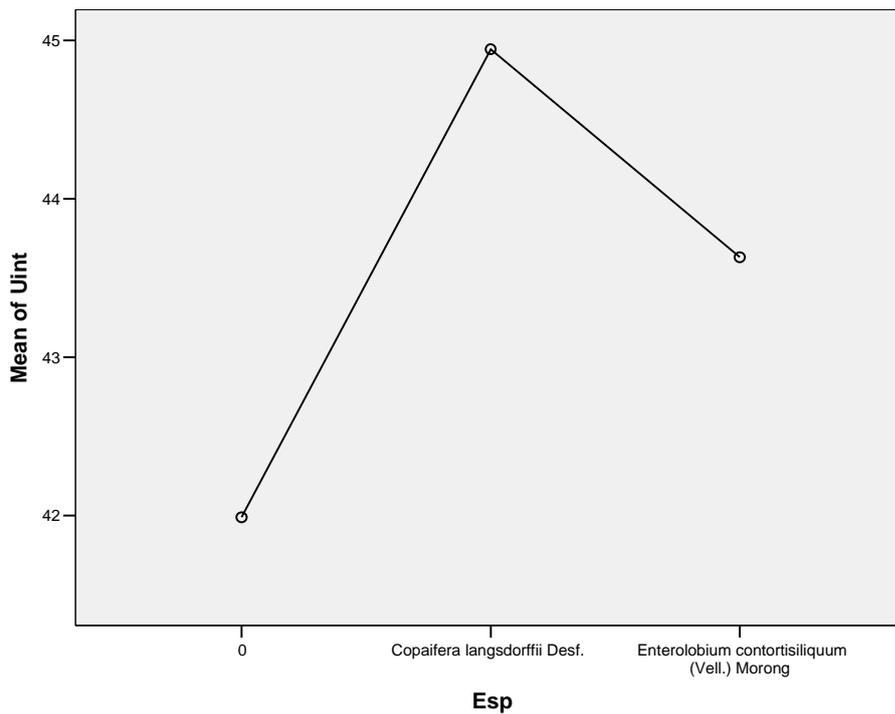


Figura 5.1.2: Umidade média dentro dos PFG (Uint) com nenhuma plântula (0), com *Copaifera langsdorffii* Desf, (1) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (2). Esp = Espécie, Uint = umidade interna.

## 5.2. TESTE DE GERMINAÇÃO EM LABORATÓRIO

### 5.2.1. *Copaifera langsdorffii* Desf.

As sementes de Copaíba apresentaram 52,8 % de germinação em condições de laboratório em 19 dias (Tabela 4.2.1.1), valores inferiores aos 85-95 % e 76% encontrados por DAVIDE *et al.* 1995; JELLER *et al.*, 1997 e GONZÁLES, 2001 *apud* SALOMÃO *et al.*, (2003) e por SANTOS-JUNIOR *et al.* (2004) respectivamente.

A viabilidade das sementes pode ter sido afetada pela presença do besouro curculionídeo *Rhinochenus brevicollis*, predador pré-dispersão, encontrado no interior de grande parte das sementes do lote, pelo tempo e modo de armazenagem das sementes (saco de papel em câmara fria por 7 meses), pela existência de alguma dormência embrionária, ou ainda pela sanidade das matrizes onde as sementes foram coletadas.

BARBOSA *et al.* (1992) não encontraram diferença significativa entre a porcentagem de germinação de sementes de Copaíba em sub-bosque e em condições de laboratório, porém foram obtidas diferenças estatísticas com valores de emergência de plântulas muito inferiores no ensaio a sol pleno, indicando que o fator luz teve grande interferência quanto à porcentagem de emergência das plântulas, apresentando valores superiores nas condições de sub-bosque, inclusive quando comparados com os valores obtidos em laboratório. Isso sugere que a espécie deve pertencer ao grupo das secundárias tardias ou clímax. Os referidos autores salientam que a recuperação de áreas semi-degradadas pode ser efetuada com sementes de espécies secundárias tardias ou clímax, com o enriquecimento da mata com sementes de *Copaifera langsdorffii*.

Tabela 5.2.1.1: Teste de germinação realizado nas sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. em condições de laboratório de sementes.

<b>Germinação ( %)</b>	<b>Dias após o início do teste</b>
10,8	6
18,0	7
10,4	10
4,0	11
3,6	18
6,0	19
<b>Total = 52,8</b>	<b>19 dias</b>

5.2.2. *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong:

O encerramento do teste de germinação das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* ocorreu aos sete dias, obtendo 91,2 % de germinação (Tabela 5.2.2.1). Segundo DAVIDE *et al.* (1995); DURIGAN (1990); GONZÁLES (2001), o tempo médio para o encerramento da germinação dessa espécie acontece por volta de 14 dias, o dobro do tempo obtido neste trabalho. Esse resultado pode ser consequência das condições adequadas de realização do teste em laboratório, da qualidade das sementes utilizadas, que superaram os 65% de germinação encontrados por SANTOS-JUNIOR *et al.* (2004) ao submeterem sementes de *E. contortisiliquum* a tratamentos pré-germinativos em condições de laboratório. Ou do modo de armazenamento que foi menor também em relação às sementes de *Copaiba* analisadas neste trabalho. Resultados obtidos por Eira *et al.* (1993) mostraram que as sementes de *E. contortisiliquum* sem tratamento, germinam lentamente, podendo não houve germinação mesmo após 90 dias do início do teste.

Tabela 5.2.2.1: Teste de germinação realizado em condições de laboratório nas sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

<b>Porcentagem de Germinação ( %)</b>	<b>Número de dias após o início do teste</b>
38,4	6
52,8	7
<b>TOTAL = 91,2</b>	<b>07 DIAS</b>

A dormência tegumentar presente em sementes de *E. contortisiliquum* não se manifesta em exemplares colhidos com aproximadamente 22% de umidade. Contudo, se os teores de umidade chegarem a 19 %, a porcentagem de germinação de sementes

inteiras diminuí, sugerindo a presença de dormência tegumentar (BORGE *et al.*, 1980).

A impermeabilidade tegumentar de muitas sementes de espécies de *leguminosae* ocorre devido existência de uma camada cerosa impermeável que cobre a semente (MAYER & POLUAKOFF, 1966), formando um mecanismo que limita a absorção de água devido ao tegumento duro das leguminosas, envolvendo atividade higroscópica vascular do hilo e o fechamento deste, podendo impedir a germinação mesmo que as condições de umidade sejam favoráveis à germinação (LEOPOLDO & KRIEDMANN (1975) *apud* LÊDO, 1977). Para esses autores quando existe mais umidade no interior da semente do que no ambiente que a cerca, a válvula se fecha impedindo a entrada de água. Mas, se a umidade for menor, a válvula se abre e a semente perde vapor d'água para o exterior. Em alguns casos, o aumento da pressão de oxigênio tem incrementado a germinação, sugerindo que o tegumento também limita o movimento de gases entre o interior e o exterior das sementes (LEOPOLDO & KRIEDMANN (1975) *apud* LÊDO, 1977).

### 5.3. GERMINAÇÃO, PREDACÃO E MORTALIDADE NA CASCALHEIRA

A análise de variância e o Teste Tukey (5%) mostraram haver diferença significativa entre as espécies *E. contortisiliquum* e *C. langsdorffii* com relação à germinação (Tabela 5.3.1 e Tabela 5.3.2). A escarificação mecânica aliada ao uso de PFGs apresentaram maiores médias de germinação, contudo apenas as covas com PFG e sementes não escarificadas apresentaram médias de germinação estatisticamente significativa pelo Teste Tukey (5%) (Tabela 5.3.3).

Tabela 5.3.1: Resultados da análise de variância na germinação de *E. contortisiliquum* e *C. langsdorffii*.

F. V.	G. L.	QUADRADO MEDIO	F	SIGNIF.
TRAT	3	11.95035	11.162	.00001
ESP	1	11.86186	11.080	.00100
RESIDUO	235	1.070588		

Tabela 5.3.2.: Germinação das espécies *C. langsdorffii*. e *E. contortisiliquum* em área degradada pela mineração de cascalho.

ESP	MEDIAS	COMPARACOES
2	1.6960	A
1	1.2087	B

Esp. 1: *C. langsdorffii*, Esp 2: *E. contortisiliquum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Tabela 5.3.3: Germinação das espécies *C. langsdorffii*. e *E. contortisiliquum* em área degradada pela mineração de cascalho.

TRAT	MEDIAS	COMPARACOES
4	1.8667	A
2	1.6167	A
1	1.5667	A
3	8000	B

Tratamentos: 1:controle; 2:sementes escarificadas; 3:sementes não escarificadas e com PFG; 4:sementes escarificadas e com PFG. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade;

A taxa de germinação alcançada em campo (48,8 %) pode estar relacionada a sementes dormentes, que não germinam mesmo quando as condições ambientais são favoráveis (POPINIGIS, 1985). A dormência pode ser imposta pelo tegumento duro, a mais comum encontrada nas espécies da família *Fabaceae*, ou embrionária (dormência fisiológica) (BRYANT, 1989).

A escarificação mecânica elevou a germinação em aproximadamente 9,3%. O emprego dos PFGs juntamente com a escarificação mecânica apresentou melhores valores de germinabilidade (Tabela 5.3.4). O efeito protetor dos PFGs foi confirmado pela redução nas taxas de mortalidade e de predação, evitando uma perda total de aproximadamente 5,3 % e elevando a porcentagem de germinação em 4,3 % (Tabela 5.3.4). Contudo, com relação à predação, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos com e sem PFG para as duas espécies estudadas (Tabelas 5.3.7 e 5.3.8), mas no quesito mortalidade, o teste de Tukey (5%) mostrou haver diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos com PFG para a espécie *Enterolobium contortisiliquum* (Tabela 5.3.9). O Teste Tukey 5% não mostrou haver diferença significativa no quesito mortalidade entre os quatro tratamentos testados na espécie *C. langsdorffii* (Tabela 5.3.10). A germinação de *C. langsdorffii* não diferiu significativamente com relação à escarificação mecânica das

sementes (Tabela 5.3.5). A espécie *E. contortisiliquum* revelou melhores médias de germinação nas covas com sementes escarificadas (Tabela 5.3.6).

Tabela 5.3.4: Germinação, predação e mortalidade em condições de campo das espécies *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong e *Copaifera langsdorffii* Desf.

TRATAMENTO	GERMINAÇÃO %	PREDACÃO %	MORTALIDADE %
Controle (T1)	13,06	1,25	2,50
Sementes escarificadas (T2)	13,47	0,83	2,08
Sementes não escarificadas e com PFG (T3)	6,67	0,14	0,14
Sementes escarificadas e com PFG (T4)	15,56	0,14	0,97
<b>% TOTAL</b>	<b>48,75</b>	<b>2,36</b>	<b>5,69</b>

Tabela 5.3.5: Germinação de *Copaifera langsdorffii* Desf. Teste Tukey (5%).

TRAT	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	30	1648	A
2	28	1232	A B
4	26	1124	B
3	31	0602	C

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade

Tabela 5.3.6: Germinação de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Teste Tukey (5%).

TRAT	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
4	34	.2768	A
2	32	.2318	A B
1	30	.1814	B C
3	29	.1406	C

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Tabela 5.3.7 Predação de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Teste Tukey (5%).

TRAT	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
2	32	.0254	A
1	30	.0148	A
4	34	.0054	A
3	29	.0000	A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Tabela 5.3.8: Predação de *Copaifera langsdorffii* Desf. Teste Tukey (5%).

TRAT	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	30	.0209	A
2	28	.0046	A
3	31	.0042	A
4	26	.0000	A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Tabela 5.3.9: Mortalidade de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Teste Tukey (5%).

