



Universidade de Brasília

Repositório Institucional da Universidade de Brasília

repositorio.unb.br



Este artigo está licenciado sob uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

Você tem direito de:

Compartilhar — copiar e redistribuir o material em qualquer suporte ou formato.

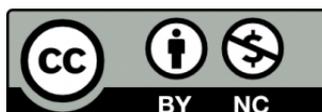
Adaptar — remixar, transformar, e criar a partir do material.

De acordo com os termos seguintes:

Atribuição — Você deve dar o **crédito apropriado**, prover um link para a licença e **indicar se mudanças foram feitas**. Você deve fazê-lo em qualquer circunstância razoável, mas de maneira alguma que sugira ao licenciante a apoiar você ou o seu uso

Não Comercial — Você não pode usar o material para **fins comerciais**.

Sem restrições adicionais — Você não pode aplicar termos jurídicos ou **medidas de caráter tecnológico** que restrinjam legalmente outros de fazerem algo que a licença permita.



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

You are free to:

Share — copy and redistribute the material in any medium or format.

Adapt — remix, transform, and build upon the material.

Under the following terms:

Attribution — You must give **appropriate credit**, provide a link to the license, and **indicate if changes were made**. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.

NonCommercial — You may not use the material for **commercial purposes**.

No additional restrictions — You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.

Esta licença está disponível em: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



ARTIGO

Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil

Maria Cristina de Oliveira^{1*}, José Felipe Ribeiro², Fábio Barbosa Passos³, Fabiana de Gois Aquino², Fabíola Ferreira Oliveira⁴ e Simone Rodrigues de Sousa⁵

Recebido: 9 de fevereiro de 2014 Recebido após revisão: 27 de novembro de 2014 Aceito: 21 de janeiro de 2015
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2932>

RESUMO: (Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal). O objetivo desse estudo foi avaliar a sobrevivência e crescimento de espécies nativas, no período de cinco anos, em uma área em processo de recuperação de Cerrado sentido restrito no Instituto Nacional de Meteorologia, Distrito Federal. Foram plantadas 19 espécies nativas lenhosas de usos múltiplos de ambientes savânico e florestal do bioma Cerrado. Destas, 18 espécies foram plantadas a partir de mudas e *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. a partir de semente. O plantio foi realizado em área de 6.750 m², com espaçamento de 3 x 3 m. De maneira geral, os resultados sugerem que o grupo savânico mostrou crescimento médio relativamente maior em diâmetro no primeiro ano, enquanto as espécies do grupo florestal desenvolveram mais em altura. Entretanto, estes resultados mudam quando são analisados sem a participação dos valores de *S. lycocarpum*, pois esta espécie sozinha se destacou por apresentar alto índice de crescimento em diâmetro no grupo savânico. Aos cinco anos, os valores médios de incremento em altura se aproximam entre as savânicas e florestais, o que não seria esperado, pois as florestais deveriam ser superiores. As espécies *S. lycocarpum*, *Dipteryx alata* Vogel, *Inga cylindrica* (Vell.) Mart., *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. e *Copaifera langsdorffii* Desf. aliaram boa sobrevivência a crescimentos em altura e diâmetro nos primeiros cinco anos após o plantio. O plantio misto de espécies de ambientes savânico e florestal mostrou-se promissor na facilitação para a recuperação da área perturbada de Cerrado sentido restrito na área plantada, cinco anos após o plantio. **Palavras-chave:** área perturbada, desenvolvimento, mudas nativas, sobrevivência.

ABSTRACT: (Growth of native species in a recovery plantation of Cerrado *sensu stricto* in the Brazilian Federal District). The aim of this study was to evaluate survival and growth of native species, along a five-year period, in a recovering area of Cerrado *sensu stricto* in the National Institute of Meteorology, Federal District, Brazil. Nineteen woody native species of multiple uses, which originally occur in savanna and forest environments of the Cerrado biome, were planted. Eighteen of these species were planted as seedlings, while *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. was planted through direct sowing. Planting was carried out over an area of 6,750 m² with a 3 x 3 m spacing. In general, our results suggest that the species of the savanna group showed relatively higher mean growth in diameter during the first year, while the forest species group developed more in height. However, these results changed when they were calculated without the values of *S. lycocarpum*, as this species alone was responsible for the higher values of diameter growth in the savanna group. After five years, the mean values of increment in height were similar between savanna and forest species, conversely to what was expected, i.e. highest values in the forest species. Species *S. lycocarpum*, *Dipteryx alata* Vogel, *Inga cylindrica* (Vell.) Mart., *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. and *Copaifera langsdorffii* Desf. allied good survival with growth in both height and diameter, in the first five years after planting. Mixed planting of savanna and forest species seems to be promising for facilitating recovery of the disturbed area of Cerrado *sensu stricto* in the planted area, five years after planting.

Keywords: disturbed land, development, native saplings, survival.

INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado ocorre em aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados do território brasileiro, localizando-se, principalmente, no Brasil Central (Ribeiro & Walter 2008). Este bioma se caracteriza pela alta diversidade biológica, com 11.046 espécies de plantas vasculares (Mendonça *et al.* 2008), das quais cerca de 4.400 são endêmicas (Myers *et al.* 2000). Apesar da importância biológica, nos últimos 40 anos a paisagem natural

do bioma Cerrado vem sofrendo mudanças expressivas, com quase 50% de sua área original convertida em áreas antropizadas (Klink & Machado 2005).

O Distrito Federal possui uma área de 5.814 km², incluída na região nuclear do bioma Cerrado. Nessa área já foram catalogadas diversas espécies de plantas, sendo que algumas são tombadas por meio do Decreto n^o. 14.783/93 como Patrimônio Ecológico do Distrito Federal.

Não obstante a importância em termos ambientais, o

1. Professora Adjunta da Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina. Área Universitária 01, Vila Nossa Senhora de Fátima, CEP 73.345-010, Planaltina, DF, Brasil.

2. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Cerrados. Caixa-postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF, Brasil.

3. Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia. Programa de Pós-graduação Bionorte/CNPq, Universidade Estadual de Mato Grosso. (UNEMAT). Campus Nova Xavantina. BR 158, Km 148, Caixa Postal 08, CEP 78690-000, Nova Xavantina, MT, Brasil.

4. Mestre em Ecologia. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. Caixa Postal 04457, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brasil.

5. Mestranda em Ciências Florestais. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília. Caixa Postal 04457, CEP 70919-970, Brasília, DF, Brasil.

*Autor para contato. E-mail: mcrisoliveira@unb.br

aumento da produção agrícola, da atividade industrial, do forte crescimento populacional e da disseminação de condomínios irregulares, vem colocando em risco o ambiente do Distrito Federal. Isso causa danos irreversíveis à fauna e à flora e sobrecarrega os recursos hídricos.

Neste contexto, são necessárias ações que possam contribuir para recuperar e conservar as áreas remanescentes de Cerrado no Distrito Federal, como a implantação de corredores ecológicos, recuperação de áreas degradadas, entre outras, visando à preservação dos recursos naturais. O desenvolvimento de técnicas específicas de recuperação de áreas degradadas para o bioma Cerrado é essencial para aumentar as chances de reconstruir gradualmente os ecossistemas degradados e seus processos ecológicos.

Uma das etapas fundamentais para o sucesso do manejo da recuperação sob o ponto de vista ecológico é a identificação de espécies nativas capazes de se estabelecer e desenvolver em áreas degradadas (Corrêa 1998). No entanto, sabe-se que pesquisas sobre recuperação de ecossistema, apesar de terem se intensificado nas últimas décadas no Brasil, ainda são escassas, principalmente em se tratando de fitofisionomias florestais e savânicas na região do Cerrado (*e.g.* Davide *et al.* 1996, Durigan & Silveira 1999, Souza 2002, Melo *et al.* 2004, Sampaio *et al.* 2008, Silva & Corrêa 2008, Felfili *et al.* 2008, Pilon & Durigan 2013, Assis *et al.* 2013).

De acordo com Felfili & Santos (2002), um plantio misto de espécies savânicas e florestais irá apresentar taxa de cobertura do solo mais rápida do que um plantio exclusivo com espécies savânicas. Esses autores discutem que quando introduzidas em plantios de restauração, as espécies florestais desenvolvem-se mais rapidamente do que as próprias espécies naturais do ambiente savânico. Além disso, o plantio misto proporciona rica oferta de recursos alimentares para a fauna e de estratificação de ambientes, criando assim novos locais para pouso de animais, atraindo

polinizadores e dispersores de sementes para a área.

Diante disso, se o estabelecimento das espécies plantadas for bem sucedido (sobrevivência alta e altas taxas de crescimento), essa prática pode ser considerada como estratégia eficaz para auxiliar na restauração de ambientes savânicos degradados, uma vez que as espécies florestais teriam efeito de espécies companheiras facilitadoras da sucessão para o restabelecimento de espécies do Cerrado sentido restrito.

Nesse sentido, como parte desse processo de geração de conhecimento sobre recuperação de áreas degradadas do bioma Cerrado, sobretudo para áreas de Reserva Legal, o objetivo desse estudo foi avaliar a sobrevivência e o crescimento de 19 espécies nativas savânicas e florestais, no período de cinco anos, em uma área em processo de recuperação de Cerrado sentido restrito do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Brasília, Distrito Federal.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) Brasília, Distrito Federal ($15^{\circ}47'25''S$ e $47^{\circ}55'30''W$), área com altitude de 1.159 m (Fig. 1). O solo da região é do tipo Latossolo-Vermelho, profundo, poroso, bem drenado e ácido (Haridasan 2000). O clima é estacional, com inverno seco e verão úmido, classificado como Cwa de acordo com Köppen (1948). As médias de temperatura e precipitação, de acordo com os dados coletados na Estação Meteorológica do INMET, foram de $22^{\circ}C$ e 1.862 mm no período de novembro de 2004 a novembro de 2005. Em 2009, estas médias foram de $25^{\circ}C$ e 1.700 mm.

A área do INMET possui formato circular com 500 m de raio, totalizando 78,5 ha. Originalmente, essa área era coberta por Cerrado sentido restrito. Porém, em meados dos anos 70, durante a construção do Instituto, parte dessa vegetação foi suprimida e os remanescentes

