

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA**

**Ana Carolina Abrão Neri**

**Riqueza e abundância de espécies em diferentes compartimentos da  
comunidade vegetal no gradiente fisionômico do Cerrado em Assis, SP**

**SÃO CARLOS – SP**

**2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA**

**Ana Carolina Abrão Neri**

**Riqueza e abundância de espécies em diferentes compartimentos da  
comunidade vegetal no gradiente fisionômico do Cerrado em Assis, SP**

**Tese apresentada ao  
Programa de Pós-graduação  
em Ecologia e Recursos  
Naturais, como parte dos  
requisitos para obtenção do  
título de Doutora em Ciências.  
Área de concentração em  
Ecologia e Recursos Naturais.**

*Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Dalva Maria da Silva Matos*

*Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Giselda Durigan*

**SÃO CARLOS – SP**

**2012**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

N445ra

Neri, Ana Carolina Abrão.

Riqueza e abundância de espécies em diferentes compartimentos da comunidade vegetal no gradiente fisionômico do cerrado em Assis, SP / Ana Carolina Abrão Neri. -- São Carlos : UFSCar, 2013.

144 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Cerrados. 2. Sucessão ecológica. 3. Regeneração natural. 4. Banco de sementes. 5. Chuva de sementes. I. Título.

CDD: 574.5247 (20<sup>a</sup>)

Ana Carolina Abrão Neri

**Riqueza e abundância de espécies em diferentes compartimentos da comunidade vegetal no gradiente fisionômico do Cerrado em Assis, SP**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

**Aprovada** em 03 de agosto de 2012

BANCA EXAMINADORA

Presidente *Dalva M. Silva Matos*  
Profa. Dra. Dalva Maria da Silva Matos  
(Orientadora)

1º Examinador *Odete Rocha*  
Profa. Dra. Odete Rocha  
PPGERN/UFSCar

2º Examinador *Marcela Santino*  
Profa. Dra. Marcela Bianchessi da Cunha Santino  
PPGERN/UFSCar

3º Examinador *Alessandra Tomaselli Fidelis*  
Profa. Dra. Alessandra Tomaselli Fidelis  
UNESP/Rio Claro-SP

4º Examinador *Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz*  
Profa. Dra. Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz  
UnB/Brasília-DF

Aos meus pais,  
Gislene e Ademir (*in memoriam*),  
sem os quais nada disso seria possível.

## AGRADECIMENTOS

À Prof<sup>a</sup> Dra. Dalva Maria da Silva Matos, pela orientação, por todas as oportunidades de aprendizado nesses anos de convivência e, principalmente pela confiança em meu trabalho;

À Prof<sup>a</sup> Dra. Giselda Durigan, pela co-orientação e por todas as oportunidades de aprendizado durante o projeto;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela bolsa concedida;

À Silvana Muniz de Souza, por ter concedido o projeto que originou esta tese;

Ao Eduardo da Silva Pinheiro, por disponibilizar os dados de florística e de fitossociologia referentes às espécies do estrato arbóreo do cerrado de Assis, assim como os mapas e figuras de distribuição das parcelas e de localização da Estação Ecológica de Assis;

Às professoras Dr<sup>a</sup> Cássia Munhoz, Dr<sup>a</sup> Alessandra Fidelis, Dr<sup>a</sup> Odete Rocha e Dr<sup>a</sup> Marcela Santino, pelas críticas e sugestões valiosas ao trabalho final;

Aos professores Dr<sup>a</sup> Maria Ines Salgueiro Lima, Dr. Luciano Elsinor Lopes, Dr. Marco Assis, pelas contribuições no exame de qualificação;

Ao Luis Aparecido Joaquim, o Luisinho, pela amizade, incentivo e pelo apoio fundamental nas coletas de campo e montagem dos experimentos;

Aos amigos do Laboratório de Ecologia e Conservação, Melina Alcalá, Marcelo Boccia Leite, Rafael de Oliveira Xavier, Pavel Dodonov, Wagner Chiba e Fernanda Tibério por toda ajuda e amizade construída durante os anos de convivência;

Aos funcionários da Floresta Estadual de Assis, especialmente ao João Barbosa da Silva, Edivaldo Furlan, Marisa de Souza e Eliane Honda, pelo apoio durante as coletas de campo;

À Dr<sup>a</sup> Eliane Honda, por disponibilizar os dados meteorológicos de Assis;

Ao Antônio Carlos Galvão de Melo pela amizade, pelo incentivo e apoio durante o planejamento e execução do projeto;

Aos professores Dr<sup>a</sup> Cássia Munhoz, Dr. Renato Goldenberg, Dr. Geraldo Franco e Dr. Marco Antonio Batalha pela ajuda na identificação dos materiais coletados;

Aos amigos Ana Paula Luzia, Juliana Tamara, Gengis Kamimura, Ivy de Melo, Luiz Arruda, Francisco dos Santos, Everton Recco, Bianca de Oliveira, Roberto Ribeiro, Adélcio Müller, Wagner Chiba, Daniel Borges, Jéssica, Maristema Imatomi, Lindalva, Gislene Abrão, Leonardo Neri, Caio Diniz e Alfraino Diniz, pela colaboração nas coletas de campo, identificação de plantas, manutenção dos experimentos em laboratório e triagem do material coletado;

Aos amigos Augusto Mendonça, Pavel Dodonov e Rafael Xavier, pela fundamental ajuda nas análises estatísticas;

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Haydée Torres de Oliveira, e aos professores Dr. Amadeu Logarezzi, Dr. Nivaldo Nordi e Dr Gilberto Moraes, os quais considero verdadeiros Mestres, por todas as oportunidades de aprendizado e pelas inúmeras contribuições à minha formação pessoal e profissional;

À Prof<sup>a</sup> Anne Magurran (Universidade de St Andrews, Reino Unido), pela colaboração ao primeiro capítulo da tese/ I thank Anne Magurran (University of St Andrews, UK) for helpful comments on the first manuscript;

Aos funcionários e amigos do Departamento de Botânica, em especial, ao Sr. Luiz Carlos Ferraz, Carlos Casali, Ofélia de Oliveira, Ademir de Paula e Inezita, pela amizade e apoio;

Às amigas e amigos Adriana Renner Moreno, Carolina Miño, Ana Carolina Evangelista, Jeferson Straatman, Raphael Moreno, Carolina Morelli, Iraí Teixeira, Alan Ribeiro, Marcelo Leite, Melina Alcalá, Rochele Ribeiro, Rafael Xavier, Augusto Mendonça, Ellen Dias, Kelly Campos, Pavel Dodonov, Ana Paula Ghilard, Gabrielle Salgado, e a todos os amigos da capoeira São Carlos, simplesmente por serem meus amigos queridos;

Às amigas Carolina Isabel Miño e Rochele Amorim Ribeiro, em especial, pela amizade, generosidade e pela ajuda na organização da qualificação e tese;

À minha família, especialmente ao meu companheiro Alfraino (Cabelo), à minha mãe, Gislene, às minhas irmãs, Mona Lisa e Simony, ao meu sobrinho, Léo, e ao meu enteado, Caio, pela vida compartilhada.

## RESUMO

A proteção contra o fogo tem causado mudanças contínuas em savanas pelo mundo, com a expansão do componente arbóreo sobre fisionomias mais abertas. Essas mudanças têm sido documentadas no nível de paisagem, mas ainda persistem questões sobre as mudanças florísticas na comunidade e os mecanismos de regeneração nas diferentes fitofisionomias do Cerrado. O objetivo deste estudo foi avaliar a riqueza e abundância de espécies em diferentes compartimentos da comunidade (chuva de sementes, banco de sementes e estratos inferior, intermediário e superior) e em diferentes estações do ano em uma área de cerrado protegida do fogo há 50 anos. Esta pesquisa foi desenvolvida no gradiente fisionômico (cerrado típico, cerrado denso e cerradão) da Estação Ecológica de Assis, SP. As coletas da chuva de sementes, banco de sementes e o levantamento florístico nos três estratos da vegetação foram conduzidos em 30 parcelas de 20 × 50 m, sendo 10 parcelas para cada fisionomia. As diferenças entre fisionomias e entre estações do ano foram analisadas por meio de Análise de Variância Univariada e Multivariada e por meio de análise de correlação e regressões lineares. A área basal foi utilizada como representante da variável biomassa no gradiente fisionômico. Houve uma diminuição na riqueza para toda a comunidade (três estratos em conjunto), para o estrato inferior e para o estrato intermediário ao longo do gradiente fisionômico. Na chuva e no banco de sementes, a composição florística e a abundância diferiram significativamente entre as três fisionomias. Na chuva de sementes, as espécies arbóreas e arvoretas, em sua maioria generalistas, representaram as formas de crescimento predominantes, tanto em abundância relativa, quanto em riqueza. No banco de sementes, as espécies herbáceas apresentaram os maiores valores para riqueza e abundância, em todas as fisionomias. A chuva e o banco de sementes constituem estratégias de regeneração importantes para um grupo restrito de espécies, em geral, generalistas. O processo de homogeneização da vegetação, quanto à estrutura e composição florística, coloca sob questão as estratégias de manejo atualmente empregadas nas áreas destinadas à conservação do Cerrado. Considerando que a intensa fragmentação do Cerrado tem concentrado seu pool gênico em remanescentes pequenos e isolados e que há um conjunto de espécies de fauna e flora restritas às fisionomias mais abertas, um debate mais cuidadoso sobre as implicações de manejo para estas comunidades se faz essencial.

Palavras-chave: Cerrado, sucessão ecológica, exclusão do fogo, regeneração, banco de sementes, chuva de sementes.

## ABSTRACT

Fire protection has caused ongoing changes in savannas throughout the world, with the expansion of the woody component over more open vegetation. Although these changes have been documented at the landscape level, some questions regarding changes in the floristic composition of communities and the regeneration mechanisms present in different physiognomies remain. The aim of this study was to evaluate species richness and abundance in several components of the community (seed rain, seed bank, and the understory, intermediate, and upper strata) in a cerrado area after 50 years of fire protection. This research was developed along the physiognomic gradient (typical cerrado, dense cerrado and *cerradão*) existent at Assis Ecological Station, São Paulo state. Seed rain, seed bank, and floristic composition of the three strata were sampled in 30 20 x 50 m plots, 10 plots in each physiognomy. Differences between physiognomies and between seasons were analyzed by means of uni- and multivariate analysis of variance and by linear regression and correlation. Basal area was used as a surrogate of biomass along the physiognomic gradient. Species richness decreased across the whole community for the ground layer and intermediate layer along the successional gradient. In seed rain and seed bank, the floristic composition and abundance differed significantly between the three physiognomies. In seed rain, trees and saplings, mostly generalist species, represented the predominant growth forms, both in relative abundance, as in richness. In the seed bank, herbaceous species presented the highest values for richness and abundance in all physiognomies. The seed rain and seed bank are important as regeneration strategies for a group of species, usually generalists. The homogenization of vegetation structure and floristic composition puts under question the management strategies currently employed in areas designed for Cerrado conservation. Considering that Cerrado fragmentation has concentrated its gene pool in small, isolated remnants and that some plant and animal species are restricted to more open physiognomies, a more refined discussion of the implications that management regimes may have on these communities is essential.

Key-words: Cerrado, ecological succession, fire exclusion, regeneration, seed bank, seed rain.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Setores utilizados para a distribuição de 30 parcelas permanentes (10 parcelas por fitofisionomia) em áreas de cerrado típico, cerrado denso e cerradão na Estação Ecológica de Assis, SP. .... 17
- Tabela 2. Coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) entre a riqueza calculada para os estratos da vegetação e para as categorias de formas de crescimento e a área basal (variável independente). Valores de  $P$  estão em parêntesis; valores em negrito indicam coeficientes significativos. .... 33
- Tabela 3. Riqueza (média + desvio padrão) de espécies típicas e generalistas registradas nos três estratos da vegetação do cerrado típico, cerrado denso e cerradão da EECA.  $P$  representa os valores de significância para o teste de Kruskal-Wallis. .... 36
- Tabela 4. Abundância (média + desvio padrão) de espécies típicas e generalistas registradas nos três estratos do cerrado típico, cerrado denso e cerradão da EECA.  $P$  representa os valores de significância para o teste de Kruskal-Wallis. .... 37
- Tabela 5. Espécies generalistas e típicas mais abundantes nos estratos inferior (Inf), intermediário (Int) e superior (Sup) do gradiente de vegetação. N: número total de indivíduos na fisionomia; AR: abundância relativa (%). .... 38
- Tabela 6. Número de indivíduos (N) e abundância relativa (AR) das espécies mais importantes amostradas na chuva de sementes do cerrado típico, cerrado denso e cerradão da Estação Ecológica de Assis, SP. .... 55
- Tabela 7. Coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para riqueza em espécies e abundância de sementes em relação à área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ). Valores de  $P$  estão entre parêntesis, valores em negrito indicam coeficientes significativos. .... 60

Tabela 8. Valores de significância ( $P < 0,01$ ) da análise de variância multifatorial a partir da riqueza e do número de plântulas germinadas nos anos de 2009 e 2010 e nas estações chuvosa e seca. Valores de  $P$  em negrito indicam diferenças significativas. .... 78

Tabela 9. Valores de significância ( $P < 0,01$ ) da análise de variância multifatorial a partir da riqueza em espécies e do número de sementes germinadas no cerrado típico, cerrado denso e cerrado, e suas interações com as estações de amostragem (estações seca e chuvosa de 2009 e 2010). Valores de  $P$  em negrito indicam diferenças significativas. ... 79

Tabela 10. Número de indivíduos ( $N$ ) e abundância relativa ( $AR$ ) das espécies mais importantes amostradas no banco de sementes do cerrado típico, cerrado denso e cerradão da Estação Ecológica de Assis, SP..... 80

Tabela 11. Abundância relativa (%) de gramíneas e ciperáceas registradas no banco de sementes do gradiente fisionômico (CT: cerrado típico, CD: cerrado denso, CO: cerradão), e estações do ano (1: chuvosa 2009, 2: seca 2009, 3: chuvosa 2010, 4: seca 2010)..... 81

Tabela 12. Coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para riqueza em espécies e abundância do banco de sementes em relação à área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ). Valores de  $P$  estão entre parêntesis; valores em negrito indicam coeficientes significativos..... 83

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização e limites da Estação Ecológica de Assis, SP (Fonte: Instituto Florestal/ SMA 2010).....	9
Figura 2. Diagrama climático da Estação Ecológica de Assis, SP (Fonte: Instituto Florestal/ SMA 2010).....	10
Figura 3. Precipitação total mensal (barras) e temperatura média mensal (linhas) de dezembro de 2008 a dezembro de 2010 obtidas da estação meteorológica (APTA Médio Paranapanema) situada próximo da área de estudo (22°37'02,0 S e 50°22'35,0 W) (Fonte: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Instituto Agrônomo de Campinas).....	11
Figura 4. Distribuição dos tipos de vegetação e usos do solo da Estação Ecológica de Assis, SP (Fonte: Instituto Florestal/ SMA 2010).....	12
Figura 5. Distribuição das parcelas entre as fitofisionomias cerrado típico, cerrado denso e cerradão em seis diferentes setores da Estação Ecológica de Assis, SP. Adaptado de Pinheiro (2008); imagem orbital QuickBird, de 04/07/2006.....	18
Figura 6. Croqui das parcelas permanentes utilizadas para coleta de dados na Estação Ecológica de Assis, SP. ....	19
Figura 7. Área de cerrado típico da Estação Ecológica de Assis, SP.....	21
Figura 8. Área de cerrado denso da Estação Ecológica de Assis, SP. ....	22
Figura 9. Área de cerradão da Estação Ecológica de Assis, SP.....	23
Figura 10. Correlação entre a área basal ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ) e a densidade ( $ind \cdot ha^{-1}$ ) de indivíduos arbóreos amostrados em parcelas de cerrado típico, cerrado denso e cerradão, na Estação Ecológica de Assis, SP. ....	32

Figura 11. Correlação entre área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) e riqueza da comunidade (todos os estratos) ( $r^2 = 0.63$ , $P < 0.0001$ ), estrato inferior ( $r^2 = 0.17$ , $P = 0.0187$ ), estrato intermediário ( $r^2 = 0,50$ , $P = 0,0001$ ) e do estrato superior ( $r^2 = 0.14$ , $P = 0.0711$ ) no gradiente fisionômico da EEcA. ....	34
Figura 12. Correlação entre área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) e riqueza de geófitas ( $r^2 = 0.43$ , $P < 0.0002$ ), subarbustos ( $r^2 = 0.61$ , $P < 0.0001$ ) e arbustos ( $r^2 = 0.65$ , $P < 0.0001$ ) no gradiente fisionômico da EEcA. ....	35
Figura 13. Coletor de sementes utilizado na amostragem da chuva de sementes. ....	50
Figura 14. Precipitação total mensal (barras) e temperatura média mensal (linhas) de dezembro de 2008 a dezembro de 2010 obtida de estação meteorológica (APTA Médio Paranapanema) situada próximo à Estação Ecológica de Assis, SP (22°37'02,0 S e 50°22'35,0 W) (Fonte: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Instituto Agrônomo de Campinas).....	56
Figura 15. Abundância total das sementes amostradas na chuva de sementes do a) cerrado típico, b) cerrado denso e c) cerradão, entre os meses de dezembro de 2008 e dezembro de 2010, na Estação Ecológica de Assis, SP.....	57
Figura 16. Riqueza total amostrada na chuva de sementes do a) cerrado típico, b) cerrado denso e c) cerradão, entre os meses de dezembro de 2008 e dezembro de 2010, na Estação Ecológica de Assis, SP.....	58
Figura 17. Riqueza em espécies (a) e abundância relativa das formas de crescimento amostradas na chuva de sementes do a) cerrado típico, b) cerrado denso e c) cerradão. Áv: árvores, At: arvoretas, Ab: arbustos, Sb: subarbustos, Tr: trepadeiras e Hb: herbáceas...	59
Figura 18. Correlação entre área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) e riqueza de sementes de espécies arbóreas ( $r^2 = 0,29$ , $P = 0,0022$ ) e de herbáceas ( $r^2 = 0,26$ , $P = 0,0037$ ), ao longo do gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão. ....	61

Figura 19. Correlação entre área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) e abundância de sementes de espécies arbóreas ( $r^2 = 0,14$ , $P = 0,0383$ ), herbáceas ( $r^2 = 0,20$ , $P = 0,0125$ ) e de arvoretas ( $r^2 = 0,13$ , $P = 0,0451$ ), ao longo do gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão. ....	61
Figura 20. Amostrador metálico utilizado para coleta de solo e serrapilheira no cerrado da Estação Ecológica de Assis, SP. ....	71
Figura 21. Bandejas utilizadas para o experimento de emergência de plântulas do banco de sementes do solo coletado no cerrado da Estação Ecológica de Assis, SP.....	72
Figura 22. Bandejas utilizadas para o experimento de emergência de plântulas do banco de sementes da serrapilheira coletada no cerrado da Estação Ecológica de Assis, SP. ....	73
Figura 23. Riqueza em espécies e abundância relativa de formas de vida amostradas no banco de sementes do cerrado típico (a), cerrado denso (b) e cerradão (c). H: herbáceas, Áv: árvores, At: arvoretas, Ab: arbustos, Ab: subarbustos, Tr: trepadeiras. ....	82
Figura 24. Correlação entre área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) e (a) riqueza em espécies de árvores ( $r^2 = 0,29$ , $P = 0,0022$ ), arbustos ( $r^2 = 0,12$ , $P = 0,0500$ ) e herbáceas ( $r^2 = 0,26$ , $P = 0,0037$ ), e (b) abundância total de árvores ( $r^2 = 0,5212$ , $P = 0,0000$ ) e trepadeiras ( $r^2 = 0,3452$ , $P = 0,0009$ ) do banco de sementes ao longo do gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão. ....	84
Figura 25. Porcentagem de espécies (a) e abundância relativa (b) de espécies típicas de cerrado e espécies generalistas amostradas no banco de sementes do cerrado típico, cerrado denso e cerradão. ....	85

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	1
OBJETIVOS .....	7
ÁREA DE ESTUDO.....	9
CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA E DELINEAMENTO AMOSTRAL .....	15
Classificação de fitofisionomias de cerrado segundo Ribeiro & Walter (2008) .....	20
IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BIOLÓGICO .....	25
CAPÍTULO 1 – Efeitos da supressão do fogo sobre a diversidade de plantas em um gradiente fisionômico de Cerrado.....	27
Introdução.....	27
Métodos .....	29
Método de amostragem .....	29
Análise dos dados.....	30
Discussão .....	39
Conclusão .....	45
CAPÍTULO 2 - Composição florística e dinâmica temporal da chuva de sementes no gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão.....	47
Introdução.....	47
Métodos .....	49
Método de amostragem .....	49
Análise dos dados.....	51
Resultados.....	53
Discussão .....	62
Conclusões.....	64

CAPÍTULO 3 – Composição florística e dinâmica temporal do banco de sementes no gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão. ....	67
Introdução .....	67
Métodos .....	70
Método de amostragem.....	70
Tratamento e armazenamento .....	71
Análise dos dados.....	74
Resultados.....	76
Discussão .....	86
Conclusões .....	91
CONCLUSÃO GERAL .....	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	95
APÊNDICES.....	115



## **INTRODUÇÃO GERAL**

A vegetação do Cerrado é caracterizada por apresentar ampla diversidade florística e fisionômica em toda a sua área de abrangência (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Ribeiro & Walter 2008). Esta ampla diversidade de fitofisionomias pode ser atribuída a fatores como disponibilidade de água e nutrientes no solo (Goodland & Pollard 1973, Lopes & Cox 1977, Ratter 1992, Ruggiero et al. 2002, Toppa 2004, Marimon Júnior & Haridasan 2005, Assis et al. 2011), frequência e intensidade de distúrbios naturais e antrópicos (Felfili et al. 2000, Hoffmann et al. 2004, Marimon et al. 2006, Durigan & Ratter 2006, Ratter et al. 2006, Roitman et al. 2008, Pinheiro & Durigan 2009, Geiger et al. 2011), precipitação total, duração da estação seca (Sarmiento & Monasterio 1983, Ratter et al. 1996) e fatores relacionados à distribuição das espécies (Ratter & Dargie 1992). Variações nestes fatores geram mudanças na densidade, altura e biomassa da vegetação, que pode variar de fitofisionomias campestres a florestais (Durigan et al. 2003, Ribeiro & Walter 2008).

As propriedades físicas químicas associadas ao clima estacional têm grande influência na vegetação, definindo padrões florísticos distintos para o Cerrado (Ratter 1992, Durigan et al. 2003). O clima do cerrado é caracterizado por verões chuvosos e por uma estação seca bem definida no inverno, que dura em média de 3 a 6 meses (Eiten 1972, Walter et al. 2008). Na estação seca, os dois primeiros metros abaixo da superfície secam rapidamente, apesar das camadas mais profundas do solo manterem-se úmidas durante todo o ano (Eiten 1972, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). Este padrão sazonal, embora seja característico das condições climáticas em todo o domínio do Cerrado, não afeta igualmente todas as formas de crescimento. Espécies arbóreas, por exemplo, são capazes de alcançar, por meio de raízes profundas, as camadas mais úmidas do solo e, por isso, parecem ser mais independentes dos efeitos da sazonalidade. Por outro lado, plantas herbáceas e plântulas resultantes de sementes

possuem sistemas radiculares menos profundos e, por isso, podem ser mais vulneráveis às condições de deficiência hídrica (Rizzini 1965b, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Oliveira 2008).

Estudos recentes têm demonstrado que em condições de clima e solo favoráveis, as fitofisionomias do Cerrado podem sofrer mudanças estruturais se protegidos de fatores de distúrbio tais como o fogo e o pastejo, levando à formação de vegetação mais densa (Felfili et al. 2000, Moreira 2000, Durigan et al. 2003, Durigan & Ratter 2006, Ratter et al. 2006, Roitman et al. 2008, Pinheiro & Durigan 2009). Além do Cerrado, tais transformações têm sido observadas em savanas de diversas regiões do mundo (San José & Fariñas 1983, Swaine et al. 1992, Puyravaud et al. 1994, Bowman et al. 2001, Russell-Smith et al. 2004, Russell-Smith et al. 2003, Bond et al. 2005, Bond 2008, Cochard & Edwards 2011). No entanto, a maioria dos estudos prévios tem utilizado abordagens no nível de paisagem (Bond et al. 2005, Bowman et al. 2001, Brook & Bowman 2006, Mitchard et al. 2009, Pinheiro & Durigan 2009, Staver et al. 2011) e pouco se conhece sobre as mudanças florísticas relacionadas ao processo de regeneração natural e sucessão ecológica em comunidades protegidas do fogo (Archer et al. 1988, Moreira 2000, Henriques & Hay 2002, Durigan & Ratter 2006).

Embora seja consenso que o principal mecanismo de expansão e manutenção de savanas ocorra por meio de reprodução vegetativa (Rizzini 1971, Hoffmann 1998, Higgins et al. 2000, Bond & Midgley 2001, Kennedy & Potgieter 2003, Ky-Dembele et al. 2007), alguns estudos têm demonstrado a importância da reprodução sexuada na dinâmica destas comunidades, mesmo durante a estação seca (Hay & Barreto 1988, Oliveira et al. 1989, Kanegae et al. 2000, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). A partir das ideias apresentadas por Sarmiento & Monasterio (1983), há evidências de que a reprodução sexuada e o estabelecimento de plântulas a partir de sementes são eventos relativamente comuns e viáveis, e envolvem um conjunto de mecanismos bem adaptados às condições ambientais

presentes no Cerrado (Oliveira 2008). A eficácia destes mecanismos está ligada à sincronização da germinação com o início da estação chuvosa, maximizando o período favorável para o estabelecimento de plântulas de espécies lenhosas (Monasterio & Sarmiento 1976, Williams et al. 2005, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Oliveira 2008, Salazar et al. 2011).

Diversos fatores estão envolvidos na regeneração a partir de reprodução sexuada em comunidades savânicas. Os eventos relacionados à produção e armazenamento de sementes no solo, ao desenvolvimento e estabelecimento de plântulas e à reprodução vegetativa podem ser influenciados pela ocorrência de distúrbios naturais e antrópicos (Hoffmann 1999, Higgins et al. 2000), pela disponibilidade de água no solo (Garwood 1989, Oliveira 2008) e por padrões de precipitação (Sarmiento & Monasterio 1983, Mantovani & Martins 1988, Higgins et al. 2000). Além dos fatores abióticos mencionados, fatores bióticos como a abundância de predadores (Louda 1989), o padrão de dispersão de propágulos (Swaine & Hall 1983) e a longevidade e dormência das sementes (Baskin & Baskin 1989) também podem ser importantes na dinâmica das comunidades vegetais. Deste modo, a dinâmica da comunidade é regulada por mudanças na importância relativa de cada um desses fatores e pelas interações complexas entre eles (Simpson et al. 1989). Esses processos determinam a riqueza, a diversidade, bem como a distribuição espacial de espécies e de formas de crescimento, ao longo do tempo (Bazzaz 2000).

A chegada de sementes é apenas a primeira etapa nas várias fases do processo de estabelecimento de espécies vegetais (Duncan & Chapman 1999). Em ambientes tropicais, os padrões sazonais de frutificação e dispersão determinam o fluxo de sementes ao longo do ano e entre anos (Frankie et al. 1974, White 1994, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006) e, conseqüentemente, as possíveis trajetórias do processo de regeneração natural (Bazzaz 2000). Em uma dada área, o padrão de distribuição das sementes tem por variáveis a quantidade de

adultos reprodutivos no local, o peso das sementes, a eficiência da dispersão, entre outros fatores (Harper 1977).

Além das questões relacionadas à chuva de sementes, o estudo da dinâmica das sementes no solo é do mesmo modo fundamental para a compreensão de processos ecológicos relacionados à regeneração natural (Simpson et al. 1989, Bazzaz 2000). O banco de sementes ocupa a lacuna temporal existente entre produção, dispersão e germinação de sementes. Assim, representa fonte de recrutamento de novos indivíduos e funciona como reservatório de diversidade genética (Simpson et al. 1989), ao menos de parte da comunidade. A composição florística e a densidade do banco de sementes têm caráter dinâmico, podendo apresentar grande heterogeneidade espacial e flutuações entre as estações do ano e entre anos (Uhl et al. 1981, Garwood 1989, Pérez & Santiago 2001, Salazar et al. 2011). Especialmente em savanas, a frequência de distúrbios no solo e a variação espacial de fatores como luz e temperatura podem determinar o tamanho, a composição e a persistência do banco de sementes (Rice 1989).

Em regiões tropicais, os bancos de sementes, em sua maioria, são constituídos por pequenas sementes de ervas, arbustos e espécies pioneiras, que ficam enterradas, em geral, até 2,5 cm de profundidade (Leck et al. 1989). A estrutura do banco de sementes segue um padrão geral contendo muitas espécies em baixa densidade no solo e um pequeno número de espécies muito abundantes (Dalling et al. 1997). Esse padrão é predominante, embora a composição de espécies e as estratégias de dispersão possam variar entre as espécies em ambientes tropicais (Gentry 1983, 1988). O tempo de persistência de sementes no solo também pode ser muito variável e ocorre em função da variação de condições ambientais e de características específicas de cada espécie (Grime 2002).

Embora muitos estudos tenham sido realizados sobre as estratégias de regeneração em ecossistemas florestais (Saulei & Swaine 1988, Dalling et al. 1998, Wijdeven & Kuzee 2000,

Melo et al. 2006, Costa et al. 2012), pouco se conhece sobre os mecanismos de reprodução sexuada nas diferentes fitofisionomias do cerrado *lato sensu* e tampouco sobre a sua influência no banco de sementes. Deste modo, estudos que associem a chuva e o banco de sementes em áreas de cerrado podem vir a auxiliar na compreensão da estrutura de suas comunidades vegetais e contribuir para o entendimento dos mecanismos de estabelecimento, do papel da reprodução sexuada, dos padrões de distribuição espacial e temporal de espécies, da manutenção diversidade, estabilidade e dinâmica das comunidades, nas diferentes fitofisionomias (Felfili 1997).