TRAT	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	30	.0680	A
2	32	.0335	A B
4	34	.0077	B
3	29	.0000	B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Tabela 5.3.10: Mortalidade de *Copaifera langsdorffii* Desf. Teste Tukey (5%)

TRAT	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
2	28	.0343	A
4	26	.0249	A
1	30	.0173	A
3	31	.0042	A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

A espécie *E. contortisiliquum* apresentou melhor resultado de germinação e sobrevivência de plântulas em sistema de semeadura direta com utilização de protetores físicos de germinação (Tabela 5.3.6 e Tabela 5.3.9), conforme constatado por SANTOS-JUNIOR *et al*, 2004. Segundo esses autores, o uso de protetores de germinação também constitui uma barreira contra o ataque de formigas às plântulas de *Enterolobium contortisiliquum*. MENEGHELLO & MATTEI (2004) e MATTEI & ROSENTHAL (2002) indicam esta espécie com potencial utilização em projetos de regeneração por semeadura direta.

A Tabela 5.3.4 e Tabela 5.3.3 mostram que a porcentagem de germinação obtida no tratamento com sementes escarificadas e com PFG apresentou resultado superior aos demais tratamentos, e considerando que os tratamentos com PFG mostraram menores taxas de predação e mortalidade do que os tratamentos sem PFG, o uso de PFG pode ser uma alternativa viável para utilização em programas de reflorestamentos a partir de semeadura direta das espécies *Enterolobium contortisiliquum* e *Copaifera langsdorffii*.

O tratamento com sementes não escarificadas e com PFG (T3) mostrou valores inferiores aos demais tratamentos (T1, T2, T4) considerando os resultados gerais do experimento (independente das espécies) e para as duas espécies isoladamente. Este resultado pode ter sido influenciado pela altura dos PFGs utilizados (17 cm), possivelmente por estes terem representado um obstáculo à entrada de água, dificultando a embebição das sementes e, conseqüentemente, a reativação do crescimento embrionário, já que a quantidade de água estava limitada à capilaridade do solo, à qualidade do método de irrigação utilizado (mangueiras de polietileno com microaspersores) e à ausência de escarificação mecânica nas sementes.

Analisando-se o efeito dos tratamentos, a germinação pode estar relacionada com o tegumento, já que as maiores taxas de germinação foram obtidas nos tratamentos com sementes escarificadas. A umidade interna registrada nos mesmos PFGs foi não significativa no Teste de Tukey ao nível de 5 % (Tabela 5.3.11), mas apresentou valores de *p* muito próximos desse nível nos PFGs com *Copaifera langsdorffii*.

Tabela 5.3.11: Umidade dentro dos PFG. Teste Tukey (5%).

ESP	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	183	44.9454	A
2	190	43.6316	A
0	100	41.9900	A

0 = nenhuma plântula dentro dos PFGs. 1= plântula de *C. langsdorffii* dentro dos PFG, 2 = plântula de *E. contortisiliquum* dentro dos PFGs. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Não foi encontrada diferença significativa (Tukey 5 %) entre as temperaturas dentro dos PFGs (Tabela 5.3.12) para ambas as espécies, o que reduz muito o efeito dos PFGs sobre a germinação, permitindo inferir que a escarificação mecânica foi suficiente para influenciar o processo de germinação em relação às sementes com tegumento intacto. Corroborar os resultados verificados por VIEIRA & FERNANDES (1997), que sugerem a escarificação mecânica como forma de superar a dormência das sementes de *Copaifera langsdorffii*.

Tabela 5.3.12: Temperatura dentro dos PFGs. Teste Tukey (5%).

TRAT	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
4	274	30.2147	A
3	205	29.4127	A

Tratamentos: 3:sementes não escarificadas e com PFG; 4:sementes escarificadas e com PFG.  
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

A porcentagem de germinação de 58,9 % para a espécie *Enterolobium contortisiliquum* (Tabela 5.3.13) se aproxima das maiores taxas de germinação encontradas por SANTOS-JUNIOR (2004) em pleno sol (64,6 %). Resultados obtidos por MONTEIRO & RAMOS (1997), sobre germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* mostraram que as sementes escarificadas germinaram em maior número e em menor tempo do que sementes intactas, emergindo do solo seis dias após a sementeira, mais rápido do que os 21,7 dias, em média, da testemunha. Esses resultados corroboram com os encontrados nesse trabalho, onde a porcentagem de germinação para sementes escarificadas chegou a 40 % contra 18,9 % das sementes não escarificadas, que germinaram onze dias após a sementeira, ou seja, cinco dias após a primeira emergência de sementes escarificadas. Para BORGES *et al.* (1980); ALCALAY & AMARAL (1982); CÂNDIDO *et al.* (1982); EIRA *et al.* (1993), o método de quebra de dormência por escarificação mecânica é simples, de baixo custo e eficiente para a espécie *Enterolobium contortisiliquum*.

Tabela 5.3.13: Germinação, predação e mortalidade obtida para a espécie *Enterolobium contortisiliquum*.

TRATAMENTO/TAMBORIL	GERMINAÇÃO	PREDAÇÃO	MORTALIDADE
	%	%	%
Controle (T1)	10,56	0,83	3,89
Sementes escarificadas (T2)	16,67	1,39	1,94
Sementes não escarificadas e com PFG (T3)	8,33	0,00	0,00
Sementes escarificadas e com PFG (T4)	23,33	0,28	0,56
<b>% TOTAL</b>	<b>58,89</b>	<b>2,50</b>	<b>6,39</b>

O emprego de PFG elevou a porcentagem de germinação, não apresentando relevância significativa no desenvolvimento das plântulas de *E. contortisiliquum*; contudo, influenciou na sobrevivência desta espécie no campo, prevenindo aproximadamente 7,2 % de perdas (plântulas mortas e predadas). SANTOS-JUNIOR *et al* (2004), estudando a viabilidade do uso da semeadura direta com PFG na implantação de florestas mistas, observaram melhoria na germinação e na sobrevivência para a espécie *Enterolobium contortisiliquum*, indicando o método de semeadura direta como viável; porém, o uso de PFG não foi relevante para o estabelecimento desta espécie.

Para SANTOS-JUNIOR *et al.* (2004), os PFGs não afetaram os valores de germinação e de emergência das plântulas *Enterolobium contortisiliquum*, devendo interferir apenas na sobrevivência (71,2 % com PFG e 33 % na ausência). Os autores observaram que no estágio inicial de desenvolvimento da plântula esta é muito atacada por formigas. E sendo a herbivoria é um dos fatores que mais ameaçam o desenvolvimento inicial de espécies florestais (STANTON, 1975; NEWBERY & FORESTA, 1985), a utilização de PFG pode ser indicada como uma forma de controle inicial de pragas sem uso de agrotóxicos, proporcionando mais chances para o estabelecimento inicial das espécies.

A utilização de PFG reduziu à metade a taxa de germinação de *C. langsdorffii*, contrariando os resultados obtidos por SANTOS-JUNIOR *et al.* (2004) que não encontram diferenças em relação à germinação da espécie entre os tratamentos com e sem PFG. Ao analisar o uso de PFG em sementes de *C. langsdorffii*, SANTOS-JUNIOR *et al.* (2004) concluíram que o efeito dos PFGs foi favorável à sobrevivência da espécie, apresentando valores superiores aos encontrados sem PFG, confirmando os resultados obtidos nesse experimento (Tabela 5.3.14). SANTOS-JUNIOR *et al.* (2004), estudando a germinação de cinco espécies, verificaram menores valores germinativos em sementes de *Copaifera langsdorffii*, e menor vigor em condições ambientais adversas, confirmando os dados observados nesse trabalho, onde sementes apresentaram maior porcentagem de germinação em condições de laboratório (52,8 %) do que em campo (38,6 %). TOLEDO FILHO (1988), ao estudar a competição entre nove espécies de cerrado durante oito anos, observou que a *C. langsdorffii* estava entre as espécies de desenvolvimento inferior, sendo

considerada de aplicação limitada.

Tabela 5.3.14: Resultado da germinação, predação e mortalidade em campo da espécie *Copaifera langsdorffii* Desf.

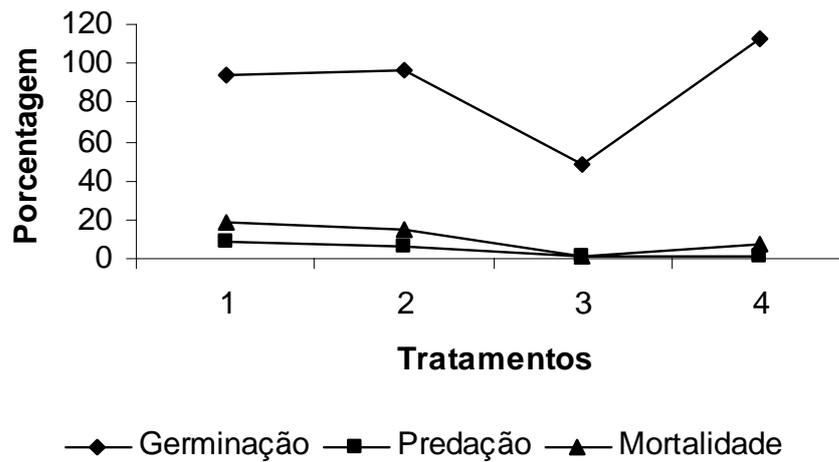
TRATAMENTO/COPAIBA	GERMINAÇÃO %	PREDACÃO %	MORTALIDADE %
Controle (T1)	15,56	1,67	1,11
Sementes escarificadas (T2)	10,28	0,28	2,22
Sementes não escarificadas e com PFG (T3)	5,00	0,28	0,28
Sementes escarificadas e com PFG (T4)	7,78	0,00	1,39
<b>% TOTAL</b>	<b>38,61</b>	<b>2,22</b>	<b>5,00</b>

As taxas de germinação em laboratório das espécies *Enterolobium contortisiliquum* e *Copaifera langsdorffii* (91,2 % e 52,8 %, respectivamente) foram mais altas do que as obtidas no campo (58,89 % e 38,62 %, respectivamente), os resultados obtidos podem ser atribuídos aos testes de laboratórios serem desenvolvidos com sementes escarificadas e em condições ótimas de germinação, o que possibilita obter a expressão máxima do potencial germinativo do lote de sementes (BRASIL, 1992). Tratamentos com PFG apresentaram menores perdas de plântulas em campo (taxas de mortalidade e predação) do que os tratamentos sem PFG (1,4 % e 6,7 %, respectivamente, Tabela 5.3.15), contribuindo para o controle natural de predadores, sem a necessidade de aplicação de defensivos químicos.

Tabela 5.3.15: Somatória das taxas de predação e mortalidade em porcentagem para as *Enterolobium contortisiliquum* e *Copaifera langsdorffii*.

TRATAMENTOS	%PERDA GERAL	%PERDA COPAIBA	%PERDA TAMBORIL
Controle (T1)	3,75	2,78	4,72
Sementes escarificadas (T2)	2,92	2,50	3,33
Sementes não escarificadas e com PFG (T3)	0,28	0,56	0,00
Sementes escarificadas e com PFG (T4)	1,11	1,39	0,83
<b>% TOTAL</b>	<b>8,06</b>	<b>7,22</b>	<b>8,89</b>

A diferença nos resultados entre tratamentos e plântulas predadas mostra que a utilização de PFG é eficiente contra ataque de insetos, resultando em menor número de plântulas predadas. O mesmo pode ser observado com relação ao número de plântulas mortas, considerando o número de plântulas que germinaram e morreram no decorrer do período da coleta dos dados. SALGADO *et al.* (2001) observaram no campo e no viveiro que *Copaifera langsdorffii* além de rebrotar com facilidade também é imune a ataques de formigas, fatores estes que ajudam a assegurar o sucesso da espécie na recuperação de ambientes perturbados.



Tratamentos: 1:controle; 2:sementes escarificadas; 3:sementes não escarificadas e com PFG; 4:sementes escarificadas e com PFG.

Figura 5.3.1: Germinação, predação e mortalidade em condições de laboratório.