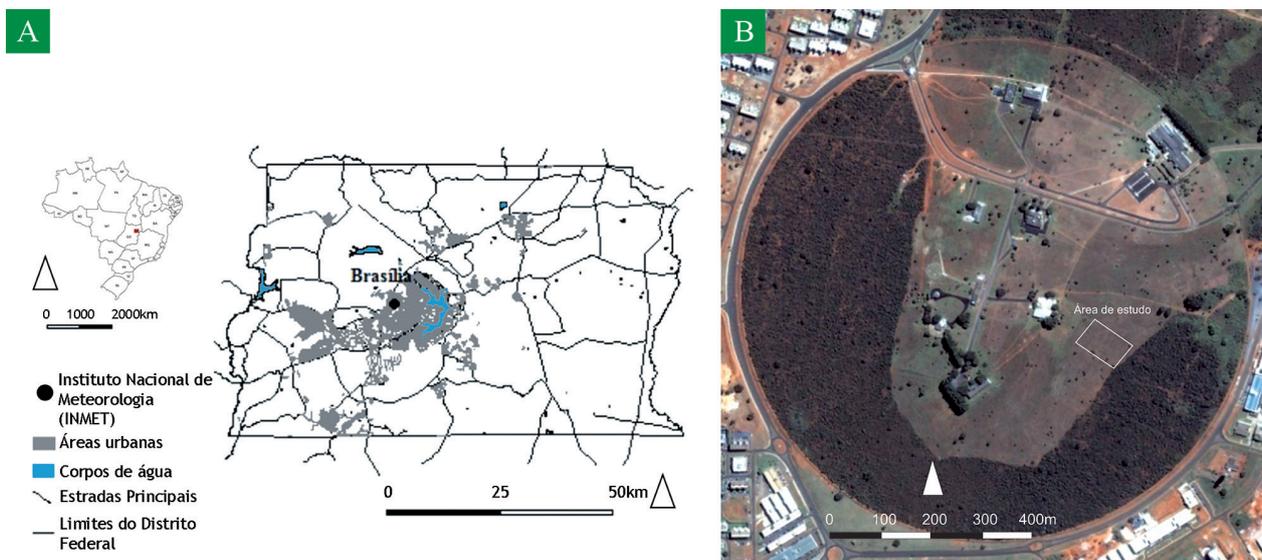


Figura 1. A. Localização do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Brasília, Distrito Federal, Brasil. B. Visão geral do INMET. O retângulo refere-se à área de estudo. Imagem do satélite IKONOS em abril de 2004, cedida por SPACE IMAGE.

dessa fisionomia ficaram concentrados apenas ao longo de quase toda a borda da área do INMET.

O plantio de recuperação foi realizado no início da época chuvosa, em novembro de 2004, em uma área de 75 x 90 m (6.750 m²), outrora recoberta por braquiária (*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster). Antes da realização desse plantio, a braquiária foi removida com capinas visando diminuir a competição com as mudas das espécies nativas. Plântulas de espécies nativas que estavam rebrotando ou regenerando naturalmente na área foram mantidas. Para o plantio, covas de 0,40 m de diâmetro e 0,60 m de profundidade foram abertas com o auxílio de uma perfuratriz acoplada a um trator. Ao solo de cada cova foram adicionados 1 kg de esterco bovino curtido, 100 g de calcário dolomítico e 150 g de NPK na formulação 4-14-8. Durante o desenvolvimento das mudas não foi realizada qualquer adubação adicional de cobertura ou trato cultural.

As espécies selecionadas para o plantio visando à recuperação de áreas de Reserva Legal degradadas atenderam aos seguintes critérios: (i) ser nativa do bioma Cerrado; (ii) ser preferencialmente atrativa para alimentação da fauna e (iii) ter usos múltiplos, com algum valor econômico.

Foi realizado um plantio heterogêneo, utilizando-se espécies savânicas e florestais, conforme recomendações de Felfili & Santos (2002). A opção por este tipo de plantio se deve ao fato de que a combinação de espécies pode favorecer a rápida cobertura do solo pelas espécies de ambientes florestais, que serão manejadas no futuro, o que seria mais vantajoso do que um plantio exclusivo de espécies savânicas.

Foram plantadas 837 mudas, com espaçamento de 3 x 3 m, pertencentes a 19 espécies, com média de 44 mudas por espécie (Tab. 1). A única exceção foi *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil., plantado a partir de sementes, que originou no campo pelo menos 46 plântulas. As mudas foram agrupadas por ambiente, savânico ou florestal, de acordo com Mendonça *et al.* (2008). A grafia referente aos nomes científicos foi conferida e corrigida com base na Lista de Espécies da Flora do Brasil (Flora do Brasil 2012).

A disposição das plantas no campo seguiu o modelo de anéis hexagonais para 19 espécies com objetivo de minimizar a competição entre os indivíduos e uniformizar a distribuição das espécies ao longo da área experimental (Fonseca *et al.* 2001). Nesse modelo, as espécies estão distribuídas nos vértices e no centro do hexágono equidistantemente, e as mudas espaçadas por 3 m x 3 m (Fig. 2).

As mudas foram acompanhadas em 2005 (um ano após plantio) e 2009 (cinco anos após plantio) aferindo-se a sobrevivência (%) e o crescimento. A sobrevivência foi avaliada pelo total de sobreviventes em relação ao total plantado e o crescimento pelo Incremento Médio Anual (IMA) em altura (cm.ano⁻¹) e em diâmetro (mm.ano⁻¹). Este crescimento representa a média dos incrementos anuais de seus indivíduos (diferença entre o valor final registrado para altura ou diâmetro e sua medida inicial,

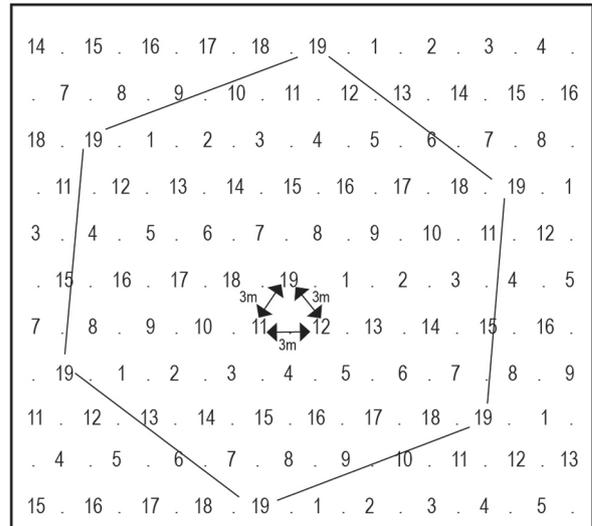


Figura 2. Modelo de distribuição das 19 espécies de mudas em anéis hexagonais no plantio em novembro de 2004 no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Brasília, Distrito Federal (Adaptado de Fonseca *et al.* 2001).

dividido pelo intervalo de tempo entre as avaliações).

A altura foi mensurada com régua graduada em centímetros, partindo-se da base do caule até a gema apical. As medidas de diâmetro foram tomadas ao nível do solo, utilizando-se um paquímetro digital com precisão em milímetros.

RESULTADOS

No geral, a sobrevivência das espécies foi alta um ano após plantio (média de 88,0%) e após cinco anos (média de 73,8%). As espécies savânicas (nove espécies) apresentaram percentagem de sobrevivência média de 87,0% no primeiro ano e 70,2% aos cinco anos de plantio (Tab. 1). Em relação às espécies florestais (dez espécies), a percentagem de sobrevivência média foi de 88,9% um ano após plantio e 76,9% cinco anos após plantio.