Para melhor compreender a variação da riqueza e abundância das espécies presentes em diferentes compartimentos da comunidade vegetal presentes no cerrado da Estação Ecológica de Assis, esta tese foi dividida em três capítulos, nos quais foram abordadas questões específicas, porém complementares. No primeiro capítulo, buscou-se compreender como o processo de adensamento da vegetação influencia os padrões de riqueza e abundância de espécies e de formas de crescimento nos três estratos da vegetação do gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão. Aspectos sobre a riqueza, abundância e variação temporal do fluxo de sementes na chuva e no banco de sementes do gradiente fisionômico foram abordados no segundo e terceiro capítulos, respectivamente.



## **OBJETIVOS**

Este estudo buscou esclarecer questões básicas sobre a dinâmica da vegetação do Cerrado, a partir da avaliação da riqueza e abundância de espécies na chuva de sementes, no banco de sementes e nos diferentes estratos da vegetação ao longo do gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão da Estação Ecológica de Assis (EEcA). Deste modo, buscou-se responder às seguintes questões: i) como o adensamento da vegetação influencia a distribuição de espécies e abundância ao longo das fitofisionomias do Cerrado da EEcA? ii) a riqueza em espécies e abundância da chuva de sementes e do banco de sementes variam entre as fitofisionomias e entre as estações do ano? iii) qual a importância da chuva de sementes e do banco de sementes como estratégias de regeneração para as espécies do gradiente fisionômico?



## ÁREA DE ESTUDO

A Estação Ecológica de Assis (EEcA), com área de 1.760,64 ha, está localizada no município de Assis, SP, entre as coordenadas geográficas 22°36'65" a 22°36'68" S e 50°23'00" a 50°22'29" W (Figura 1). A área ocupada pela Estação Ecológica foi adquirida pelo governo do estado de São Paulo em 1959, por meio da compra de uma propriedade rural de 2000 alqueires. Esta propriedade rural destinava-se à pecuária intensiva e, em menor extensão, à agricultura de subsistência. Distúrbios antrópicos como desmatamento e uso do fogo para manejo de pastagens eram práticas bastante comuns na área. Desde a aquisição da propriedade, estas atividades foram proibidas, mas somente em 1992 a Estação Ecológica foi implementada oficialmente (Instituto Florestal/ SMA 2010). Atualmente, o entorno da EEcA é composto predominantemente por propriedades agrícolas, voltadas à produção de cana de açúcar (35% da área), pecuária (22%) e culturas anuais (19%). Os fragmentos de vegetação nativa estão restritos a 15% da área da zona de amortecimento da unidade (Instituto Florestal/ SMA 2010).

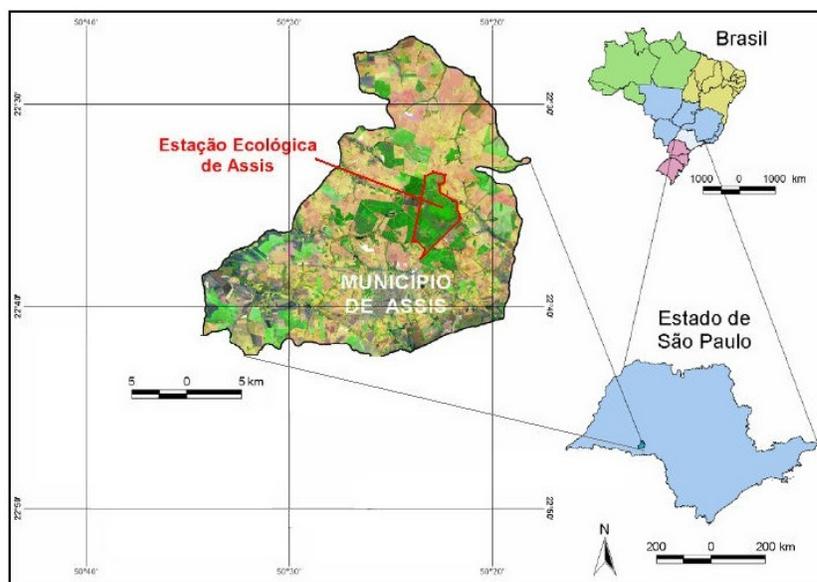


Figura 1. Localização e limites da Estação Ecológica de Assis, SP (Fonte: Instituto Florestal/ SMA 2010).

A área de estudo situa-se em uma região de transição entre dois tipos climáticos, Cwa e Cfa, segundo a classificação de Köppen (1948). Ambos são caracterizados por verões quentes e chuvosos e invernos secos, que se diferenciam pela duração do período de estiagem, mais longo ou mais curto, respectivamente. A precipitação anual média fica em torno de 1450 mm e o período de maior precipitação ocorre entre outubro e março (Figura 2). A temperatura média anual é 21,8°C, com ocorrência de geadas freqüentes nos fundos de vales dentro da Estação Ecológica (Instituto Florestal/ SMA 2010).

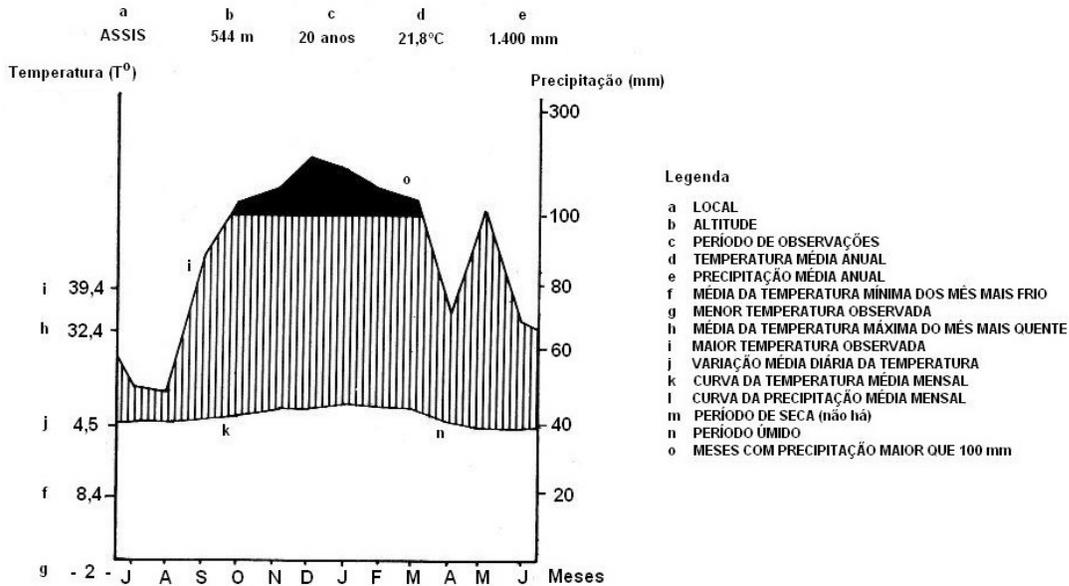


Figura 2. Diagrama climático da Estação Ecológica de Assis, SP (Fonte: Instituto Florestal/ SMA 2010).

Durante o período de estudo, os meses de menor precipitação se estenderam de abril a setembro, com precipitação média mensal de 100,4 mm e 38,7 mm nos anos de 2009 e 2010, respectivamente. Nos meses mais chuvosos foi registrada precipitação média de 184,2 mm (Figura 3).

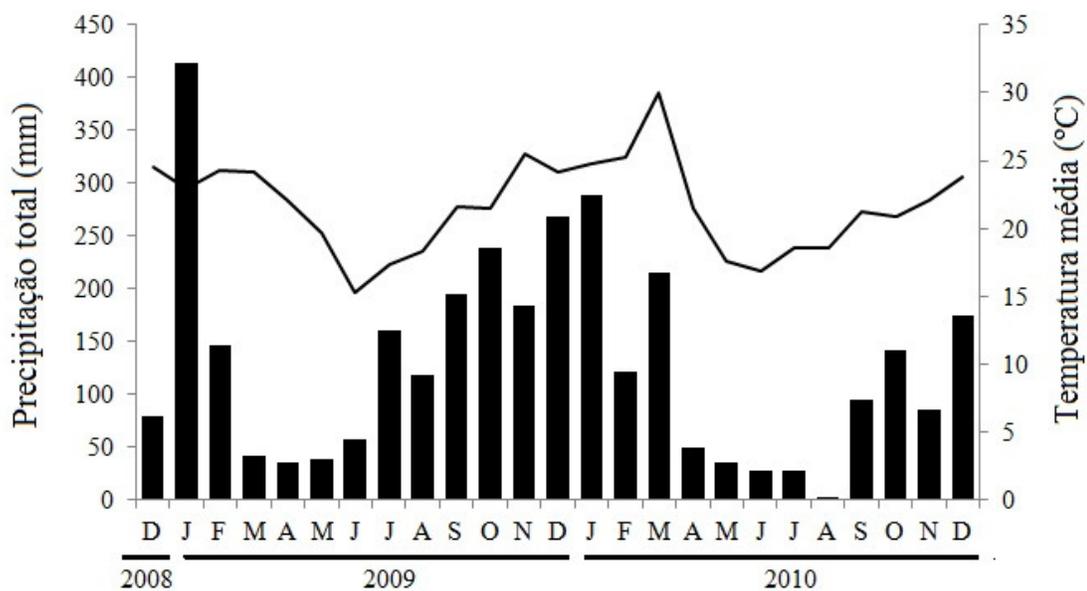


Figura 3. Precipitação total mensal (barras) e temperatura média mensal (linhas) de dezembro de 2008 a dezembro de 2010 obtidas da estação meteorológica (APTA Médio Paranapanema) situada próximo da área de estudo (22°37'02,0 S e 50°22'35,0 W) (Fonte: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Instituto Agrônomo de Campinas).

A EEcA está inserida na província geológica denominada Planalto Ocidental, cujo embasamento é constituído por rochas do Grupo Bauru, na grande maioria arenitos. O relevo regional é formado por colinas de declividades baixas e amplitudes locais inferiores a 100 m. Na EEcA a altitude varia entre 500 e 588 m e apresenta declividade máxima de 5%. A rede hidrográfica é composta por quatro córregos (Palmitalzinho, Campestre, Xaxim e Pirapitinga) que integram a bacia do Rio Paranapanema (Instituto Florestal/ SMA 2010).

A EEcA é constituída por um mosaico vegetacional composto por fitofisionomias de Cerrado (cerradão, cerrado denso, cerrado típico, campo úmido), mata de galeria, áreas de transição entre cerradão e Floresta Estacional Semidecidual, áreas de cerrado em regeneração, além de trechos de florestas plantadas (*Pinus* e *Eucalyptus*) e pequenas áreas ocupadas pela

samambaia *Pteridium arachnoideum*, que é considerada uma espécie invasora (Instituto Florestal/ SMA 2010) (Figura 4).

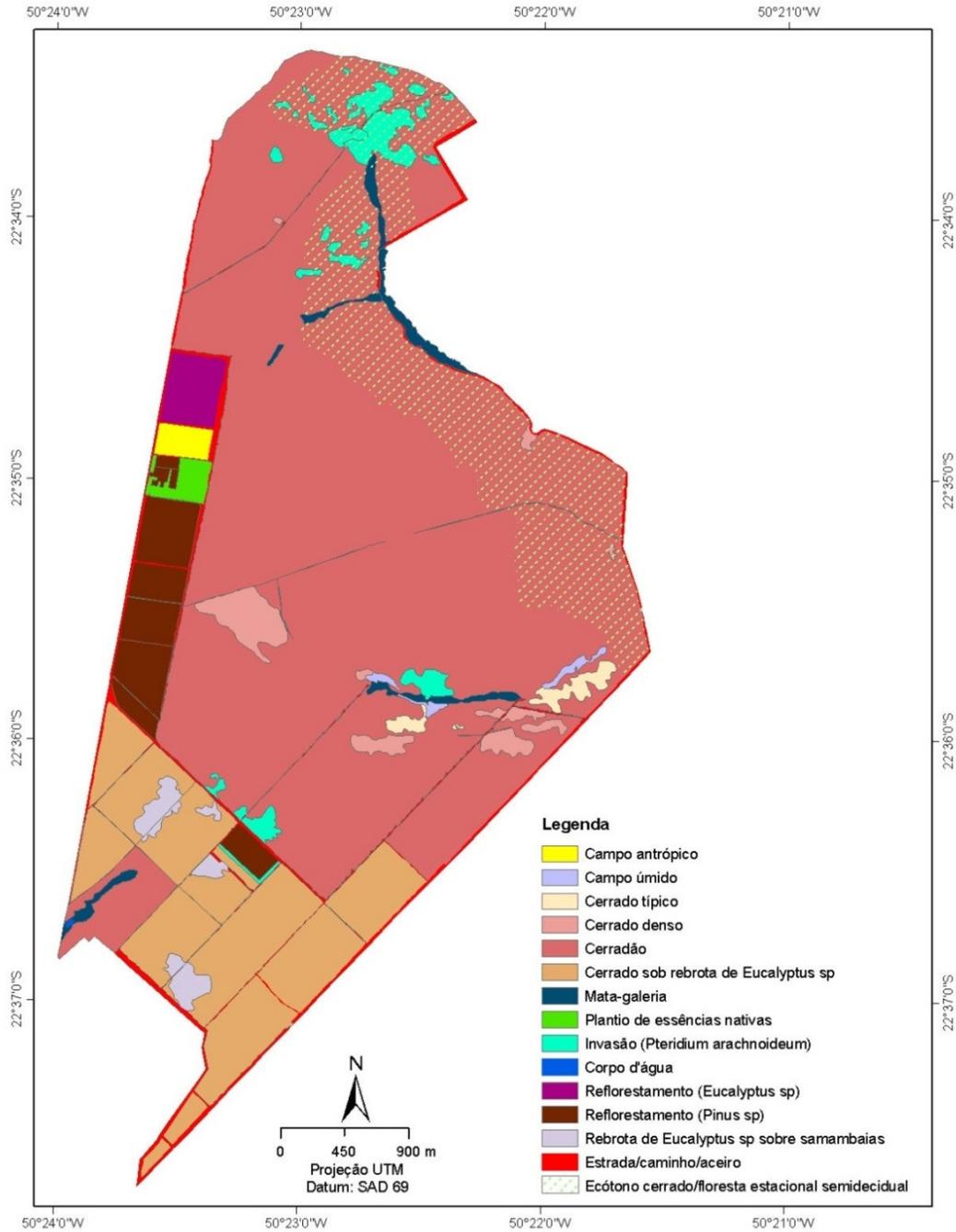


Figura 4. Distribuição dos tipos de vegetação e usos do solo da Estação Ecológica de Assis, SP (Fonte: Instituto Florestal/ SMA 2010).

Pinheiro & Durigan (2009), em estudo que avaliou a dinâmica espaço-temporal do Cerrado da EECA, mostraram que o mosaico de fitofisionomias tem mudado nas últimas décadas, com uma tendência de evolução estrutural das fitofisionomias mais abertas para outras mais fechadas, rumo a uma condição clímax que apresenta estrutura florestal. O processo de adensamento da vegetação coincide com o status da EECA enquanto área pública protegida desde 1959, quando o fogo e o pastoreio foram suprimidos como estratégia para a conservação (Durigan et al. 1987). Portanto, parte do mosaico de fitofisionomias do Cerrado da EECA corresponde a diferentes estádios sucessionais, tendo o cerradão como possível estágio final ou condição climática da comunidade vegetal (Pinheiro & Durigan 2009). Atualmente, o tipo de vegetação predominante é o cerradão (91,4%). Pequenas proporções de campo úmido (0,4%), cerrado típico (0,8%), cerrado denso (2,6%), mata de galeria (0,9%) e invasão por *Pteridium arachnoideum* (3,1%) compõem o mosaico vegetacional (Pinheiro 2008, Pinheiro & Durigan 2009) (Figura 4). Ainda de acordo com Pinheiro & Durigan (2009), o ritmo de adensamento da vegetação não é uniforme ao longo da área protegida; ao contrário, é mais lento em algumas manchas de paisagem. Isso se deve provavelmente aos fatores abióticos locais, já que o processo é mais lento em áreas com solos mais arenosos (Assis et al. 2011) e nas partes baixas das encostas, sujeitas a geadas mais intensas (Brando & Durigan 2004).

De modo geral, os solos da EECA são classificados em três grandes grupos, cuja distribuição está condicionada às características geomórficas locais. Os Latossolos Vermelhos estão associados às colinas amplas e topos. Os solos do tipo Argissolos Vermelhos e Amarelos de textura binária arenosa/média estão distribuídos junto às áreas de drenagem e fundos de vale, constituindo o terço inferior das vertentes pouco íngremes. Associados às planícies fluviais, foram mapeados solos do tipo Gleissolos Háplicos e Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos.

Especificamente, nas parcelas onde foram conduzidos os levantamentos do presente estudo, Assis et al. (2011) identificaram solos do tipo Latossolos vermelho, Oxissolos e Neossolos quartzarênicos. Nesse mesmo estudo, não foram encontradas diferenças significativas quanto à disponibilidade de nutrientes e saturação de alumínio ao longo do gradiente cerrado típico-cerradão (Assis et al. 2011). As características relacionadas à estrutura do solo (proporção argila-areia) e, portanto, à capacidade do solo em reter água, foram os atributos que melhor explicaram as diferenças no componente arbóreo e em biomassa ao longo do gradiente. Os resultados mostraram que os solos sob maior biomassa (área basal  $> 20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , cerradão) possuem maior conteúdo de argila e são estruturalmente bem desenvolvidos, o que permite, portanto, maior retenção de água se comparados aos solos sob menor biomassa (área basal  $< 20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; cerrados típico e denso) (Assis et al. 2011).

## CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA E DELINEAMENTO AMOSTRAL

O projeto de pesquisa que subsidiou o desenvolvimento da presente tese faz parte de um projeto maior, denominado “*Estrutura, dinâmica e restauração da vegetação em região de domínio do cerrado*”, que tem por objetivo gerar conhecimentos sobre a composição, a estrutura e os processos naturais de regeneração da vegetação nas áreas de domínio do cerrado e aplicá-los em experimentos visando à restauração dessa vegetação em áreas perturbadas. O projeto teve seu início em 2006 e compreende cinco outros subprojetos de pesquisa: Caracterização estrutural e florística das diferentes fisionomias do cerrado; Dinâmica da comunidade em mata-galeria; Dinâmica da vegetação de cerrado em área protegida e em subosque de eucalipto; Avaliação da influência do pastoreio sobre os processos de regeneração natural do cerrado em área invadida por braquiária; Regeneração natural e interceptação da chuva por diferentes modelos de plantio de restauração da mata ciliar em domínio de cerrado; e Processos hidrológicos em diferentes fisionomias do cerrado. Todos os subprojetos são coordenados pela pesquisadora do Instituto Florestal, a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Giselda Durigan e recebem ou já receberam apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Instituto Florestal do Estado de São Paulo e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

O presente projeto, assim como dois dos subprojetos citados acima (Caracterização estrutural e florística das diferentes fisionomias do cerrado e Processos hidrológicos em diferentes fisionomias do cerrado), foram conduzidos em parcelas permanentes previamente estabelecidas ao longo do gradiente fisionômico do cerrado da EEcA. A localização e distribuição dessas parcelas permanentes foi feita por Pinheiro (2008) e envolveu algumas etapas. Inicialmente, a distribuição espacial das fisionomias de cerrado da EEcA foi mapeada, com o uso de imagens do satélite *QuickBird* de alta resolução espacial, tiradas no dia 4 de

setembro de 2006. Após o mapeamento inicial, foi feita uma separação visual das fitofisionomias em campo, seguindo as descrições fisionômicas propostas por Ribeiro & Walter (1998) (Pinheiro 2008).

A etapa de mapeamento das fitofisionomias resultou na identificação de seis diferentes tipos de vegetação na EECA. Como já descrito no item Área de estudo, a vegetação da EECA é composta predominantemente por cerradão (91,4%), que forma um grande contínuo, além de manchas menores de vegetação mais aberta (campo úmido, cerrado típico e cerrado denso), mata de galeria e áreas de transição entre Floresta Estacional e cerradão. As fitofisionomias selecionadas para o estabelecimento das parcelas permanentes foram cerrado típico, cerrado denso e cerradão, que representam um gradiente de biomassa, que parte uma condição de vegetação mais aberta (cerrado típico) até uma condição de vegetação mais adensada (cerradão).

Após o mapeamento das fisionomias, foi dado início ao posicionamento das parcelas permanentes em campo. Trinta parcelas foram distribuídas aleatoriamente em seis diferentes setores da EECA (Tabela 1, Figura 5), contemplando duas áreas ocupadas por cerrado típico, duas áreas de cerrado denso e quatro áreas dominadas por cerradão. Em cada uma das fisionomias foram estabelecidas 10 parcelas permanentes. Foram utilizadas parcelas de formato retangular, com área de 1000 m<sup>2</sup> (20 × 50 m), e subdivididas em 10 subparcelas 10 m × 10 m (Figura 6). Todas as parcelas foram georreferenciadas com um Sistema de Posicionamento Global (GPS) modelo Trimble Pro-XR, utilizando o método DGPS, com coordenadas pós-processadas para obter maior precisão no posicionamento (Pinheiro 2008).

Tabela 1. Setores utilizados para a distribuição de 30 parcelas permanentes (10 parcelas por fitofisionomia) em áreas de cerrado típico, cerrado denso e cerradão na Estação Ecológica de Assis, SP.

Fisionomia	Setor	Número de parcelas
Cerrado típico	1	7
	2	3
Cerrado denso	1	8
	5	2
	3	2
Cerradão	4	2
	5	5
	6	1

Nas parcelas permanentes, Pinheiro (2008, 2012) conduziu um estudo sobre a classificação de fisionomias de cerrado e sua conformidade com aspectos estruturais e florísticos para o cerrado típico, cerrado denso e cerradão. Para isso, foram amostrados todos os indivíduos arbóreos vivos, com diâmetro do tronco à altura do peito (DAP) maior ou igual a 5 cm. Estes dados foram utilizados no presente estudo para os cálculos de área basal e densidade de árvores que, por sua vez, foram usados como substitutos da biomassa ao longo do gradiente de vegetação (cerrado típico-cerradão).

No interior das parcelas de 1000 m<sup>2</sup> foram estabelecidas subparcelas de 1 m x 1m, para amostragem dos estratos inferiores da comunidade vegetal e, também foram instalados coletores para a chuva de sementes e efetuadas coletas de amostras para análise do banco de sementes. Os métodos para essas amostragens serão descritos detalhadamente nos capítulos subsequentes.

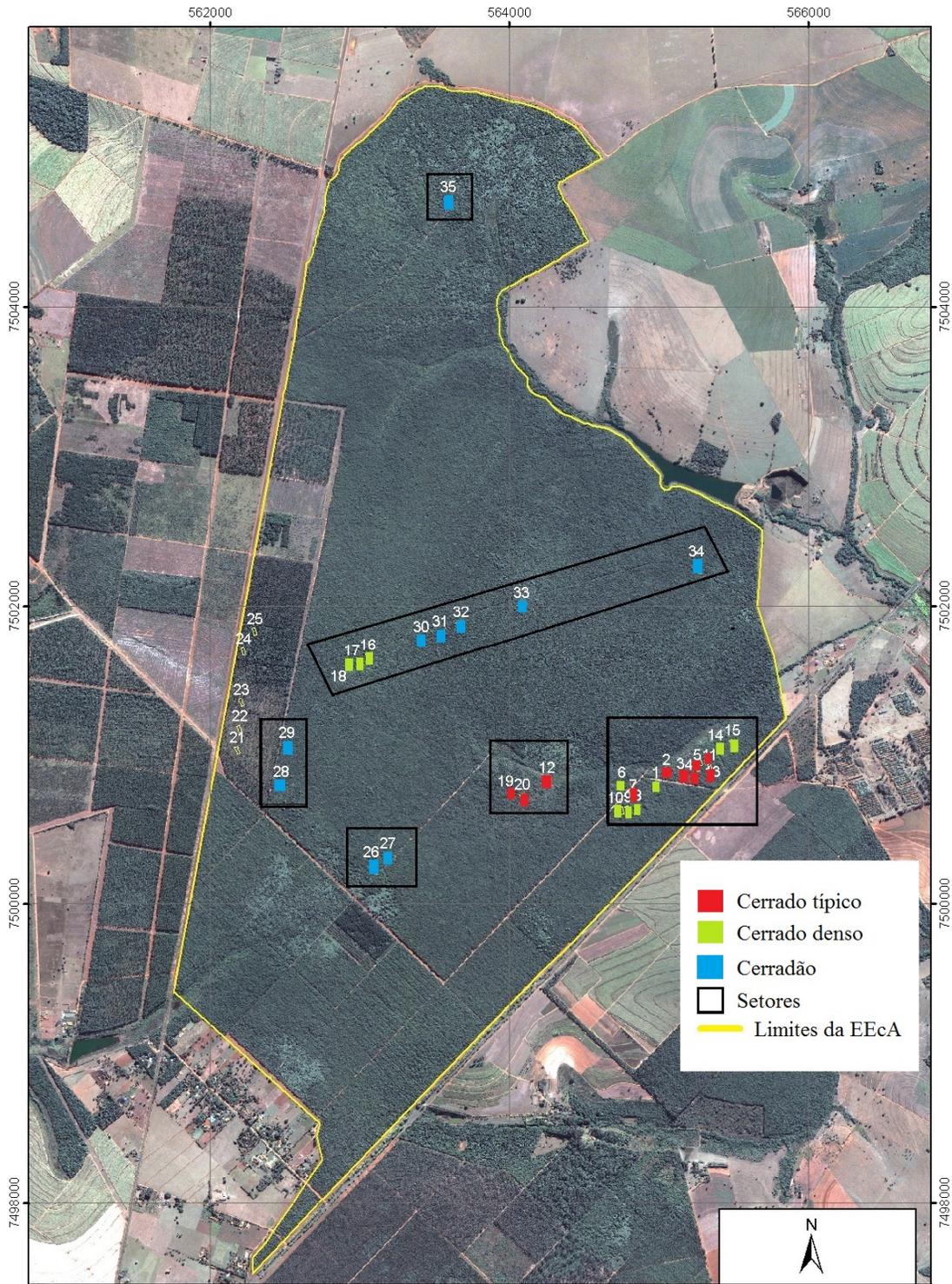


Figura 5. Distribuição das parcelas entre as fitofisionomias cerrado típico, cerrado denso e cerradão em seis diferentes setores da Estação Ecológica de Assis, SP. Adaptado de Pinheiro (2008); imagem orbital QuickBird, de 04/07/2006.

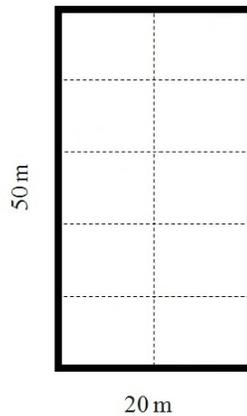


Figura 6. Croqui das parcelas permanentes utilizadas para coleta de dados na Estação Ecológica de Assis, SP.

As dimensões e formato das parcelas seguiu o proposto pela Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal (RPPBCP) para estudos em fisionomias de Cerrado (Felfili et al. 2005). Segundo Felfili et al. (2005), a recomendação do uso de parcelas retangulares de 1000 m<sup>2</sup> deve-se ao padrão de estrutura da vegetação arbórea encontrada em fitofisionomias mais abertas, nas quais a distribuição de indivíduos arbóreos ocorre, em geral, de modo esparsos e em manchas. Portanto, uma parcela com este formato e dimensões pode ser mais eficaz para representar a composição e estrutura da vegetação. O mesmo tipo de parcela permanente é indicado para estudos no cerradão, tendo em vista que esta fisionomia apresenta características estruturais não só de ambientes florestais, mas também de fisionomias mais abertas, como o cerrado típico. Além disso, há grande variação florística no cerradão (Felfili et al. 2005).

A RPPBCP está inserida no Sistema Nacional de Parcelas Permanentes, uma iniciativa do Programa Nacional de Florestas (PNF). A ideia central do Sistema Nacional de Parcelas Permanentes é definir diretrizes para o estabelecimento de parcelas permanentes nos diferentes biomas brasileiros e ecossistemas associados, com a finalidade de monitorar a dinâmica das comunidades vegetais, determinar padrões, prever mudanças e definir ações de

manejo adequadas para a conservação da biodiversidade e definição de políticas públicas voltadas para este setor (Felfili et al. 2005).

### **Classificação de fitofisionomias de cerrado segundo Ribeiro & Walter (2008)**

A classificação das fisionomias de cerrado presentes na EECA foi realizada em estudo desenvolvido por Pinheiro (2008, 2012) e seguiu os critérios utilizados por Ribeiro & Walter (2008). Tais critérios se baseiam (i) na fisionomia ou “forma” da vegetação, definida pela estrutura da vegetação, pelas formas de crescimento mais representativas, e por alterações florísticas e estruturais causadas por mudanças estacionais; (ii) nas características do solo; e (iii) na composição florística. A partir destes critérios, foram descritos para o bioma Cerrado onze tipos de vegetação, classificados dentro de *formações florestais, savânicas e campestres* (Ribeiro & Walter 2008).

As fitofisionomias cerrado típico e cerrado denso encontram-se inseridas na categoria *formações savânicas* do bioma Cerrado (Ribeiro & Walter 2008). O cerrado típico é um subtipo de vegetação predominantemente arbóreo-arbustivo, com altura média de 3 m a 6 m. O estrato arbóreo é descontínuo, apresentando cobertura de 20% a 50%. O estrato inferior do cerrado típico é coberto por ervas, subarbustos e arbustos em alta densidade (Figura 7). Esta fitofisionomia representa uma forma intermediária entre o cerrado denso e o cerrado ralo. As espécies arbóreas mais representativas no cerrado típico da EECA são *Ocotea corymbosa*, *Vochysia tucanorum*, *Copaifera langsdorffii*, *Gochnatia polymorpha*, *Stryphnodendron obovatum*, *Eriotheca gracilipes* e *Caryocar brasiliense* (Pinheiro 2008, Instituto Florestal/ SMA 2010).



Figura 7. Área de cerrado típico da Estação Ecológica de Assis, SP.

Entre as fitofisionomias classificadas dentro de *formações savânicas*, o cerrado denso é a que apresenta vegetação mais densa e alta, com predomínio de indivíduos arbóreos. O dossel alcança em média 5 m a 8 m, enquanto que a cobertura arbórea varia de 50% a 70%. O estrato herbáceo-subarbustivo, em geral, é menos abundante que no cerrado típico, em virtude do maior sombreamento causado pela cobertura de árvores (Ribeiro & Walter 2008) (Figura 8). No cerrado denso da EEcA destacam-se as mesmas espécies arbóreas do cerrado típico, além de *Anadenanthera falcata* e *Machaerium acutifolium* (Pinheiro 2008, Instituto Florestal/SMA 2010).