## 5.4. DESENVOLVIMENTO INICIAL

### 5.4.1. Altura

O crescimento em altura apresentou médias superiores para tratamento 4 (T4) (Figura 5.4.1.1), mostrando que o emprego de PFG em sementes escarificadas melhora o desenvolvimento em altura, resultando em plântulas maiores do que as obtidas em T2 (sementes escarificadas e sem PFG); o que expressa o efeito favorável da escarificação mecânica combinada com o uso de PFG na altura final das plântulas, já que a altura média das plântulas não escarificadas e com PFG estão abaixo dos demais tratamentos (Tabela 5.4.1.1).

Tabela 5.4.1.1: Altura média das plântulas nos tratamentos: T1:controle; T2:sementes escarificadas; T3:sementes não escarificadas e com PFG; T4:sementes escarificadas e com PFG.

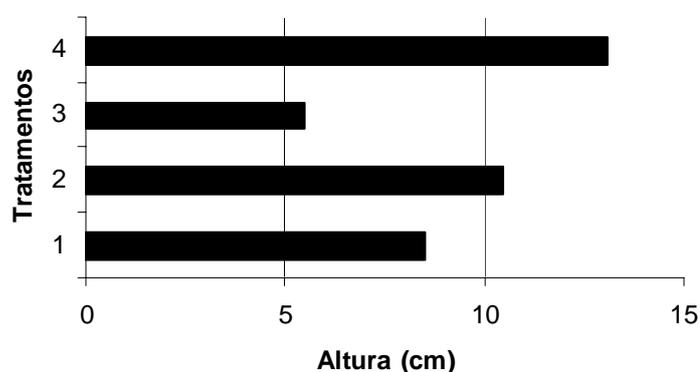
Tratamentos	Altura média (cm)
Controle (T1)	9,1
Sementes escarificadas (T2)	10,9
Sementes não escarificadas e com PFG (T3)	6,8
Sementes escarificadas e com PFG (T4)	14,8

Tabela 5.4.1.2: Análise de variância das alturas das plântulas de *Copaifera langsdorffii* e *Enterolobium contortisiliquum*.

FONTES DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADO MÉDIO	F	SIGNIF.
TRAT	3	1411.260	22.874	.00004
BLOCO	2	85.35973	1.384	.25193
RESÍDUO	386	61.69696		

Tabela 5.4.1.3: Alturas das plântulas de *Copaifera langsdorffii* e *Enterolobium contortisiliquum*. Teste Tukey (5%).

TRAT	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
4	118	15.6619	A
2	100	11.6790	B
1	96	9.1250	B C
3	78	6.8564	C



T1:controle; T2:sementes escarificadas; T3:sementes não escarificadas e com PFG; T4:sementes escarificadas e com PFG.

Figura 5.4.1.1: Altura média das plântulas.

As plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* mostraram melhor desenvolvimento em altura (13,5 cm), do que as plântulas de *Copaifera langsdorffii* (5,7 cm). SALGADO *et al.* (2001) encontraram médias de altura das plântulas de *Copaifera langsdorffii*, aos 17 meses, que variaram de 23,2 cm para aquelas sob pleno sol, até 34,3 cm para aquelas em condição de clareira. Aos seis meses as plântulas de *Copaifera langsdorffii* atingiram altura média de 6,0 cm, aproximadamente, a metade daquela constatada por SALGADO *et al.* (2001) sob 70 % de sombra (10,8 cm) e sob

pleno sol (13,3 cm). SCHIAVINI (1992), trabalhando com matas de galeria em Minas Gerais, observou a ocorrência de alturas de pequeno porte de *Copaifera langsdorffii* fato que o autor atribuiu a condições inadequadas para estimular o crescimento. FELFILI (1993 e 1997) analisou a regeneração desta espécie durante cinco anos, e constatou que suas plântulas podem permanecer com um desenvolvimento mínimo por longo tempo, estabelecendo um banco de plântulas sob dossel fechado e que ao surgirem clareiras o crescimento é iniciado, apresentando um desenvolvimento retardado. TOLEDO FILHO (1988), após analisar por oito anos os índices de DAP, altura, sobrevivência e retidão do fuste, constatou que a espécie apresentou crescimento médio em altura. Mas quanto ao DAP, em virtude da grande ramificação, o desenvolvimento foi considerado fraco e a sobrevivência da ordem de 87 %. Segundo o autor, dados de sobrevivência e retidão do fuste são parâmetros importantes para uma melhor análise do potencial silvicultural de uma espécie.

A germinação e a emergência das plântulas são influenciadas por fatores como: temperatura, água, oxigênio, luz, profundidade e nutrientes. Desses fatores externos, a temperatura pode ser considerada o mais importante, já que nem sempre pode ser totalmente controlada. Sementes submetidas à temperatura extremas podem não germinar ou, em alguns casos, entrar em dormência (Nascimento, 2001). A sobrevivência e o estabelecimento de plantas são influenciados pela compactação do solo aliada a baixos teores de umidade e pela competição com espécies herbáceas estabelecidas (SUN *et al.* 1995).

DUBOC (2005) classificou as espécies *Copaifera langsdorffii* como secundária e *Enterolobium contortisiliquum* como pioneira, e afirma que espécies pioneiras e secundárias apresentam como estratégias de estabelecimento, rápido crescimento inicial e posteriores reduções nos índices de crescimento, independentemente da disponibilidade de nutrientes no solo. Dentro da dinâmica de sucessão, SALGADO *et al.* (2001) recomendam a utilização das plântulas de *Copaifera langsdorffii* em ambiente de clareira, condição que resulta em maior ganho de matéria seca de parte aérea e de sistema radicular. Os autores também sugerem a possibilidade de utilizar a espécie em conjunto com espécies pioneiras de rápido crescimento nas fases iniciais de recuperação de matas totalmente degradadas. Segundo FELFILI (1993), a *Copaifera langsdorffii* possui grandes árvores emergentes, cuja classificação

ecológica parece ser de espécie não pioneira, exigente em luz, concordando com DAVIDE (1994), que sugeriu ser esta espécie clímax exigente em luz, apresentando alto índice de recrutamento, sendo encontrada grande quantidade de indivíduos jovens sob a planta-mãe (FELFILI, 1993) e em ambientes de clareira (SCHIAVINI, 1992). SALGADO *et al.* (2001) constataram que a *Copaifera langsdorffii* apresenta características ecológicas de espécie heliófila com um certo grau de tolerância à sombra.

#### 5.4.2. Diâmetros

As sementes escarificadas resultaram em plântulas com maiores diâmetros de coleto. Quando a escarificação mecânica foi empregada em conjunto com os PFGs, os resultados foram superiores aos demais tratamentos (Tabela 5.4.2.1 e Figura 5.4.2.1).

A análise de variância mostrou haver diferença significativa, para as duas espécies, com relação à variável diâmetro do coleto (Tabela 5.4.2.1). As espécies *C. langsdorffii* e *E. contortisiliquum* apresentaram maiores diâmetros do coleto nas covas com PFG em sementes escarificadas (Tabela 5.4.2.3). A espécie *C. langsdorffii* expressou menor desenvolvimento em diâmetro quando comparada às plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Tabela 5.4.2.2). O diâmetro médio do coleto encontrado para a Copaíba foi de 1,71 mm, muito superior aos valores encontrados por SALGADO *et al.* (2001), seis meses após a semeadura (0,30 mm). Estes resultados indicam que a *C. langsdorffii* pode ter investido mais fotoassimilados no desenvolvimento radicular, como forma de se estabelecer em área minerada, com menor número de plântulas perdidas (atacadas por insetos e mortas), confirmando o caráter heliófilo da espécie. Segundo SALGADO *et al.* (2001), espécies heliófilas apresentam maior crescimento em condições de pleno sol e clareira, podendo alcançar ganhos de matéria seca da ordem de 100 a 140 % em comparação às plântulas sob 90 % de sombreamento. Ademais a representação deste percentual no acúmulo de peso no sistema radicular é da ordem de 300 %.

Os tratamentos com sementes não escarificadas não diferiram entre si de acordo com o Teste Tukey 5% (Tabela 5.4.2.3). Entretanto o tratamento com protetores físicos de germinação aplicado em conjunto com a escarificação mecânica das sementes mostrou-se significativamente superior aos demais, seguido pelo tratamento sem PFG

com sementes escarificadas. Confirmando a influência do uso de PFG e escarificação mecânica em sementes de *Copaifera langsdorffii* e *Enterolobium contortisiliquum*.

Tabela 5.4.2.1: Resultados da análise de variância dos diâmetros das plântulas de *Copaifera langsdorffii* e *Enterolobium contortisiliquum*.

FONTES DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADO MÉDIO	F	SIGNIF.
TRAT	3	86.43231	28.575	.00004
BLOCO	2	18.13688	5.996	.00272
RESIDUO	386	3.024783		

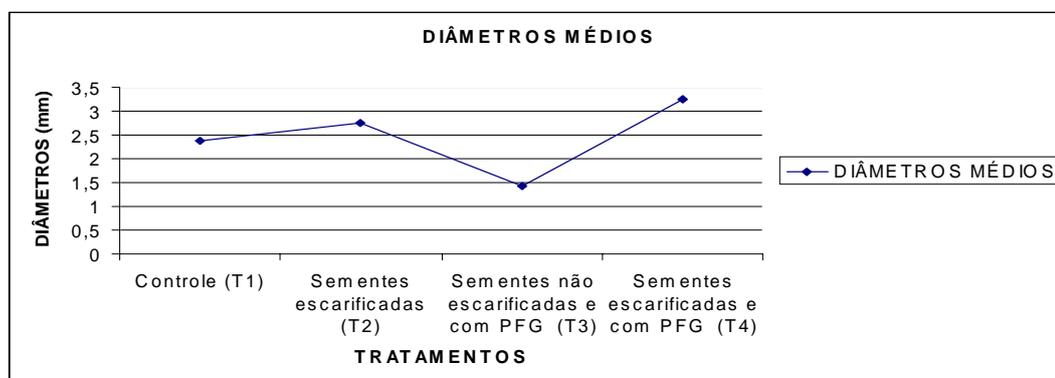
Tabela 5.4.2.2: Diâmetro médio das plântulas de *Copaifera langsdorffii* e *Enterolobium contortisiliquum*.

Tratamentos	Diâmetro médio (mm)
Controle (T1)	2,4
Sementes escarificadas (T2)	3,0
Sementes não escarificadas e com PFG (T3)	1,8
Sementes escarificadas e com PFG (T4)	3,9

Tabela 5.4.2.3: Diâmetros médios obtidos para as espécies *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Teste Tukey (5%).

TRAT	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
4	118	3.9873	A
2	100	3.1930	B
1	96	2.4229	C
3	78	1.8179	C

T1:controle; T2:sementes escarificadas; T3:sementes não escarificadas e com PFG; T4:sementes escarificadas e com PFG.



T1:controle; T2:sementes escarificadas; T3:sementes não escarificadas e com PFG; T4:sementes escarificadas e com PFG.

Figura 5.4.2.1: Diâmetros médios das plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, e *Copaifera langsdorffii* Desf.

## 5.5. Análise de Solo

### 5.5.1. Atributos químicos

O pH do substrato da cascalheira aproxima-se do valor considerado como neutro (pH = 7) (Tabela 4.5.1). O solo sob cerrado *sensu stricto* remanescente apresenta valores de solos ácidos (pH < 7). Os valores de pH para o solo sob vegetação de cerrado *s. s.* estão próximos dos mencionados por GOEDERT (1985). O autor afirma que a maioria dos solos sob esse tipo de vegetação apresenta valores de pH inferiores a 5,0, resultando em baixa CTC. Nestes solos, a saturação de bases também é baixa, podendo suceder deficiência de cálcio, magnésio e potássio. Para SOUZA & LOBATO (2004), teores de Ca trocável entre 1,5 e 7 mg/kg podem ser considerados adequados para solos sob cerrado *s. s.* e inferiores a  $1,5 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ , são considerados baixos, estando as duas áreas com valores deste elemento acima daqueles preconizados por esses autores. Os valores encontrados para Ca, Mg e K (Tabela 5.5.3) foram superiores àqueles registrados sob Cerrado (SOUZA & LOBATO, 2004), conseqüentemente elevando a CTC e a saturação por bases (V). CORRÊA & MELO FILHO (1998) *apud* SILVA (2006) relatam que elevados teores de cálcio em cambissolos minerados podem ser conseqüência da pissarra, material exposto, constituído de grandes quantidades de cálcio.