As espécies savânicas *Solanum lycocarpum* e *Dipterix alata* Vogel destacaram-se por apresentar alta sobrevivência após um ano do plantio (95,7% e 97,8%, respectivamente) e mesmo após cinco anos (ambas com 95,7%). Depois de cinco anos, a espécie *Caryocar brasiliense* Cambess., com 58,7%, apresentou sobrevivência intermediária. A única espécie do grupo savânico que apresentou valor reduzido de sobrevivência foi *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore (48,9%, cinco anos após plantio). Dentre as florestais, após um ano do plantio, *Copaifera langsdorffii*, *Genipa americana*, *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh. e *Myroxylon peruiferum* L.f. apresentaram sobrevivência de 100%. Exceto as espécies *Ormosia stipularis* Ducke (61,7% e 21,3% de sobrevivência um e cinco anos após o plantio, respectivamente) e *Tibouchina stenocarpa* (Schrank & Mart. Ex DC.) Cog. (57,4% e 51,1%, um e cinco anos após o plantio, respectivamente), todas as outras se destacaram pela alta taxa de sobrevivência nos dois períodos analisados.

Tabela 1. Número de indivíduos em 2004 (N_{2004}), 2005 (N_{2005}), 2009 (N_{2009}) e Índice de Sobrevivência (IS), em 2005 e 2009, das 19 espécies, separadas por grupos (Savânico e Florestal), em crescimento na área em recuperação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em Brasília, Distrito Federal.

| Espécies | N_{2004} | N_{2005} | N_{2009} | IS ₂₀₀₅ (%) | IS ₂₀₀₉ (%) |
|---|------------|------------|------------|------------------------|------------------------|
| Grupo Savânico | | | | | |
| <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott | 47 | 44 | 35 | 93,6 | 74,5 |
| <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth | 45 | 40 | 28 | 88,9 | 62,2 |
| <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. | 46 | 31 | 27 | 67,4 | 58,7 |
| <i>Dipteryx alata</i> Vogel | 46 | 45 | 44 | 97,8 | 95,7 |
| <i>Eugenia dysenterica</i> DC. | 47 | 42 | 31 | 89,4 | 66,0 |
| <i>Hancornia speciosa</i> Gomes | 47 | 39 | 31 | 83,0 | 66,0 |
| <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne | 45 | 37 | 29 | 82,2 | 64,4 |
| <i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil. | 46 | 44 | 44 | 95,7 | 95,7 |
| <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore | 47 | 40 | 23 | 85,1 | 48,9 |
| Média | | | | 87,0 | 70,2 |
| Grupo Florestal | | | | | |
| <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan | 46 | 45 | 39 | 97,8 | 84,8 |
| <i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speng. | 47 | 40 | 40 | 85,1 | 85,1 |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | 47 | 47 | 44 | 100,0 | 93,6 |
| <i>Genipa americana</i> L. | 46 | 46 | 43 | 100,0 | 93,5 |
| <i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y.T. Lee & Langenh. | 47 | 47 | 40 | 100,0 | 85,1 |
| <i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart. | 47 | 43 | 42 | 91,5 | 89,4 |
| <i>Myracrodruon urundeuva</i> FR. Allemão | 47 | 45 | 39 | 95,7 | 83,0 |
| <i>Myroxylon peruiferum</i> L.f. | 46 | 46 | 38 | 100,0 | 82,6 |
| <i>Ormosia stipularis</i> Ducke | 47 | 29 | 10 | 61,7 | 21,3 |
| <i>Tibouchina stenocarpa</i> (Schrank & Mart. Ex DC.) Cogn. | 47 | 27 | 24 | 57,4 | 51,1 |
| Média | | | | 88,9 | 76,9 |

O incremento médio anual de altura (IMA_H), em um ano após o plantio, apresentou 35,1 cm para o grupo savânico e valores de 44,0 cm para o florestal (Tab. 2). Entretanto, se os valores apresentados pela espécie de comportamento típico pioneiro *S. lycocarpum*, que apresentou elevada taxa de crescimento, forem subtraídos desta média, verifica-se diferenças ainda maiores entre os grupos savânico (17,7 cm) e o florestal (44,0 cm). Em cinco anos após o plantio, o padrão mudou para o IMA_H , com valores médios de 16,5 cm para o grupo savânico (11,3 cm sem considerar *S. lycocarpum*) e 12,6 para o grupo florestal.

Entre as espécies, o valor do IMA_H também foi bastante variável. Um ano após o plantio, o IMA_H foi de 11,2 cm em *O. stipularis* a 174,5 cm em *S. lycocarpum*. Em cinco anos, o IMA_H variou entre -12,4 cm e 58,3 cm, estando *H. courbaril* var. *stilbocarpa* com o menor valor e *S. lycocarpum* com o maior. Nesse mesmo período, destacaram-se para o grupo savânico, além de *S. lycocarpum*, *T. aurea*, *D. alata*, e *B. virgilioides*, que apresentaram maiores valores médios de IMA_H , com 15,0 cm, 17,0 cm e 18,9 cm, respectivamente. Para o grupo florestal, destacou-se *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan com IMA_H de 151,5 cm (um ano) e 33,7 cm (cinco anos). *A. peregrina* e *Tibouchina stenocarpa* (Schrank & Mart. Ex DC.) Cogn. também apresentaram elevados valores no IMA_H após cinco anos: 26,3 cm e 24,2 cm, respectivamente.

Após cinco anos, as espécies *A. peregrina* e *A. colubrina* apresentaram alturas médias em torno de 170,0 cm, enquanto *Inga cylindrica*, *T. stenocarpa*, *C. langsdorffii*

e *D. alata* apresentaram 156,3, 134,2, 122,9 e 120,0 cm, respectivamente. Por outro lado, espécies como *H. courbaril* var. *stilbocarpa*, *M. urundeuva*, *M. peruiferum* e *O. stipularis* apresentaram baixos valores médios em altura.