Figura 8. Área de cerrado denso da Estação Ecológica de Assis, SP.

O cerradão é um tipo de formação florestal do bioma Cerrado, contendo espécies esclerófilas. Caracteriza-se por apresentar estrato arbóreo com altura entre 8 m e 15 m, que forma um dossel contínuo. A cobertura arbórea pode variar de 50 a 90%, dependendo da estação do ano. Muitas espécies apresentam caducifolia durante a estação seca, embora possa haver casos de a vegetação ser perenifólia. As características de altura e cobertura do dossel geram condições de luminosidade que resultam na formação de estratos herbáceo e arbustivo com características distintas quando comparados com a composição e estrutura dos estratos inferiores das formações savânicas. Nos estratos inferiores, podem ocorrer arbustos e ervas dicotiledôneas. Gramíneas e ciperáceas são ausentes ou pouco abundantes (Figura 9). No cerradão podem ser encontradas tanto espécies típicas de formações savânicas, como espécies florestais, sobretudo espécies comuns à mata seca semidecídua e mata de galeria não-inundável (Ribeiro & Walter 2008). No cerradão da EECA são comuns as espécies *Ocotea*

*corymbosa*, *Vochysia tucanorum*, *Copaifera langsdorffii*, *Gochnatia polymorpha*, *Stryphnodendron obovatum*, *Eriotheca gracilipes* e *Caryocar brasiliense* (Pinheiro 2008, Instituto Florestal/ SMA 2010).



Figura 9. Área de cerrado da Estação Ecológica de Assis, SP.



## **IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BIOLÓGICO**

A identificação de sementes, frutos e plântulas foi realizada, inicialmente, por comparação com indivíduos em fase reprodutiva em campo e por comparação com material depositado nos herbários da Estação Ecológica de Assis e da Universidade de Brasília. Além disso, foram consultados especialistas de diversas instituições de ensino e pesquisa, além da equipe de coletores de sementes da Floresta Estadual de Assis. A definição dos táxons foi também baseada em chaves de identificação de espécies do Cerrado (Mantovani et al. 1985, Batalha & Mantovani 1999) e na literatura especializada (Lorenzi 1998, Barroso et al. 1999, Farias et al. 2002, Durigan et al. 2004, Machado et al. 2005, Silva Júnior 2005, Proença et al. 2006), incluindo os volumes 1 a 6 da Flora Fanerogâmica do estado de São Paulo (Wanderley et al. 2001, 2002, 2003, 2005, 2007, 2009). A classificação dos táxons seguiu o proposto pelo sistema de classificação APG III (Angiosperm Phylogeny Group) (2009).



## **CAPÍTULO 1 – Efeitos da supressão do fogo sobre a diversidade de plantas em um gradiente fisionômico de Cerrado.**

### **Introdução**

Nas últimas décadas, estudos quantitativos e históricos têm demonstrado uma mudança contínua de fitofisionomias mais abertas para formações arbustivas ou florestais em savanas de todo mundo. Embora tradicionalmente os ecólogos tenham considerado a distribuição e ocorrência de savanas como função estrita do clima (Whittaker 1975, Woodward et al. 2004), diferentes estudos têm demonstrado que savanas méxicas podem existir onde as condições climáticas, de solo e topografia indicam a ocorrência de florestas (Bond et al. 2005, Bond 2008, Staver et al. 2011a).

As comunidades de savana podem sofrer mudanças estruturais se protegidas de fatores de distúrbio tais como o fogo e pastejo, levando à formação de fitofisionomias mais densas (San José & Fariñas 1983, Moreira 2000, Russell-Smith et al. 2003, Durigan & Ratter 2006, Pinheiro & Durigan 2009). Porém, a maioria dos estudos tem usado abordagens no nível de paisagem (Bowman et al. 2001, Bond et al. 2005, Mitchard et al. 2009, Pinheiro & Durigan 2009) e pouco se conhece sobre as mudanças florísticas na comunidade relacionadas ao processo sucessional (Henriques & Hay 2002, Durigan & Ratter 2006).

Estudos pioneiros sobre savanas e seus fatores determinantes indicaram que as propriedades químicas do solo representam o fator mais importante na distribuição de seus tipos fisionômicos (Goodland & Pollard 1973, Lopes & Cox 1977). Portanto, sob condições climáticas semelhantes, a distribuição de fisionomias mais abertas (*e.g.*, campo limpo, campo sujo) estaria restrita aos solos distróficos, enquanto que as fisionomias mais densas (*e.g.*, cerrado denso, cerradão) ocorreriam em solos mais ricos em nutrientes. Devido a essas

características, estas diferentes fitofisionomias teriam uma natureza “estática”, ou seja, a composição florística e estrutura da comunidade não sofreriam mudanças significativas ao longo do tempo. Porém, estudos recentes têm demonstrado que outros fatores podem atuar na mudança dos limites entre savanas tropicais e outros tipos de vegetação. Tais fatores incluem a disponibilidade de água no solo (Ruggiero et al. 2002, Assis et al. 2011) e distúrbios antrópicos e naturais como herbivoria, pastejo e fogo, sendo estes últimos positivamente correlacionados com a manutenção de fisionomias mais abertas (Sankaran et al. 2011, Staver et al. 2011b). Portanto, a exclusão de um ou mais desses fatores de distúrbio pode iniciar o processo de sucessão da comunidade e, conseqüentemente, o aumento na área basal, que ocorre em função do incremento de plantas lenhosas na comunidade.

A velocidade e extensão das mudanças na comunidade dependem da presença e distância das fontes de propágulos (Henriques 2005), do histórico de impactos antrópicos e naturais, dos fatores microclimáticos, das diferenças locais nas propriedades físico-químicas do solo (Pinheiro & Durigan 2009, Assis et al. 2011, Cochard & Edwards 2011) e de fatores relacionados à paisagem, tais como a conectividade e a permeabilidade (Roitman et al. 2008).

O Cerrado constitui bioma único, caracterizado por um grande número de espécies endêmicas de flora e fauna (Ratter et al. 1997). Das 12000 espécies de plantas vasculares identificadas no Cerrado (Mendonça et al. 2008), aproximadamente 44% são endêmicas (Klink & Machado 2005). As plantas do Cerrado são, em sua maioria, heliófitas e muitas crescem como arbustos e subarbustos (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). Portanto, uma análise específica do processo de adensamento da vegetação é fundamental para o melhor entendimento de como o adensamento da vegetação, i.e., o aumento de biomassa, altera a comunidade vegetal do Cerrado ao longo de um gradiente no qual a luz torna-se fator limitante.

O objetivo deste estudo foi analisar as diferenças em composição florística e no espectro biológico, ao longo do gradiente fisionômico de Cerrado da EECA. As mudanças na riqueza de espécies e na riqueza de formas de crescimento de uma área que tem sido protegida do fogo e pastejo por mais de cinco décadas (1959-2012) foram discutidas em função das mudanças fisionômicas observadas na área de estudo (Pinheiro & Durigan 2009). Assumindo que no cerrado da EECA, as fisionomias mais abertas (cerrado típico e denso) estão se transformando em fisionomias mais densas (cerradão), sob solos com condições químicas semelhantes (Assis et al. 2011), este estudo se propôs a discutir como variam a riqueza de espécies e de formas de vida ao longo do gradiente de biomassa.

## **Métodos**

### **Método de amostragem**

A comunidade vegetal foi separadamente amostrada e analisada em três estratos: superior ou arbóreo, intermediário e inferior. Para o estrato arbóreo foram utilizados dados secundários de Pinheiro (2008, 2012), que coletou informações sobre a estrutura e composição florística do componente arbóreo nas mesmas parcelas permanentes utilizadas no presente estudo. Pinheiro (2008, 2012) amostrou todas as árvores com DAP (diâmetro à altura do peito)  $\geq 5$  cm em todas as dez subparcelas de  $10 \times 10$  m<sup>2</sup> dentro de cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>. Para o estrato intermediário, foram selecionadas ao acaso três subparcelas de  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$  dentro de cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>, nas quais foram amostradas todas as plantas lenhosas com DAP  $< 5$  cm e maiores que 1,30 m de altura. O estrato inferior foi amostrado em dez parcelas de  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ , distribuídas ao acaso dentro de cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>. Neste estrato, a amostragem incluiu indivíduos de espécies lenhosas e não-lenhosas, menores que 1,30 m de altura.

A classificação das espécies amostradas em categorias de formas de crescimento (árvores, arvoretas, arbustos, subarbustos, geófitas, epífitas, trepadeiras, herbáceas perenes e herbáceas anuais) foi adaptada de Pérez-Harguindeguy et al. (2013). Árvores foram definidas como indivíduos lenhosos, com altura  $\geq 3$  m, fuste principal bem definido e copa desenvolvida. Plantas lenhosas de até 3 m de altura e copa pouco desenvolvida foram classificadas como arvoretas. Os arbustos foram definidos como indivíduos lenhosos, de até 2 m de altura, que se ramificam desde a base. Plantas lenhosas, com ramificações partindo da base e altura máxima de 50 cm foram classificadas como subarbustos. Trepadeiras foram determinadas como plantas lenhosas ou não lenhosas, com hábito escandente ou trepador. Plantas herbáceas foram definidas como ervas terrestres, incluindo gramíneas e ciperáceas. Plantas vasculares, que utilizam outras plantas como suporte foram consideradas epífitas. Geófitas foram definidas como plantas que apresentam órgãos vegetativos subterrâneos os quais funcionam como estruturas de reserva e rebrota (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006).

As espécies foram classificadas em “típicas de cerrado” ou “generalistas” de acordo com Durigan et al. (2004a) e Durigan et al. (2004b). “Típicas de cerrado” são as espécies que ocorrem exclusivamente nas fisionomias de Cerrado, enquanto que “generalistas” são espécies que ocorrem tanto em Cerrado como em floresta (Apêndice 1).

### **Análise dos dados**

Em cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>, os valores de riqueza em espécies foram obtidos a partir do número total de espécies amostradas, para cada estrato da vegetação separadamente e para a toda comunidade (todos os estratos em conjunto). Análises de rarefação foram conduzidas no programa EcoSim 7.71 (Acquired Intelligence Inc. and Kesey-Bear, Burlington, Vermont,

US) para cada parcela de 1000 m<sup>2</sup> afim de permitir comparações de riqueza em espécies entre fisionomias e estratos da vegetação (Magurran 2004).

Os dados de área basal e densidade de árvores foram obtidos a partir de Pinheiro (2008, 2012), que amostrou todas as árvores com DAP  $\geq 5$  cm presentes em cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>. Estes dados foram usados como substitutos da biomassa ao longo do gradiente de vegetação (Goodland e Pollard 1973, Coutinho 1978). Como os dados de área basal e densidade de árvores são fortemente correlacionados ( $r_s = 0.88$ ,  $P < 0.0001$ ) (Figura 10), foram aplicadas, primeiramente, associações exploratórias e análises de correlação para verificar qual variável preditora melhor explicava as mudanças de riqueza em espécies ao longo do gradiente. A área basal foi selecionada como a variável preditora mais robusta, com base nos valores de significância das análises de correlação de Spearman ( $P < 0.05$ ) e no coeficiente de determinação ( $r^2$ ). As análises de correlação de Spearman e as regressões lineares foram feitas utilizando o pacote estatístico R (R Core Development Team, Vienna, Austria). Nenhuma das variáveis usadas nos modelos de regressão violaram os pressupostos de normalidade e homogeneidades de variâncias.

A riqueza e abundância de espécies típicas e generalistas foram comparadas dentro de cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>, utilizando análise de variância não paramétrica (Kruskal-Wallis) (Zar 1999). Primeiramente, foi testada a hipótese nula ( $\alpha = 0,05$ ) de que o número de espécies típicas de cerrado e espécies generalistas era igual dentro de cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>. Em seguida, foi testada a hipótese nula ( $\alpha = 0,05$ ) de que o número de indivíduos (abundância) de espécies típicas de cerrado e espécies generalistas era igual dentro de cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>. As análises foram feitas para cada fisionomia, utilizado o programa estatístico R (R Core Development Team, Vienna, Austria).

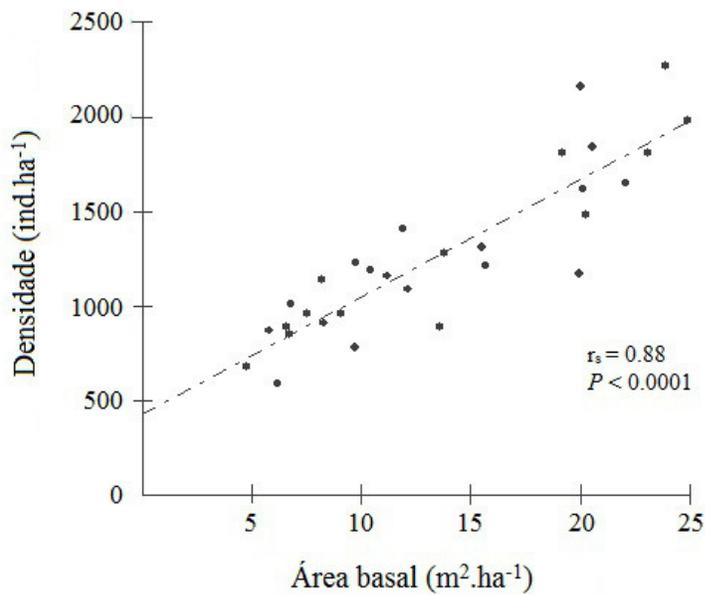


Figura 10. Correlação entre a área basal (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) e a densidade (ind.ha<sup>-1</sup>) de indivíduos arbóreos amostrados em parcelas de cerrado típico, cerrado denso e cerradão, na Estação Ecológica de Assis, SP.

## Resultados

A amostragem da vegetação resultou em 18664 indivíduos, classificados em 270 espécies (Apêndice 1). Houve uma diminuição na riqueza para toda a comunidade (três estratos em conjunto), para o estrato inferior e para o estrato intermediário ao longo do gradiente fisionômico (Tabela 2 e Figura 11). Para a comunidade como um todo, a riqueza diminuiu, em média, 6% na transição entre cerrado típico e cerrado denso e 22,5% do cerrado típico para o cerradão. O estrato inferior do cerrado típico apresentou, em média, 10,7% mais espécies que o cerrado denso, e 28,5% mais espécies que o cerradão (Figura 11). No estrato intermediário, o número de espécies foi 6% maior no cerrado típico comparado ao cerrado denso, e 33% maior que no cerradão. A riqueza do estrato superior aumentou ao longo do gradiente fisionômico no sentido cerrado típico-cerradão (Figura 11). Entretanto, a análise de

correlação não apresentou valores significativos para as mudanças da riqueza nesse estrato da vegetação (Tabela 2). O número de espécies arbóreas aumentou em média 11% do cerrado típico para o cerradão (Figura 11).

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) entre a riqueza calculada para os estratos da vegetação e para as categorias de formas de crescimento e a área basal (variável independente). Valores de  $P$  estão em parêntesis; valores em negrito indicam coeficientes significativos.

Estratos da Vegetação	Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ )	
	$r_s$	$r^2$
Comunidade (todos os estratos)	<b>-0,78 (0,000)</b>	<b>0,63 (0,000)</b>
Estrato inferior	<b>-0,39 (0,0309)</b>	<b>0,17 (0,0187)</b>
Estrato intermediário	<b>-0,64 (0,0001)</b>	<b>0,50 (0,0001)</b>
Estrato superior	0,30 (0,1011)	<b>0,14 (0,0344)</b>
Formas de crescimento		
Herbáceas anuais	-0,31 (0,089)	0,09 (0,0961)
Herbáceas perenes	0,11 (0,576)	0,007 (0,6535)
Trepadeiras	0,28 (0,1293)	0,11 (0,0695)
Epífitas	0,12 (0,5155)	0,01 (0,587)
Geófitas	<b>-0,67 (0,0002)</b>	<b>0,43 (0,0002)</b>
Subarbustos	<b>-0,78 (0,000)</b>	<b>0,61 (0,000)</b>
Arbustos	<b>-0,73 (0,000)</b>	<b>0,65 (0,000)</b>
Arvoretas	-0,31 (0,095)	<b>0,14 (0,0335)</b>
Árvores	0,31 (0,163)	0,07 (0,1325)

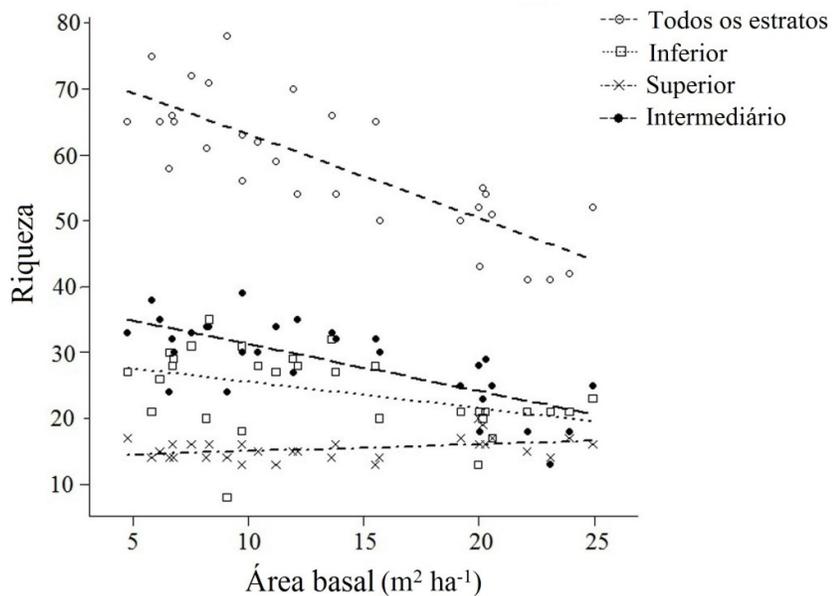


Figura 11. Correlação entre área basal ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) e riqueza da comunidade (todos os estratos) ( $r^2 = 0.63$ ,  $P < 0.0001$ ), estrato inferior ( $r^2 = 0.17$ ,  $P = 0.0187$ ), estrato intermediário ( $r^2 = 0.50$ ,  $P = 0.0001$ ) e do estrato superior ( $r^2 = 0.14$ ,  $P = 0.0711$ ) no gradiente fisionômico da EEcA.

Geófitas, arbustos e subarbustos diminuíram em número de espécies do cerrado típico para o cerradão (Figura 12). Embora as análises de correlação entre área basal e as demais categorias de formas de crescimento não tenham apresentado valores significativos (Tabela 2), tanto herbáceas anuais ( $r_s = -0.31$ ,  $P = 0.089$ ), quanto arvoretas ( $r_s = -0.31$ ,  $P = 0.0952$ ) mostraram uma tendência de diminuição na riqueza ao longo do gradiente fisionômico. Os dados de riqueza de geófitas, arbustos e subarbustos apresentaram forte correlação com a área basal (Tabela 2). A riqueza de geófitas diminuiu em 100% do cerrado típico para o cerradão (Figura 12). A diminuição de subarbustos do cerrado típico para o cerradão foi de 85%, enquanto que para arbustos foi registrado um decréscimo de 77% (Figura 12).

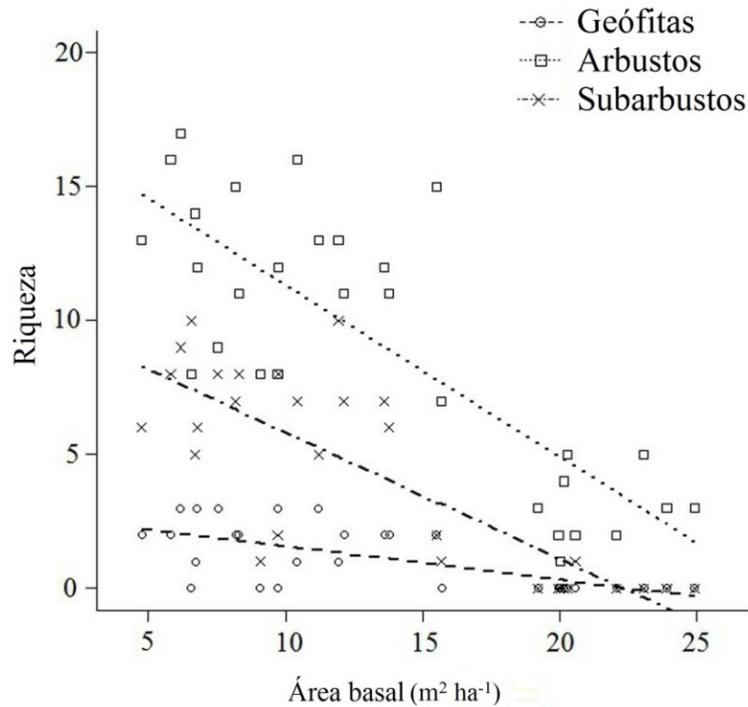


Figura 12. Correlação entre área basal ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) e riqueza de geófitas ( $r^2 = 0.43$ ,  $P < 0.0002$ ), subarbustos ( $r^2 = 0.61$ ,  $P < 0.0001$ ) e arbustos ( $r^2 = 0.65$ ,  $P < 0.0001$ ) no gradiente fisionômico da EEcA.

A riqueza de espécies típicas de cerrado foi significativamente maior que a riqueza de espécies generalistas apenas no estrato regenerante do cerrado típico ( $H = 6,26$ ,  $P = 0,012$ ) (Tabela 3). Neste estrato, as espécies típicas de cerrado representaram 60% das espécies identificadas. A riqueza de espécies generalistas foi significativamente maior nos estratos inferior ( $H = 14,54$ ,  $P = 0,0001$ ), intermediário ( $F = 14,32$ ,  $P = 0,0002$ ) e superior ( $H = 14,51$ ,  $P = 0,0001$ ) do cerradão. No cerrado denso, não houve diferenças significativas entre riqueza de espécies típicas e generalistas em nenhum estrato da vegetação (Tabela 3).

Tabela 3. Riqueza (média + desvio padrão) de espécies típicas e generalistas registradas nos três estratos da vegetação do cerrado típico, cerrado denso e cerradão da EECA. *P* representa os valores de significância para o teste de Kruskal-Wallis.

Fisionomia	Estratos	Riqueza		<i>P</i>
		Típicas	Generalistas	
Cerrado típico	Inferior	23,20 ± 5,18	16,70 ± 4,57	0,0123
	Intermediário	20,90 ± 3,57	18,60 ± 4,40	0,2556
	Superior	9,70 ± 1,94	10,10 ± 1,44	0,5117
Cerrado denso	Inferior	20,70 ± 10,79	16,80 ± 2,97	0,1725
	Intermediário	19,50 ± 4,97	18,00 ± 4,13	0,3055
	Superior	9,30 ± 2,45	11,10 ± 2,80	0,3477
Cerradão	Inferior	4,50 ± 1,77	25,30 ± 4,78	0,0001
	Intermediário	3,50 ± 3,10	22,90 ± 5,89	0,0002
	Superior	4,70 ± 2,11	21,80 ± 2,20	0,0001

Com relação à abundância de espécies típicas e generalistas, foram detectadas diferenças significativas nos três estratos do cerradão (inferior:  $H = 14,30$ ,  $P = 0,0002$ ; intermediário:  $H = 14,28$ ,  $P = 0,0002$ ; superior:  $H = 14,28$ ,  $P = 0,0002$ ) e no estrato inferior do cerrado denso ( $H = 7,40$ ,  $P = 0,0065$ ), com maiores médias registradas para espécies generalistas (Tabela 4).

Tabela 4. Abundância (média + desvio padrão) de espécies típicas e generalistas registradas nos três estratos do cerrado típico, cerrado denso e cerradão da EEcA. P representa os valores de significância para o teste de Kruskal-Wallis.

Fisionomia	Estratos	Abundância		P
		Típicas	Generalistas	
Cerrado típico	Inferior	84,4 ± 31,84	107,50 ± 52,96	0,3845
	Intermediário	134,00 ± 40,53	140,40 ± 71,80	0,7055
	Superior	42,10 ± 8,92	47,60 ± 14,75	0,7052
Cerrado denso	Inferior	71,50 ± 48,01	175,70 ± 133,14	0,0065
	Intermediário	119,00 ± 57,47	139,20 ± 42,21	0,1988
	Superior	56,56 ± 10,63	56,30 ± 16,86	0,9615
Cerradão	Inferior	7,90 ± 5,40	236,20 ± 106,15	0,0002
	Intermediário	7,70 ± 7,94	228,50 ± 67,40	0,0002
	Superior	25,90 ± 20,88	152,30 ± 37,04	0,0002

*Ocotea corymbosa*, *Myrcia guianensis* e *Myrsine umbellata* representaram as espécies generalistas mais abundantes na maioria dos estratos de vegetação, ao longo do gradiente, com uma grande dominância da primeira espécie (Tabela 5). Entre as espécies típicas mais abundantes e frequentes estão *Vochysia tucanorum*, *Xylopia aromatica* e *Campomanesia adamantium* (Tabela 5).

Tabela 5. Espécies generalistas e típicas mais abundantes nos estratos inferior (Inf), intermediário (Int) e superior (Sup) do gradiente de vegetação. N: número total de indivíduos na fisionomia; AR: abundância relativa (%).

Fisionomias	Estratos	Generalistas	AR	Típicas	AR
C. típico	Inf	<i>Ocotea corymbosa</i>	27,8	<i>Campomanesia adamantium</i>	4,9
		<i>Myrcia guianensis</i>	3,3	<i>Eugenia obversa</i>	4,8
		<i>Serjania fuscifolia</i>	2,5	<i>Erythroxylum cuneifolium</i>	3,3
	Int	<i>Myrsine umbellata</i>	13,6	<i>Campomanesia adamantium</i>	9,1
		<i>Myrcia guianensis</i>	8,7	<i>Xylopi aromatica</i>	5,3
		<i>Ocotea corymbosa</i>	7,1	<i>Vochysia tucanorum</i>	4,6
	Sup	<i>Ocotea corymbosa</i>	20,7	<i>Vochysia tucanorum</i>	13,9
		<i>Copaifera langsdorffii</i>	12,3	<i>Stryphnodendron obovatum</i>	8,1
		<i>Gochnatia polymorpha</i>	5,5	<i>Eriotheca gracilipes</i>	6,7
C. denso	Inf	<i>Ocotea corymbosa</i>	37,8	<i>Parinari obtusifolia</i>	2,7
		<i>Myrsine umbellata</i>	4,3	<i>Banisteriopsis stellaris</i>	2,7
		<i>Myrcia guianensis</i>	4,2	<i>Erythroxylum cuneifolium</i>	2,1
	Int	<i>Myrsine umbellata</i>	10,2	<i>Xylopi aromatica</i>	9,5
		<i>Myrcia guianensis</i>	10,0	<i>Vochysia tucanorum</i>	8,8
		<i>Siparuna guianensis</i>	6,0	<i>Miconia albicans</i>	5,0
	Sup	<i>Ocotea corymbosa</i>	22,1	<i>Vochysia tucanorum</i>	25,5
		<i>Copaifera langsdorffii</i>	6,0	<i>Stryphnodendron obovatum</i>	4,8
		<i>Anadenanthera falcata</i>	4,2	<i>Machaerium acutifolium</i>	3,9
Cerradão	Inf	<i>Ocotea corymbosa</i>	40,1	<i>Banisteriopsis stellaris</i>	0,6
		<i>Psychotria hoffmannseggiana</i>	6,6	<i>Roupala montana</i>	0,4
		<i>Siparuna guianensis</i>	6,5	<i>Temnadenia violacea</i>	0,4
	Int	<i>Siparuna guianensis</i>	40,1	<i>Schefflera vinosa</i>	1,1
		<i>Myrcia guianensis</i>	9,1	<i>Xylopi aromatica</i>	0,8
		<i>Nectandra cuspidata</i>	7,6	<i>Miconia albicans</i>	0,4
	Sup	<i>Copaifera langsdorffii</i>	16,6	<i>Xylopi aromatica</i>	7,4
		<i>Protium heptaphyllum</i>	10,3	<i>Vochysia tucanorum</i>	2,9
			<i>Faramea montevidensis</i>	8,4	<i>Machaerium acutifolium</i>

## Discussão

Estudos conduzidos em diferentes regiões do Brasil e do mundo têm demonstrado de modo contundente a expansão do componente arbóreo sobre fisionomias de savanas após a supressão dos distúrbios como o fogo e pastejo (Puyravaud et al. 1994, Moreira 2000, Russell-Smith et al. 2004, Marimon et al. 2006; Durigan & Ratter 2006, Ratter et al. 2006, Roitman et al. 2008, Pinheiro & Durigan 2009, Cochard & Edwards 2011). Porém, os estudos que tentaram relacionar mudanças da estrutura da vegetação com ecologia da comunidade vegetal e processos ecológicos nem sempre mostraram padrões que pudessem ser aplicados a todas as regiões de savana do mundo. Na década de 50, as fisionomias de cerrado típico cobriam 33,5% da EECa, enquanto que atualmente cobrem somente 3,8% da área protegida (Pinheiro & Durigan 2009). Embora a substituição de fisionomias mais abertas por cerradão não seja homogênea em toda a área protegida, os resultados apresentados por Pinheiro & Durigan (2009) sugerem que essa comunidade se encontra ainda em formação e mudança. Assim, é possível que áreas de cerrado típico sejam substituídas por cerradão no decorrer do tempo.

Na EECa, foi detectada diminuição na riqueza em espécies e na riqueza de formas de vida ao longo do gradiente a partir do cerrado típico até o cerradão. Essa variação esteve mais fortemente correlacionada com a área basal do que com a densidade de árvores. Resultados semelhantes a esses foram observados previamente por Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger (1984), que avaliaram todas as plantas vasculares e encontraram 33% menos espécies no cerradão em comparação com o cerrado *sensu stricto*. Esses autores hipotetizaram que o menor número de espécies no cerradão resultou da arquitetura de árvores com copas fechadas. Por apresentarem indivíduos de maior porte, as árvores do cerradão demandariam mais espaço para se desenvolverem em função de suas copas mais largas. Os autores também discutem que as maiores diferenças em riqueza de espécies entre cerradão e cerrado *sensu stricto* foram

encontradas no estrato regenerante, que pode ser até dez vezes mais abundante e, conseqüentemente, mais diverso em fisionomias abertas (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger 1984, Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger 2006).