O aproveitamento racional do Cerrado é limitado por vários fatores, dentre eles o principal é a fertilidade natural dos solos, com baixa reserva de materiais intemperizáveis, baixa CTC, alta capacidade de fixação de fósforo, alta taxa de lixiviação e deficiência quase generalizada de macro e micronutrientes. No caso do fósforo, o problema torna-se mais grave, visto que além da baixa disponibilidade para as plantas, este elemento fica retido na fase sólida do solo através da adsorção, exigindo aplicações de altas doses de adubos fosfatados para a obtenção de boa produção. São solos que apresentam alta acidez e saturação por alumínio, que afetam negativamente o desenvolvimento radicular, reduzem a absorção de nutrientes e afetam a produtividade das plantas cultivadas (EMBRAPA, 1981).

A fertilização do solo é necessária em projetos de recuperação de áreas degradadas e

em ambientes perturbados onde já não existe uma camada de serapilheira (FELFILI et al., 2001), capaz de ser mineralizada pelos microorganismos. A baixa fertilidade é tolerada por espécies vegetais do Cerrado (GARCIA, 1990; MORAES, 1994; VILELA & HARIDASAN, 1994; MELO, 1999), respondendo de diferentes maneiras à adubação e calagem. Alterações das condições dos solos de Cerrado, como pH, adubação utilizada, bem como o revolvimento do solo, afetam diretamente as condições de vida dos fungos que convivem com o sistema radicial. Com o pH corrigido (para o plantio de espécies de interesse agrônomico) e sem a presença de micorrizas, a vegetação do Cerrado não tem mais condições de se reinstalar, mesmo que a área de cultivo seja abandonada (MORRETES, 1992).

Tabela 5.5.1: Média e desvio padrão dos componentes da análise do substrato da cascalheira e solo do cerrado remanescente.

	<b>CASCALHEIRA</b>	<b>CERRADO</b>
<b>pH</b>	6,73 ± 0,09	5,27 ± 0,11
	%	%
<b>M.O.</b>	1,92 ± 0,09	3,15 ± 0,28
	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>
<b>Ca</b>	368,33 ± 13,58	167 ± 27,50
<b>Mg</b>	84,33 ± 8,62	17,46 ± 3,55
<b>K</b>	15,08 ± 0,34	39,6 ± 6,50
<b>P</b>	0,44 ± 0,10	0,3 ± 0,04
	<b>mg/kg</b>	<b>mg/kg</b>
<b>Cu</b>	0,77 ± 0,31	1,8 ± 0,46
<b>Fe</b>	28,53 ± 4,10	59,53 ± 4,31
<b>Zn</b>	1,7 ± 0,20	0,9 ± 0,20
<b>Mn</b>	3,46 ± 2,20	7,3 ± 0,72
	<b>cmolc.dm-3</b>	<b>cmolc.dm-3</b>
<b>Al</b>	0,00 ± 0,01	0,84 ± 0,04
<b>H+Al</b>	0,75 ± 0,06	3,58 ± 0,14
	%	%
<b>Areia</b>	16,67 ± 2,08	33,67 ± 3,51
<b>Argila</b>	26,33 ± 1,15	40 ± 2
<b>Silte</b>	57,67 ± 2,08	26,33 ± 1,53

O primeiro aspecto na interpretação de uma análise de solo é a necessidade ou não de calagem, devido a sua relevância na eficácia dos fertilizantes, facilitando a absorção dos nutrientes fornecidos, influenciando a atividade biológica de microorganismos livres ou que vivem em simbiose com leguminosas, como também a oxidação da matéria orgânica por organismos heterotróficos, aumento da CTC e do teor de cálcio e magnésio. Em condições de acidez a atividade biológica é reduzida, sendo a intensidade de influência bastante variável (TOMÉ, 1997; VOLKWEISS & LUDWICK, 1976).

O aumento do pH promove o incremento de cargas negativas dos constituintes da fração argila e dos radicais da matéria orgânica do solo; como em solos sob cerrado *s. s.* os principais componentes dessa fração são dependentes do pH, ocorrendo o aumento de cargas negativas ocorrerá também maior retenção de cátions e conseqüentemente menores perdas por lixiviação, desta forma com a aplicação de calcário, esses valores poderão ser alcançados após cem dias de reação do calcário com o solo (GOEDERT, 1985). A aplicação de calcário neutraliza o alumínio trocável, transformando-o em uma forma não absorvida pelas plantas, por ser insolúvel, e transforma a CTC bloqueada pelo hidrogênio em CTC efetiva, elevando a saturação por bases (V %) e o pH do solo GOEDERT (1985).

A CTC dos solos representa a liberação gradativa de vários nutrientes, promovendo a manutenção da fertilidade por longo período de tempo e evitando ou diminuindo a ocorrência de efeitos tóxicos dos sais fertilizantes aplicados. A área explorada apresenta CTC menor do que a encontrada no solo sob vegetação de Cerrado, devido aos teores de Al encontrados neste solo (Tabela 5.5.2).

Tabela 5.5.2: Resultados da soma de bases (SB), saturação por bases ( %V ) , saturação por alumínio ( %m) e capacidade de troca catiônica (CTC) para o substrato da cascalheira e solo do cerrado remanescente.

	<b>CASCALHEIRA</b>	<b>CERRADO</b>
<b>SB</b>	2,58	1,08
<b>CTC</b>	3,33	4,67
<b>V %</b>	77,50	23,19
<b>m %</b>	102,58	101,08

O alumínio trocável tem relação inversa com o pH do solo, ou seja, quanto maior o pH, menor é o teor de alumínio trocável. SOUZA et al. (1980), ao analisarem 16 solos sob vegetação de cerrado *s. s.*, perceberam que quando o pH atingiu 5,5 em água, o teor de alumínio trocável, assim como a saturação com alumínio, reduziram-se a zero. Corroborando os dados encontrados no substrato da cascalheira, onde o pH medido é de 6,73 e o teor de alumínio praticamente nulo.

Tabela 5.5.3: Resultado da análise do substrato da cascalheira da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília-DF (área 1) e do solo de cerrado *sensu stricto* adjacente á área em estudo (área 2).

Área	Repetição	pH	mg/Kg										cmolc.dm <sup>-3</sup>		%		
			M.O.	Ca	Mg	K	P	Cu	Fe	Zn	Mn	Al	H+Al	Areia	Argila	Silte	
1	1	6,74	1,97	370	86	15,33	0,53	1,1	30	1,9	3,4	0,01	0,7	16	27	57	
	2	6,7	1,9	354	92	14,7	0,34	0,7	31,7	1,5	5,7	0	0,74	15	25	60	
	3	6,76	1,89	381	75	15,22	0,45	0,5	23,9	1,7	1,3	0,01	0,81	19	27	56	
2	1	5,22	3,46	137	14	40,5	0,26	2,3	55,1	0,7	8,1	0,8	3,57	34	40	26	
	2	5,34	3,12	191	17,3	32,7	0,34	1,4	59,8	0,9	6,7	0,88	3,73	30	42	28	
	3	5,27	2,9	173	21,1	45,6	0,3	1,7	63,7	1,1	7,1	0,85	3,45	37	38	25	

Não foi encontrada diferença significativa entre o pH das duas áreas. Os valores obtidos para Ca, MO, Mg, K, Cu, Fé, Al, H+Al, Argila e Areia foram diferentes estatisticamente ao nível de 5% no Teste Tukey (Figura 5.5.2).

CORRÊA & MELO FILHO (1998), após avaliarem diferentes áreas de mineração no Distrito Federal, encontraram maiores concentrações de Ca, Mn e Zn, em áreas de cambissolo minerado do que áreas de empréstimo em Latossolo; o que pode explicar os valores observados para cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) da cascalheira (Tabela 5.5.3).

Em áreas escavadas do DF, o percentual de matéria orgânica esperado varia entre 0,4 e 0,9 % (CORRÊA & MELO FILHO, 1998); valores inferiores ao encontrado no substrato minerado (1,92 %). Os valores de Ca, K, Mg e pH, encontrados na área explorada são considerados altos para substratos de cascalheiras (Tabela 5.5.3). Considerando-se os altos valores encontrados acima, a baixa quantidade de alumínio e a saturação por bases maior que 50 %, supõem-se tratar de um cambissolo eutrófico. A fertilidade do solo é avaliada pela soma de bases ( $SB = K + Ca + Mg$ ), capacidade de troca de cátions [ $CTC = K + Ca + Mg + (H + Al)$ ], saturação por bases ( $V \% = 100 \times SB/CTC$ ), saturação por alumínio ( $m \% = 100 * Al / Al + SB$ ), grau de acidez (pH) e teores de fósforo (P), enxofre (S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn). Solos eutróficos, apresentam saturação de bases igual ou superior a 50 %, sendo de alta fertilidade, com concentração de alumínio baixa ou nula; solos distróficos são de baixa fertilidade e possuem saturação por bases inferior a 50 % podendo apresentar elevado teor de alumínio. Solos álicos, normalmente de baixa fertilidade, possuem saturação por alumínio (m %) igual ou superior a 50 %. O excesso de alumínio no solo impede o desenvolvimento do sistema radicular, diminuindo a área

de absorção de água e nutrientes devido ao menor volume de solo explorado.

Segundo CORRÊA & BAPTISTA (2004), os valores obtidos na área explorada neste trabalho para P e Al são considerados baixos. Segundo os autores, baixos teores de fósforo indicam o baixo potencial de recuperação natural das áreas mineradas sob Latossolos, Cambissolos e Neossolos. A quantidade de fósforo (P) encontrado no substrato minerado (0,44 mg/kg) e no solo do Cerrado (0,3 mg/kg) está próxima daquela encontrada por LOPES (1983) *apud* CORRÊA & BAPTISTA (2004) em solos do Cerrado (0,5 cmolc·dm<sup>-3</sup>). O substrato da cascalheira apresenta maiores concentrações de fósforo (P), potássio(K), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn) do que o solo do Cerrado, concentrações indicadas como suficientes para a produção vegetal segundo a classificação da Comissão de Fertilidade de Solo – RS/SC (TOMÉ, 1997).