Assim como para o crescimento em altura, o maior incremento médio anual em diâmetro (IMA_D) após um ano e após cinco anos do plantio foi obtido por *S. lycocarpum*, com 58,1 mm e 7,7 mm, respectivamente. O menor IMA_D foi observado para *O. stipularis*, com 2,7 mm para o primeiro período, e para *Genipa americana* e *Myroxylon peruiferum*, com 0,6 mm para o segundo. No grupo savânico, apenas *S. lycocarpum* se destacou com considerável incremento do IMA_D . No grupo florestal apresentaram valores mais altos *A. colubrina* com incremento de 20,1 mm (2005) e 4,3 mm (2009) e *T. stenocarpa* com 11,2 mm (2005) e 5,6 mm (2009).

DISCUSSÃO

Ao final de cinco anos de plantio, a sobrevivência média encontrada (73,8%) foi elevada. De acordo com alguns trabalhos desenvolvidos em Cerrado sentido restrito, valores acima de 60%, também encontrados para a maioria das espécies no presente trabalho, são considerados ótimos para espécies plantadas em locais degradados ou perturbados (Corrêa & Cardoso 1998, Souza 2002). Apesar da ainda baixa disponibilidade de estudos de plantios com espécies nativas no bioma Cerrado, Sano & Fonseca (2003) obtiveram, no primeiro ano, taxas superiores a 85% para seis das oito espécies nativas selecionadas para o plantio. Corrêa & Cardoso (1998) verificaram sobrevivência de 70% dos indivíduos

Tabela 2. Alturas (H) e diâmetros (D) médios, registrados em 2004 e 2009, e Incrementos Médios Anuais (IMA) para altura (IMA_H) e diâmetro (IMA_D), em 2005 (um ano após plantio) e 2009 (cinco anos após plantio), das 19 espécies separadas por grupos (Savânico e Florestal), em crescimento na área em recuperação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em Brasília, Distrito Federal. Dados relativos à altura, em centímetros; dados relativos à diâmetro, em milímetros.

| Espécies | H ₂₀₀₄ | IMA _{H2005} | IMA _{H2009} | H2009 | D ₂₀₀₄ | IMA _{D2005} | IMA _{D2009} | D ₂₀₀₉ |
|---|-------------------|----------------------|----------------------|-------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Grupo Savânico | | | | | | | | |
| <i>Astronium fraxinifolium</i> | 17,4 | 13,9 | 7,5 | 54,7 | 4,6 | 7,6 | 1,1 | 9,9 |
| <i>Bowdichia virgilioides</i> | 6,3 | 19,9 | 18,9 | 100,6 | 4,8 | 5,0 | 3,2 | 20,8 |
| <i>Caryocar brasiliense</i> | 33,6 | 15,7 | 9,5 | 81,0 | 8,6 | 7,0 | 3,4 | 25,5 |
| <i>Dipteryx alata</i> | 34,8 | 19,2 | 17,0 | 120,0 | 10,5 | 6,0 | 4,4 | 32,5 |
| <i>Eugenia dysenterica</i> | 31,9 | 15,0 | 1,9 | 41,6 | 5,7 | 3,1 | 0,8 | 9,9 |
| <i>Hancornia speciosa</i> | 21,2 | 27,2 | 13,1 | 86,8 | 5,7 | 4,5 | 2,6 | 18,8 |
| <i>Hymenaea stigonocarpa</i> | 24,3 | 19,2 | 7,3 | 60,8 | 5,6 | 3,3 | 1,4 | 12,8 |
| <i>Solanum lycocarpum</i> | 0,0 | 174,5 | 58,3 | 291,3 | 0,0 | 58,1 | 7,7 | 38,4 |
| <i>Tabebuia aurea</i> | 3,4 | 11,4 | 15,0 | 78,5 | 5,0 | 5,3 | 3,4 | 21,9 |
| Média geral | | 35,1 | 16,5 | | | 11,1 | 3,1 | |
| Média sem <i>S. lycocarpum</i> | | 17,7 | 11,3 | | | 5,2 | 2,5 | |
| Grupo Florestal | | | | | | | | |
| <i>Anadenanthera colubrina</i> | 9,8 | 151,5 | 33,7 | 178,1 | 3,8 | 20,1 | 4,3 | 25,2 |
| <i>Anadenanthera peregrina</i> | 40,5 | 65,5 | 26,3 | 171,9 | 7,4 | 6,7 | 7,0 | 42,6 |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> | 32,1 | 36,9 | 18,2 | 122,9 | 6,2 | 6,3 | 3,1 | 21,8 |
| <i>Genipa americana</i> | 28,9 | 29,5 | 6,0 | 58,8 | 9,2 | 11,0 | 0,6 | 12,0 |
| <i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>stilbocarpa</i> | 80,4 | 23,3 | -12,4 | 18,3 | 11,0 | 4,4 | 2,0 | 21,0 |
| <i>Inga cylindrica</i> | 42,5 | 36,9 | 22,8 | 156,3 | 9,0 | 8,8 | 5,6 | 37,1 |
| <i>Myracrodruon urundeuva</i> | 33,5 | 29,6 | 2,4 | 45,5 | 5,4 | 7,4 | 1,1 | 11,0 |
| <i>Myroxylon peruiferum</i> | 19,6 | 21,4 | 0,7 | 22,9 | 2,8 | 5,8 | 0,6 | 5,8 |
| <i>Ormosia stipularis</i> | 12,7 | 11,2 | 4,6 | 35,9 | 7,8 | 2,7 | 1,0 | 12,9 |
| <i>Tibouchina stenocarpa</i> | 13,1 | 34,1 | 24,2 | 134,2 | 6,1 | 11,2 | 5,6 | 34,1 |
| Média geral | | 44,0 | 12,6 | | | 8,4 | 3,1 | |

das 33 espécies utilizadas, sendo dez comuns às usadas neste trabalho. Sampaio *et al.* (2008), em um plantio realizado em área degradada de Cerrado sentido restrito, observaram taxa de sobrevivência média, ao final de 24 meses, de 91%. Pilon & Durigan (2013) observaram sobrevivência média de 70% das espécies nativas do Cerrado plantadas no arboreto da Floresta Estadual de Assis - SP.