Além da diminuição em riqueza de espécies, os resultados mostraram uma redução no número de espécies de geófitas, subarbustos e arbustos ao longo do gradiente da EECA. As formas de vida mais representativas nas fisionomias mais abertas são, em geral, espécies herbáceas, arbustos e árvores (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 2006). Os resultados do presente estudo mostram que a expansão do componente arbóreo sobre as fisionomias mais abertas resultou em simplificação florística e estrutural da comunidade, com perda de diversidade de formas de crescimento no gradiente cerrado típico-cerradão. Em estudo sobre sucessão pós-fogo no cerradão, Soares et al. (2006) observaram uma diminuição de 80% na abundância de lianas e de 70% na abundância de arbustos, ao longo de 20 anos de avaliação. No Cerrado de Brasília, Moreira (2000) encontrou maior riqueza de herbáceas e subarbustos nas fisionomias mais abertas, e concluiu que as árvores são favorecidas pela supressão do fogo. No presente estudo, porém, não foi observada tendência significativa para a riqueza de árvores e arvoretas ao longo do gradiente de fisionomias, o que indica que essas formas de crescimento ocupam de modo uniforme todas as áreas do gradiente, resultando em uma homogeneização da vegetação local. O adensamento da vegetação pode causar transformações importantes, modificando as condições ótimas de desenvolvimento de muitas espécies (Durigan & Ratter, 2006). Além disso, algumas formas de crescimento requerem condições específicas para seu desenvolvimento. Um exemplo são as geófitas, que ocorrem preferencialmente em solos bem drenados e sob altos níveis de luz incidente (Meira Neto et al. 2007).

Avaliações de processos sucessionais em savanas protegidas do fogo têm mostrado padrões interessantes de mudanças temporais na composição florística. Pesquisas conduzidas

em savanas da África (Archer et al. 1988, Swaine et al. 1992), da Venezuela (San José & Fariñas 1983) e do Brasil (Líbano e Felfili 2006, Ribeiro e Tabarelli 2002, Henriques e Hay 2005, Roitman et al. 2008) registraram um aumento na riqueza e densidade de espécies lenhosas e de espécies herbáceas dicotiledôneas devido ao processo sucessional e, conseqüentemente, ao adensamento da vegetação. Nesses estudos, a vegetação tem sido protegida de distúrbios de 3 a 43 anos, e a taxa observada de imigração de espécies foi de até 19,3 spp ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Embora as taxas de imigração de espécies apresentem um rápido aumento durante as fases iniciais do processo sucessional, espera-se que a riqueza diminua ao longo do tempo (Braithwaite 1996, Soares et al. 2006). As altas taxas de imigração encontradas nesses estudos podem indicar que essas áreas estavam nos primeiros estágios do processo sucessional (Henriques & Hay 2005). Em um estudo de 20 anos de sucessão pós-fogo, Soares et al. (2006) observaram um rápido incremento na abundância e riqueza de espécies durante o primeiro ano e meio após o fogo, em uma área de cerradão. Esse incremento foi seguido de uma redução no número de indivíduos e de uma diminuição lenta, mas constante, na riqueza em espécies, que ficaram mais evidentes após o décimo ano de avaliação (Soares et al. 2006).

Nas florestas tropicais, o início do processo de sucessão secundária é marcado por um rápido aumento na riqueza e no número de indivíduos recrutados. O aumento do número de indivíduos jovens implica em maior competição por água, nutrientes, espaço e luz (Bazzaz 2000, Chazdon 2008). De modo geral, as espécies arbóreas florestais que colonizam fisionomias de savana podem apresentar crescimento mais rápido comparado às espécies típicas de savana que ocorrem no mesmo local (Rossato et al. 2009). Isso faz com que as espécies de floresta sejam melhores competidoras por luz que as espécies típicas de savana, que são, em sua maioria, intolerantes à sombra (Hoffmann 2000). Assim, as espécies típicas tendem a ser gradualmente excluídas da comunidade à medida que a vegetação se adensa e a

luz passa a ser fator limitante (Bazzaz 2000, Chazdon 2008, Pinheiro & Durigan 2009, Abreu et al. 2011).

Alguns estudos conduzidos no Cerrado têm indicado extinção local de espécies heliófitas endêmicas em resposta ao processo de adensamento da vegetação, em curto prazo (Giampietro 2005, Rossato et al. 2008). No presente estudo, foram registrados altos valores de abundância relativa para espécies generalistas e tolerantes à sombra, como *Ocotea corymbosa*, *Myrsine umbellata*, *Siparuna guianensis* e *Copaifera langsdorfii*, nos estratos inferior e intermediário das fitofisionomias mais abertas. Enquanto que espécies típicas do Cerrado, como *Anacardium humile*, *Andira humilis*, *Anemopaegma arvense*, *Erythroxylum campestre* e *Peritassa campestre*, não foram observadas ou ocorreram em baixa abundância. Considerando que a intensa fragmentação do Cerrado tem concentrado seu pool gênico em remanescentes disjuntos, pequenos e isolados (Durigan & Ratter 2006), as extinções locais se fazem cada vez mais frequentes e irreversíveis. Em estudo realizado em floresta ripária na EECa, Giampietro (2005) observou um processo de evolução estrutural e uma tendência à redução da densidade relativa ou até a extinção local de espécies arbóreas exclusivas de cerrado. O desaparecimento de fisionomias abertas e, conseqüentemente, suas espécies heliófitas exclusivas, foi demonstrado em levantamento de fanerógamas não-arbóreas na EECa (Rossato et al. 2008).

Enquanto que a proporção de espécies generalistas tende a aumentar em savanas com maior biomassa, a baixa ocorrência de espécies de savana em fisionomias mais fechadas indica que essas espécies podem não ser capazes de manter populações viáveis sob baixa incidência de luz (Hoffmann 2000). Geiger et al. (2011) encontraram resultados semelhantes, onde registraram baixa abundância de espécies típicas de savana, em um gradiente cerrado-floresta ripária protegido do fogo durante 35 anos. Nesse mesmo estudo, as espécies florestais

e generalistas representaram 14% do total de indivíduos amostrados nas áreas ocupadas por cerrado.

Sabe-se que o fator mais importante que limita a expansão do componente arbóreo nas fitofisionomias mais abertas da EEcA é a quantidade de água disponível e não os nutrientes do solo (Assis et al. 2011). Porém, em situações onde há alta abundância de árvores, a competição pela luz pode alterar o equilíbrio entre os estratos herbáceo e arbóreo (Scheiter e Higgins 2007). De acordo com o modelo de competição proposto por Scheiter e Higgins (2007), nas savanas protegidas do fogo, a competição por luz precede a competição pelos recursos do solo. Nesse caso, a competição por luz é mais intensa e assimétrica em favor das árvores, as quais excluem as espécies heliófitas. Algumas espécies generalistas se beneficiam do sombreamento fornecido pelas arbóreas de típicas de cerrado, e pela disponibilidade de água. Posteriormente, à medida que crescem, começam a sombrear a espécies que as protegeram nas fases iniciais de desenvolvimento. Segundo Hoffmann (1998), A ausência do fogo favorece a reprodução sexual nas savanas, permitindo uma maior expansão de espécies generalistas e florestais.

A perda de riqueza na comunidade resultante do adensamento da vegetação coloca sob questão as estratégias de manejo atualmente empregadas nas áreas destinadas à conservação do Cerrado. Muitos autores consideram que o Cerrado e savanas constituem ecossistemas em clímax antrópico, e que a manutenção da sua estabilidade depende da frequência de distúrbios como fogo e herbivoria (Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger 2006, Roitman et al. 2008). Sob condições climáticas menos severas, o cerradão poderia representar a vegetação original ou climática para o cerrado e, portanto, o último estágio do processo sucessional (Henriques & Hay 2000, Ratter et al. 2006). Diversos autores são a favor do uso de queimadas controladas para garantir a existência de um mosaico de fisionomias nas áreas protegidas e, conseqüentemente, a manutenção da diversidade beta (Ramos-Neto e Pivello 2000, Miranda

et al. 2005, Pivello 2005, Silva e Batalha 2008). Na África, o fogo tem sido considerado um fator importante para a estabilidade da cobertura arbórea em locais com precipitação anual entre 1000 e 2000 mm (Staver et al. 2011). A importância do fogo para o funcionamento da savana está relacionada com a renovação dos nutrientes, estimulação da rebrota, frutificação e germinação de inúmeras espécies, além de aumentar o vigor e palatabilidade de espécies herbáceas. Diferentes regimes de fogo podem também favorecer diferentes grupos de espécies e formas de crescimento (Pivello & Coutinho 1992, 1996, Pivello e Norton 1996, Meira Neto et al. 2005). Porém, o uso deste tipo de distúrbio em áreas protegidas é ainda raro, em parte pelos impedimentos políticos e legais, mas também por preocupações relacionadas a algumas questões que permanecem sem respostas com base científica, como a frequência e extensão dos incêndios (Ramos-Neto & Pivello 2000).

O manejo de regimes de incêndios para a conservação da biodiversidade ainda é um desafio global. Segundo Andersen et al. (1998), o uso de incêndios como prática de manejo deve ter uma abordagem multidisciplinar e ser planejado em longo prazo, além de envolver a utilização de escalas e réplicas adequadas ao cenário ou às condições que se pretendem alcançar. O planejamento de incêndios experimentais considerando escalas de paisagem também pode ser útil para a definição de mosaicos desejáveis no que diz respeito à manutenção da biodiversidade (Taylor et al. 2013). Se o objetivo é a conservação da diversidade biológica, é importante avaliar a resposta de outros grupos biológicos, além da comunidade de plantas, aos efeitos de diferentes regimes de incêndio, sobretudo quanto à frequência (anual, bianual) e sazonalidade (início, meio ou final da estação seca, etc) (Andersen & Müller 2000, Davis et al. 2000, Valentine & Schwarzkopf 2009, Taylor et al. 2013).

Por outro lado, o papel das savanas como potenciais estoques de carbono tem recebido especial atenção (Douglas et al. 2011). Em muitas partes do mundo, o aumento da frequência

e extensão dos incêndios naturais, além de ser uma das maiores ameaças à biodiversidade desse bioma, resulta em um aumento das emissões de dióxido de carbono à atmosfera (Chuvieco et al. 2008, Pereira & Gama 2010, Ryan et al. 2011). Estudos na África e na Austrália estimaram que as savanas podem armazenar de 7 a 21,2 t ha<sup>-1</sup> de carbono, sendo portanto muito importantes na mitigação do efeito estufa (Douglas et al. 2011, Ryan et al. 2011). Porém, os ajustes entre biomassa e biodiversidade, que ocorrem após a supressão do fogo, devem ser também considerados pelos tomadores de decisões (Pinheiro & Durigan 2009).

## **Conclusão**

O gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão suporta um gradiente de riqueza de espécies e de formas de crescimento, que é inversamente correlacionado com a área basal, que representa a biomassa total. Após 53 anos de proteção contra incêndios, um pequeno conjunto de espécies generalistas e muito abundantes está conduzindo o processo de sucessão e, conseqüentemente o adensamento da vegetação. Se a proteção de áreas ocupadas pelo Cerrado leva ao adensamento da vegetação, tal proteção também resulta em diminuição da riqueza e homogeneização da vegetação. Essas perdas se fazem ainda mais evidentes quando se leva em conta que as espécies típicas e endêmicas do Cerrado estão mais susceptíveis à extinção local e à substituição contínua por espécies generalistas provenientes das florestas do entorno. Portanto, as políticas de supressão do fogo que têm sido empregadas em Unidades de Conservação destinadas à proteção do Cerrado devem ser melhor discutidas como estratégia de manejo e proteção da biodiversidade.



## **CAPÍTULO 2 - Composição florística e dinâmica temporal da chuva de sementes no gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão.**

### **Introdução**

Estudos recentes sobre as estratégias de regeneração natural de comunidades savânicas têm demonstrado a importância da reprodução sexuada para a dinâmica de inúmeras espécies vegetais (Hay & Barreto 1988, Oliveira et al. 1989, Oliveira & Silva 1993, Kanegae et al. 2000, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). Por muito tempo cogitou-se que fatores climáticos, como a seca periódica, limitariam a possibilidade de reprodução sexuada e favoreceriam a reprodução vegetativa, já que espécies de savanas apresentam, em geral, alto potencial de regeneração natural a partir de estruturas subterrâneas (Hoffmann 1998, Higgins et al. 2000, Bond & Midgley 2001, Kennedy & Potgieter 2003, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Ky-Dembele et al. 2007). No entanto, há evidências científicas de que a reprodução sexuada, o desenvolvimento de novos indivíduos a partir de sementes e o estabelecimento de plântulas não apenas são comuns e viáveis, como envolvem mecanismos muito bem adaptados às condições ambientais das savanas (Oliveira & Silva 1993, Oliveira 2008).

Inúmeros são os fatores envolvidos no processo de regeneração natural em comunidades savânicas. Os eventos relacionados à produção e armazenamento de sementes no solo, ao desenvolvimento e estabelecimento de plântulas e à reprodução vegetativa podem ser influenciados pela ocorrência de distúrbios naturais e antrópicos (Hoffmann 1999, Higgins et al. 2000), disponibilidade de água no solo (Garwood 1989, Oliveira 2008) e pela distribuição e quantidade de chuvas (Sarmiento & Monasterio 1983, Mantovani & Martins 1988, Higgins et al. 2000). Além desses fatores, a abundância de predadores (Louda 1989),

estratégias de dispersão de propágulos (Swaine & Hall 1983) e longevidade e dormência das sementes (Baskin & Baskin 1989) estão, do mesmo modo, estreitamente relacionados com o desenvolvimento e manutenção dessas comunidades. Deste modo, a dinâmica da comunidade é regulada por mudanças na importância relativa de cada um desses fatores e pela complexidade de interações entre eles (Simpson et al. 1989), determinando a riqueza, diversidade e distribuição espacial de espécies e de formas de vida ao longo do tempo (Bazzaz 2000).

A reprodução sexuada tem sua importância na manutenção da diversidade genotípica em populações de plantas, pois confere às espécies uma maior flexibilidade genética que, por sua vez, aumenta a probabilidade dos indivíduos sobreviverem aos riscos inerentes à seleção natural (Grime 2001, Fenner & Thompson 2005). Em relação à maioria dos propágulos vegetativos, as sementes constituem estruturas reprodutivas independentes, que podem ser produzidas em grandes quantidades e tolerantes a diferentes tipos de estresse. Estas características conferem às sementes o potencial de dispersão, rápida multiplicação e dormência, respectivamente (Grime 2001).

A chegada de sementes é apenas o primeiro passo nas várias fases do processo de estabelecimento de espécies vegetais (Duncan & Chapman 1999). Em ambientes tropicais, os padrões sazonais de frutificação e dispersão determinam o fluxo de sementes ao longo do ano e entre anos (Frankie et al. 1974, White 1994, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006) e, conseqüentemente, as possíveis trajetórias do processo de regeneração natural (Bazzaz 2000). Embora muitos estudos tenham sido realizados sobre a chuva de sementes em ecossistemas florestais (Dalling et al. 1998, Saulei & Swaine 1988, Wijdeven & Kuzee 2000, Melo et al. 2006, Costa et al. 2012), pouco se conhece sobre a dinâmica de sementes nas diferentes fitofisionomias do cerrado *lato sensu* e tampouco sobre a sua influência no banco de sementes. Estudos sobre a chuva de sementes fornecem informações úteis sobre riqueza,

abundância, densidade e distribuição espacial de espécies em diferentes comunidades (Terborgh 1990).

A Estação Ecológica de Assis (EEcA), localizada no oeste do estado de São Paulo, preserva um dos últimos remanescentes de Cerrado desta região (Instituto Florestal/ SMA 2010). Pinheiro & Durigan (2009), em estudo que avaliou a dinâmica espaço-temporal do Cerrado da EEcA, mostraram que o mosaico de fitofisionomias tem mudado nas últimas décadas, com uma tendência de expansão do componente arbóreo na maior parte da área protegida. O processo de adensamento da vegetação coincide com a proteção da área contra o fogo e interrupção das atividades agropecuárias a partir de 1959, quando passou a ser propriedade do Estado. Portanto, parte do mosaico de vegetação da EEcA corresponde a diferentes estádios sucessionais, tendo o cerradão como possível clímax (Pinheiro & Durigan 2009).

Considerando que a maior parte das áreas de cerrado típico e denso podem se transformar em cerradão, ao longo do tempo, com o presente estudo buscou-se avaliar qual a importância da chuva de sementes no processo de sucessão ao longo do gradiente fisionômico do cerrado da Estação Ecológica de Assis. Para isso, buscou-se responder às seguintes questões: há mudanças na composição florística e no espectro biológico representado na chuva de sementes ao longo do gradiente fisionômico? A chuva de sementes é influenciada pela distribuição sazonal de precipitação?

## **Métodos**

### **Método de amostragem**

Para a avaliação da chuva de sementes foram distribuídos, aleatoriamente, três coletores de sementes dentro de cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>, totalizando 30 coletores por fisionomia ou estágio sucessionais (cerrado típico, cerrado denso e cerradão. A distribuição

dos coletores dentro de cada parcela foi feita por meio de sorteio de pares de pontos aleatórios em um plano de coordenadas cartesianas, utilizando o programa Microsoft Office Excel. A posição de cada coletor dentro das parcelas foi mantida até o término das coletas.

Os coletores de sementes apresentavam base de alumínio medindo 1 m × 1 m × 0,20 m, coberta por tela de nylon de malha de 0,5 mm x 0,5 mm (Figura 13). As telas de nylon foram substituídas, ao longo do período de coleta, sempre que fosse registrado algum dano ou deterioração. Os coletores foram instalados 20 cm acima da superfície do solo, buscando amostrar, inclusive, sementes de espécies herbáceas e arbustivas.



Figura 13. Coletor de sementes utilizado na amostragem da chuva de sementes.

As coletas da chuva de sementes foram realizadas mensalmente, de dezembro de 2008 a dezembro de 2010. As amostragens realizadas nos meses de março e agosto de 2010 foram excluídas das análises, em função de problemas relacionados à estocagem do material coletado.

O material foi acondicionado em sacos de papel, etiquetado e transportado para o laboratório de Ecologia e Conservação da UFSCar. Em seguida, as amostras foram colocadas em bandejas, secas em temperatura ambiente e triadas, separando-se manualmente os propágulos da serrapilheira. Sementes e frutos aparentemente intactos foram inicialmente separados em morfotipos e identificados no menor nível taxonômico possível (espécie, gênero ou família). Todos os frutos foram abertos para contagem individual das sementes e posterior determinação da abundância relativa. Frutos e sementes imaturos não foram incluídos nas análises. Para espécies da família Melastomataceae, cada fruto foi considerado individualmente na determinação da abundância relativa, devido às suas sementes diminutas e à dificuldade em classificá-las em morfotipos distintos. Portanto, a contagem de sementes de espécies desta família foi subestimada.

### **Análise dos dados**

A abundância, densidade de sementes (sementes  $m^{-2}$ ) e riqueza foram calculadas para cada parcela de 1000  $m^2$  e para cada mês de coleta. Análises de variância permutacional multivariada (PERMANOVA) com dois fatores foram utilizadas para avaliar o efeito do tipo de vegetação e da estação de coleta sobre riqueza e densidade da chuva de sementes. Sem considerar pressupostos de normalidade ou homocedasticidade, o PERMANOVA testa modelos complexos por meio de estatística F, permutações e medidas de similaridade. Além disso, permite que sejam aplicados testes pareados *a posteriori* entre os níveis testados e entre interações (Anderson 2001). Foi utilizado como fator fixo nessa análise o “tipo de vegetação” (três níveis: cerrado típico, cerrado denso e cerradão) e “estação” (dois níveis: estação seca e estação chuvosa). A análise foi feita no programa PERMANOVA (Anderson 2001), a partir de 10.000 permutações e utilizando a distância de Bray-Curtis como medida de similaridade.

Foi utilizado o nível de significância de 5% nas análises, a fim de reduzir a possibilidade de resultados significativos gerados ao acaso (erro do tipo 1; Zar 1999).

As espécies de sementes foram classificadas em seis categorias de formas de crescimento: árvores, arvoretas, arbustos, subarbustos, trepadeiras e herbáceas. Árvores foram definidas como indivíduos lenhosos, com altura  $\geq 3$  m, fuste principal bem definido e copa desenvolvida. Plantas lenhosas de até 3 m de altura e copa pouco desenvolvida foram classificadas como arvoretas. Os arbustos foram definidos como indivíduos lenhosos, de até 2 m de altura, que se ramificam desde a base. Plantas lenhosas, com ramificações partindo da base e altura máxima de 50 cm foram classificadas como subarbustos. Trepadeiras foram determinadas como plantas lenhosas ou não lenhosas, com hábito escandente ou trepador. Plantas herbáceas foram definidas como ervas terrestres, incluindo gramíneas e ciperáceas (Ghazoul & Sheil 2010).

Para verificar se houve mudanças na riqueza e abundância de espécies e formas de crescimento na chuva de sementes ao longo do gradiente fisionômico, foram utilizados dados de área basal do componente arbóreo como representantes dos valores de biomassa no gradiente de vegetação. Estes dados foram obtidos de Pinheiro (2008, 2012), que amostrou todas as árvores com DAP  $\geq 5$  cm dentro de cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>. A partir dos valores de DAP, foram calculados os valores individuais de área basal, que, posteriormente, foram somados para obtenção da área basal total por parcela. Foram calculados o coeficiente de correlação de Spearman e feitas análises de regressão linear para verificar se a abundância total e riqueza de espécies e formas de crescimento são explicadas pela variável área basal (variável preditora) no gradiente fisionômico. Para as análises de correlação, o nível de significância considerado foi de 5%. As análises de correlação de Spearman e as regressões lineares foram feitas utilizando o pacote estatístico R (R Core Development Team, Vienna,

Austria). Nenhuma das variáveis usadas nos modelos de regressão violaram os pressupostos de normalidade e homogeneidades de variâncias.

A riqueza e abundância de sementes produzidas nas estações seca e chuvosa foram comparadas utilizando análise de variância não paramétrica (Kruskal-Wallis) (Zar 1999). Esta análise foi feita para cada fisionomia, separadamente, considerando o número total de sementes coletadas em cada parcela, ou seja, a soma dos dados obtidos nos três coletores de sementes da parcela. Primeiramente, foi testada a hipótese nula ( $\alpha = 0,05$ ) de que o número de espécies de sementes produzidas na estação chuvosa era igual à estação seca. Em seguida, foi testada a hipótese nula ( $\alpha = 0,05$ ) de que o número de sementes (abundância) coletadas era igual nas estações seca e chuvosa. Para estas análises, foi utilizado o programa estatístico R (R Core Development Team, Vienna, Austria).

## Resultados

Durante o período de estudo, foram amostradas, no total, 49934 sementes (555 sementes  $m^{-2}$ ), pertencentes a 100 espécies e 44 famílias (Apêndice 2). As famílias Bignoniaceae (9), Fabaceae (8), Malpighiaceae (8), Myrtaceae (7), Asteraceae (6) e Melastomataceae (6) apresentaram os maiores valores para riqueza. Lauraceae (27%), Myrtaceae (15%) e Melastomataceae (13%) foram as famílias mais abundantes, somando 55% das sementes amostradas. Apenas quatro espécies (*Ocotea corymbosa*, *Myrcia guianensis*, *Miconia albicans* e *Pera glabrata*) representaram quase 60% das sementes coletadas, com grande dominância de *O. corymbosa* (26%).

A composição de espécies de sementes e a abundância de sementes diferiram significativamente entre o cerrado típico, cerrado denso e cerradão ( $F = 8,85$ ;  $P_{\text{Típico} \times \text{Denso}} = 0,0002$ ;  $P_{\text{Típico} \times \text{Cerradão}} = 0,0001$ ,  $P_{\text{Denso} \times \text{Cerradão}} = 0,0001$ ). Considerando todas as amostragens,

o cerradão apresentou um total de  $19317 \pm 148$  sementes (39%, 664 sementes  $m^{-2}$ ) e 71 espécies. Nesta fisionomia, *Ocotea corymbosa*, *Pera glabrata* e *Maprounea guianensis* somaram 67,6% das sementes amostradas (Tabela 6). No cerrado típico foram registradas  $16438 \pm 79$  sementes (33%, 548 sementes  $m^{-2}$ ) e 64 espécies. As espécies mais importantes no cerrado típico foram *Myrcia guianensis*, *Ocotea corymbosa*, *Myrsine umbellata* e *Cyperaceae* sp. 1, representando 74% do total de sementes amostradas nesta fisionomia (Tabela 6). Um total de  $14179 \pm 101$  sementes (28%, 473 sementes  $m^{-2}$ ) e 62 espécies foram amostradas no cerrado denso, sendo *Miconia albicans*, *Ocotea corymbosa*, *Myrsine umbellata*, *Serjania lethalis* e *Myrcia guianensis* as espécies mais importantes em abundância relativa (Tabela 6).

Durante o período de estudo, os meses de menor precipitação se estenderam de abril a setembro, com precipitação média mensal de 100,4 mm e 38,7 mm nos meses mais secos de 2009 e 2010, respectivamente (Figura 14). A chuva de sementes exibiu padrão fortemente sazonal no cerrado típico ( $H = 101,81$ ,  $P = 0,0001$ ) e no cerrado denso ( $H = 87,76$ ,  $P = 0,0001$ ), com um pico na produção de sementes entre os meses de julho a setembro, e outro máximo de produção entre dezembro e janeiro (Figura 15a e b). Durante os meses mais secos de 2009 e 2010 (junho e julho), a produção de sementes no cerrado típico e denso atingiu os valores mínimos de 37 e 13 sementes, respectivamente. No cerradão, não houve diferenças significativas no número de sementes amostradas na estação seca e na estação chuvosa ( $H = 0,2283$ ,  $P = 0,6328$ ), refletindo um fluxo de sementes mais uniforme durante o período de coleta. A chuva de sementes amostrada no cerradão atingiu um máximo de produção na segunda metade da estação seca (julho-agosto) e outro pico de dispersão de sementes, porém menor que o primeiro, na metade do período chuvoso (dezembro-fevereiro) (Figura 15c). Os meses de maio e junho de 2009 representaram os períodos de menor produção de sementes no cerradão, os quais somaram 333 e 328 sementes, respectivamente. Quanto à variação na riqueza, apenas o cerrado típico apresentou diferenças significativas entre os períodos de

coleta ( $H = 6,62$ ,  $P = 0,0101$ ), exibindo maior número de espécies dispersando sementes durante os meses com maior precipitação (Figura 16).

Tabela 6. Número de indivíduos (N) e abundância relativa (AR) das espécies mais importantes amostradas na chuva de sementes do cerrado típico, cerrado denso e cerradão da Estação Ecológica de Assis, SP.

<b>Fisionomias</b>	<b>Espécies</b>	<b>AR (%)</b>
Cerrado típico	<i>Myrcia guianensis</i>	30,3
	<i>Ocotea corymbosa</i>	26,8
	<i>Myrsine umbellata</i>	9,6
	Cyperaceae sp. 1	7,2
Cerrado denso	<i>Miconia albicans</i>	28.5
	<i>Ocotea corymbosa</i>	13.6
	<i>Myrsine umbellata</i>	11.8
	<i>Serjania lethalis</i>	10
	<i>Myrcia guianensis</i>	8.1
Cerradão	<i>Ocotea corymbosa</i>	35.8
	<i>Pera glabrata</i>	23.5
	<i>Maprounea guianensis</i>	8.2

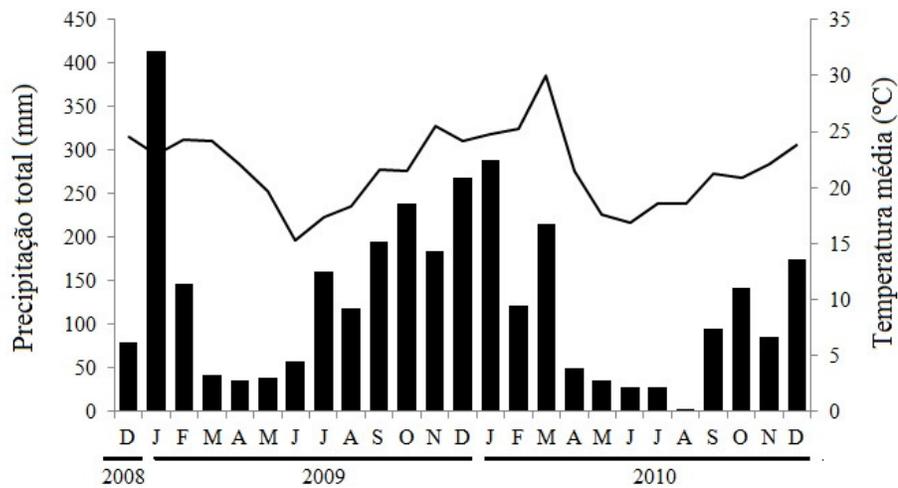


Figura 14. Precipitação total mensal (barras) e temperatura média mensal (linhas) de dezembro de 2008 a dezembro de 2010 obtida de estação meteorológica (APTA Médio Paranapanema) situada próximo à Estação Ecológica de Assis, SP (22°37'02,0 S e 50°22'35,0 W) (Fonte: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Instituto Agrônomo de Campinas).

As espécies arbóreas representaram a forma de vida predominante, tanto em abundância relativa, quanto em riqueza, no cerrado típico e no cerradão (Figura 17, Apêndice 2). No cerrado denso, as arvoretas representaram 39% das sementes coletadas, enquanto que as trepadeiras somaram 15% das sementes. A maior contribuição de espécies herbáceas foi registrada no cerrado típico, no qual representaram 11% das espécies e 14% das sementes. As gramíneas foram representadas por um único morfotipo (*Poaceae* sp), somando apenas 25 sementes. *Eugenia pitanga* foi a única espécie de subarbusto identificada na chuva de sementes e obteve baixos valores de abundância relativa em todos os tipos de vegetação.