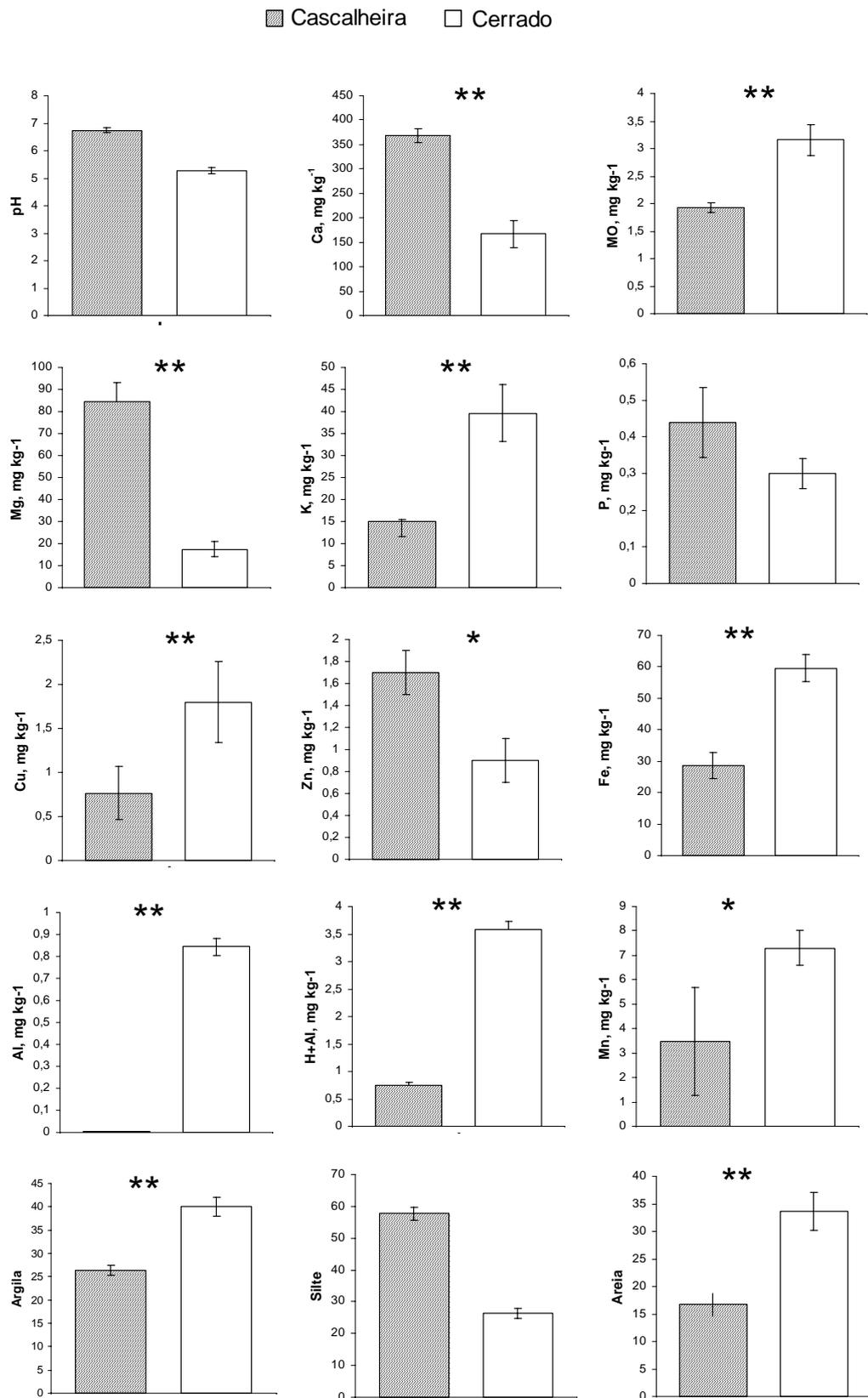
O valor obtido para a saturação por bases (V %) da cascalheira é consequência da acidez potencial (H + Al) baixa ou praticamente nula. A área de cerrado *s. s.* apresentou valores menores dado as menores concentrações de Ca e Mg, e maiores de Al e H + Al, maior acidez potencial, já comprovada por LONGO *et al.* (2005) para áreas não escavadas. LONGO *et al.* (2005) constatou que a soma de bases não variou significativamente entre áreas escavadas e não escavadas. Entretanto, neste trabalho, verifica-se que a área minerada apresentou valores de V % superior à do cerrado *s. s.*

### **5.5.2. Matéria orgânica**

O solo sob vegetação de cerrado *s. s.* apresentou aproximadamente 61 % a mais de Matéria orgânica (MO) do que o substrato da cascalheira. O valor encontrado (1,9 %) está acima do esperado para substratos minerados, que geralmente são inferiores a 1 % (CORRÊA *et al.*, 2004). Conforme CORRÊA *et al.* (2004), para um bom resultado da revegetação, é essencial a elevação dos teores de matéria orgânica para valores próximos de 2 %. A matéria orgânica do solo possui papel fundamental na estabilidade de agregados, sendo que teores de matéria orgânica inferiores a 2 % ocasionam, em geral, baixa estabilidade de agregados, tornado os solos mais propensos à formação da crosta superficial e a apresentar baixa infiltração (CECÍLIO, 2007). CASTRO & LEITE (2004); CORRÊA (2006); LEITE *et al.*

(1992) afirmam que freqüentemente são incorporadas quantidades insuficientes de matéria orgânica a substratos minerados submetidos a revegetação, comprometendo o resultado final da recuperação. Para LEITE *et al.* (1992) a adição de grandes quantidades de matéria orgânica aos substratos de locais minerados no Cerrado garante o sucesso da revegetação, evitando grandes perdas por mortalidade. Contudo, a adubação deve ser aplicada baseada na espécie, estação do ano e fase de crescimento da planta. Plantas em estágios iniciais de desenvolvimento necessitam de grande quantidade de nutrientes como forma de acelerar o seu crescimento e estabelecimento na área (GONÇALVES *et al.*, 2004, FURTINI NETO *et al.*, 2004).

Solos sob vegetação de cerrado com textura média, geralmente apresentam valores menores que 1,6 % de matéria orgânica e solos de Cerrado de textura argilosa, normalmente apresentam valores inferiores a 2,4 % (SOUZA & LOBATO, 2002 *apud* CORRÊA, 2004). O alto teor de MO (Figura 5.5.2) para o substrato minerado pode ser decorrente da roçagem de gramíneas invasoras, principalmente a *Brachiaria decumbens* existente na área, que foram incorporadas no momento da escarificação do solo, ciclagem de nutrientes por formigas e efeito da adubação realizada em área próxima ao experimento. O alto teor de MO do solo sob cerrado pode ser decorrente do maior teor de argila deste que se associam com a matéria orgânica tornando-a estável no solo. O mesmo não ocorre com a fração argila devido ao seu maior tamanho.



Teste de Tukey a significativo a 5 %: \*, significativo a 1 %: \*\*.

Figura 5.5.2: Médias, desvio padrão e Teste de Tukey para atributos químicos e físicos do substrato minerado e solo sob cerrado *sensu stricto*.

### 5.5.3. Atributos físicos

Geralmente maiores taxas de infiltração são encontradas em solos de textura grossa (arenosos) devido à maior quantidade de macroporos do que solos de textura fina (argilosos). Solos argilosos bem estruturados podem possuir maior condutividade hidráulica que os solos com estrutura instável, apresentando, maior taxa de infiltração (FERREIRA, 1988).

Na Figura 5.5.3 observa-se a porcentagem de areia, argila e silte encontradas no substrato da cascalheira e no solo de Cerrado remanescente.

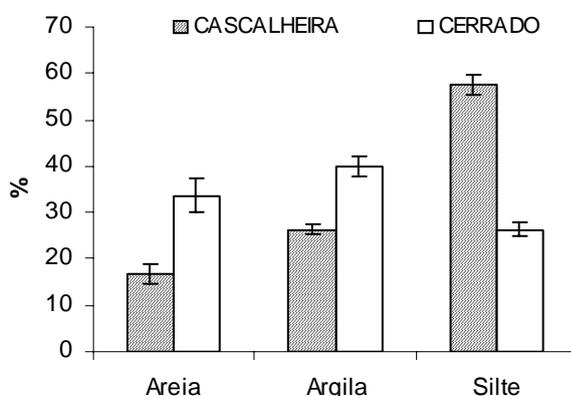


Figura 5.5.3: Médias e desvio padrão de areia, argila e silte, encontrados no substrato da cascalheira e solo do cerrado remanescente.

O substrato da cascalheira apresentou o dobro da quantidade de silte (57,7 %) encontrado no solo sob cerrado remanescente (26,3 %). Para REATTO & MARTINS (2005), cambissolos geralmente apresentam minerais primários facilmente intemperizáveis e teores mais elevados de silte. Alguns cambissolos podem ser identificados no campo pela presença de mica e silte. Considera-se que o aumento da proporção de silte no solo reduz a infiltração, uma vez que esta fração possui baixa potencialidade em formar agregados de diâmetro relativamente pequeno (0,002 a 0,05 mm), podendo ser facilmente deslocada para camadas inferiores do solo entupindo os poros (CECÍLIO, 2007).

De acordo com Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras, a baixa permeabilidade de solos com elevado teor de silte e a pouca profundidade aumentam o risco de erosão, mesmo em pastagens, devido à facilidade

de formação de sulcos pela enxurrada. Solos mais ricos em silte têm maior tendência ao encrostamento, formação de uma camada endurecida nos primeiros centímetros do solo que reduz a infiltração de água, aumenta a susceptibilidade à erosão e dificulta a emergência de plântulas (TOMÉ, 1997). O referido autor sugere a cobertura vegetal do solo como forma de evitar o encrostamento.

#### 5.5.4. Teste de infiltração

Nos países tropicais, a chuva é o tipo de precipitação mais importante, devido à sua capacidade de produzir erosão no solo em consequência do impacto das gotas sobre o mesmo e ao consequente escoamento superficial. A resposta do solo ao impacto da chuva é fundamental para a escolha do sistema de manejo de solo e água, com vistas à manutenção da capacidade produtiva do mesmo, o que envolve, necessariamente, o conhecimento sobre os processos de infiltração, escoamento superficial da água e erosão do solo (SOBRINHO, *et al*, 2002). Deste modo, o conhecimento do processo de infiltração da água no solo fornece subsídios não apenas para o dimensionamento de estruturas de controle de erosão e de inundação, mas para definição de práticas de uso e manejo do solo que sejam capazes de reduzir a erosão do solo a níveis considerados toleráveis (CECÍLIO, 2007).

Tabela 5.5.4.1: Velocidade de infiltração (cm/h) da água no substrato da cascalheira e no solo sob cerrado *sensu stricto*.

Área	Velocidade de Infiltração (cm/h)
Cascalheira	8,31 ± 2,19
Cerrado	9,78 ± 2,12

A velocidade de infiltração obtida para o subsolo da cascalheira foi de 8,31 cm/h e de 9,78 cm/h para o solo sob cerrado *sensu stricto*. A menor velocidade de infiltração da cascalheira pode estar relacionada ao alto teor de silte e à falta de vegetação nativa, já que anteriormente a área apresentava subsolo exposto e presença de algumas ilhas de vegetação. SILVA (2006), analisando solos de cascalheira não manejada, obteve nos primeiros 30 minutos, uma taxa de infiltração pouco superior a 10 cm/h, decrescendo continuamente estabilizando-se após 120 minutos, com uma taxa de infiltração pouco superior a 5 cm/h. A velocidade de infiltração medida na cascalheira (8,93 cm/h) é

considerada alta, podendo ter sido influenciada pela subsolagem e gradagem empregadas no preparo da área; que provavelmente romperam camadas de impedimento físico, facilitando a infiltração de água e desenvolvimento do sistema radicular, favorecendo as condições para absorção de água e nutrientes pelas plantas. Os resultados obtidos mostram pequena diferença entre a velocidade de infiltração do substrato da cascalheira e do solo sob cerrado sentido restrito.

## 5. CONCLUSÃO

- ✓ A temperatura média foi maior dentro dos PFGs que continham a espécie *Enterolobium contortisiliquum*.
- ✓ A média das temperaturas obtidas dentro e fora dos PFGs foi igual estatisticamente para as duas espécies estudadas.
- ✓ A temperatura e a umidade foram maiores dentro dos PFGs para as ambas as espécies, sendo que *Copaifera langsdorffii* apresentou maior teor de umidade.
- ✓ Os PFGs reduzem as taxas de mortalidade e predação das espécies *Enterolobium contortisiliquum* e *Copaifera langsdorffii*, contribuindo para o controle natural de predadores sem a necessidade de aplicação de defensivos químicos.
- ✓ O emprego dos PFGs juntamente com a escarificação mecânica das sementes influenciou favoravelmente a média de germinação de ambas as espécies.
- ✓ As sementes escarificadas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. germinaram em maior número e em menor tempo do que as sementes sem tratamento pré-germinativo.
- ✓ A escarificação mecânica combinada com o uso de PFG melhora o desenvolvimento em altura das plântulas de ambas as espécies.
- ✓ As plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. apresentaram melhor desenvolvimento na área minerada do que a espécie *Copaifera langsdorffii* Desf.
- ✓ O substrato da cascalheira apresentou o dobro da quantidade de silte encontrado no solo sob cerrado *sensu stricto*.
- ✓ O substrato da cascalheira apresentou menor velocidade de infiltração do que o solo de cerrado *s.s.*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALA, G.C., CALDAS, L.S., HARIDASAN, M., & EITEN, G. 1998. Above and below-ground organic matter and root-shoot ratio in a cerrado in central Brazil. *Brazilian Journal of Ecology* 2:11-23.
- ALCALAY, N.; AMARAL, D.M.I. 1982. Quebra de dormência em sementes de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. **Anais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1982. p.1149-1152. Publicado na *Silvicultura em São Paulo*, v.16 A, parte 2.
- ALMEIDA, R.O.P.O, SÁNCHEZ, L.E. 2005. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação de desempenho. **R. Árvore**. Viçosa-MG, v.29, n.1, p.47-54.
- ALMEIDA, S.P.; PROENÇAC. E.; SANO S.M.; RIBEIRO J.F. 1998. **Cerrado: espécies vegetais úteis**, Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 464p.
- ANDRADE JÚNIOR, M.A. Sementes de *Copaifera officinalis*. L.: uma abordagem autoecológica, fisiológica e tecnológica. INPA/UA. Manaus, AM. (Tese de Mestrado).
- ARAKI, D.F., 2005. **Avaliação da semeadura a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas**. Piracicaba, SP. Abril, 2005. Universidade de São Paulo. Ecologia de Agroecossistemas (ESALQ/CENA). Centro de Energia Nuclear da Agricultura. Piracicaba, SP. 150p.
- ARAÚJO NETO, J.C.A., AGUIAR, I.B., FERREIRA, V.M., RODRIGUES, T. de J. D.. 2005. Armazenamento e requerimento fotoblástico de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 1, p.115-124.
- BARBOSA, J.M.; BARBOSA, L.M.; STROSS, S.R.; SILVA, T.S.; GATUZZO, E.H.; FREIRE, R.M. 1992. Recuperação de áreas degradadas em mata ciliar a partir de sementes. **Anais**. 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas.