As percentagens de sobrevivência exibidas pelas espécies savânicas confirmaram tolerância às condições do solo e de pleno sol no local do plantio. No entanto, o grupo florestal se destacou com maior sobrevivência após cinco anos, embora submetidas às condições distintas do seu ambiente natural de ocorrência. Esta alta sobrevivência também foi observada nos estudos de Corrêa & Cardoso (1998), Machado *et al.* (1992) e Jacinto (2001), sendo que os dois últimos verificaram o desempenho de espécies florestais nativas do Cerrado na arborização de Brasília/DF, corroborando a plasticidade do grupo de espécies utilizadas. Entretanto, esta condição não pode ser observada em *O. stipularis* e *T. stenocarpa*. Os baixos valores encontrados após cinco anos para estas espécies podem estar associados às suas histórias de vida, pois ambas são de ambientes úmidos, sendo a primeira encontrada em áreas higrófitas e sombreadas com temperaturas mais amenas das Matas Ciliares e de Galeria e a segunda em áreas mais abertas da borda ou mesmo em Veredas.

Plantios de mudas com alta sobrevivência de *D. alata* (96% e 80%) em área de Cerrado sentido restrito também foram registrados, respectivamente, por Sano & Fonseca (2003) e por Sampaio *et al.* (2008) no Distrito Federal. Sano & Fonseca (2003) relataram ainda taxa de sobrevivência inferior ao presente estudo para *C. brasiliense* (18%) dez anos após o plantio. Este mesmo estudo mostrou que plântulas dessa espécie diferiram por não apresentarem uma raiz primária axial, mas mais de uma raiz em várias plântulas. Como consequência, houve menor aprofundamento radicular desta espécie na estação chuvosa, pois a raiz principal foi “dividida” na formação de raízes secundárias, o que provavelmente prejudicou a absorção de água na estação seca e aumentou a mortalidade.

Dentre as florestais, taxas de sobrevivências igualmente altas para mudas de *G. americana* e *M. peruiferum* foram obtidas, respectivamente, por Sano & Fonseca (2003) um ano após plantio em área de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal e por Sebbenn *et al.* (1998) um ano após plantio em área de latossolo roxo na Estação Experimental de Jaú do Instituto Florestal de São Paulo. Diferentemente, taxa inferior a do presente estudo foram observadas por Duboc & Guerrini (2009) e Sampaio *et al.* (2008) para mudas de *C. langsdorffii* (73% e 62%), 12 meses e 24 meses após plantio em área de Cerrado sentido restrito, respectivamente. Apesar de diferentes, ambos os valores são considerados ótimos, pois essa es-

pécie é plástica quanto às condições do solo, ocorrendo tanto em áreas férteis e bem drenadas, quanto em área de solos ácidos e pobres do bioma Cerrado.

No primeiro ano deste plantio misto de espécies de ambientes savânico e florestal, os incrementos médios anuais observados indicaram diferentes estratégias de crescimento das espécies entre os grupos de ambientes e mesmo entre espécies no mesmo grupo. De maneira geral, os resultados sugerem que o grupo savânico mostrou crescimento médio relativamente maior em diâmetro no primeiro ano, contrastando com as espécies do grupo florestal que desenvolveram mais em altura. Se por um lado espécies florestais apresentam potencial para crescer mais rapidamente quando liberadas da competição e predação que caracterizam seu ambiente natural de ocorrência (Felfili *et al.* 2001), as savânicas geralmente investem mais em crescimento diamétrico e radicular nos primeiros anos de estabelecimento no campo, para depois crescerem em altura (Hoffmann & Franco 2003), como adaptação para captação de água e nutrientes relacionada à sazonalidade (Jackson *et al.* 1999).

Entretanto, quando estes resultados são analisados sem a participação dos valores da espécie *S. lycocarpum* no grupo savânico, estas considerações precisam ser revistas. Assim, sem os valores desta espécie pioneira no cálculo da média do grupo savânico, tanto o crescimento médio em altura quanto em diâmetro das espécies do grupo florestal foram relativamente maiores que os do grupo savânico, principalmente um ano após plantio (Tab. 2). Esta observação confirma as expectativas da proposta de implantação dos Módulos Demonstrativos de Recuperação do Cerrado (MDR) (Felfili *et al.* 2005), onde espécies arbóreas de ambientes florestais apresentam crescimento inicial mais rápido em ambientes degradados de Cerrado do que as espécies nativas desse ambiente.

Em cinco anos após o plantio, os valores médios de IMA's se aproximam entre as savânicas e florestais, o que não seria esperado, pois as florestais deveriam ser superiores. Como estiveram envolvidas espécies florestais adaptadas à Mata Seca, que apresentam elevada fertilidade natural, talvez a adubação de cobertura nas fases iniciais do plantio devesse ter sido aplicada para conseguir um crescimento diferencial nestas espécies, que justificasse o seu aproveitamento econômico quando elas forem retiradas do sistema de plantio de recuperação do Cerrado adotado (MDR).

Dentre as espécies utilizadas, *S. lycocarpum* (savânica) e *A. colubrina* (florestal) despontaram como típicas pioneiras, apresentando acelerado incremento médio em altura e diâmetro logo no primeiro ano e parecem iniciar maturidade muito antes das outras espécies. Após cinco anos do plantio, *S. lycocarpum* foi a espécie com indivíduos mais altos, além disso, com intensa produção de flores e frutos conforme verificado na época do monitoramento do plantio. Interessante notar ainda que *S. lycocarpum* foi plantada diretamente de sementes. Essa espécie é preferencialmente encontrada em áreas perturbadas ou degradadas (Moura *et al.* 2011). Uma avaliação visual feita em 2014 na área de

estudo, mostrou que essa espécie apresenta ciclo de vida relativamente curto, onde, aproximadamente 10 anos após o plantio, todos os indivíduos plantados já morreram no local.