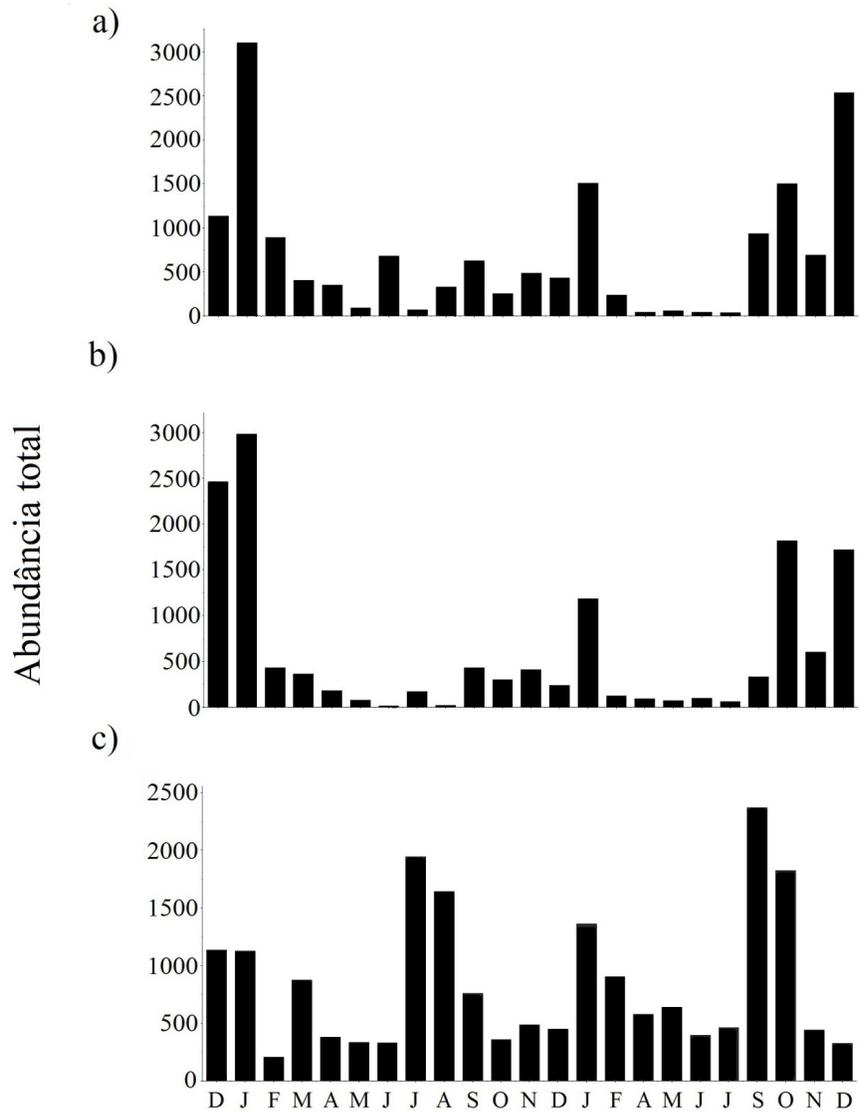


Figura 15. Abundância total das sementes amostradas na chuva de sementes do a) cerrado típico, b) cerrado denso e c) cerradão, entre os meses de dezembro de 2008 e dezembro de 2010, na Estação Ecológica de Assis, SP.

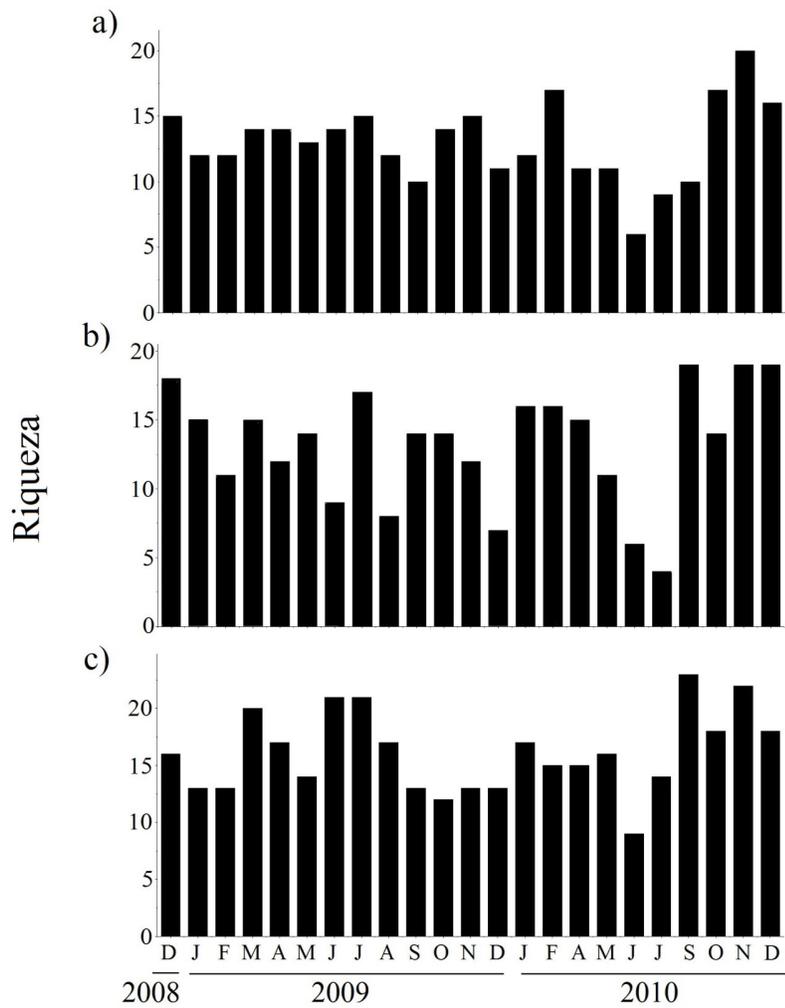


Figura 16. Riqueza total amostrada na chuva de sementes do a) cerrado típico, b) cerrado denso e c) cerradão, entre os meses de dezembro de 2008 e dezembro de 2010, na Estação Ecológica de Assis, SP.

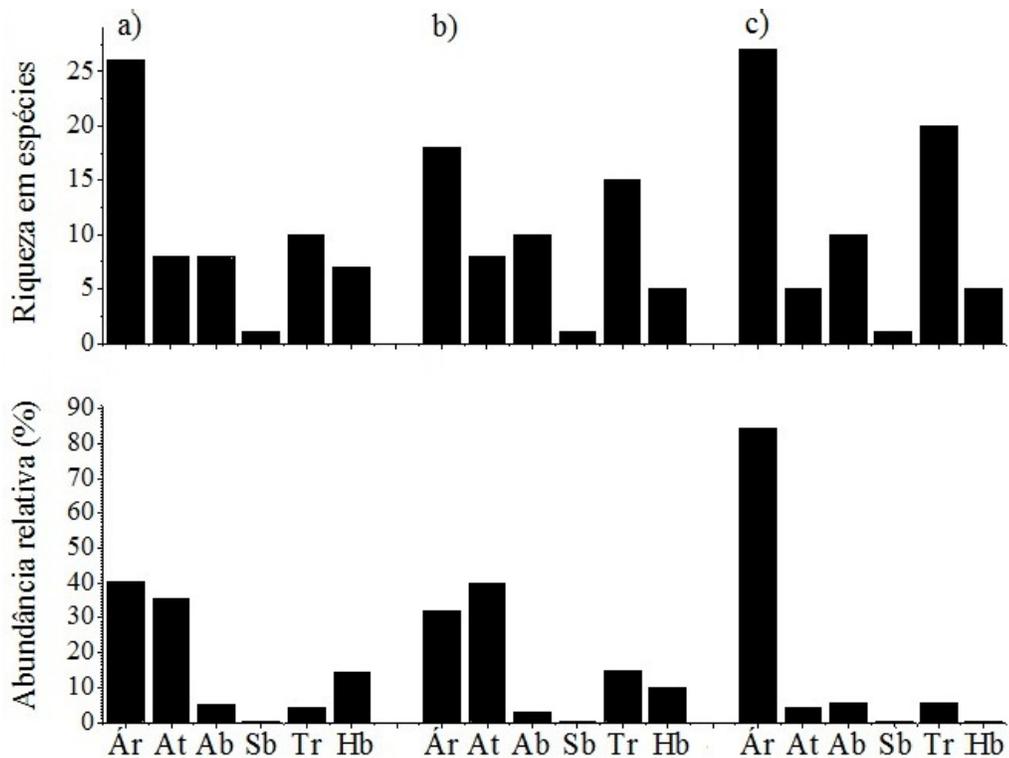


Figura 17. Riqueza em espécies (a) e abundância relativa das formas de crescimento amostradas na chuva de sementes do a) cerrado típico, b) cerrado denso e c) cerradão. Ár: árvores, At: arvoretas, Ab: arbustos, Sb: subarbustos, Tr: trepadeiras e Hb: herbáceas.

Não foram detectadas correlações significativas entre a riqueza total e abundância total de sementes e a área basal (Tabela 7). Ao considerar o comportamento das formas de crescimento separadamente, ao longo do gradiente de vegetação, foram encontrados resultados significativos somente para árvores, arvoretas e herbáceas (Tabela 7). Houve um aumento significativo na riqueza e abundância de árvores com o adensamento da vegetação (Figura 18 e Figura 19). Em média, a riqueza e abundância de espécies arbóreas na chuva de sementes aumentaram, respectivamente, 58,4% e 145,1% do cerrado típico para o cerradão. Ao longo do gradiente fisionômico, a abundância de arvoretas diminuiu em média 86,2% (Figura 19). Para espécies herbáceas, houve diminuição de 68,7% na riqueza (Figura 18) e 98,1% na abundância de sementes (Figura 19) registradas do cerrado típico para o cerradão.

Tabela 7. Coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para riqueza em espécies e abundância de sementes em relação à área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ). Valores de  $P$  estão entre parêntesis, valores em negrito indicam coeficientes significativos.

Riqueza em espécies	Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ )	
	$r_s$	$r^2$
Comunidade	0,14 (0,4484)	
Árvores	<b>0,57 (0,0008)</b>	<b>0,43 (0,0002)</b>
Arvoretas	-0,26 (0,1494)	
Arbustos	-0,29 (0,1097)	
Trepadeiras	0,27 (0,1434)	
Herbáceas	<b>-0,65 (0,0001)</b>	<b>0,44 (0,0002)</b>
<b>Abundância</b>		
Comunidade	0,17 (0,4004)	
Árvores	<b>0,47 (0,0074)</b>	<b>0,14 (0,0383)</b>
Arvoretas	<b>-0,47 (0,0083)</b>	<b>0,13 (0,0451)</b>
Arbustos	-0,03 (0,8601)	
Trepadeiras	0,20 (0,2725)	
Herbáceas	<b>-0,57 (0,0008)</b>	<b>0,20 (0,0125)</b>

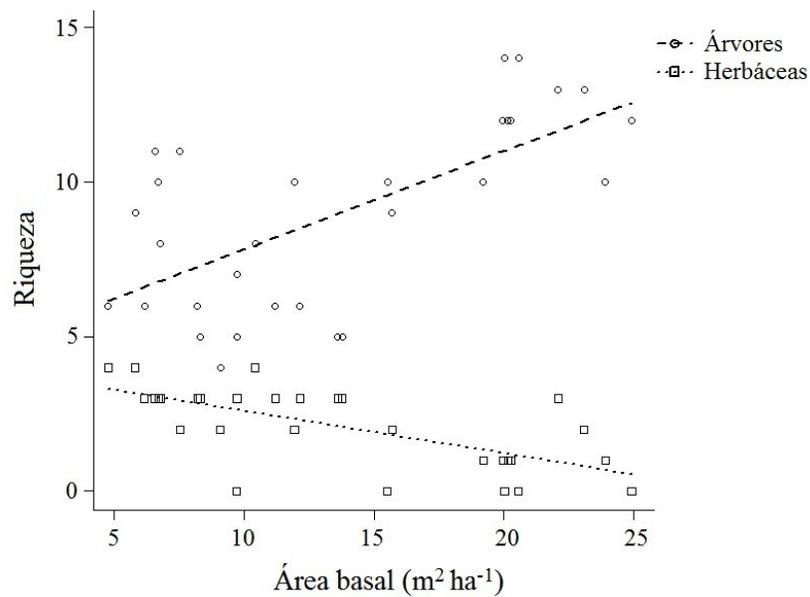


Figura 18. Correlação entre área basal ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) e riqueza de sementes de espécies arbóreas ( $r^2 = 0,29$ ,  $P = 0,0022$ ) e de herbáceas ( $r^2 = 0,26$ ,  $P = 0,0037$ ), ao longo do gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão.

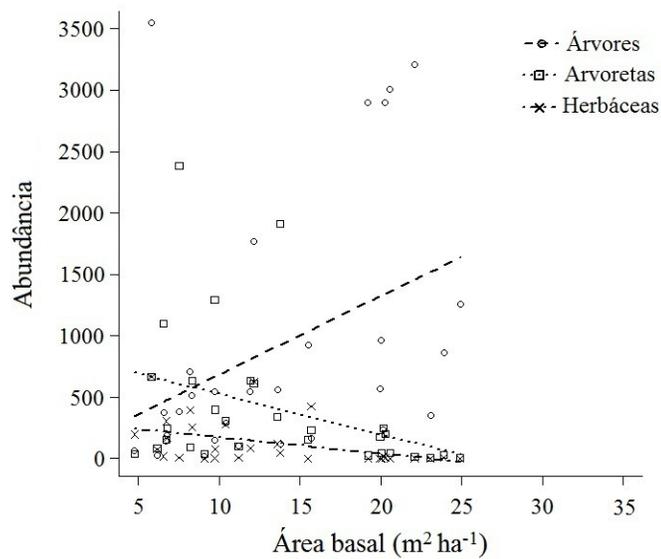


Figura 19. Correlação entre área basal ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) e abundância de sementes de espécies arbóreas ( $r^2 = 0,14$ ,  $P = 0,0383$ ), herbáceas ( $r^2 = 0,20$ ,  $P = 0,0125$ ) e de arvoretas ( $r^2 = 0,13$ ,  $P = 0,0451$ ), ao longo do gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão.

## **Discussão**

A abundância e a riqueza da chuva de sementes exibiram variação entre o cerrado típico, cerrado denso e cerradão. Embora este estudo não tenha apresentado análises específicas sobre as estratégias fenológicas adotadas pelas espécies do gradiente, sabe-se que fatores como o modo de dispersão de propágulos não parecem ter um sucesso igual no mosaico de condições ambientais e fitofisionomias que constituem o Cerrado (Oliveira & Moreira 1992, Oliveira 2008, Salazar et al. 2012). Estudos têm demonstrado que há um aumento na proporção de sementes zoocóricas em relação às anemocóricas à medida que aumenta a proporção de espécies lenhosas ao longo do gradiente fisionômico (Oliveira e Moreira 1992, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Salazar et al. 2012). Assim, os períodos de dispersão e disponibilidade de frutos diferem entre fisionomias, trazendo consequências para a organização e estrutura da comunidade (Batalha & Mantovani 1999, Oliveira 2008). Diferenças na chuva de sementes entre tipos fisionômicos de cerrado e de savanas também foram encontradas em estudos conduzidos no Brasil (Oliveira & Moreira 1992, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983 apud Oliveira 2008, Salazar et al. 2012) e na Venezuela (Flores & Dezzeo 2005), os quais associam as diferenças encontradas a mudanças na importância relativa dos tipos de dispersão em cada fisionomia estudada.

As diferenças na composição da chuva de sementes entre os tipos de vegetação podem ser atribuídas também às diferenças na distribuição do número de indivíduos em fase reprodutiva entre as espécies amostradas (Martínez-Ramos & Soto-Castro 1993). Nas três fisionomias, foi encontrada uma alta abundância relativa de poucas espécies e ocorrência ocasional de um grande número de espécies. A abundância e distribuição espacial de espécies em frutificação determinam a variação na composição de sementes dispersas nos diferentes sítios do mosaico e, portanto, definem padrões de diversidade na comunidade vegetal (Martínez-Ramos & Soto-Castro 1993). Além do tipo de dispersão, fatores como a

disponibilidade e eficiência do dispersor podem influenciar a distribuição de sementes em uma dada comunidade (Howe 1990, Terborgh 1990, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Melo & Oliveira 2009).

As herbáceas mais comuns amostradas na chuva de sementes coletada no cerrado típico e denso foram três morfotipos ainda não identificados de Cyperaceae, que podem ser *Rhynchospora corymbosa*, espécie bastante comum nas parcelas estudadas (vide Capítulos 1 e 3). Com relação às variações na riqueza e abundância da chuva de sementes de espécies arbóreas, o aumento dessas variáveis do cerrado típico para o cerradão refletiu as diferenças existentes na estrutura da vegetação ao longo do gradiente fisionômico. Em levantamento nas mesmas parcelas deste estudo, Pinheiro & Durigan (2012) encontraram maiores valores de riqueza e densidade de árvores nas parcelas de cerradão. As diferenças na abundância de arvoretas do cerrado típico para o cerradão estão relacionadas, sobretudo, à alta representatividade de sementes de *Miconia albicans* e *Myrcia guianensis* nas fisionomias mais abertas.

A influência da sazonalidade na chuva de sementes dos cerrados típico e denso, com início da dispersão de sementes no final da estação seca e outro pico de dispersão no auge da estação chuvosa, foram consistentes com os resultados apresentados para comunidades de cerrado em outras localidades (Batalha & Mantovani 1999, Oliveira & Gibbs 2000, Batalha & Martins 2004, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Munhoz & Felfili 2007), para savanas em diferentes regiões do mundo (Burrows & Burrows 1992, Setterfield & Williams 1996, Chidumayo 2001, Mduma et al. 2007, Williams et al. 2009), e para florestas tropicais sazonais (Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002, Ceccon & Hernandez 2009). Segundo Oliveira (2008), o ajustamento de mecanismos de regeneração do Cerrado por meio de sementes está ligado à sincronização da germinação com o início da estação chuvosa, que maximiza o período de estabelecimento de plântulas.

A alta representatividade de um pequeno grupo de espécies na chuva de sementes revelou a importância da produção de sementes para a ocorrência de *Ocotea corymbosa*, *Myrcia guianensis* e *Myrsine umbellata*, todas com dispersão zoocórica. Resultados semelhantes também foram obtidos nos levantamentos florísticos dos estratos inferior e intermediário (vide Capítulo 1). *Ocotea corymbosa* aparece entre as dez espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) no estrato arbóreo das três fisionomias em estudo conduzido nas mesmas parcelas de estudo (Pinheiro & Durigan 2012). Entretanto, as estratégias de regeneração destas espécies não inclui a formação de bancos de sementes, como será mostrado no Capítulo 3. Devido à importância relativa de *O. corymbosa* e *M. umbellata* em diferentes compartimentos da comunidade, é possível que a dinâmica de suas populações possa influenciar o processo de expansão do componente arbóreo nas fisionomias mais abertas do Cerrado da EECa. Geiger et al. (2011) encontraram tendência semelhante para uma área de cerrado protegida do fogo há 35 anos em Brasília, onde foi registrada dominância de apenas cinco espécies arbóreas. Ambas as espécies produzem grandes quantidades de frutos zoocóricos, o que pode contribuir para a dispersão dos seus propágulos.

## **Conclusões**

A chuva de sementes em comunidades vegetais do Cerrado apresenta variação sazonal e diferenças ao longo do gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão. No entanto, as diferenças encontradas parecem estar mais relacionadas com mudanças na abundância relativa das espécies mais comuns que, em sua maioria, são espécies generalistas. A alta abundância relativa de sementes algumas espécies arbóreas em todos os tipos fisionômicos, possivelmente, favorece a expansão do componente arbóreo nos cerrados típico e denso. A chuva de sementes, como estratégia de regeneração é, possivelmente, mais importante para

espécies arbóreas do que para as demais formas de vida do gradiente de vegetação, em função da baixa abundância relativa de sementes de arbustos, subarbustos e trepadeiras.



### **CAPÍTULO 3 – Composição florística e dinâmica temporal do banco de sementes no gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão.**

#### **Introdução**

As estratégias de regeneração de comunidades savânicas é assunto ainda pouco compreendido. Embora seja consenso que o principal mecanismo de expansão e manutenção de savanas ocorra por meio de reprodução vegetativa (Rizzini 1965a, Hoffmann 1998, Higgins et al. 2000, Bond & Midgley 2001, Kennedy & Potgieter 2003, Ky-Dembele et al. 2007), alguns estudos têm demonstrado a importância da reprodução sexuada na dinâmica destas comunidades, mesmo durante a estação seca (Hay & Barreto 1988, Oliveira et al. 1989, Kanegae et al. 2000, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). A partir das ideias apresentadas por Sarmiento & Monasterio (1983), há evidências de que a reprodução sexuada e o estabelecimento a partir de sementes são eventos relativamente comuns e viáveis, e envolvem um conjunto de mecanismos bem adaptados às condições ambientais presentes em savanas (Oliveira 2008).

Diversos fatores estão envolvidos no processo de regeneração a partir de reprodução sexuada em comunidades savânicas. Os eventos relacionados à produção e armazenamento de sementes no solo e ao desenvolvimento e estabelecimento de plântulas podem ser influenciados por fatores abióticos como a ocorrência de distúrbios naturais e antrópicos, como fogo e herbivoria (Hoffmann 1999, Higgins et al. 2000), disponibilidade de água no solo (Garwood 1989, Oliveira 2008) e por padrões de precipitação (Sarmiento & Monasterio 1983, Mantovani & Martins 1988, Higgins et al. 2000). Além desses fatores, também podem ser importantes atributos bióticos como a abundância de predadores (Louda 1989), o padrão de dispersão de propágulos (Swaine & Hall 1983) e a longevidade e dormência das sementes (Baskin & Baskin 1989). Deste modo, a dinâmica da comunidade é regulada por mudanças na

importância relativa de cada um desses fatores e pelas interações complexas entre eles (Simpson et al. 1989). Esses processos determinam a riqueza, diversidade e distribuição espacial de espécies e de formas de vida, ao longo do tempo (Bazzaz 2000).

O estudo da dinâmica das sementes no solo é fundamental para a compreensão de processos ecológicos relacionados à regeneração natural (Bazzaz 2000). O banco de sementes ocupa a lacuna temporal existente entre produção, dispersão e germinação de sementes. Assim, representa fonte de recrutamento de novos indivíduos, e funciona como reservatório de diversidade genética (Simpson et al. 1989), ao menos de parte da comunidade. A composição florística e a densidade do banco de sementes têm caráter dinâmico, podendo apresentar grande heterogeneidade espacial e flutuações entre as estações do ano e entre anos (Uhl et al. 1981, Garwood 1989, Pérez & Santiago 2001, Salazar et al. 2011). Especialmente em savanas, a frequência de distúrbios no solo e a variação espacial de fatores como umidade, luz e temperatura podem determinar o tamanho, composição e persistência do banco de sementes (Rice 1989).

O tempo de persistência das sementes no solo pode ser muito variável e ocorre em função de mudanças nas condições ambientais e de características específicas de cada espécie (Grime 2002). O primeiro sistema de classificação, baseado em características ecológicas do banco de sementes, foi proposto por Thompson & Grime (1979). Este sistema distingue basicamente duas categorias de banco de sementes, em função da longevidade das sementes. O banco de sementes transitório é formado por sementes que permanecem viáveis no solo por até um ano, enquanto que o banco de sementes persistente inclui sementes capazes de permanecer dormentes por um período superior a este.

O papel do banco de sementes na dinâmica de comunidades savânicas tem sido considerado por diversos autores (Rice 1989, Higgins et al. 2000, Pérez & Santiago 2001, Williams et al. 2005, Anderson et al. 2012). Entretanto, devido a dificuldades metodológicas,

como alta heterogeneidade espacial presente em pequenas escalas, delineamento e suficiência amostral, e contagem e identificação de propágulos em nível específico, há relativamente pouca informação detalhada sobre a distribuição espacial e a dinâmica temporal do banco de sementes de comunidades, especialmente quando se trata de ecossistemas tropicais (Garwood 1989, Anderson et al. 2012). Compreender os mecanismos de regeneração natural presentes em comunidades savânicas e, portanto, avaliar a importância do banco de sementes nesse processo, é essencial para prever como estas comunidades respondem a mudanças ambientais.

A Estação Ecológica de Assis (EEcA), localizada no oeste do estado de São Paulo, preserva um dos últimos remanescentes de Cerrado desta região (Instituto Florestal/ SMA 2010). Pinheiro & Durigan (2009), em estudo que avaliou a dinâmica espaço-temporal do Cerrado da EEcA, mostraram que o mosaico de fitofisionomias tem mudado nas últimas décadas, com uma tendência de expansão do componente arbóreo na maior parte da área protegida. O processo de adensamento da vegetação coincide com a proteção da área contra o fogo e interrupção das atividades agropecuárias a partir de 1959, quando passou a ser propriedade do Estado. Portanto, parte do mosaico de vegetação da EEcA corresponde a diferentes estádios sucessionais, tendo o cerradão como possível clímax (Pinheiro & Durigan 2009).

Considerando que a maior parte das áreas de cerrado típico e denso podem se transformar em cerradão, ao longo do tempo, com o presente estudo buscou-se responder às seguintes questões: o banco de sementes constitui estratégia de regeneração natural para as espécies do Cerrado? Como a riqueza em espécies e abundância de sementes variam ao longo do gradiente de fisionomias? A riqueza e abundância de sementes são influenciadas pelas estações do ano?

## **Métodos**

### **Método de amostragem**

Amostras do banco de sementes foram coletadas nas estações chuvosa (janeiro) e seca (agosto) de 2009 e 2010, considerando os padrões de dispersão da maioria das espécies do cerrado (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). Em cada período de coleta, amostras de solo e serrapilheira foram retiradas de três pontos distribuídos aleatoriamente dentro de cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>. Deste modo, em cada período de coleta, foram coletadas um total de 30 amostras de solo e 30 amostras de serrapilheira por fisionomia ou estágio sucessional (cerrado típico, cerrado denso e cerradão). A distribuição dos pontos de amostragem em campo foi feita por meio de sorteio de pares de pontos em um plano de coordenadas cartesianas, utilizando o programa Microsoft Office Excel. Em cada nova estação de coleta, um novo sorteio foi realizado, excluindo os pontos amostrados na estação anterior.

O solo foi coletado em cada ponto por meio de um amostrador metálico de 25 × 25 × 5 cm (Figura 20). Com o coletor fixado no solo, toda a serrapilheira delimitada pelas bordas do molde foi removida e seu conteúdo foi acondicionado separadamente. Em seguida, o solo foi coletado até a profundidade de 5 cm, totalizando um volume de 3125 cm<sup>3</sup> por amostra. Estudos anteriores mostram que a maior parte das sementes presentes solo se concentra nas camadas mais superficiais do solo (Simpson et al. 1989, Pearson et al. 2002). As amostras de solo e serrapilheira foram acondicionadas em sacos plásticos pretos e transportadas para casa de vegetação da Universidade Federal de São Carlos.



Figura 20. Amostrador metálico utilizado para coleta de solo e serrapilheira no cerrado da Estação Ecológica de Assis, SP.

### **Tratamento e armazenamento**

A composição florística e a densidade do banco de sementes presente no solo e na serrapilheira foram avaliadas através do método de emergência de plântulas (Simpson et al. 1989). Neste estudo, portanto, foi analisada a fração germinável do banco de sementes. As amostras de solo foram peneiradas para separação de fragmentos de folhas e raízes e transferidas para bandejas plásticas de  $38 \times 25 \times 6$  cm (Figura 21).



Figura 21. Bandejas utilizadas para o experimento de emergência de plântulas do banco de sementes do solo coletado no cerrado da Estação Ecológica de Assis, SP.

Para as amostras de serrapilheira, foram utilizadas bandejas de alumínio de 21 × 26 cm (Figura 22), contendo aproximadamente 1365 cm<sup>3</sup> de solo (21 × 26 × 2,5 cm), esterilizado previamente em estufa a 105 °C, por 72 horas. Para cada nove bandejas de solo e de serrapilheira, foi adicionada uma bandeja controle contendo solo estéril (seco em estufa a 105 °C, por 72 horas), para identificação de diásporos contaminantes.



Figura 22. Bandejas utilizadas para o experimento de emergência de plântulas do banco de sementes da serrapilheira coletada no cerrado da Estação Ecológica de Assis, SP.

As bandejas foram colocadas em casa de vegetação construída com estrutura lateral de tela de arame e cobertura de telhas transparentes, sem sombrite. As bandejas foram cobertas com plástico cristal para evitar contaminação de propágulos externos e minimizar o ressecamento excessivo das amostras. As amostras foram molhadas periodicamente, utilizando mangueira e esguicho, de modo a manter o solo levemente úmido e evitar ressecamento excessivo ou encharcamento do solo das amostras. Para minimizar a perda de água, as bandejas utilizadas não apresentavam aberturas para escoamento da água de irrigação. A irrigação periódica e a proteção das amostras contra ressecamento serviram também para minimizar variações de disponibilidade hídrica durante o período do experimento.

A germinação de sementes foi avaliada semanalmente durante 20 semanas. Em cada observação, as plântulas emergentes foram contadas e removidas das bandejas. Quando não foi possível a identificação até espécie, as plântulas foram transplantadas individualmente para sacos plásticos para garantir seu desenvolvimento. Após dez semanas de avaliação, o conteúdo das bandejas foi revolvido cuidadosamente para promover a germinação de sementes enterradas ou sombreadas (Simpson et al. 1989).

### **Análise dos dados**

A riqueza e abundância em cada parcela foram obtidas a partir da soma do número total de espécies e de plântulas que emergiram das três amostras coletadas. A densidade de sementes (sementes  $m^{-2}$ ) foi calculada a partir da abundância em cada amostra, individualmente. As variáveis densidade média de sementes (sementes  $m^{-2}$ ) e riqueza (número de espécies) foram calculadas para cada fisionomia (cerrado típico, cerrado denso e cerradão) e para cada amostragem (estações seca e chuvosa de 2009 e 2010). Por ter apresentado valores de riqueza e densidade muito baixos, os dados do banco de sementes da serrapilheira foram somados aos dados do solo e para análise em conjunto.