- BAWA, K.S., PERRY, D.R., BULLOCH, S.H., COVILLE, R.E., GRAYUM, M.H. 1985. Reproduction biology of tropical lowland rain forest tree. II. Pollination system. *Am. J. Bot.* 72: 346-356.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 1986. 596p.
- BERTONI, L.; LOMBARDI NETO, F. 1999. **Conservação do solo**. 4.ed São Paulo: Ícone.
- BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; TELES, F.F.F. 1980. Avaliação da maturação e dormência de sementes de orelha-de-negro. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v.2. p.29-32.
- BRADY, N.C. 1989. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 7 ed. 878p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes – RAS**. Brasília : Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Departamento de Defesa Vegetal, 1992. 365 p.
- BRYANT, J.A. 1989. **Fisiologia da semente**. 1.ed. São Paulo: EPU, 86p.
- CÂNDIDO, J.F.; SILVA, R.F.; CONDÉ, A.R., LÊDO, A.A.M. 1982. Orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) dormência e métodos para sua quebra. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v.8, p.104-110.
- CARDOSO, V.J.M. 2004. Dormência: estabelecimento do processo. **In: Germinação do Básico ao Avançado**. FERRERIA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs). 2004 ed. Artmed.
- CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; DAVIDE, A.C.; GOMES, L.J.; CURTI, N.; VALE, F.R. 1996. Colonização micorrízica, crescimento e teores de nutrientes em trinta e uma espécies arbóreas em resposta a fungo micorrízico e superfosfato simples. **Scientia Forestalis**, v.50, Piracicaba.

- CARPENEZZI A.A.; COSTA, L.G.S.; KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. 1990. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. **In:** Congresso Florestal Brasileiro, 6., Campo do Jordão, **Anais.** São Paulo: BSB, 1990, p.216-221.
- CARVALHO, E.R. 2003. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília: EMBRAPA Informação tecnológica. 1039p.
- CARVALHO, P.E.R.; 1994. **Espécies florestais brasileiras; recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira;** EMBRAPA/CNPQ: Brasília. 640p.
- CASTRO, R.D.; HILHSORTT, H.W.M.; 2004. Embebição do metabolismo. Capítulo 09. **In: Germinação de Básico ao Avançado.** FERRERIA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs). 2004 ed. Artmed.
- CASTRO; A.J.R. de; LEITE, L.L. 2004. Política ambiental e licenciamento para a extração mineral. **In: Mineração e áreas degradadas no Cerrado.** CORRÊA, R.S.; BAPTISTA, G.M.M. (orgs.) Ed. Universo: Brasília, Cap. 2, p. 23-48.
- CECÍLIO, R.A. 2007. Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável. ERU 03977 - Manejo de bacias hidrográficas. Disponível em [http://www.nedtec.ufes.br/prof/Roberto/disciplinas/manejo/02\\_%20-%20Ciclo%20hidrológico%20e%20bacia%20hidrográfica.pdf](http://www.nedtec.ufes.br/prof/Roberto/disciplinas/manejo/02_%20-%20Ciclo%20hidrológico%20e%20bacia%20hidrográfica.pdf). Acessado em Setembro/2007.
- CLARKSON, D.T. 1984. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: simpósio sobre Reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos. Ilhéus, **Anais...Ilhéus:** CEPLAC/SBCS, 1984. p.45-75.
- CORRÊA, R. S. 2006. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado: manual para revegetação.** Brasília: Ed. Universa, 178p.
- CORRÊA, R.S., BIAS, E. de S., BAPTISTA, G.M. de M. 2004a. Áreas degradadas pela degradação (PRAD) nos processos de licenciamento de cascalheiras no Distrito Federal. In: **Anais** do V Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas.

Belo Horizonte: SOBRADE.

- CORRÊA, R.S.; BIAS, E.D.; BAPTISTA, G.M.M. 2004b. Áreas degradadas pela mineração no Distrito Federal. In: CORRÊA, R.S.; BAPTISTA, G.M.M (Orgs.). **Mineração e áreas degradadas no cerrado**. Brasília: universa, p. 9-21; 174.
- CORRÊA, R.S., CARDOSO, E.S. 1998a. Espécies testadas na revegetação de áreas degradadas. In CORRÊA, R.S.; MELO FILHO, B. (Orgs.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado**. Brasília-DF: Paralelo 15, p. 101-116.
- CORRÊA, R.S.; MÉLO FILHO, B. 1998b. Ecologia e regeneração em áreas escavadas. In CORRÊA, R.S.; MÉLO FILHO, B. **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado**. Brasília: Editora Paralelo15. p. 65-100:178.
- CORRÊA, R.S.; MÉLO FILHO, B. 2004c. Desempenho de dois resíduos orgânicos para a sobrevivência de mudas de espécies arbóreas de Cerrado sob condições adversas de área minerada.Sanare. **Revista técnica da Sanepar**, Curitiba, v.21, n.21, p. 59-66, jan/jun.
- COSTA É.L., SILVA, A. M. da, COLOMBO, A. & ABREU, A. R. de.. Infiltração de água em solo, determinada por simulador de chuvas e pelo método dos anéis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.2, p.131-134, 1999. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.
- DAKER, A. **Irrigação e Drenagem; a água na agricultura**. 7ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1988. v.3. 543p.
- DAVIDE A.C. 1994. Seleção de espécies vegetais para a recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1 e SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, Foz do Iguaçu, **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994.p.111-122.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. **Belo Horizonte**: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 40p.

- DELITTI, W.B.C., J.G. PAUSAS, & D.M. BURGER. 2001. Belowground biomass seasonal variation in two Neotropical savannas (Brazilian Cerrados) with different fire histories. *Ann. For. Sci.* 58:713-721.
- DELOUCHE, J. C. 2002. Germinação, Deterioração e Vigor da Semente. **Revista SEED News.** nov/dez - v. 6 n. 6.
- DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO. Universidade Federal de Lavras. Solos do Cerrado. Disponível em: <http://www.dcs.ufla.br/Cerrados/Portugues/CCambissolo.htm>. Acessado em 03/02/2008.
- DUBOC, E. 2005. **Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de cerrado degradado.** Universidade Estadual Paulista. UNESP. Faculdade de ciências agrônômicas. Campus de Botucatu. Tese de doutorado.
- DUBOC, E. **Requerimentos nutricionais de espécies nativas: *Hymenaea courbaril* L. var *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang (Jatobá), *Copifera langsdorffii* Fesf. (Óleo Copaíba) e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Canafístula).** Lavras: ESAL, 1994. 68p. (Dissertação de Mestrado).
- DUBOC, E., VENTURIM, N., VALE, F., DAVIDE, A.C. 1996. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo Copaíba). **Cerne**, Lavras – MG, v.2 n.2, p.31-47.
- DURIGAN, G. 1986. Bases e diretrizes para a restauração Florestal do cerrado. In: KAGEYAMA *et al.*, (Org.) Restauração Ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAF.2003. p. 185 – 204. SMITH, D. M. The practice of silviculture. 8. ed. New York: John Wiley. 527p.
- DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. 1990. **Recomposição de matas ciliares.** São Paulo: Instituto Florestal. 14p. (IF. Série Registros, 4).
- DURIGAN, G.; SILVEIRA, E.R..1999. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Florestalis.** n 56, dez, p.135-144.

EIRA, M.T.S., FREITAS, R.W.A., MELLO, C.M.C. 1993. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong – Leguminosae. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v.15, no 2, p.117-181.

EMBRAPA AGROBIOLOGIA, Sistemas de Produção, 3 ISSN 1806-2830 Versão Eletrônica Dez/2006. Disponível em: <http://cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemasdeproducao/vocoroca/custos.htm>. acessado em 01/01/2008.

EMBRAPA. 1981. **Programas nacionais de pesquisa para a região dos Cerrados**. Departamento Técnico Científico. Brasília. DTC.

EMBRAPA- Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Rio de Janeiro). 1997. **Manual de Métodos de análise de solo**/Centro Nacional de pesquisa de solos-2a ed. ver. atual. Rio de Janeiro, 212p.

EMBRAPA. 1978. Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal. **Boletim Técnico** no. 53, SNLCS, Rio de Janeiro. 455p.

FARIA, J.M.R., DAVIDE, A.C., BOTELHO, S.A. 1994. Comportamento do Guapuruvu (*Shizolobium parahyba*) Leguminosae - Caesalpinoideae e cássia-verrugosa (*Senna multijuga*) Leguminosae - Caesalpinoideae em área degradada sob dois regimes de nutrição. In: **Anais** do I Simpósio Sul-americano e II Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas. Foz do Iguaçu: FUPEF.

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

- FELFILI, J. M. 2000. Crescimento, recrutamento e mortalidade nas matas de galeria do planalto central. In: CAVALVANTI, T.B.; WALTER, B.M.T. (Orgs). **Tópicos Atuais em Botânica**. SBS: Embrapa, p. 152-158.
- FELFILI, J. M., SILVA-SOUZA, J. C., SCARIOT, A. 2005. p 27-43. In: **CERRADO, ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 439p:il
- FELFILI, J.M. 1993. **Structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil**. Oxford, Thesis (Ph.D.) - University of Oxford.
- FELFILI, J.M. 1997. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in central Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.91, p.235-245.
- FELFILI, J.M.; FRANCO, A.C.; FAGG, C.W. & SOUSA-SILVA, J.C. 2001. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria. p.779-811. In: J.F. RIBEIRO; C.E.L. FONSECA & J.C. SOUSA-SILVA **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina, Embrapa Cerrados.
- FELFILI, J.M.; MENDONÇA, R.C.; MUNHOZ, C.B.R.; FAGG, C.W.; PINTO, J.R.R.; SILVA-JÚNIOR, M.C.; SAMPAIO, J. 2004. Vegetação e flora da APA Gama e Cabeça-de-Veado. FELFILI, J.M.; SANTOS, A.A.B.; SAMPAIO, J.C. (Orgs.). **Flora e diretrizes ao plano de manejo da APA Gama e Cabeça-de-Veado**, Brasília, Unb, p. 7-16.
- FERREIRA, M.M. 1988. Influência da mineralogia da fração argila nas **propriedades físicas de latossolos brasileiros**. Viçosa, MG: UFV, 79p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- FLORES-AYLAS, W.W., SAGGIN-JÚNIOR, O. J., SIQUEIRA, J. O., DAVIDE, A. C. 2003. Effects of gomus etunicatum and phosphorus on initial growth of woody species at direct seeding. **Pesq.agropec.bras.**, Brasília, v. 38, n. 2.
- FONSECA, C.R. 1993. Nesting space limits colony size of the plant ant Pseudomyrmex

concolor. **Oikos** 67: 473-482.