As espécies *S. lycocarpum*, *D. alata*, *I. cylindrica*, *A. colubrina*, *A. peregrina* e *C. langsdorffii* aliaram boa sobrevivência a crescimentos em altura e diâmetro nos primeiros cinco anos após o plantio. Semelhantes desempenhos foram encontrados para indivíduos de *A. colubrina* plantados em área urbana de Brasília (Machado *et al.* 1992, Carvalho 1994), em área de Cerrado sentido restrito degradado no Distrito Federal (Sampaio *et al.* 2008) e em mata de São Paulo (Durigan & Silveira 1999), e para indivíduos de *A. peregrina* (Davide *et al.* 1996) e *S. lycocarpum* (Martins 2004), ambos plantados em área de Cerrado sentido restrito. Com isso, segundo a classificação proposta por Kageyama & Gandara (2000), foi possível observar que estas espécies comportaram-se como pioneiras e, por esta razão, consideradas adequadas para plantio com fins de crescimento rápido (Carvalho 1994, Martins 2004). Adicionalmente, outro aspecto importante do processo de recuperação é a atração de fauna nativa, assim, é importante considerar espécies que, além de apresentar alta sobrevivência e crescimento, disponibilizem recursos alimentares como flores e frutos para os animais. Neste contexto, *S. lycocarpum*, *D. alata*, *I. cylindrica* e *C. langsdorffii* parecem adequadas para plantios de recuperação. Além disso, espécies de crescimento rápido e ciclo de vida curto, como *S. lycocarpum*, aumentam a produção de sombra e serapilheira com consequente aumento da umidade, de alguns nutrientes e a da porosidade do solo (Passos *et al.* 2014).

Após cinco anos, os valores apresentados para incremento médio em altura e diâmetro mostram a espécie *M. peruiferum* com desenvolvimento lento, confirmando os estudos de Sebbenn *et al.* (1998). Para esses autores, essa espécie é de estágio sucessional final (clímax), necessitando de sombra para o seu desenvolvimento inicial. Como o plantio foi realizado a pleno sol, provavelmente o crescimento da espécie tenha sido prejudicado. Apesar de determinadas espécies apresentarem desenvolvimento lento, espera-se que a sua utilização possa proporcionar modificações ambientais que estimulariam a auto-regeneração da comunidade.

Adicionalmente, exceto *H. courbaril* var. *stilbocarpa*, todas as outras espécies florestais são oriundas de Matas Secas, onde o solo é originalmente muito mais fértil que o do local do plantio. Embora o objetivo aqui não tenha sido analisar o efeito da adubação nas espécies nativas consideradas, a adição de nutrientes poderia aumentar o crescimento das espécies de solo mais rico, uma vez que um dos primeiros sinais da degradação é o empobrecimento do solo. Neste estudo, foi realizada pequena incorporação de nutrientes na cova apenas no momento do plantio, lembrando que durante o desenvolvimento das mudas não foi realizada qualquer adubação adicional de cobertura. É importante seguir monitorando o plantio e avaliar a necessidade de aplicar a adubação de cobertura visando o manejo adaptativo.