Análises de variância permutacional multivariada com três fatores (PERMANOVA) foram utilizadas para avaliar o efeito do tipo de vegetação e da variação anual da estação de coleta sobre a estrutura do banco de sementes. Sem considerar pressupostos de normalidade ou homocedasticidade, o PERMANOVA testa modelos complexos por meio de estatística F, permutações e medidas de similaridade. Além disso, permite que sejam aplicados testes pareados *a posteriori* entre os níveis testados e entre interações (Anderson 2001). Foi utilizado como fator fixo nessa análise a “fisionomia” (três níveis: cerrado típico, cerrado denso e cerradão), e como fatores aleatórios foram utilizados o “ano” (dois níveis: 2009 e

2010) e “estação do ano” (dois níveis: estação chuvosa ou estação seca). Uma análise de variância permutacional multivariada foi feita para as espécies de gramíneas e ciperáceas separadamente, utilizando os níveis fisionomia (três níveis: cerrado típico, cerrado denso e cerradão) e estação do ano (dois níveis: estação chuvosa ou estação seca). As análises foram feitas no programa PERMANOVA (Anderson 2001), a partir de 10.000 permutações e utilizando a distância de Bray-Curtis como medida de similaridade. Foi utilizado um nível de significância de 5% nas análises, a fim de reduzir a possibilidade de resultados significativos gerados ao acaso (erro do tipo 1; Zar 1999, Williams et al. 2005).

As espécies foram classificadas em seis categorias de formas de vida: árvores, arvoretas, arbustos, subarbustos, trepadeiras e herbáceas. Árvores foram definidas como indivíduos lenhosos, com altura  $\geq 3$  m, fuste principal bem definido e copa desenvolvida. Plantas lenhosas de até 3 m de altura e copa pouco desenvolvida foram classificadas como arvoretas. Os arbustos foram definidos como indivíduos lenhosos, de até 2 m de altura, que se ramificam desde a base. Plantas lenhosas, com ramificações partindo da base e altura máxima de 50 cm foram classificadas como subarbustos. Trepadeiras foram determinadas como plantas lenhosas ou não lenhosas, com hábito escandente ou trepador. Plantas herbáceas foram definidas como ervas terrestres, incluindo gramíneas e ciperáceas. Plantas vasculares, que utilizam outras plantas como suporte foram consideradas epífitas (Ghazoul & Sheil 2010).

As espécies foram classificadas em espécies “generalistas” ou “típicas de cerrado” (Durigan et al. 2004a, 2004b). Espécies típicas são aquelas encontradas exclusivamente em fisionomias do cerrado; enquanto que espécies generalistas são aquelas que podem ser encontradas em outras formações vegetais, além do cerrado.

Para verificar se houve mudanças na abundância e riqueza de espécies e formas de vida no banco de sementes ao longo do gradiente fisionômico, foram utilizados dados de área basal do componente arbóreo como representantes dos valores de biomassa no gradiente de

vegetação. Estes dados foram obtidos de Pinheiro (2008, 2012), que amostrou todas as árvores com DAP  $\geq 5$  cm dentro de cada parcela de 1000 m<sup>2</sup>. A partir dos valores de DAP, foram calculados os valores individuais de área basal que, posteriormente, foram somados para obtenção da área basal total por parcela. Foi calculado o coeficiente de correlação de Spearman e foram feitas análises de regressão linear para verificar se a abundância total e a riqueza de espécies e de formas de vida ao longo do gradiente de vegetação são explicadas pela variável área basal (variável preditora). Para as análises de correlação, o nível de significância considerado foi de 5%. As análises de correlação de Spearman e as regressões lineares foram feitas utilizando o pacote estatístico R (R Core Development Team, Vienna, Austria). Nenhuma das variáveis usadas nos modelos de regressão violaram os pressupostos de normalidade e homogeneidades de variâncias.

## **Resultados**

No banco de sementes do cerrado da EECa emergiram 4965 indivíduos, classificados em 106 espécies (Apêndice 3). Do total de sementes germinadas, 4747 plântulas e 105 espécies foram amostradas no banco de sementes do solo, enquanto que 218 indivíduos e 22 espécies foram obtidos na serrapilheira. Todas as espécies identificadas na serrapilheira foram comuns ao banco de sementes do solo. A densidade média de sementes germinadas foi de 221 ( $\pm 371$ ) sementes m<sup>-2</sup>, variando de 0 a 5872 sementes m<sup>-2</sup>. As famílias Melastomataceae (13), Asteraceae (12), Fabaceae (9) e Poaceae (9) apresentaram os maiores valores para riqueza. Mais de 80% dos indivíduos pertenciam às famílias Melastomataceae (35%), Cyperaceae (34%) e Poaceae (12%), que foram predominantes em todos os períodos de coleta e em todas as fisionomias.

*Rhynchospora corymbosa* e *Miconia albicans* foram as espécies mais abundantes em todas as coletas, contribuindo com 27% e 20% do total de sementes germinadas, respectivamente. Com valores de abundância intermediária, destacaram-se *Panicum sellowii* (277; 5,5%), *Cyperus flavus* (270; 5,4%) e *Tibouchina stenocarpa* (207; 4%). A maioria das espécies identificadas (65%) apresentou baixos valores de abundância, sendo representadas por até 10 indivíduos.

A PERMANOVA indicou diferenças significativas quanto à riqueza e abundância de plântulas entre os anos de 2009 e 2010 ( $F = 3,49$ ,  $P = 0,0002$ ) e entre as estações seca e chuvosa ( $F = 4,08$ ,  $P = 0,0001$ ) (Tabela 8). As comparações pareadas indicaram diferenças significativas entre todos os pares, exceto entre as estações seca de 2009 e 2010 (Tabela 8). Na estação chuvosa de 2009 foi registrado o maior número de plântulas (1660; 33,4%), seguida pela estação seca de 2010 (1322; 26,6%), chuvosa de 2010 (1034; 20,9%) e estação seca de 2009 (949; 19,1%). Do total de 106 espécies identificadas no banco de sementes, 20 espécies apareceram exclusivamente na estação chuvosa, 29 espécies germinaram apenas na estação seca e 58 morfotipos foram comuns às duas estações. Nas estações chuvosas de 2009 e 2010 foram identificadas 60 e 53 espécies, respectivamente, enquanto que nas estações secas os valores registrados foram superiores, chegando a 62 espécies em 2009 e 67 espécies em 2010.

Tabela 8. Valores de significância ( $P < 0,01$ ) da análise de variância multifatorial a partir da riqueza e do número de plântulas germinadas nos anos de 2009 e 2010 e nas estações chuvosa e seca. Valores de  $P$  em negrito indicam diferenças significativas.

Fatores/ Interação	F	$P$
Ano 2009 × ano 2010	3,49	<b>0,0002</b>
Estação seca x estação chuvosa	4,08	<b>0,0001</b>
Seca 2009 × Chuvosa 2009	1,97	<b>0,0001</b>
Chuvosa 2009 × Chuvosa 2010	1,04	0,3201
Seca 2009 × Seca 2010	2,61	<b>0,0001</b>
Chuvosa 2010 × Seca 2009	1,93	<b>0,0001</b>
Chuvosa 2009 × Seca 2010	1,90	<b>0,0001</b>
Chuva 2010 × Seca 2010	2,02	<b>0,0001</b>

Com relação às comparações entre os tipos fisionômicos, a análise PERMANOVA mostrou diferenças significativas ( $F = 10,41$ ,  $P = 0,0002$ ) entre cerrado típico, cerrado denso e cerradão (Tabela 9). Considerando todas as amostragens, o cerrado denso apresentou os maiores valores para abundância (2173) e riqueza em espécies (77). No cerrado denso, foi observada maior dominância, com *Miconia albicans*, *Rhynchospora corymbosa* e *Panicum sellowii* representando 72% dos indivíduos (Tabela 10). O cerrado típico apresentou um total de 60 espécies e abundância de 1561 plântulas. Quatro espécies somaram 61% dos indivíduos (Tabela 10). A riqueza e abundância calculadas para as amostras de cerradão foram 62 espécies e 1231 plântulas, respectivamente. No cerradão, a distribuição dos indivíduos entre as espécies foi mais balanceada, com 66% dos indivíduos distribuídos entre 11 espécies. As espécies mais abundantes no cerradão foram *Rhynchospora corymbosa*, *Cyperus flavus*, *Panicum sellowii* e *Siparuna guianensis* (Tabela 10). Quando consideradas as interações fisionomia *versus* estação de coleta, o cerrado típico e o cerrado denso não apresentaram

diferenças significativas, enquanto que o cerrado mostrou diferenças significativas quando comparado com o cerrado típico e cerrado denso em todos os períodos de amostragem (Tabela 9).

Tabela 9. Valores de significância ( $P < 0,01$ ) da análise de variância multifatorial a partir da riqueza em espécies e do número de sementes germinadas no cerrado típico, cerrado denso e cerrado, e suas interações com as estações de amostragem (estações seca e chuvosa de 2009 e 2010). Valores de  $P$  em negrito indicam diferenças significativas.

<b>Fatores/ Interação</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Fitofisionomias		
Típico × Denso	1,73	<b>0,0005</b>
Típico × Cerradão	3,29	<b>0,0001</b>
Denso × Cerradão	3,76	<b>0,0001</b>
Estação Chuvosa 2009		
Típico × Denso	1,16	0,1747
Típico × Cerradão	2,05	<b>0,0001</b>
Denso × Cerradão	1,98	<b>0,0001</b>
Estação Seca 2009		
Típico × Denso	1,43	0,0202
Típico × Cerradão	1,91	<b>0,0002</b>
Denso × Cerradão	2,51	<b>0,0001</b>
Estação Chuvosa 2010		
Típico × Denso	1,19	0,1438
Típico × Cerradão	1,93	<b>0,0001</b>
Denso × Cerradão	1,83	<b>0,0002</b>
Estação Seca 2010		
Típico × Denso	1,36	0,0437
Típico × Cerradão	2,31	<b>0,0001</b>
Denso × Cerradão	2,71	<b>0,0001</b>

Tabela 10. Número de indivíduos (N) e abundância relativa (AR) das espécies mais importantes amostradas no banco de sementes do cerrado típico, cerrado denso e cerradão da Estação Ecológica de Assis, SP.

Fitofisionomias	Espécies	AR (%)
Cerrado típico	<i>Rhynchospora aurea</i>	34.8
	<i>Miconia albicans</i>	11.4
	<i>Tibouchina stenocarpha</i>	8.3
	<i>Tibouchina gracilis</i>	6.7
Cerrado denso	<i>Miconia albicans</i>	34.4
	<i>Rhynchospora aurea</i>	30.7
	<i>Panicum sellowii</i>	6.7
Cerradão	<i>Rhynchospora aurea</i>	12.6
	<i>Cyperus flavus</i>	11.0
	<i>Panicum sellowii</i>	8.3
	<i>Siparuna guianensis</i>	7.8

Gramíneas e ciperáceas, em conjunto, representaram 46% das plântulas, sendo distribuídas entre nove e três espécies, respectivamente (Tabela 11). Quatro espécies de gramíneas apresentaram menos de 30 indivíduos, considerando todas as amostragens (Tabela 11). A composição e a abundância destes grupos variaram significativamente entre as estações de coleta ( $F = 6,04$ ,  $P = 0,0001$ ), exceto entre as duas estações secas ( $F = 0,79$ ,  $P = 0,689$ ). As espécies mais abundantes, como *Rhynchospora corymbosa*, *Panicum sellowii* e *Cyperus flavus* ocorreram em todas as estações (Tabela 11). Entretanto, algumas espécies apresentaram picos de germinação em uma estação específica. *Setaria* sp e *Panicum sellowii* foram mais abundantes nas duas estações chuvosas. *Rhynchospora corymbosa* apresentou um pico de germinação na primeira estação chuvosa, quando foram amostrados 517 indivíduos desta

espécie. Nas comparações entre fisionomias, o cerrado típico e o cerrado denso não diferiram quanto à abundância de gramíneas e ciperáceas ( $F = 1,50$ ,  $P = 0,043$ ). A distribuição de indivíduos entre as espécies, e não a composição de espécies, foi determinante para as diferenças obtidas entre os tipos de vegetação, visto que o número de espécies comuns entre os estádios sucessionais variou entre oito e nove espécies.

Tabela 11. Abundância relativa (%) de gramíneas e ciperáceas registradas no banco de sementes do gradiente fisionômico (CT: cerrado típico, CD: cerrado denso, CO: cerradão), e estações do ano (1: chuvosa 2009, 2: seca 2009, 3: chuvosa 2010, 4: seca 2010).

Espécies	Fitofisionomias			Estações do ano			
	CT	CD	CAO	1	2	3	4
<i>Rhynchospora corymbosa</i>	34,8	30,7	12,6	31,1	37,8	10,3	28,9
<i>Setaria</i> sp.	3,9	2,2	4,9	4,9	1,6	6,8	0,2
<i>Panicum sellowii</i>	30	6,7	8,3	103	3,4	9,5	3,3
<i>Cyperus flavus</i>	1,9	2,8	11	6,2	8,2	7,3	3,0
<i>Fimbristylis</i> sp	2,2	1,3	0,9	2,6	1,4	0,4	1,1
<i>Merostachys skvortzovii</i>	-	13	1,4	0,5	0,3	0,5	1,1
<i>Digitaria nuda</i>	0,1	0,6	0,9	0,7	0,2	0,2	-
Poaceae sp. 1	1,5	0,9	2,4	-	1,9	3,8	1,3
<i>Panicum</i> sp. 1	-	0,4	1,1	-	0,8	-	1,0
Poaceae sp. 2	0,1	-	-	-	-	0,2	-
<i>Andropogon leucostachyus</i>	-	0,1	-	0,1	-	-	0,1
<i>Panicum</i> sp. 2	0,1	0,1	-	-	-	-	0,4

As herbáceas representaram a forma de vida predominante no banco de sementes do Cerrado da EECA, tanto em riqueza (32 espécies, 30%), como no número de sementes germinadas (2503 indivíduos, 52%), em todas as fisionomias (Figura 23). Árvores, trepadeiras, arbustos, subarbustos e arvoretas apareceram em ordem decrescente quanto à

riqueza em espécies (Figura 23). Depois das espécies herbáceas, arvoretas e árvores apresentaram a maior abundância relativa. A alta representatividade das arvoretas deveu-se, sobretudo, aos elevados valores de abundância relativa de *Miconia albicans*.

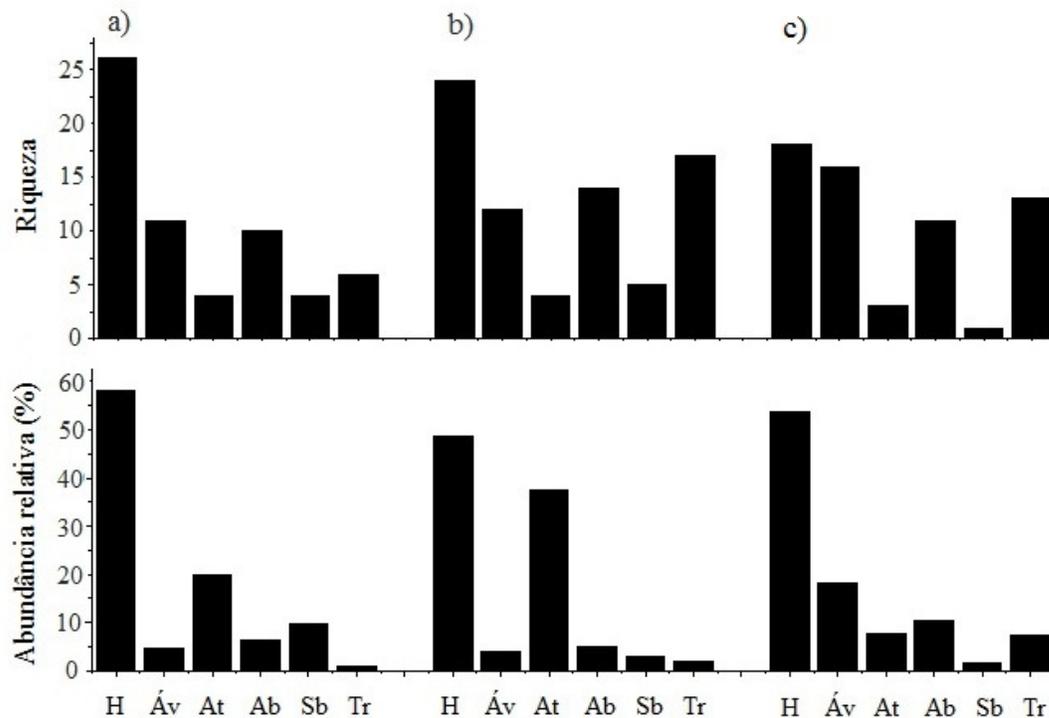


Figura 23. Riqueza em espécies e abundância relativa de formas de vida amostradas no banco de sementes do cerrado típico (a), cerrado denso (b) e cerradão (c). H: herbáceas, Áv: árvores, At: arvoretas, Ab: arbustos, Ab: subarbustos, Tr: trepadeiras.

Com relação às mudanças na riqueza e abundância ao longo do gradiente fisionômico, não houve correlação significativas entre essas variáveis e a área basal ( $r_s = 0,1804$ ,  $P = 0,3400$ ; Tabela 12). Entretanto, quando a variação de cada uma das formas de vida foi testada separadamente ao longo do gradiente de vegetação, foram encontrados resultados significativos para árvores, arbustos, trepadeiras e herbáceas (Tabela 12). Houve um aumento significativo na riqueza de árvores e arbustos, com o adensamento da vegetação. A riqueza de espécies arbóreas aumentou, em média, 70% do cerrado típico para o cerradão (Figura 24).

Para os arbustos, o aumento em riqueza de espécies ao longo do gradiente fisionômico foi de 60%, em média. A mesma tendência foi encontrada para a abundância de árvores e trepadeiras (Figura 24). Ao longo do gradiente, a abundância aumentou em 220% para indivíduos arbóreos e 475% para trepadeiras. Resultados significativos também foram encontrados para a riqueza de herbáceas, que diminuiu em média 39%, do cerrado típico para o cerradão (Figura 24).

Tabela 12. Coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ) e coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para riqueza em espécies e abundância do banco de sementes em relação à área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ). Valores de  $P$  estão entre parêntesis; valores em negrito indicam coeficientes significativos.

Riqueza em espécies	Área basal ( $m^2 ha^{-1}$ )	
	$r_s$	$r^2$
Comunidade	0,1804 (0,3400)	
Árvores	<b>0,5300 (0,0022)</b>	<b>0,29 (0,0022)</b>
Arbustos	<b>0,3700 (0,0438)</b>	<b>0,12 (0,0500)</b>
Subarbustos	-0,3435 (0,0630)	
Trepadeiras	<b>0,3667 (0,0462)</b>	0,6230 (0,1805)
Herbáceas	<b>-0,4896 (0,0060)</b>	<b>-0,26 (0,0037)</b>
Abundância		
Comunidade	-0,1593 (0,4004)	
Árvores	<b>0,7149 (0,0000)</b>	<b>0,5212 (0,0000)</b>
Arvoretas	-0,2480 (0,1862)	
Arbustos	0,2516 (0,1797)	
Subarbustos	-0,3261 (0,0785)	
Trepadeiras	<b>0,6091 (0,0003)</b>	<b>0,3452 (0,0009)</b>
Herbáceas	-0,3104 (0,0949)	

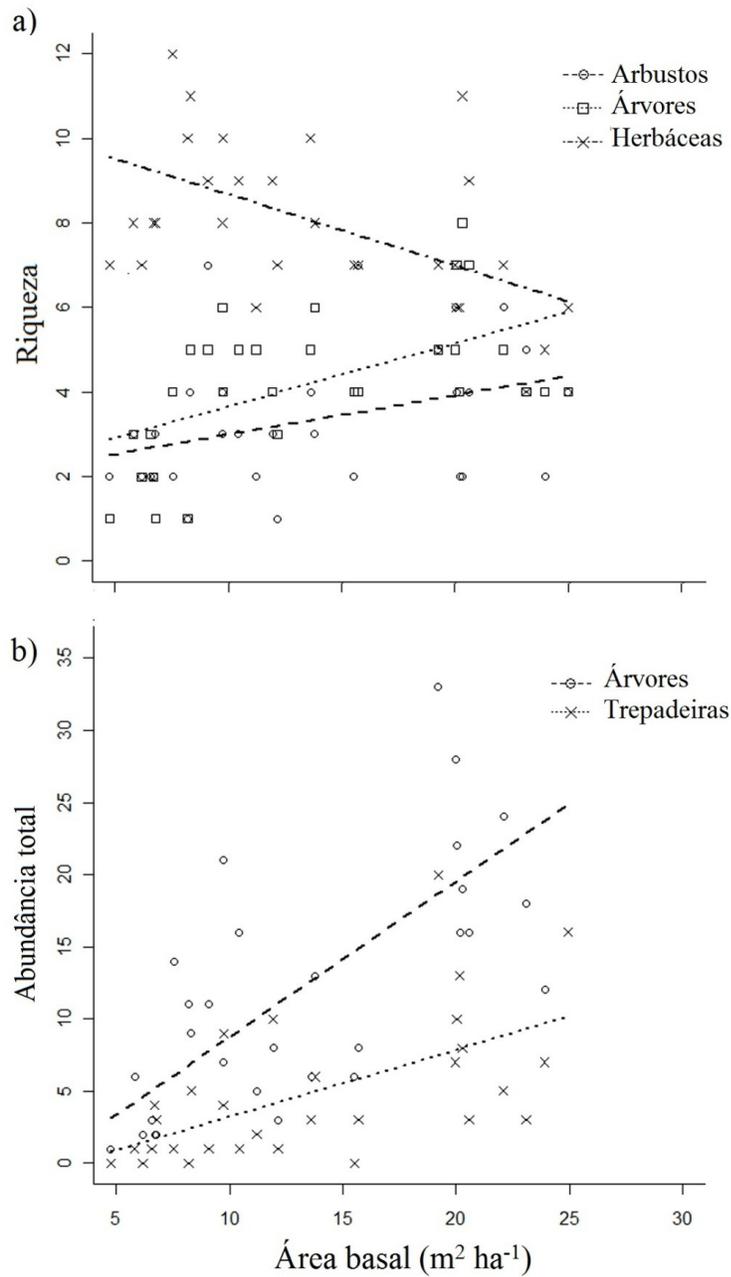


Figura 24. Correlação entre área basal ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) e (a) riqueza em espécies de árvores ( $r^2 = 0,29$ ,  $P = 0,0022$ ), arbustos ( $r^2 = 0,12$ ,  $P = 0,0500$ ) e herbáceas ( $r^2 = 0,26$ ,  $P = 0,0037$ ), e (b) abundância total de árvores ( $r^2 = 0,5212$ ,  $P = 0,0000$ ) e trepadeiras ( $r^2 = 0,3452$ ,  $P = 0,0009$ ) do banco de sementes ao longo do gradiente fisionômico cerrado típico-cerradão.

Do total de 107 morfotipos identificados no banco de sementes, foi possível classificar 85 (80%) espécies em generalistas ou típicas de cerrado (Apêndice 3). As espécies generalistas prevaleceram em relação às típicas de cerrado, em todas as fisionomias, quanto à riqueza e abundância (Figura 25). *Miconia albicans* foi a espécie típica mais importante em todos os estádios sucessionais. A maior proporção em número de espécies típicas foi encontrada no cerrado típico, constituindo 22% das espécies identificadas. No cerrado denso, foi registrada a maior proporção de indivíduos (abundância) de espécies típicas do cerrado, somando 41% das plântulas.

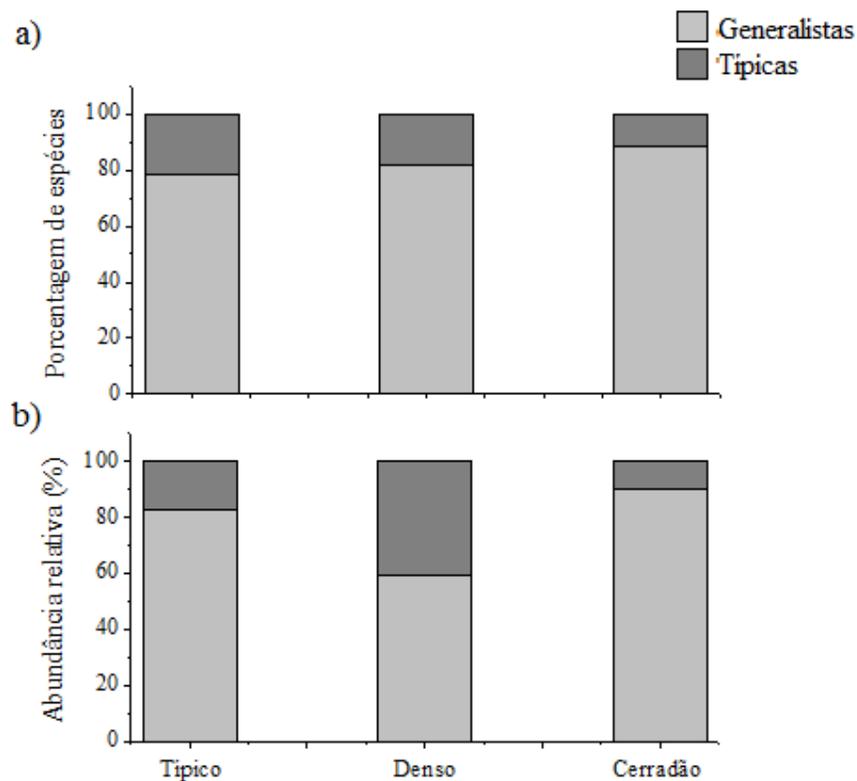


Figura 25. Porcentagem de espécies (a) e abundância relativa (b) de espécies típicas de cerrado e espécies generalistas amostradas no banco de sementes do cerrado típico, cerrado denso e cerradão.

## Discussão

A densidade de sementes obtida neste estudo ( $220 \pm 371$  sementes  $m^{-2}$ ) ficou dentro dos valores apresentados por Garwood (1989) para florestas tropicais (25 - 3350 sementes  $m^{-2}$ ) e foi similar às registradas em estudos no Cerrado e outras savanas (Andrade 2002, Williams et al. 2005, Salazar et al. 2011). Entretanto, a densidade média foi mais baixa em comparação com outros estudos em savanas, os quais registraram valores médios entre 757 e 1702 sementes  $m^{-2}$  (Sasaki et al. 1999, Pérez & Santiago 2001, Xavier 2010). A baixa densidade de sementes depositadas na serrapilheira foi consistente em todo o gradiente fisionômico, apresentando valores sempre inferiores a 12 sementes  $m^{-2}$ . Esse padrão também foi registrado em estudo conduzido no cerrado de Brasília, no qual apenas 10% das sementes viáveis amostradas no banco de sementes eram provenientes da camada de serrapilheira (Andrade 2002).

Nas camadas mais superficiais do solo, a dinâmica de entrada e saída de sementes pode se dar de forma distinta da dinâmica das camadas inferiores, e depende da importância relativa de cada um dos fatores que influenciam o fluxo de sementes no banco (Dalling et al. 1997). Na serrapilheira, as sementes estão mais sujeitas aos efeitos da predação (Louda 1989, Price & Joyner 1997), do dessecamento e das altas temperaturas (Roberts 1981, Bazzaz 2000), especialmente nas fisionomias mais abertas (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). Além disso, nesta camada, se concentram sementes maiores que não são soterradas facilmente (Vazquez-Yanes & Orozco-Segovia 1993). Portanto, esse conjunto de condições pode levar à perda de viabilidade em tempo relativamente mais curto (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006).

O banco de sementes germinável da EECa apresentou forte dominância de poucas espécies, em todas as fisionomias e amostragens. A alta abundância relativa de poucas espécies e a ocorrência de um grande número de espécies raras são frequentemente

observadas na maior parte dos trabalhos sobre banco de sementes (Garwood 1989, Wright & Clarke 2009). Embora o método de germinação possa favorecer algumas espécies (Gross 1990), tal padrão está possivelmente relacionado com as características fisiológicas e morfológicas responsáveis pela manutenção de sementes viáveis no solo (Thompson & Grime 1979, Baskin & Baskin 1989, Fenner 1995, Grime 2002). Tal como obtido nesse estudo, espécies das famílias Cyperaceae e Melastomataceae são relativamente comuns no banco de sementes de regiões tropicais (Saulei & Swaine 1988, Baider et al. 2001, Andrade 2002, Leck & Schütz 2005, Maia et al. 2004, Costalonga et al. 2006, Lopes et al. 2006, Pereira-Diniz & Ranal 2006, Silva & Silva Matos 2006, Medina & Fernandes 2007, Salazar et al. 2011, Xavier 2011). As ciperáceas são, em geral, espécies cosmopolitas que possuem alta capacidade de persistência em solos pobres em nutrientes (Lorenzi 2000). Além disso, apresentam sementes diminutas, que podem apresentar adaptações morfológicas para diferentes mecanismos de dispersão (Kern 1974 *apud* Leck & Schütz 2005). Provavelmente devido a essas e outras características, as ciperáceas podem formar bancos de sementes persistentes (Schütz 2000, Leck & Schütz 2005). O gênero *Miconia* produz grande número de sementes pequenas, que possuem longevidade relativamente grande. Estas características favorecem a formação de banco de sementes representativo (Andrade 2002, Pearson et al. 2002), especialmente em áreas protegidas do fogo (Hoffmann 1998, Xavier 2010) e em ambientes onde a luz é fator limitante (Salazar et al. 2011).

Neste estudo, a formação de um banco de sementes de caráter contínuo, ou seja, que ocorreu em todos os períodos de amostragem, foi uma estratégia de regeneração adotada por poucas espécies amostradas. Com exceção de *Rhynchospora corymbosa*, *Miconia albicans*, *Cyperus flavus* e *Panicum sellowii*, que foram registradas em todos os períodos de amostragem em abundância relativamente alta, os resultados indicaram que a maioria das espécies amostradas pode não formar um banco de sementes ou adota banco de sementes de

duração mais curta. Este padrão corrobora os resultados encontrados por outros autores em savanas e florestas estacionais (Vieira & Scariot 2006, Salazar et al. 2011, Marod et al. 2002).