FRANCO, A.A. 1984. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.19, s/n, p.253-261.

FRANCO, A.C.; 2000. Water and light use strategies by cerrado woody plants. In: CAVALCANTI, T.B.; WALTER, B.M.T. (Orgs). **Tópicos Atuais em Botânica**. SBS: EMBRAPA. p. 292-298.

FRANCO, A.C.; NARDOTO, G.B.; SOUZA, M.P. 1996. Paterns of soil water potencial and seeding sirvival in the cerrados of central Brazil. in: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO, 8, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANAS, 1, Brasilia. **Anais...**Planaltina: EMBRAPA Cerrados. 1996. p. 277-280.

FURTINI NETO, A.E.F.; SIQUEIRA, J.O.; CURTI, N.; MOREIRA, F.M.S. 2004. Fertilization in native species reforestation. In: Gonçalves, J.L.M. & Benedetti, V. (orgs). In: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V. (orgs). **Forest nutrition and fertilization**. Piracicaba: IPEF, 2004. p.13- 64.

FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA, J.O; CURTI, N.; MOREIRA, F.M.S. 2000. Fertilização em reflorestamentos com espécies nativas. In : GONÇALVES, J.L.M. e BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, p.351-383.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V.; SILVA, I.R. 1999. Liming effects on growth of woody spaecies from the brasilian cerrado. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.34, n.5, p. 829-837.

GALVÃO, A.P.M., PORFÍRIO, S.V. 2005. **Restauração Florestal. Fundamentos e estudos de caso**. Embrapa. Colombo, PR.

GARCIA, M.A. 1990. **Resposta de duas espécies acumuladoras de alumínio e fertilização com fósforo, cálcio e magnésio**. Brasília: Universidade de Brasília. 72p. (Dissertação de Mestrado em Ecologia).

- GISLER, C.V.T. O uso de serrapilheira na recomposição da cobertura vegetal em áreas mineradas de bauxita, Poços de Caldas, MG. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Instituto de Biociência. Universidade de São Paulo, 1995.
- GOEDERT, W. J.. 1985. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Nobel. São Paulo, SP. p.33-74.
- GOMES, J.B.V., CURTI, N., MOTTA, P.E.F. 2004. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do Bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, jan./fev., v28, n.1, p.137-153.
- GONZALES, A . E. 1994. **Evaluación de la dinámica Del crecimiento primário para cuatro espécies forestales nativas em plantaciones de enriquecimento em bosques subtropicales de Argentina**. Yvyrareta, Eldorado, v. 5, n. 5, p. 99-104.
- GONÇALVES, J.L.M.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L. de A. 1992. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, 2., São Paulo, **Anais...**São Paulo: Instituto Florestal, 1992, p.463-468.
- GONÇALVES, J.L.M. 1995. **Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica**. Piracicaba: 1995. (Documentos florestais, 23). 15p.
- GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G. & GAVA, J.L. 2004. An evaluation of minimum and intensive soil preparation regarding fertility and tree nutrition. In: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V. (orgs). **Forest nutrition and fertilization**. Piracicaba: IPEF, p.13-64.
- GONÇALVES, J.L.M., VAZ, L.M.S., AMARAL, T.M. e POGGIANI, F. 2000. Aplicabilidade de biossólido em plantações florestais: II Efeito na fertilidade do solo, nutrição e crescimento das árvores. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O.A., eds. **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto**. São Paulo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.179-196.

- GRACIOLLI, L.A.; GRACIOLLI, E.I.B. 1994. Micorrizas vesículo-arbusculares em espécies nativas utilizadas no reflorestamento ciliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ANÁLISE AMBIENTAL, 1. **Resumos...** Rio Claro: UNESP, p.190.
- GURGEL FILHO, O.A; MORAES, J.L.; GURGEL GARRIDO, L.M.A 1982. Espécies nativas euxilóforas. São Paulo: Silvicultura em São Paulo. v.16, n.2, p 890-894.
- HARIDASAN, M. 2000. Nutrição Mineral de plantas nativas do cerrado - grupos funcionais. In: CAVALCANTI, T.B.; WALTER, B.M.TR. (Orgs.). **Tópicos atuais em botânica**: EMBRAPA, p.159-164.
- HARIDASAN, M. 2005. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado. p. 167-178. In: SCARIOT, A.; FELFILI, J. M.; SOUSA-SILVA, J. C. (eds.) Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 439p. ISBN:85-87166-81-6.
- HARIDASAN, M.; ARAÚJO, G.M. 1988. Aluminium-accumulating species in two Forest communities in the Cerrado Region of central Brazil. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v.24, p. 15-26.
- HILLEL, D. **Solo e Água; fenômeno e princípios físicos**. Porto Alegre: UFRGS, 1970. 231p.
- HENRIQUES, R.P.B. (Docente/Egresso ) , 2005. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma do cerrado; Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação, Brasília, MMA, n.pág. 18, Impresso.
- HERRERA, M.A.; SALAMANCA, C.P.; BAREA, J.M. 1993. Inoculation of woody legumes with selects asbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified Mediterranean ecosystems. **Applied and Environmental Microbiology**, v.59, p. 129-133.

- HOFFMAN, I.; GERLING, D.; KYOGWOM, U.B. & MANA-BIELFELDT, A. 2001. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture Ecosystems Environment**, 86:263-275.
- HÖGBERG, P. 1982. Mycorrhizal associations in some woodland and forest trees and shrubs in Tanzania. **The New Phytologist**, Oxford, v.92, n.3, p.407-415.
- JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito da salinidade e semeadura em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii* Desf. Caesalpiniaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, Campinas, v. 19, n.2, p.219-225, 1997.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; OLIVEIRA, R.E. 2003. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.D.; ENGEL, V.L.; GANADARA, F.B. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, FEPAF, cap.2, p.27-48.
- KAGEYAMA, P.Y., CASTRO, C.F.A. 1989a. **Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas**. IPEF, n 41/42, p.83-93.
- KAGEYAMA, P.Y., CASTRO, C.F.A.; CARPANEZZI, A.A. 1989b. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar à sucessão secundária. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, São Paulo. **Anais**. Campinas: Fundação Cargil, p.130-143.
- KNIGHT, A.J.P.; BEALE, P.E.; DALTON, G.S. Direct seeding of native trees and shrubs in low rainfall areas and on non-wetting sands in South Australia. **Agroforestry Systems**, The Hague, v. 39, n. 3, p. 225-239, Jan. 1998.
- KNAPPER, C.F.U.; BACELLAR, M.A.S.; SANTOS, F.I. 1997. Considerações preliminares sobre o efeito da aplicação de diferentes meios de cultura de *E. foetida* em áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADAS, 1997, Ouro Preto. **Anais...** Viçosa: SOBRADE, Universidade Federal de Viçosa, 1997, p. 240-244.

- KOIDE, R.T. 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. **The New Phytologist**, Oxford, v.113, n.3, p.365-386.
- KUO, W.H.J.; TARN, A.W.Y., 1988. The pathway of water absorption of mungbean seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.16, n.1, p.139-144.
- LABOURIAU, L.G. 1983. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da OEA, Washington, D.C. 174p.
- LÊDO, A.A.M. 1977. **Estudo da causa da dormência em sementes de Guapuruvu (*Schizolobium parhybum* (Vell) Blake) e Orelha de Negro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong) e métodos para sua quebra**. Viçosa, Minas Gerais. Universidade Federal de Viçosa-UFV. (Tese de Mestrado).
- LEITE, L.L; MARTINS, C.R.; HARIDASAN, M. 1992. 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: Simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas**. Curitiba. Trabalhos Voluntários – p. 392-399.
- LIMA, C. M. R. ; BORGHETTI, F. ; NODA, F. N. 1996. Aspectos da germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **In: XLVII Congresso Nacional de Botânica**, 1996. Nova Friburgo. **Resumos** do XLVII Congresso Nacional de Botânica, v. 1. p. 451.
- LIMA, C.M.R.; BORGHETTI F.; SOUSA, M.V. 1997. Temperature and germination of the leguminosae *Enterolobium contortisiliquum*. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, 9(2):97-102.
- LIMA, J.E.F.W. ; SILVA, E.M. 2005. Estimativa da produção hídrica superficial do Cerrado brasileiro. **In: SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação**. 1 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, p. 61-72.
- LONGO, R.M.; RIBEIRO, A.I.; MELO W.J. 2005. Caracterização física e química de áreas mineradas pela extração de cassiterita. **Bragatinga, Campinas**, v.64, n.1, p.101-107.

- LORENZI, H. 1992. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Ed. Plantarum, 1992. 368p.
- MAHESHWARI, BL, Development of an automated double-ring infiltrometer. **Australian Journal of Soil Research** 34(5) 709 – 714. 1996.
- MARSCHNER, H; KIRKBY, E; CAKMAK, I. 1996. Effect of mineral nutritional status on shoot-root partitioning of photoassimilates and cycling of mineral nutrients. **Journal of Experimental Botany**, Vol 47, 1255-1263, Oxford University Press.
- MATTEI, V.L. Avaliação de protetores físicos em sementeira direta de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, v.7, n.1, p.91-100, 1997.
- MATTEI, V.L. & ROSENTHAL, M.D'A. 2002. Sementeira direta de Canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.)Taub. no enriquecimento de capoeiras. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.649-654.
- MATTEI, V. L. 1993. Sementeira direta: uma alternativa para implantação de povoamentos de *Pinus taeda* L. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, v. 1, p. 306-308.
- MATTEI, V. L. 1997. Avaliação de protetores físicos em sementeira direta de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, v. 7, n. 1, p. 91-100.
- MATTEI, V.L. 1995. Preparo de solo e uso de protetor físico, na implantação de *Cedrela fissilis* v. e *Pinus taeda* l., por sementeira direta. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, nº 3, 127-132, set.-dez..
- MATTEI, V.L; ROMANO, C. M.; TEIXEIRA, M. C. C. Protetores físicos para sementeira direta de *Pinus elliottii* Engelm. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.5, p.775-780, 2001.
- MAYER, A. & POLUAKOFF, A.B.M. 1966. **The germination of seeds**. Pergamon Press

Ltd, Oxford.v3, 236p.

McDONALD, M.B.; SULLIVAN, J. & LAUER, M.J. 1994. The pathway of water uptake in maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.1, p.79-90.

MELO, J.T. 1999. Respostas de espécies arbóreas do cerrado a nutrientes em latossolo vermelho escuro. Brasília: Universidade de Brasília, 104p. (Tese de Doutorado em Ecologia)

MELO, J.T. 1999. **Respostas de espécies arbóreas do cerrado a nutrientes em latossolo vermelho escuro**. Brasília: Universidade de Brasília, 104p. (Tese de Doutorado em Ecologia).

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.& NOGUEIRA, P.E. 1998. Flora vascular do cerrado. Pp. 287- 556. In: M.S.& S.P. Almeida (Eds.) **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa- CPAC. Planaltina, DF.

MENEGHELLO, G. E.& MATTEI, V. L. 2004. Semeadura direta de Timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), Canafístula (*Peltophorum dubium*) e Cedro (*Cedrela fissilis*) em campos abandonados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 21-27 21. ISSN 0103-9954.

MITTERMEIER, R.A.; MYERS, N.; GIL, P.R. & MITTERMEIER, C.G. 1999. **Hotspots**. Cemex S.A., Cidade do México.

MONTEIRO, P.P.M; e RAMOS, F.A. 1997. Beneficiamento e quebra de dormência de sementes de cinco espécies. **Revista Árvore**, viçosa – MG, v.21, n.2, p.169-174.

MORAES, C.D.A. 1994. **Resposta de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado à adubação e calagem**. Brasília: Universidade de Brasília. 66p. (Dissertação de mestrado em ecologia).