CONCLUSÃO

O plantio misto de espécies de ambientes savânico e florestal mostrou-se promissor na facilitação para a recuperação da área perturbada de Cerrado sentido restrito na área plantada, cinco anos após o plantio. Desta forma, este consórcio pode ser indicado para áreas de Reserva Legal nos Cerrados do Brasil Central, pois permitem facilitar a recuperação dos processos ecológicos e, ao mesmo tempo, a utilização de algumas espécies sob manejo sustentável de usos múltiplos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao INMET, pela autorização da realização do projeto em suas dependências; à Embrapa Cerrados e ao INMET, pelo apoio técnico e operacional; ao CNPq (Processo nº. 561905/2010-0) e projeto Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado (CMBBC), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, G. B., SUGANUMA, M. S., MELO, A. C. G. & DURIGAN, G. 2013. Uso de espécies nativas e exóticas na restauração de matas ciliares no Estado de São Paulo (1957-2008). *Revista Árvore*, 37: 599-609.
- CARVALHO, P. E. R. 1994. *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira*. Colombo: Embrapa CNPF. 640 p.
- CORRÊA, R. S. 1998. Degradação e recuperação de áreas no Distrito Federal. In: CORRÊA, R. S. & MELO FILHO, B. (Eds.) *Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado*. Brasília: Paralelo 15. p. 13-19.
- CORRÊA, R. S. & CARDOSO, E. S. 1998. Espécies testadas na revegetação de áreas degradadas. In: CORRÊA, R. S. & MELO FILHO, B. (Eds.) *Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado*. Brasília: Paralelo 15. p. 101-116.
- DAVIDE, A. C., BOTELHO, S. A., FARIA, J. M. R., & PRADO, N. J. S. 1996. Comportamento de espécies florestais de mata ciliar em área de depleção do reservatório da usina hidrelétrica de Camargos - Itutinga, MG. *Cerne*, 2: 43-52.
- DUBOC, E. & GUERRINI, I. A. 2009. Desenvolvimento inicial e nutrição da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) em áreas de cerrado degradado. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 245. Planaltina: Embrapa Cerrados. 28 p.
- DURIGAN, G. & SILVEIRA, E. R. 1999. Recomposição da mata ciliar em domínio de Cerrado, Assis, SP. *Scientia Forestalis*, 56: 135-144.
- FELFILI, J. M., FAGG, C. W. & PINTO, J. R. R. 2005. Modelos nativa do bioma stepping stones na formação de corredores ecológicos, pela recuperação de áreas degradadas no Cerrado. In: ARRUDA, M. B. (Org.) *Gestão integrada de ecossistema aplicada a corredores ecológicos*. Brasília: IBAMA. p. 187-209.
- FELFILI, J. M., FAGG, C. W. & PINTO, J. R. R. 2008. Recuperação de áreas degradadas no Cerrado com espécies nativas do bioma e de uso múltiplo para formação de corredores ecológicos e uso sustentável da reserva legal. In: FELFILI, J. M., SAMPAIO, J. C. & CORREIA, C. R. M. A. (Org.) *Bases para a recuperação de área degradadas na Bacia do Rio São Francisco*. Brasília: Universidade de Brasília, Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas. p. 17-26.
- FELFILI, J. M., FRANCO, A. C., FAGG, C. W. & SOUSA-SILVA, J. C. 2001. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria. In: RIBEIRO, J. F., FONSECA, C. E. L., SOUSA-SILVA, J. C. (Eds.) *Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria*. Planaltina: Embrapa Cerrados. p. 779-811.
- FELFILI, J. M. & SANTOS, A. A. B. 2002. *Direito ambiental e subsídios para a revegetação de áreas degradadas no Distrito Federal*. Brasília: Universidade de Brasília. 135 p.
- FLORA DO BRASIL. 2012. Lista de espécies da flora do Brasil. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 07 mar. 2013.
- FONSECA, C. E. L., RIBEIRO, J. F., SOUZA, C. C., REZENDE, R. P. & BALBINO, V. K. 2001. Recuperação da vegetação de Matas de Galeria: estudos de caso no Distrito Federal e Entorno. In: RIBEIRO, J. F., FONSECA, C. E. L. & SOUSA-SILVA, J. C. (Eds.) *Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria*. Planaltina: Embrapa Cerrados. p. 815-867.
- HARIDASAN, M. 2000. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12: 54-64.
- HOFFMANN, W. A. & FRANCO, A. C. 2003. Comparative growth analysis of tropical forest and savanna wood plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology*, 91: 475-484.
- JACINTO, J. M. M. 2001. *Análise silvicultural urbana de seis espécies florestais utilizadas na arborização de Brasília*. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2001.
- JACKSON, P. C., MEINZER, F. C., BUSTAMANTE, M., GOLDSTEIN, G., FRANCO, A., RUNDEL, P. W., CALDAS, L., IGLER, E. & CAUSIN, F. 1999. Partitioning of soil water among tree species in Brazilian Cerrado ecosystem. *Tree Physiology*, 19: 717-724.
- KAGEYAMA, P. Y. & GANDARA, F. B. 2000. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO-FILHO, H. F. (Eds.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Universidade de São Paulo. p. 249-269.
- KLINK, C. A. & MACHADO, R. B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, 19: 707-713.
- KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica. 479 p.
- MACHADO, J. W. B., ALENCAR, F. O. C. C. & RODRIGUES, M. G. R. 1992. *Árvores de Brasília*. Brasília: GDF. 89 p.
- MARTINS, R. C. C. 2004. *Germinação e crescimento inicial de três espécies pioneiras do bioma Cerrado no Distrito Federal, Brasil*. 141 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- MELO, A. C. G., DURIGAN, G., KAWABATA, M. 2004. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em áreas de cerrado, Assis-SP. In: VILLAS BOAS, O. & DURIGAN, G. (Org.) *Pesquisa em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil-Japão*. São Paulo: Página e Letras. p. 316-324.
- MENDONÇA, R. C., FELFILI, J. M., WALTER, B. M. T., SILVA JÚNIOR, M. C., REZENDE, A. V., FILGUEIRA, J. S., NOGUEIRA, P. E. & FAGG, C. W. 2008. Flora vascular do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. & RIBEIRO, J. F. (Eds.) *Cerrado: ecologia e flora*. Brasília: Embrapa Informação e Tecnologia. p. 421-1279.
- MOURA, T. M., GUIMARÃES, E. F. T., DEFAVARI, G. R., MORENO, M. A., FERRAZ, E. M., KAGEYAMA, P. Y. & BARREIRA, S. 2011. Estrutura genética populacional em *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae), comparando população natural e sob influência antrópica, estimada por marcadores isoenzimáticos. *Revista Brasileira de Biociência*, 9(4): 488-491.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G. A. B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- PASSOS, F. B., LOPES, C. M., AQUINO, F. G. & RIBEIRO, J. F. Nurse. 2014. Plant effect of *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. in area of Brazilian Savanna undergoing a process of restoration. *Brazilian Journal of Botany*, 37: 251-259.
- PILON, N. A. L. & DURIGAN, G. 2013. Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. *Scientia Forestalis*, 41: 389-399.
- RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. & RIBEIRO, J. F. (Eds.) *Cerrado: ecologia e flora*. Brasília: Embrapa Informação e Tecnologia. p. 151-212.

- SAMPAIO, J. C., FELFILI, J. M., PINTO, J. R. R. & FAGG, C. W. 2008. Síntese de experiências em recuperação de áreas degradadas com espécies arbóreas nativas do bioma Cerrado. In: FELFILI, J. M., SAMPAIO, J. C. & CORREIA, C. R. M. A. (Orgs.) *Bases para a recuperação de áreas degradadas na Bacia do São Francisco*. Brasília: Universidade de Brasília, Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas. p. 27-40.
- SANO, S. M. & FONSECA, C. E. L. 2003. Taxa de sobrevivência e frutificação de espécies nativas do Cerrado. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 83. Planaltina: Embrapa CPAC. 20 p.
- SEBBENN, A. M., SIQUEIRA, A. C. M. F., KAGEYAMA, P. Y. & MACHADO, J. A. R. 1998. Parâmetros genéticos na conservação da cabreúva – *Myroxylon peruiferum* L.F. Allemão. *Scientia Forestalis*, 53: 31-38.
- SILVA, L. C. R. S. & CORRÊA, R. S. 2008. Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a quatro tratamentos em área mineirada no Cerrado. *Revista Árvore*, 32: 731-740.
- SOUZA, C. C. 2002. *Estabelecimento e crescimento inicial de espécies em plantios de recuperação de matas de galeria do Distrito Federal*. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília. 2002.