Para a maioria das espécies, foram registradas flutuações na densidade de sementes entre as estações de coleta, sendo esta uma característica comum entre as espécies de ambientes tropicais (Thompson & Grime 1979). Estudos têm demonstrado que em ambientes estacionais como o Cerrado, a frutificação e a dispersão de propágulos de muitas espécies seguem um ritmo anual, sincronizadas com o início da estação chuvosa (Monasterio & Sarmiento 1976, Williams et al. 2005, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Salazar et al. 2011). Tal estratégia favorece a germinação e estabelecimento de plântulas, e constitui mecanismo mais eficiente no controle do recrutamento (Salazar et al. 2011, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006, Oliveira 2008). Ao adotarem esse tipo de estratégia, em que a dispersão é seguida pela germinação sob condições favoráveis da estação chuvosa, várias espécies do cerrado não mantêm sementes viáveis no solo, ou as mantêm por curtos períodos (Garwood 1989).

Os resultados desse estudo mostram uma grande diferença entre a composição do banco de sementes e da vegetação estabelecida. Das espécies arbóreas mais comuns no banco de sementes, apenas *Siparuna guianensis* e *Xylopia aromatica* também foram abundantes nos estratos intermediário ( $h < 1,30$  m e  $DAP < 5$  cm; Capítulo 1) e arbóreo ( $DAP \geq 5$  cm; Pinheiro 2008) da comunidade vegetal. Do mesmo modo, as espécies arbóreas mais comuns amostradas no estrato superior da vegetação (Pinheiro 2008, Capítulo 1) apresentaram abundância relativa muito pequena ou não foram registradas no banco, como é o caso de *Ocotea corymbosa*, *Myrcia guianensis*, *Vochysia tucanorum*, *Copaifera langsdorfii*, *Myrcia multiflora* e *Protium heptaphyllum*. Diferenças entre a composição do banco de sementes e a vegetação estabelecida são esperadas e têm sido reportadas por outros autores em regiões tropicais (Saulei & Swaine 1988, Parker et al. 1989, Peco et al. 1998, Hopfensperger 2007,

Salazar et al. 2011). Essa discrepância pode ser resultado da variação inter-específica na chuva de sementes e na longevidade das sementes no solo, associadas a outros fatores (Louda 1989). Por exemplo, sementes de espécies arbóreas possuem, em geral, baixa longevidade (Louda 1989) e sofrem maior pressão de predação se comparado com outras formas de vida (Louda 1989, Vieira & Scariot 2006).

Flutuações sazonais foram detectadas no banco de sementes da área de estudo, porém sem um padrão definido entre as estações seca e chuvosa. Em 2009, obteve-se o maior número de plântulas na estação chuvosa, porém esse padrão não se repetiu no ano de 2010, e pode estar relacionado com a precipitação total registrada na estação seca precedente. Em 2009, a precipitação total durante os meses mais secos do ano (abril a setembro) foi maior (602,8 mm) que os valores registrados durante o mesmo período de 2008 (416,5 mm) e 2010 (232,7 mm). Além disso, o número de dias sem chuva assinalados entre os meses de abril e setembro foi consideravelmente menor em 2009 (108) se comparado com o registrado em 2008 (130) e 2010 (135), sobretudo no final da estação. Assim, condições climáticas mais favoráveis podem ter antecipado a germinação das sementes dispersas no final da estação seca de 2009, provocando um “esvaziamento” no banco de sementes coletado na estação chuvosa de 2010. Salazar et al. (2011) encontraram padrão semelhante para o banco de sementes em um gradiente topográfico no cerrado de Brasília.

As maiores densidades no banco de sementes dos cerrados denso e típico também podem estar relacionadas a fatores edáficos, assim como à maior heterogeneidade ambiental dessas fisionomias. Segundo Baskin & Baskin (1989), a alta heterogeneidade espacial encontrada em trabalhos sobre bancos de sementes pode ser resultado, entre outros fatores, de diferenças nas características químicas e físicas do solo, mesmo entre sítios próximos. No cerrado da EECA, as características relacionadas à estrutura do solo e, portanto, à sua capacidade de retenção de água, são os atributos que melhor explicam a variação na

abundância do componente arbóreo (i.e., biomassa) ao longo do gradiente sucessional (Assis et al. 2011). Sendo assim, o aumento da disponibilidade de água no solo ao longo do gradiente, em direção ao cerradão, oferece maior oportunidade de germinação e estabelecimento de espécies arbóreas. Em geral, as sementes de espécies arbóreas são recalcitrantes e devem germinar rapidamente após a dispersão (Fenner & Thompson 2005). Por outro lado, os solos dos cerrados típico e denso, que possuem menor razão argila/areia e, conseqüentemente, menor capacidade de retenção de água, tendem a manter bancos de sementes persistentes ou transitórios, em resposta a períodos de maior estresse hídrico. A influência da disponibilidade de água no solo na formação de bancos de sementes e recrutamento de plântulas tem sido reportada em outros trabalhos conduzidos em regiões tropicais (Marod et al. 2002, Thompson et al. 2003, Baskin & Baskin 2004, Moles & Westoby 2004a, Moles & Westoby 2004b, Williams et al. 2005, Anderson et al. 2012, Salazar et al. 2011, Casillo et al. 2012).

Ao longo do gradiente fisionômico, foram detectadas variações na riqueza de árvores, arbustos e herbáceas, e mudanças na abundância de espécies arbóreas e trepadeiras. A alta representatividade de espécies herbáceas, tanto monocotiledôneas como dicotiledôneas, tem sido previamente reportada em outras savanas (Williams et al. 2005, Anderson et al. 2012). As espécies arbóreas, por sua vez, apresentaram um aumento na riqueza e abundância na direção do cerradão, sendo esta uma tendência esperada para florestas maduras (Garwood 1989, Bazzaz 2000). Segundo Andrade (2002), a proteção contra distúrbios como fogo e pastagem intensiva tende a favorecer a importância relativa de plantas dicotiledôneas no banco de sementes. Embora a riqueza de herbáceas tenha diminuído do cerrado típico para o cerradão, sua abundância foi semelhante entre as fisionomias. Estes resultados sugerem que as herbáceas mais abundantes, como *Rhynchospora corymbosa*, *Panicum sellowii* e *Cyperus*

*flavus*, mantêm um banco de sementes no cerradão, mas não germinam em função da baixa disponibilidade de luz neste ambiente (Bazzaz 2000, Kanegae et al. 2000).

A predominância de espécies generalistas no banco de sementes em todo o gradiente fisionômico reflete o papel de áreas adjacentes mais antigas (no caso, áreas de cerradão) no fornecimento de sementes às porções mais jovens do gradiente. Segundo Bazzaz (2000), as porções mais antigas da vegetação podem influenciar de modo significativo as taxas de migração de propágulos e a identidade e padrão espacial de grupos ecológicos. Um dado conjunto de espécies pode favorecer determinados padrões de distribuição espacial, criando micro habitats específicos, os quais atuam como filtros ecológicos que favorecem algumas espécies e excluem outras (Bazzaz 2000, Kanegae et al. 2000). A presença de espécies típicas de sub-bosque de florestas, como *Siparuna guianensis*, no banco de sementes dos cerrados típico e denso pode sugerir parte deste processo.

## **Conclusões**

O banco de sementes não constitui estratégia de regeneração para a maioria das espécies amostradas, independentemente da fisionomia. Entretanto, para as espécies *Miconia albicans*, *Rynchospora corymbosa*, *Panicum sellowii* e *Cyperus flavus*, a elevada abundância e a distribuição homogênea de sementes entre as amostragens sugere a formação de um banco de sementes de caráter contínuo, que se mantém ao longo do gradiente de vegetação, e pode ser uma estratégia importante para a manutenção dessas populações.



## CONCLUSÃO GERAL

Retomando as perguntas inicialmente colocadas neste estudo, é possível concluir que a exclusão de fatores de perturbação, tais como o fogo e o pastoreio no cerrado da Estação Ecológica de Assis, pode causar uma homogeneização da estrutura da vegetação e perda de espécies em resposta ao adensamento da vegetação. Embora exista uma variação na distribuição de espécies e de indivíduos ao longo do tempo e ao longo do gradiente de vegetação, as estratégias de regeneração de poucas espécies generalistas têm sido favorecidas em detrimento de espécies típicas do cerrado, trazendo consequências para a organização da comunidade.

O banco de sementes, como estratégia de regeneração, parece ser mais representativo no cerrado típico e cerrado denso e é importante apenas para um grupo restrito de espécies, em sua maioria herbáceas. As fisionomias mais abertas pareceram mais dependentes do ritmo sazonal do clima do Cerrado, em relação à produção de frutos e ao acúmulo de sementes no solo se comparadas com o cerradão.

Com relação ao fluxo da chuva de sementes, pode-se supor que a alta abundância de sementes de algumas espécies arbóreas, como *Ocotea corymbosa* e *Rapanea umbellata* e a alta representatividade dessas mesmas espécies nos diferentes estratos da vegetação, em todas as fisionomias, exercem importante papel no processo de expansão do componente arbóreo ao longo do gradiente de vegetação.

O processo de homogeneização da vegetação, quanto à estrutura e composição florística, coloca sob questão as estratégias de manejo atualmente empregadas nas áreas destinadas à conservação do Cerrado. Possivelmente, outras áreas protegidas do fogo e pastejo, em condições semelhantes às do cerrado da EEcA, sofrerão, com o tempo, o mesmo processo de homogeneização florística e estrutural. O uso do fogo prescrito, como garantia de

manutenção de um mosaico de fitofisionomias em áreas protegidas, ainda é pouco estudado e não há informações conclusivas sobre qual a extensão e frequência ideais deste tipo de distúrbio para a manutenção e até para o incremento da diversidade beta. Considerando que a intensa fragmentação do Cerrado tem concentrado seu pool gênico em remanescentes disjuntos, pequenos e isolados e que há um conjunto de espécies de fauna e flora restritas às fisionomias savânicas, um debate mais cuidadoso sobre as implicações de manejo para estas comunidades se faz essencial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R. C. R. D. et al. Can native vegetation recover after slash pine cultivation in the Brazilian Savanna? **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 8, p. 1452-1459, 2011.
- ANDERSEN, A. N.; BRAITHWAITE, R. W.; COOK, G. D. et al. Fire research for conservation management in tropical savannas: Introducing the Kapalga fire experiment. **Australian Journal of Ecology**, v. 23, n. p. 95-110, 1998.
- ANDERSEN, A. N.; MÜLLER, W. J. Arthropod responses to experimental fire regimes in an Australian tropical savannah: ordinal-level analysis. **Austral Ecology**, v. 25, p. 199-209, 2000.
- ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, n. 26, p. 32-46, 2001.
- ANDERSON, T. M.; SCHUTZ, M.; RISCH, A. C. Seed germination cues and the importance of the soil seed bank across an environmental gradient in the Serengeti. **Oikos**, v. 121, p. 306-312, 2012.
- ANDRADE, L.A.Z. **Impacto do fogo no banco de sementes de cerrado sensu stricto**. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 175pp. 2002
- ARCHER, S.; SCIFRES, C.; BASSHAM, C. R.; MAGGIO, R. Autogenic succession in a subtropical savanna: conversion of grassland to thorn woodland. **Ecological Monographs**, v. 58, n. 2, p. 111-127, 1988.
- ASSIS, A. C. C. et al. Water availability determines physiognomic gradient in an area of low-fertility soils under Cerrado vegetation. **Plant Ecology**, v. 212, n. 7, p. 1135-1147, 2011.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica montana (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 319-328, 1999.

- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, p. 149-209, 1989.
- BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W. Some phenological patterns of Cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 4, p. 1-16, 1999.
- BATALHA, M. A.; MARTINS, F. R. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). **Australian Journal of Botany**, v. 52, p. 149-161, 2004.
- BAZZAZ, F. A. **Plants in changing environments**. 3ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2000.
- BOND, W. J. What limits trees in C4 grasslands and savannas? **Annual Review of Ecology and Systematics** v.39, p.641–659, 2008.
- BOND, W. J.; MIDGLEY, J. J. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 16, n. 1, p. 45-51, 2001.
- BOND, W. J.; WOODWARD, F. I.; MIDGLEY, G. F. The global distribution of ecosystems in a world without fire. **New Phytologist**, v. 165, p. 525-538, 2005.
- BOWMAN, D. M. J. S.; WALSH, A.; MILNE, D. J. Forest expansion and grassland contraction within a Eucalyptus savanna matrix between 1941 and 1994 at Litchfield National Park in the Australian monsoon tropics. **Global Ecology and Biogeography**, v. 10, n. 5, p. 535 - 548, 2001.
- BRAITHWAITE, R. W. Biodiversity and fire in the savanna landscape. In: SOLBRIG, O. T.; MEDINA, E.; SILVA, J. F. (eds.). **Biodiversity and Savanna Ecosystem Processes - a Global Perspective**. Berlin, Germany: Springer-Verlag, p. 121-140, 2006.

- BRANDO, P. M.; DURIGAN, G. Changes in cerrado vegetation after disturbance by frost (São Paulo State , Brazil ). **Plant Ecology**, v. 175, p. 205-215, 2004.
- BROOK, B. W.; BOWMAN, D. M. J. S. Postcards from the past: charting the landscape-scale conversion of tropical Australian savanna to closed forest during the 20th century. **Landscape Ecology**, v. 21, n. 8, p. 1253-1266, 2006.
- BURROWS D. M.; BURROWS W. H. Seed production and litter fall in some eucalypt communities in Central Queensland. **Australian Journal of Botany**, v. 40, p. 389–403, 1992.
- CASILLO, J.; KUNST, C.; SEMMARTIN, M. Effects of fire and water availability on the emergence and recruitment of grasses, forbs and woody species in a semiarid Chaco savanna. **Austral Ecology**, v. 37, p. 452-459, 2012.
- CECCON, E.; HERNANDEZ, P. Seed rain dynamics following disturbance exclusion in a secondary tropical dry forest in Morelos, Mexico. **Revista de Biología Tropical**, v. 57, p. 257–269, 2009.
- CHAZDON, R. L. Change and determinism in tropical forest succession. In: CARSON, W. P.; SCHNITZER, S. A. (ed.). **Tropical Forest Community Ecology**. Oxford, UK: Willey-Blackwell, p. 384-408, 2008.
- CHIDUMAYO, E. N. Climate and phenology of savanna vegetation in southern Africa. **Journal of Vegetation Science** , v. 12, p. 347-354, 2001.
- CHUVIECO, E. et al. Global burned-land estimation in Latin America using modis composite data. **Ecological Applications**, v.18, p. 64-79, 2008.
- COCHARD, R.; EDWARDS, P. J. Structure and biomass along an *Acacia zanzibarica* woodland-savanna gradient in a former ranching area in coastal Tanzania. **Journal of Vegetation Science**, v. 22, n. 3, p. 475-489, 2011.

- COSTA, J. B. P.; MELO, F. P. L.; SANTOS, B. A.; TABARELLI, M. Reduced availability of large seeds constrains Atlantic forest regeneration. **Acta Oecologica**, v. 39, p. 61-66, 2012.
- COSTALONGA, S. R.; et al. Florística do banco de sementes do solo em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta em Paula Cândido, MG. **Floresta**, v. 36, n. 2, p. 239-250, 2006.
- COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 1, p. 17-23, 1978.
- DALLING, J. W.; SWAINE, M. D.; GARWOOD, N. C. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. **Ecology**, v. 79, n. 2, p. 564-578, 1998.
- DAVIS, M. A.; PETERSON, D. W.; REICH, P. B. et al. Restoring savanna using Fire: impact on the breeding bird community. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 1, p. 30-40, 2000.
- DOUGLASS, L. L. et al. The effect of carbon credits on savanna land management and priorities for biodiversity conservation. **PloS One**, v. 6, n. 9, p. e23843, 2011.
- DUNCAN, R.S.; CHAPMAN, C.A. Seed dispersal and potential forest succession in abandoned agriculture in Tropical Africa. **Ecological Applications**, v. 9, p. 998-1008, 1999.
- DURIGAN, G. et al. A flora arbustivo-arbórea do Médio Paranapanema: base para a restauração dos ecossistemas naturais. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (orgs). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas & Letras, p. 199-239, 2004a.
- DURIGAN, G. et al. Fitossociologia e evolução da densidade da vegetação de cerrado em Assis, SP. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v.41, p.59-78, 1987.

- DURIGAN, G. et al. Inventário florístico do cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP. **Hoehnea**, v 26; p. 59–77, 1999.
- DURIGAN, G. et al. Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma perspectiva regional. **Hoehnea**, v. 30, p. 39-51, 2003.
- DURIGAN, G. et al. **Plantas do Cerrado Paulista: imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica. 2004b.
- DURIGAN, G. et al. The vegetation of priority areas for cerrado conservation in São Paulo state, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 60, n. 2, p. 217-241, 2003.
- DURIGAN, G.; RATTER, J. A. Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo State, Brazil, 1962–2000. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 63, n. 01, p. 119-130, 2006.
- EITEN, G. Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, v. 38, p. 201-341, 1972.
- FELFILI, J. M. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in central Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 91, p. 235-245, 1997.
- FELFILI, J. M. *et. al.* Changes in the floristic composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, n. 4, p. 579-590, 2000.
- FENNER, M.; THOMPSON, K. **The Ecology of Seeds**. Melbourne: Cambridge University Press, 2005.
- FENNER, M. Ecology of seed banks. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Org.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995, p.507-543.
- FLORES, S.; DEZZEO, N. Variaciones temporales en cantidad de semillas en el suelo y en lluvia de semillas en un gradiente bosque-sabana en la gran sabana, Venezuela. **Interciencia**, v 30, p. 39-43, 2005

- FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 3, p. 881-919, 1974.
- GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M.A.; PARKER V.T.; SIMPSON, R.L. (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, p. 149-209, 1989.
- GEIGER, E. L. et al. Distinct roles of savanna and forest tree species in regeneration under fire suppression in a Brazilian savanna. **Journal of Vegetation Science**, v. 22, n. 2, p. 312-321, 2011.
- GENTRY, A. H. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 75, p. 1-34, 1988.
- GENTRY, A. H. Dispersal ecology and diversity in neotropical forest communities. **Sonderbaende Naturwissenschaftlichen Vereins**, v. 7, p. 303-314, 1983.
- GHAZOUL, J.; SHEIL D. **Tropical Rain Forest: Ecology, Diversity, and Conservation**. New York, USA: Oxford University Press, 2010.
- GIAMPIETRO, R. **Modificações na estrutura e composição florística de matas ciliares na região do Médio Paranapanema (1992-2004)**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos. 118 pp, 2005.
- GOODLAND, R. J.; POLLARD, R. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecology**, v. 61, p. 219–224, 1973.
- GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. **Life in the cerrado – a South American tropical seasonal ecosystem**. Vol. I. Origin, structure, dynamics and plant use. Ulm, Germany: RetaVerlag, 2006.

- GRIME, J. P. 2002. **Plants Strategies, Vegetation Process and Ecosystems Properties**. England: Ed John Wiley & Sons, 2002.
- GROMBONE-GUARATINI, M. T.; RODRIGUES, R. R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, n. 05, p. 759-774, 2002.
- GROSS, K. L. A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. **Journal of Ecology**, v 78, p. 1079-1093, 1990.
- HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977.
- HAY, J. D.; BARRETO, E. J. M. Natural mortality of *Vochysia thyrsoidea* in an unburnt cerrado ecosystem near Brasília. **Biotropica**, v 20, p. 274-279, 1988.
- HENRIQUES, R. P. B. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma dos cerrados. In: SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (orgs). **Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 73–92, 2005.
- HENRIQUES, R. P. B., HAY, J. D. Patterns and dynamics of plant population. In: OLIVEIRA, P. S.; ROBERT, J.M (eds). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York, USA: Columbia University Press, p. 140-158, 2002.
- HIGGINS, S. I.; BOND, W. J.; WINSTON, S.; TROLLOPE, W. Fire, resprouting and variability: a recipe for grass-tree coexistence in savanna. **Journal of Ecology**, v. 88, p. 213-229, 2000.
- HOFFMANN, W. A. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: matrix model projections. **Ecology**, v. 80, n. 4, p. 1354-1369, 1999.

- HOFFMANN, W. A. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n. 3, p. 422-433, 1998.
- HOFFMANN, W. A. Post-establishment seedling success in the Brazilian cerrado: a comparison of savanna and forest species. **Biotropica**, v. 32, p.62–69, 2000.
- HOFFMANN, W. A., ORTHEN, B., FRANCO, A. C. Constraints to seedling success of savanna and forest trees across the savana-forest boundary. **Oecologia**, v. 140, p. 252-260, 2004.
- HOPFENSBERGER, K. N. A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. **Oikos**, v. 116, p. 1438-1448, 2007.
- HOWE, H. F. Seed dispersal by birds and mammals: implications for seedling demography. In: BAWA, K. S.; HANDLEY, M., (eds). **Reproductive ecology of tropical forest plants**. Paris: The Parthenon Publishing Group, p. 191–218, 1990.
- KANEGAE, M. F.; BRAZ, V. S.; FRANCO, A. C. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 4, p. 459-468, 2000.
- KENNEDY, A. D.; POTGIETER, A. L. F. Fire season affects size and architecture of *Colophospermum mopane* in southern African savannas. **Plant Ecology**, v. 167, n. 3, p. 179-192, 2003.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Mexico - Buenos Aires: Fondo de cultura economica, 1948.

- KY-DEMBELE, C.; TIGABU, M.; BAYALA, J.; ODE, P. C.; OUE, S. J. The relative importance of different regeneration mechanisms in a selectively cut savanna-woodland in Burkina Faso, West Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 243, p. 28-38, 2007.
- LECK, A. M.; SCHÜTZ, W. Regeneration of Cyperaceae, with particular reference to seed ecology and seed banks. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 7, n. 2, p. 95-133, 2005.
- LIBANO, A. M.; FELFILI, J. M. Mudanças temporais na composição florística e na diversidade de um cerrado *sensu stricto* do Brasil Central em um período de 18 anos (1985-2003). **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 927-936, 2006.
- LOPES, A. S.; COX, F. R. Cerrado vegetation in Brazil: an edaphic gradient. **Agronomy Journal**, v. 69, p. 828-831, 1977.
- LOPES, K. P. et al. Estudo do banco de sementes em povoamentos florestais puros e em uma capoeira de Floresta Ombrófila Aberta, no município de Areia, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 105-113, 2006.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 2000.
- LOUDA, S. M. Predation in the dynamics of seed regeneration. In: LECK, M. A.; PARKER V. T.; SIMPSON, R. L. (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, p. 25-49, 1989.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, 2004.
- MAIA, F. C.; MEDEIROS, R. B.; PILLAR, V. D.; FOCHT, T. Soil seed bank variation patterns according to environmental factors in a natural grassland. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 126-137, 2004.

- MANTOVANI W.; MARTINS F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, p. 101–112, 1988.
- MARIMON JUNIOR, B.; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 913-926, 2005.
- MARIMON, B. S. et al. Observations on the vegetation of Northeastern Mato Grosso, Brazil. IV. An analysis of the Cerrado-Amazonian forest ecotone. **Edinburgh Journal of Botany**, v.63, p. 323-341, 2006.
- MAROD, D.; KUTINTARA, U.; TANAKA, H.; NAKASHIZUKA, T. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal forest in Thailand. **Plant Ecology**, v. 161, p. 41-57, 2002.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M.; SOTO-CASTRO, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. **Vegetatio**, v. 28, p. 180-191, 1993.
- MDUMA, S. A. R.; SINCLAIR, A. R. E.; TURKINGTON, R. The role of rainfall and predators in determining synchrony in reproduction of savanna trees in Serengeti National. **Journal of Ecology**, v. 95, p. 184-196, 2007.
- MEDINA, B. M. O.; FERNANDES, G. W. The potencial of natural regeneration of rocky outcrop vegetation on rupestrian field soils in “Serra do Cipó”, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** , v 30, p. 665-678, 2007.
- MEIRA NETO, J. A. A. et al. Composição florística, espectro biológico e fitofisionomia da vegetação de Muçununga nos municípios de Caravelas e Mucuri, Bahia. **Revista Árvore**, v.29, p.139–150, 2005.

- MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R.; VALENTE, G. E. Composição florística e espectro biológico na Estação Ecológica de Santa Bárbara, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, p.907-922, 2007.
- MELO, C.; OLIVEIRA, P. E. Frugivory in *Lacistema hasslerianum* Chodat (Lacistemaceae), a gallery forest understory treelet in Central Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, p. 201-207, 2009.
- MELO, F. P. L.; DIRZO, R.; TABARELLI, M. Biased seed rain in forest edges: evidence from the Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**, v. 32, p. 50-60, 2006.
- MENDONÇA, R. C. et al. Flora vascular do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. (ed). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p. 169-192, 1998.
- MIRANDA, H. S. et al. Queimadas de cerrado: caracterização e impactos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (eds). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, Brazil: EMBRAPA-CPAC, p. 69-123, 2005.
- MITCHARD, E. T. A. et al. Measuring woody encroachment along a forest – savanna boundary in Central Africa. **Earth Interactions**, v. 13, n. 8, p. 1-29, 2009.
- MOLES, A. T.; WESTOBY, M. Seedling survival and seed size: a synthesis of the literature. **Journal of Ecology**, v. 92, p. 372-383, 2004a.
- MOLES, A. T.; WESTOBY, M. What do seedlings die from and what are the implications for evolution of seed size? **Oikos**, v. 106, p. 193-199, 2004b.
- MONASTERIO, M.; SARMIENTO, G. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and the semi-deciduous Forest of the Venezuelan Llanos. **Journal of Biogeography**, v 3, p. 325-355, 1976.
- MOREIRA, A. G. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 27, n. 4, p. 1021-1029, 2000.

- MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Reproductive phenology of an herbaceous-subshrub layer of a Savannah (Campo Sujo) in the Cerrado Biosphere Reserve I, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 2, p. 299-307, 2007.
- OLIVEIRA, P. E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; Ribeiro, J. F. (ed). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina, Brasil: EMBRAPA-CPAC, p. 169-192, 2008.
- OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. **Flora**, v. 195, p. 311-329, 2000.
- OLIVEIRA, P. E.; MOREIRA, A. G. Anemocoria em espécies de cerrado e mata galeria de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 5, p. 163-174, 1992.
- OLIVEIRA, P. E.; RIBEIRO, J. F.; GONZALES, M. I. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Kielmeyera coriacea* Mart. de cerrados de Brasília. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 12, p. 39-47, 1989.
- OLIVEIRA, P. E.; SILVA, J. C. S. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) in the cerrados of Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 67-79, 1993.
- PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L.; LECK, M. A. Pattern and process in the dynamics of seed banks. In: LECK, M. A.; PARKER V. T.; SIMPSON, R. L. (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, p. 367-384, 1989.
- PEARSON, T. R. H., BURSLEM, D. F. R. P., MULLINS, C. E.; DALLING, J.W. Germination ecology of neotropical pioneers: interacting effects of environmental conditions and seed size. **Ecology**, v 83, p. 2798– 2807, 2002.

- PECO, B.; ORTEGA, M.; LEVASSOR, C. Similarity between seed bank and vegetation in Mediterranean grassland: a predictive model. **Journal of Vegetation Science**, v. 9, p. 815-828, 1998.
- PEREIRA, A. C.; GAMA, V. F. Anthropization on the Cerrado biome in the Brazilian Uruçuí-Una Ecological Station estimated from orbital images. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 70, n. 4, p. 969-76, 2010.
- PEREIRA-DINIZ, S. G.; RANAL, M. A. Germinable soil seed bank of a gallery forest in Brazilian Cerrado. **Plant Ecology**, v. 183, p. 337-348, 2006.
- PÉREZ, E. M.; SANTIAGO, E. T. Dinamica estacional del banco de semillas em uma sabana en Llanos Centro-Orientales de Venezuela. **Biotropica**, v 33, p. 435-446, 2001.
- PINHEIRO, E. S. **Análises ecológicas e sensoriamento remoto aplicados à estimativa de fitomassa de cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP. São Carlos, Brasil.** Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP. 192 pp, 2008.
- PINHEIRO, E. S.; DURIGAN, G. Diferenças florísticas e estruturais entre fitofisionomias do Cerrado em Assis, SP, Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 181-193, 2012.
- PINHEIRO, E. S.; DURIGAN, G. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, p. 441-454. 2009.
- PIVELLO, V. R. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (ed). **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina, Brazil: EMBRAPA-CPAC, p. 401-413, 2005.
- PIVELLO, V. R.; COUTINHO, L. M. A. Quantitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. **Forest Ecology and Management**, v. 87, p. 127-138, 1996.

- PIVELLO, V. R.; COUTINHO, L. M. Transfer of macronutrients to the atmosphere during experimental burnings in an open cerrado (Brazilian savanna). **Journal of Tropical Ecology**, v. 8, p. 487– 497, 1992.
- PIVELLO, V. R.; NORTON, G. A. FIRETOOL: An expert system for the use of prescribed fires in Brazilian savannas. **Journal of Applied Ecology**, v. 33, p. 348 –356, 1996.
- PRICE, M. V.; JOYNER, J. W. What resources are available to desert granivores: seed rain or soil seed bank? **Ecology**, v. 78, n. 3, p. 764-773, 1997.
- PUYRAVAUD, J. P.; PASCAL JP, J. P.; DUFOUR, C. Ecotone structure as an indicator of changing forest-savanna boundaries (Linganamakki Region, Southern India). **Journal of Biogeography**, v. 21, p.581–593, 1994.
- RAMOS-NETO, M. B.; PIVELLO; V. R. Lightning fires in a Brazilian savanna National Park: rethinking management strategies. **Environmental Management**, v. 26, p. 675-684, 2000.
- RATTER, J. A. BRIDGEWATER, S., ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinburg Journal of Botany**, v. 60, p. 57-109, 1996.
- RATTER, J. A. Transition between cerrado and forest vegetation in Brazil. In: FURLEY, P. A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (eds). **Nature and dynamics of forest – savanna boundaries**. London: Chapman & Hall, p. 417-430, 1992.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S. ; RIBEIRO, F. J. Biodiversity patterns of the woody vegetation of the Brazilian Cerrado. In: PENNINGTON, T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. (orgs). **Neotropical Savannas and dry forests: diversity, biogeography and conservation**. Boca Raton: Taylor & Francis, p. 31-66, 2006.