MOREIRA, P.R. 2004. Manejo do solo e recomposição da vegetação com vista à recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG.

Tese de Doutorado. Instituto de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campos de Rio Claro, São Paulo, 139p.

MORRETES, B.L. 1992. Potencialidades e restrições da regeneração natural da recuperação de áreas degradadas. In: SIMPOSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, Curitiba, **Anais...** Curitiba: FUPEF. 1992. p. 8-16.

MOUTINHO, P.R.S. 1998. Impacto da formação de pastagens sobre a fauna de formigas para a recuperação florestal na Amazônia Oriental. In: **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Gasco, C. & Moutinho, P. R. S. (eds.). Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Manaus. p. 155 - 170.

NASCIMENTO, W. M. 2001. Cuidados no estabelecimento de plântulas na produção de mudas de hortaliças auxiliam na obtenção de uma boa safra. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**. abril/maio. ed nº. 07.

NETO, J. C. de A., AGUIAR, I. B. de, FERREIRA, V. M., RODRIGUES, T. de J. D.. 2005. **ARMAZENAMENTO E REQUERIMENTO FOTOBLÁSTICO DE SEMENTES DE *Acacia polyphylla* DC.** *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 27, nº 1, p.115-124.

NOGUEIRA, J.C.B 1977. Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas. São Paulo: Instituto Florestal. 75p. 1977. (Boletim Técnico 24).

ODUM, E. P. 1986. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara. 434 p.

OLIVEIRA NETO, S.N. de; PAULA R.C.de; BARROS, N.F. de. 1997. Adequação química de um solo degradado para revegetação. In: SIMPOSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3, Ouro Preto, **Anais...**Viçosa-MG: SOBRADE; UFV/DPS;DEF. 1997 p. 181-186.

PAIXÃO, F. J. R. da, ANDRADE, A. R. S. de, AZEVEDO, C. A. V. de, SILVA, J. M. da, COSTA, T. L., FEITOSA, R. M.. Estimativa da Infiltração da água no solo através de

modelos empíricos e funções não lineares. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**.  
Volume 5- Número 1 - 1º Semestre 2004.

PARON, M.E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; VALE, F.R. 1996. Crescimento de copaíba e guatambu em resposta a fungo micorrizico, superfosfato, nitrogênio e fumigação do solo. **Cerne**. Lavras, v.2 n.2, p.15-30.

PARRON, L.M. & CAUS, J.F. 2001. Produção de mudas de espécies arbóreas de matas de galeria: substrato e inoculação com fungos micorrízicos. In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C.E.L.da; Sousa-silva, J.C (eds). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina-DF: EMBRAPA Cerrados, p. 735-776.

PASSOS, M. A.; LIMA, T. V. de; ALBUQUERQUE, J. de L. 1988. Quebra de dormência em sementes de Leucena. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 10, no 2, p. 97-102.

PERES, S.C.J.G.A.de. 2004. Envoltórios. Capítulo 7, p.125-134. In: **Germinação de Básico ao Avançado**. FERRERIA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs). 2004 ed. Artmed.

PIM, S.L. 1986. Community stability and structure. In: SOULÉ, M.E. (Ed.), Conservation ecology: the science of scarcity and diversity. Massachusetts: **Biology**. 584p.

PINA-RODRIGUES, F.M.C.; LOPES, L.; BLOOMFIELD, V.K. 1997. Análise do desenvolvimento de espécies arbóreas de Mata Atlântica em sistema de plantio adensado para a revegetação de áreas degradadas em encostas no entrono do Parque Estadual do Desengano (RJ). In: SIPÓSIO NACIONAL DE ÁREAS DEGRADAS, 3, Ouro Preto, **Anais...**Viçosa-MG: SOBRADE, UFV/DPS/DEF. 1997. p. 283-291.

POPINIGIS, E. 1985. **Fisiologia da semente**. 2ed. Brasília: ABRATES, 298p.

PROENÇA C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA A. P. 2006. **Flores e Frutos do Cerrado**. 2ª edição. Brasília.Ed. Rede de Sementes do Cerrado. 226p.: il.

PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; SANTOS, W.L.; RODRIGUES, L.N.; ANTUNES, V.L. 1997. **Infiltração de água no solo**. [S.l.: s.n.], 26 p.

REATTO A. & MARTINS, E. S. 2005. Capítulo 1. Classes de solo em relação aos

controles da paisagem do bioma Cerrado. Solos e paisagem. In: **CERRADO: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**/Aldicir Scariot, José Carlos Sousa-Silva, Jeanine M. Felfili (Organizadores). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 439 p:il 1.

REATTO A. & MARTINS, E. S. Capítulo 1. Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. Solos e paisagem. In: **CERRADO: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**/ALDICIR SCARIOT, JOSÉ CARLOS SOUSA-SILVA, JEANINE M. FELFILI (Organizadores). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 439 p:il 1. 2005.

REDENTE, E.F., MCLENDON, T., DEPUIT, E.J. 1993. Manipulation of Vegetation Community Dynamics for Degraded Land Rehabilitation. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL. **Anais**. 1:265-278. p. 265-278. Belo Horizonte, MG.

REDFORD, Kent H. 1992. The empty forest. **BioScience**, v. 42. n. 6. p. 412-422.

REDFORD, Kent H.; GODSHALK, R.; A., K. 1995. **What about the wild animals?** wild animal species in community forestry in the tropics. Roma: FAO, 93 p. (Community Forestry Note, 13).

RESENDE, A.V. de.; FURTINI, NETO, A.E.; MUNIZ, J.A.; CURI, N. FAQUIN, V. 1999. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em reposta a doses de fósforo. **Pesq Agrop. Bras.**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2071-2081.

RESENDE, M.; LANI, J.L. 1997. Sustentabilidade da agricultura e os novos desafios para as ciências agrárias. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26., Rio de Janeiro, **Anais**, Rio de Janeiro, EMBRAPA/SBCS, 1997. (CD-ROM).

RODRIGUES, R. R., GANDOLFI, S. 2000. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP. p. 235 - 247.

- RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Restauração de Florestas Tropicais: Subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: Dias, L.E. & Melo, J.W.V. (ed.) Recuperação de Áreas Degradadas. 1998. UFV, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas. p.203-215.
- REZENDE, F.C.; SCALLOPI, J.E. 1985 Avaliação de métodos para a determinação das características de infiltração por sulcos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.227-233.
- SALOMÃO, A .N.; SOUZA-SILVA, J.C.; DAVIDE. A. C.; GONZÁLES, S.; TORRES, R.A.A.; WETZEL, M.M.V.S.; FIRETTI, F.; CALDAS, L.S. 2003. **Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 96 p.
- SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. G. 1981 Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. *Advances in Agronomy*, New York, v.34, p.279-406.
- SANTANA FILHO, S.; CARDOSO, I.M.; PEREIRA NETO, J.T. 1997. Utilização de composto orgânico de lixo urbano na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1997, 3, Ouro Preto. **Anais...** Viçosa-MG : SOBRADE; UFV/DPS/DEF, p. 194-204.
- SANTOS JUNIOR, N.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. 2004. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de semeadura direta, visando à recomposição de mata ciliar. **Cerne**, lavras, v.10, n.1, p.103-117, jan/jun.
- SANTOS, N.; 1979. **Rodriguesia**, 31, 223.
- SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Orgs.). 2005. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**, Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Cap 9, p. 168-178.
- SCHIAVINI, I. 1992. **Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga** (Uberlândia, MG). Campinas, Tese (Ph.D.) - Universidade Estadual de Campinas.

- SILVA, A. H. DA, ALVES, D. S., SILVEIRA, H. R. DE O., ALVARENGA, I. C. DE A., SOUZA, M. F. DE, FERNANDES, L. A. 2007. Caminhos de Geografia. Aplicação de corretivos e fertilizantes para recuperação de áreas degradadas utilizando *macrotyloma axillare* como cobertura vegetal. Uberlândia v. 8, n. 22 set/2007.
- SILVA, C. M. dos S., MAURO, C. A de. 1998. **Mineração de Areia e Cascalho e o Meio Ambiente num Setor do Rio Mogi-Guaçu (Município de Araras/SP)**. de Pós-Graduação em Geociências. Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente. Número de páginas: 126. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA JÚNIOR, M. C. da; SANTOS, G. C. colaboradores Gilmar Correia dos Santos ... [et.al.] **100 Árvores do Cerrado: guia de campo**. Brasília: Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 278 p
- SILVA, L.C.R. 2006. Desenvolvimento de espécies arbóreas em área degradada pela mineração sob diferentes tratamentos de substrato. Tese Graduação. Departamento de Engenharia Florestal. Universidade de Brasília, UnB. Brasília.
- SILVA, L.M.M.; AGUIAR, I.B. 2004. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscus phyllacanthus* Pax & K.Hoffm. (Faveleira). **Revista Brasileira de sementes**, v.26, n.1, p.9-14.
- SIQUEIRA, J.; FRANCO, A. A. **Biotechnologia do solo** - fundamentos e perspectivas. ciências agrárias nos trópicos brasileiros. Brasília, DF: MEC-ESAL-FAEPE-ABEAS, 1988. 235 p.
- SIQUEIRA, J.; FRANCO, A. A. **Biotechnologia do solo** - fundamentos e perspectivas. ciências agrárias nos trópicos brasileiros. Brasília, DF: MEC-ESAL-FAEPE-ABEAS, 1988. 235 p.
- SOBRINHO, T.A., FERREIRA, P.A. & PRUSKI, F.F. Desenvolvimento de um infiltrômetro de aspersão portátil.**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.337-344, 2002. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG .

- SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V. 2005. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, jan./fev., v.29, n.1, p.125-130.
- SOUZA, D. M. G.; MIRANDA, L.N.; LOBATO, E. & KLIEMAN, H.J. 1980. Avaliação de métodos para determinar as necessidades de calcário em solos de Cerrado de Goiás e do Distrito Federal. Ver. **Bras. Ci. Solo**, 4:144-8.
- SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. 2004. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 416p. il.
- SUN, D.; DICKINSON, G.R.; BRAGG, A.L. 1995. Direct seeding of *Alphitonia petriei* (Rhamnaceae) for gully revegetation in tropical northern Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.13, n. ½, p.249-257, May.
- TOLEDO FILHO, D. V. 1988. Competição de espécies arbóreas de cerrado. São Paulo: Boletim Técnico do Instituto Florestal. V.42, p.31-70, mai.
- TOLEDO, F.F. de & MARCOS FILHO, J.M. 1977. **Manual das sementes - tecnologia da produção**. São Paulo: Ceres. 224p.
- VALE, F.R.do; FURTINI NETO, A.E.; RENÓ, N.B.; FERNANDES, L.A.; RESENDE, A.V. 1996. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.31, n.9, p.609-616.
- VASCONCELOS, A. N. ; SILVA, F. J. P. ; VIVALDI, L. ; SCARDUA, F. P. ; RAMOS, F. A. ; MONTEIRO, P. P. M. ; MELLO, A. S.1997. Projeto piloto de recuperação de uma cascalheira na Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília. . In: III **Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas**, 1997, Ouro Preto - MG. **Anais do III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas**. p. 105-109.
- VIEIRA, I.G.; FERNADES, G.D.1997. **Métodos de Quebra de Dormência de Sementes**. Piracicaba: IPEF-LCF/ESALQ/USP, Informativo Sementes IPEF. Disponível em: <<http://www.ipef.br/sementes/>>. Acesso em: 16/jul/2004.

VILELA, D.M.; HARIDASAN, M. 1994. Response of the ground layer community of a cerrado vegetation in Central Brazil to limining and irrigation. **Plant and Soil**, v.163, p.25-31.

WHITMORE, T. C. 1990. Interconnections between plants and animals: the web of life. In: \_\_\_\_\_. **An introduction to tropical rain forests**. Oxford: Clarendon, p. 66-80.

YOUNG A. 1994 **Agroforestry for soil conservations**. 4 ed. Wallingford, CAB International. 276p.

ZAIDAN, L.B.P.; BARBEDO, C.J. 2004. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. São Paulo: Artmed, 323p.