- RATTER, J. A.; DARGIE, C. D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. **Edinburg Journal of Botany**, v. 49, p. 235-250, 1992.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, v. 80, p.223-230, 1997.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P, RIBEIRO, J.F. (eds) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p.151-212, 2008.
- RIBEIRO, L. F.; TABARELLI, M. A structural gradient in cerrado vegetation of Brazil: changes in woody plant density, species richness, life-history, and plant composition. **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p.1–20, 2002.
- RICE, K. J. Impacts of seed banks on grassland community structure and population dynamics. In: LECK, M. A.; PARKER V. T.; SIMPSON, R. L. (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, p. 211-230, 1989.
- RIZZINI, C. T. Estudos experimentais sobre o xilopódio e outros órgãos tuberosos de plantas do cerrado. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 37, p. 87-113, 1965a.
- RIZZINI, C. T. Experimental studies on seedling development of cerrado woody plants. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 52, p. 410-426, 1965b.
- ROBERTS, H. A. Seed banks in soils. **Advances in Applied Biology**, v 6, p. 1–55, 1981.
- ROITMAN, I.; FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V. Tree dynamics of a fire-protected cerrado *sensu stricto* surrounded by forest plantations, over a 13-year period (1991–2004) in Bahia, Brazil. **Plant Ecology**, v.197, p.255-267, 2008.
- ROSSATTO, D. R.; HOFFMANN, W. A.; FRANCO, A. C. Differences in growth patterns between co-occurring forest and savanna trees affect the forest – savanna boundary. **Functional Ecology**, p.689- 698, 2009.

- ROSSATTO, D. R.; TONIATO, M. T. Z.; DURIGAN, G. Flora fanerogâmica não-arbórea do cerrado na Estação Ecológica de Assis, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, p.409-424, 2008.
- RUGGIERO, P. G. C.; BATALHA, M. A.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, v. 160, p. 1-16, 2002.
- RUSSELL-SMITH, J. et al. Response of Eucalyptus-dominated savanna to frequent fires: lessons from Munmarlary, 1973–1996. **Ecological Monographs**, v. 73, p. 349–375, 2003.
- RUSSELL-SMITH, J; STANTON; P. J.; EDWARDS, A.C. Rain forest invasion of eucalypt dominated woodland savanna, Iron Range, north-eastern Australia: I. Successional processes. **Journal of Biogeography**, v.31, p. 1293–1303, 2004.
- RYAN, C. M.; WILLIAMS, M.; GRACE, J. Above- and belowground carbon stocks in a Miombo woodland landscape of Mozambique. **Biotropica** v. 43, n. 4, p. 423-432, 2011.
- SALAZAR, A. et al.. Seed limitation of woody plants in Neotropical savannas. **Plant Ecology**, v. 213, p. 273-287, 2012.
- SALAZAR, A. *et al.*. Timing of seed dispersal and dormancy , rather than persistent soil seed-banks , control seedling recruitment of woody plants in Neotropical savannas. **Seed Science Research**, v. 21, p. 103-116, 2011.
- SAN JOSÉ, J. J.; FARIÑAS; M. R . Changes in tree density and species composition in a protected *Trachypogon* savana, Venezuela. **Ecology**, v. 64, p.447–453, 1983.
- SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. Life forms and phenology. In: BOURLIÈRE, F. (ed.). **Tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing, p. 79–108, 1983.

- SASSAKI, R. M.; RONDON, J. N.; ZAIDAN, L. B. P.; FELIPPE, G. M. Number of buried seeds and seedlings emergence in cerradão, cerrado and gallery forest soils at Pedregulho, Itirapina (SP), Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v 22, p. 147-152, 1999.
- SAULEI, S. M.; SWAINE, M. D. Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. **The Journal of Ecology**, v. 76, n. 4, p. 1133-1152, 1988.
- SCHEITER, S.; HIGGINS, S. I. Partitioning of root and shoot competition and the stability of savannas. **The American Naturalist**, v. 170, n. 4, p. 587-601, 2007.
- SETTERFIELD S. A.; WILLIAMS R. J. Patterns of flowering and seed production in *Eucalyptus miniata* and *E. tetradonta* in a tropical savanna woodland, northern Australia. **Australian Journal of Botany**, v. 44, p. 107-22, 1996.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G. Cerrado-Cerradão: A comparison with respect to number of species and growth forms. **Phytocoenologia**, v. 12, p. 293–303, 1984.
- SILVA, D. M; BATALHA, M. A. Soil–vegetation relationships in cerrados under different fire frequencies. **Plant and Soil**, v. 311, p.87-96, 2008.
- SILVA, Ú. S. R. D.; MATOS, D. M. D. S. The invasion of *Pteridium aquilinum* and the impoverishment of the seed bank in fire prone areas of Brazilian Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**, v. 15, n. 9, p. 3035-3043, 2006.
- SIMPSON, R. L.; LECK, M. A.; PARKER, V. T. Seed banks: general concepts and methodological issues. In: LECK, M.A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, p. 149-209, 1989.
- SOARES, J. J.; SOUZA, M. H. A. O.; LIMA, M. I. S. Twenty years of post-fire plant succession in a “cerrado”, São Carlos, SP, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.66, p. 587-602, 2006.

- SOLBRIG, O. J.; MEDINA, E.; SILVA, J. F. Determinants of tropical savannas. In: SOLBRIG, O. J.; MEDINA, E.; SILVA, J. F. (ed). **Biodiversity and Savanna Ecosystems Processes**. Ecological Studies. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, p. 31-41, 1996.
- STAVER A. C.; ARCHIBALD, S.; LEVIN, S. Tree cover in sub-Saharan Africa: rainfall and fire constrain forest and savanna as alternative stable states. **Ecology**, v. 92, p. 1063-1072, 2011.
- SWAINE, M. D.; HALL, J. B. Early succession on cleared forest land in Ghana. **Journal of Ecology**, v. 71, p. 601-627, 1983.
- SWAINE, M.; HAWTHORNE, W.; ORGLE, T. The effects of fire exclusion on savanna vegetation at Kpong, Ghana. **Biotropica**, v. 24, p.166–172, 1992.
- TAYLOR, R. S.; WATSON, S. J.; BENNETT, A. F.; CLARKE, M. F. Which fire management strategies benefit biodiversity? A landscape- perspective case study using birds in mallee ecosystems of south-eastern Australia. **Biological Conservation**, v. 159, p. 248-256, 2013.
- TERBORGH, J. Seed and fruit dispersal - commentary. In: BAWA, K. S.; HANDLEY, M. (eds). **Reproductive ecology of tropical forest plants**. Paris: The Parthenon Publishing Group, p. 181–190, 1990.
- THOMPSON, K. The occurrence of buried viable seeds in relation to environmental gradients. **Journal of Biogeography**, v 5, p. 425-430, 1978.
- THOMPSON, K.; CERIANI, R. M.; BAKKER, J. P.; BEKKER, R. M. Are seed dormancy and persistence in soil related? **Seed Science Research**, v. 13, n. 2, p. 97-100, 2003.
- THOMPSON, K.; GRIME, J. P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. **Journal of Ecology**, v. 67, n. 3, p. 893-921, 1979.

- TOPPA, R. H. **Estrutura e diversidade florística das diferentes fisionomias de Cerrado e suas correlações com o solo na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 127 pp. 2004.
- UHL, C.; CLARK, K.; CLARK, K.; MURPHY, P. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazonian basin. **Journal of Ecology**, v. 69, p. 631-649, 1981.
- VALENTINE, L. E.; SCHWARZKOPF, L. I. N. Effects of weed-management burning on reptile assemblages in Australian Tropical Savannas. **Conservation Biology**, v. 23, n. 1, p. 103-113, 2008.
- VAZQUEZ-YANES, C. A.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the Tropical Rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 69-87, 1993.
- VIEIRA, D. L. M.; SCARIOT, A. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 1, p. 11-20, 2006.
- WALTER, B. M. T.; CARVALHO, A. M.; RIBEIRRO, J. F. O conceito de Savana e de seu componente Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; Ribeiro, J.F. (eds). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina, Brasil: EMBRAPA-CPAC, p. 21-46, 2008.
- WANDERLEY, M. G. L.; SHEPERD, G. J.; GIULIETTI, A. M. (Coord.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Vol. 1. São Paulo: FAPESP-HUCITEC, 2001.
- WANDERLEY, M. G. L.; SHEPERD, G. J.; GIULIETTI, A. M. (Coord.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Vol. 2. São Paulo: FAPESP-HUCITEC, 2002.
- WANDERLEY, M. G. L.; SHEPERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM., T. S. (Coord.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Vol. 3. São Paulo: FAPESP-HUCITEC, 2003.

- WANDERLEY, M. G. L.; SHEPERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM., T. S. (Coord.).  
**Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Vol. 4. São Paulo: FAPESP-HUCITEC,  
2005.
- WANDERLEY, M. G. L.; SHEPERD, G. J.; MELHEM., T. S.; GIULIETTI, A. M. (Coord.).  
**Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Vol. 5. São Paulo: FAPESP-HUCITEC,  
2007.
- WANDERLEY, M. G. L.; SHEPERD, G. J.; MELHEM., T. S.; GIULIETTI, A. M.;  
MARTINS, S. E. (Coord.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Vol. 6. São  
Paulo: FAPESP-HUCITEC, 2009.
- WHITE, L. J. T. Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé reserve, Gabon. **Journal of  
Tropical Ecology**, v. 10, p. 289–312, 1994.
- WHITTAKER, R. **Communities and ecosystems**. New York, USA: MacMillan, 2ed.,1975.
- WIJDEVEN, S. M. J.; KUZEE, M. E. Seed Availability as a limiting factor in forest recovery  
processes in Costa Rica. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 4, p. 414-424, 2000.
- WILLIAMS, P. R. Contrasting demographics of tropical savanna and temperate forest  
eucalypts provide insight into how savannas and forests function . A case study using  
*Corymbia clarksoniana* from north-eastern Australia. **Austral Ecology**, v. 34, p. 120-  
131, 2009.
- WILLIAMS, P. R. *et al.*. Germinable soil seed banks in a tropical savanna: seasonal dynamics  
and effects of fire. **Austral Ecology**, v. 30, p. 79-90, 2005.
- WOODWARD, F. I.; LOMAS, M. R.; KELLY, C. K. Global climate and the distribution of  
plant biomes. **Philosophical Transactions of the Royal Society Botany**, v. 359, p.  
1465–1476. 2004.

WRIGHT, B. R.; CLARKE, P. J. Fire, aridity and seed banks. What does seed bank composition reveal about community processes in fire-prone desert? **Journal of Vegetation Science**, v. 20, p. 663-674, 2009.

XAVIER, R. O. Influência do fogo no banco de sementes de áreas de cerrado com diferentes históricos de incêndio. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 105 pp. 2010.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1999.



Apêndice 1. Espécies amostradas nos estratos inferior (1 e \*), intermediário (2 e +) e superior (3 e ø) no gradiente fisionômico do cerrado da Estação Ecológica de Assis, SP. CT: cerrado típico; CD: cerrado denso; CAO: cerradão; G: Espécies generalistas; T: Espécies típicas; Ar: Árvore; Av: arvoreta; Ab: arbusto; Sb: subarbusto; Gf: geófito; H: herbácea; Ha: herbácea anual; Hp: herbácea perene; Ep: epífita; Tr: trepadeira.

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Anacardiaceae</b>											
<i>Anacardium humile</i> A.St.-Hil.	Gf	T	*								
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Ar	G		*							
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Ar	G	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Annonaceae</b>											
<i>Annona coriacea</i> Mart.	Ar	T	*	*	*	*					
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Ar	G		*	*			*			
<i>Annona dioica</i> A.St.-Hil.	Ab	G					*				
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	Ab	T	*	*		*	*				
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Ar	T	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Apocynaceae</b>											
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Ar	G		*	*			*			
<i>Forsteronia glabrescens</i> Müll.Arg.	Tr	G	*			*			*		
<i>Forsteronia pilosa</i> (Vell.) Müll.Arg.	Tr	G	*			*			*		
<i>Mandevilla pohliana</i> (Stadelm.) A.H.Gentry	Sb	T	*			*					
<i>Temnadenia violacea</i> (Vell.) Miers	Tr	T	*			*			*		
<b>Aquifoliaceae</b>											
<i>Ilex paraguayensis</i> Hook.	Ar	G							*	*	

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Araliaceae</b>											
<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schtdl.) Frodin & Fiaschi	Ar	T	*	*	*	*	*		*	*	
<b>Arecaceae</b>											
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Ar	G	*					*	*		*
<i>Syagrus</i> sp	Ar								*		
<b>Asteraceae</b>											
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Há	G	*			*					
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Av	G		*							
<i>Baccharis pseudotenuifolia</i> Malag.	Hp	T				*					
<i>Baccharis</i> sp. 2			*	*					*		
<i>Bidens gardneri</i> Baker	Há	T	*								
<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	Ab	T	*			*	*	*	*		
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Ar	G	*	*	*	*	*	*			*
<i>Mikania hirsutissima</i> Buchtien	Tr	G							*		
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	Ar	G					*			*	*
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	Av	T	*	*	*		*	*			
<i>Vernonia bardanoides</i> Less.	Ab	T	*			*					
<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	Ab	G	*	*			*				
<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Cass.	Ab	G	*			*	*				
<b>Bignoniaceae</b>											
<i>Adenocalymma axillarum</i> (K.Schum.) L.G.Lohmann	Ab	T		*		*					
<i>Amphilophium paniculatum</i> (L.) Kunth	Tr	G					*				

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Bignoniaceae</b>											
<i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stellfeld ex De Souza	Sb	T	*			*					
<i>Arrabidaea</i> sp	Tr		*			*			*		
<i>Fridericia speciosa</i> Mart.	Tr	G								*	
<i>Jacaranda rufa</i> Silva Manso	Ab	T	*				*			*	
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Ar	G				*					
<i>Tabebuia ochracea</i> A.H. Gentry	Ar	G		*	*	*		*			*
<b>Boraginaceae</b>											
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Ar	G								*	
<b>Bromeliaceae</b>											
<i>Ananas</i> sp	Hp		*				*			*	
<i>Bromelia balansae</i> Mez	Hp	G	*				*				
<b>Burseraceae</b>											
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Ar	G		*					*	*	*
<b>Cactaceae</b>											
<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.	Ep	G					*				
<b>Caryocaraceae</b>											
<i>Caryocar brasiliense</i> A.St.-Hil.	Ar	T	*	*	*	*	*	*			
<b>Celastraceae</b>											
<i>Maytenus robusta</i> Reissek	Ar	G					*		*	*	*
<i>Peritassa campestris</i> (Cambess.) A.C.Sm.	Sb	T	*				*				
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Ar	G				*					

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Celastraceae</b>											
<i>Tontelea micrantha</i> (Mart. ex Schult.) A.C. Sm.	Sb	T	*			*					
<b>Chrysobalanaceae</b>											
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook.f.	Ar	T	*						*		*
<i>Licania humilis</i> Cham. & Schltld.	Ar	T						*	*		
<i>Parinari obtusifolia</i> Hook.f.	Gf	T	*			*					
<b>Clethraceae</b>											
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Ar	G			*						*
<b>Clusiaceae</b>											
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Ar	G			*						
<b>Combretaceae</b>											
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Ar	G						*			
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	Ar	G		*			*	*	*	*	*
<b>Commelinaceae</b>											
<i>Commelina erecta</i> L.	Hp	G	*			*			*		
<b>Connaraceae</b>											
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Av	T	*	*	*		*				
<b>Cyperaceae</b>											
<i>Bulbostylis</i> sp.			*								
Cyperaceae sp. 5	Hb		*								
<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton	Hp	G	*			*			*		

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Dilleniaceae</b>											
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	Tr	T	*								
<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	Tr	G	*			*			*		
<b>Ebenaceae</b>											
<i>Diospyros brasiliensis</i> Mart. ex Miq.	Ar	G		*							
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	Ar	T		*	*	*	*	*			
<b>Erythroxylaceae</b>											
<i>Erythroxylum buxus</i> Peyr.	Sb	T		*			*				
<i>Erythroxylum campestre</i> A.St.-Hil.	Sb	T	*	*		*					
<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O.E.Schulz	Ab	T	*	*		*	*		*		
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Ar	G				*			*		
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.- Hil.	Av	G	*			*			*	*	
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	Av	T	*	*	*	*	*				
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Av	G		*			*	*			
<b>Euphorbiaceae</b>											
<i>Actinostemon klotzschii</i> (Didr.) Pax	Av	G								*	
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Ar	G									*
<i>Croton antisyphiliticus</i> Mart.	Sb	T	*			*					
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Ar	G							*	*	*
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Ar	G							*	*	*
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Ar	G	*	*		*	*	*		*	*

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Fabaceae</b>											
<i>Abrus pulchellus</i> Thwaites	Tr	G									*
<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	Ar	T		*	*		*	*			*
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul	Ar	G		*	*	*	*	*			*
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) J.F.Macbr.	Ar	G									*
<i>Andira humilis</i> Mart. ex Benth.	Gf	T	*				*				
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Av	T	*	*		*	*		*		
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Ar	G									*
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	Sb	T	*				*				
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Sb	T	*				*				
<i>Clitoria falcata</i> Lam.	Tr	G	*								
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Ar	G	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Ar	G									*
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Ar	T	*	*	*	*	*	*			
<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G.Don	Sb	T	*								
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Ar	T	*	*	*	*	*	*		*	*
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	Ar	G		*	*		*	*	*	*	*
<i>Mimosa xanthocentra</i> Mart.	Sb	T					*				
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Ar	G			*			*			*
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Ar	G	*	*	*					*	*
<i>Rhynchosia melanocarpa</i> Grear	Tr	G	*								
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	Ar	G									*

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Fabaceae</b>											
<i>Senna rugosa</i> (G.Don) H.S.Irwin & Barneby	Ab	T	*	*		*	*				*
<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	Ar	T	*	*	*	*	*	*			*
<i>Stylosanthes acuminata</i> M.B.Ferreira & Sousa Costa	Sb	T	*			*					
<b>Gentianaceae</b>											
<i>Voyriasp.</i>	Hp										*
<b>Lacistemataceae</b>											
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	Av	G		*			*		*	*	
<b>Lamiaceae</b>											
<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	Ar	T	*			*	*		*		
<i>Hyptis nudicaulis</i> Benth.	Hp	T	*								
<i>Peltodon tomentosus</i> Pohl	Hp	T	*			*					
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Ar	G		*			*				
<b>Lauraceae</b>											
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	Ar	G									*
<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	Ar	G				*	*		*		
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	Ar	G									*
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	Ar	G	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez	Ar	G									*
<i>Ocotea velutina</i> (Nees) Mart. ex B.D.Jacks.	Ar	G							*	*	
<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	Ar	G		*		*	*	*	*	*	*

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Loganiaceae</b>											
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Tr	G				*	*		*	*	
<b>Lythraceae</b>											
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Ar	G			*			*			
<b>Malpighiaceae</b>											
<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little	Ab	G		*			*				
<i>Banisteriopsis pubipetala</i> (A.Juss.) Cuatrec.	Tr	G	*	*		*			*		
<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B.Gates	Tr	T	*	*		*	*		*		
<i>Byrsonima basiloba</i> A.Juss.	Ar	T						*			*
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	Ab	T	*	*		*	*	*		*	
<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	Ar	G		*			*	*	*	*	*
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	Ab	T	*				*				
<i>Heteropterys pteropetala</i> A.Juss.	Ab	T	*			*					
<i>Heteropterys umbellata</i> A.Juss.	Tr	T		*							
<b>Malvaceae</b>											
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	Ar	T	*	*	*	*	*	*			*
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Ar	G		*	*						*
<i>Pavonia</i> sp.			*								
<i>Peltaea polymorpha</i> (A. St.-Hil.) Krapov. & Cristóbal	Sb	T				*					
<i>Sida spinosa</i> L.	Hp	G				*					
<b>Melastomataceae</b>											
<i>Leandra aurea</i> (Cham.) Cogn.	Sb	G		*			*				

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Melastomataceae</b>											
<i>Leandra lacunosa</i> Cogn.	Sb	G	*	*		*	*				
<i>Leandra</i> sp. 1				*		*					
<i>Leandra</i> sp. 2							*				
<i>Leandra</i> sp. 3								*			
<i>Leandra</i> sp. 4							*				
Melastomataceae sp. 1	Ab			*						*	
Melastomataceae sp. 2	Ab						*				
Melastomataceae sp. 3	Ab			*							
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud	Av	T	*	*		*	*	*	*	*	*
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	Ab	G									*
<i>Miconia fallax</i> DC.	Ab	T		*		*	*				
<i>Miconia langsdorffii</i> Cogn.	Av	T					*				
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	Av	G		*		*	*		*	*	
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	Ar	G						*	*	*	*
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	Ab	T		*		*	*		*	*	
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	Av	G		*		*				*	
<b>Meliaceae</b>											
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Ar	G									*
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Ar	G									*
<b>Moraceae</b>											
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Ar	G									*

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Moraceae</b>											
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	Ar	G							*	*	*
<b>Myrtaceae</b>											
<i>Calyptanthes clusiifolia</i> O.Berg	Ar	G									*
<i>Calyptanthes lucida</i> Mart. ex DC.	Ar	G		*			*				*
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	Ab	T	*	*		*	*				
<i>Eugenia aurata</i> O.Berg	Av	T	*	*	*	*	*	*			*
<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	Ab	T	*	*		*	*				
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	Ab	T	*	*		*					
<i>Eugenia hyemalis</i> Cambess.	Ar	G					*				
<i>Eugenia lambertiana</i> DC.	Ar	G					*				
<i>Eugenia livida</i> O.Berg	Av	T		*	*	*		*			
<i>Eugenia modesta</i> DC.	Ab	T								*	
<i>Eugenia obversa</i> O.Berg	Sb	T	*			*					
<i>Eugenia pitanga</i> (O.Berg) Nied.	Sb	T	*			*				*	
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	Ar	G	*	*		*	*	*	*	*	*
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	Av	G	*	*		*					
<i>Eugenia speciosa</i> Cambess.	Ar	G		*							
<i>Myrcia bella</i> Cambess.	Ar	T	*	*	*	*	*	*		*	*
<i>Myrcia fenzliana</i> O.Berg	Ar	G									*
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Av	G	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Myrcia hebetata</i> DC.	Av	G							*	*	

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Myrtaceae</b>											
<i>Myrcia lasiantha</i> DC.	Ar	G		*			*				
<i>Myrcia lingua</i> (O.Berg) Mattos	Ar	G		*	*			*		*	
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Ar	G	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Myrcia prunifolia</i> DC.	Ar	G			*					*	
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	Ar	G									*
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Ar	G		*			*			*	*
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Ar	G		*							
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	Ar	G		*	*		*	*		*	*
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg	Ar	G	*	*	*	*	*				
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	Av	G	*							*	
<i>Psidium australe</i> Cambess.	Sb	G		*							
<i>Psidium firmum</i> O.Berg	Av	T			*	*					
<i>Psidium grandifolium</i> Mart. ex DC.	Av	G		*							
<i>Psidium salutare</i> var. <i>pohlianum</i> (O.Berg) Landrum	Av	T	*			*	*				
<b>Nyctaginaceae</b>											
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Ar	T						*			*
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Ar	G							*		*
<b>Ochnaceae</b>											
<i>Ouratea nana</i> (A. St.-Hil.) Engl.	Sb	T					*				
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. ex Engl.) Engl.	Ar	T	*	*	*	*	*	*			

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Orchidaceae</b>											
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	Hp	T	*								
<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	Hp	G				*			*		
Orchidaceae sp. 1						*			*		
<b>Oxalidaceae</b>											
<i>Oxalis grisea</i> A. St.-Hil. & Naudin	Hp	T				*					
<b>Passifloraceae</b>											
<i>Piriqueta rosea</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Urb.	Hp	T	*			*					
<b>Peraceae</b>											
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Ar	G	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Pinaceae</b>											
<i>Pinus</i> sp.	Ar	G						*			
<b>Poaceae</b>											
<i>Axonopus suffultus</i> (J.C.Mikan ex Trin.) Parodi	Hp	G	*			*					
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	Hp	G	*								
<i>Merostachys skvortzovii</i> Send.	Hp	G				*			*		
<i>Olyra</i> sp.	Hp					*			*		
<i>Panicum parvifolium</i> Lam.	Hp	G				*					
<i>Panicum</i> sp. 3						*			*		
<i>Paspalum cordatum</i> Hack.	Hp	G	*								
Poaceae sp. 3	Hb							*		*	
Poaceae sp. 4	Hb		*								

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Poaceae</b>											
Poaceae sp. 5	Hb		*								
Poaceae sp. 6	Hb		*								
<i>Raddiella esenbeckii</i> (Steud.) C.E.Calderón ex Soderstr.	Hp	G								*	
<b>Polygalaceae</b>											
<i>Securidaca divaricata</i> Nees & Mart.	Tr	G								*	
<b>Polypodiaceae</b>											
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	Ep	G								*	
<i>Polypodium triseriale</i> Sw.	Hp	G	*			*				*	
<b>Primulaceae</b>											
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	Ar	G		*			*	*	*	*	*
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Ar	G	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Rapanea lancifolia</i> (Mart.) Mez	Ar	G	*			*				*	
<i>Rapanea</i> sp	Ar			*			*				
<b>Proteaceae</b>											
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Ar	T	*	*		*	*			*	*
<b>Rhamnaceae</b>											
<i>Gouania ulmifolia</i> Hook. & Arn.	Tr	G					*				
<b>Rosaceae</b>											
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Ar	G	*	*	*						
<b>Rubiaceae</b>											
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich. ex DC.	Ab	T	*			*				*	*

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Rubiaceae</b>											
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Ar	G	*	*		*	*		*	*	*
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Hp	G	*			*			*		
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	Ab	G	*	*		*	*				
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Ar	T							*	*	
<i>Declieuxia fruticosa</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Kuntze	Sb	T	*								
<i>Faramea montevidensis</i> (Cham. & Schltld.) DC.	Ar	G				*			*	*	*
<i>Palicourea marcgravii</i> A.St.-Hil.	Hp	G	*			*			*	*	
<i>Psychotria gracilentia</i> Müll.Arg.	Hp	G							*		
<i>Psychotria hoffmannseggiana</i> (Willd. ex Schult.) Müll.Arg.	Hp	G	*			*					
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	Av	G	*	*		*	*		*	*	
<i>Spermacoce palustris</i> (Cham. & Schltld.) Delprete	Hp	G	*			*					
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltld.) K.Schum.	Av	T	*	*		*	*				
<b>Rutaceae</b>											
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Ar	G									*
<b>Salicaceae</b>											
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Ar	G			*	*					
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Ar	G	*	*		*	*		*	*	
<b>Sapindaceae</b>											
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	Ar	G			*						
<i>Cupania tenuivalvis</i> Radlk.	Av	G							*	*	
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Ar	G	*	*	*	*	*		*	*	

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Sapindaceae</b>											
<i>Serjania erecta</i> Radlk.	Sb	T	*			*					
<i>Serjania fuscifolia</i> Radlk.	Tr	G	*			*			*		
<i>Serjania multiflora</i> Cambess.	Tr	G	*			*			*		
<b>Sapotaceae</b>											
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Ar	G					*				
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Ar	G			*			*	*	*	*
<i>Pradosia brevipes</i> (Pierre) T.D.Penn.	Gf	T	*			*					
<b>Siparunaceae</b>											
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Ar	G	*	*		*	*		*	*	*
<b>Smilacaceae</b>											
<i>Smilax fluminensis</i> Steud.	Tr	G	*			*			*		
<b>Solanaceae</b>											
<i>Cestrum sendtnerianum</i> Mart. ex Sendtn.	Ab	G		*					*		
<b>Styracaceae</b>											
<i>Styrax camporum</i> Pohl	Ar	T	*	*		*	*		*	*	*
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Ar	T		*				*			
<i>Styrax pohlii</i> A. DC.	Ar	G									*
<b>Symplocaceae</b>											
<i>Symplocos mosenii</i> Brand	Ar	G					*	*	*	*	*
<i>Symplocos pubescens</i> Klotzsch ex Benth.	Av	G		*			*				

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	T/G	CT			CD			CAO		
			I	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Thymelaeaceae</b>											
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	Ar	G	*				*	*	*	*	*
<b>Verbenaceae</b>											
<i>Lippia lupulina</i> Cham.	Sb	T	*								
<i>Lippia salviifolia</i> Cham.	Ab	T	*			*					
<b>Vochysiaceae</b>											
<i>Qualea cordata</i> Spreng.	Ar	T	*	*	*		*	*			*
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Ar	G		*	*		*	*			*
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Ar	G						*			*
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Ar	T	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Apêndice 2. Espécies amostradas na chuva de sementes do gradiente fisionômico do cerrado da Estação Ecológica de Assis, SP. CT: cerrado típico; CD: cerrado denso; CAO: cerradão; G: Espécies generalistas; T: Espécies típicas; Ar: Árvore; Av: arvoreta; Ab: arbusto; Sb: subarbusto; H: herbácea; Tr: trepadeira.

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	G/T	CT	CD	CAO
<b>Anacardiaceae</b>					
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Ar	G	*	*	*
<b>Annonaceae</b>					
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Ar	T	*	*	*
<b>Apocynaceae</b>					
<i>Condylocarpon isthmicum</i> (Vell.) A.DC	Tr	G		*	*
<i>Forsteronia pilosa</i> (Vell.) Müll.Arg.	Tr	G		*	*
<i>Odontadenia lutea</i> (Vell.) Markgr.	Tr	G		*	*
<i>Temnadenia violacea</i> (Vell.) Miers	Tr	T	*	*	*
<b>Araliaceae</b>					
<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	Ar	T	*		
<b>Areceaceae</b>					
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Ar	G		*	
<b>Asteraceae</b>					
Asteraceae sp. 1				*	
Asteraceae sp. 2			*	*	*
Asteraceae sp. 3			*	*	
Asteraceae sp. 4			*		
<i>Eupatorium</i> sp	Sb		*		*
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Ar	G	*	*	*
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	Av	T	*	*	
<b>Bignoniaceae</b>					
<i>Adenocalymma axillarum</i> (K.Schum.) L.G.Lohmann	Ab	T		*	
<i>Adenocalymma bracteatum</i> (Cham.) DC.	Tr	G			*

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	G/T	CT	CD	CAO
<b>Bignoniaceae</b>					
<i>Anemopaegma chamberlaynii</i> (Sims) Bureau & K.Schum.	Tr	G	*	*	*
Bignoniaceae sp. 1					*
<i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L.G.Lohmann	Ab	G			*
<i>Fridericia florida</i> (DC.) L.G.Lohmann	Tr	G	*	*	*
<i>Fridericia speciosa</i> Mart.	Tr	G			*
<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	Tr	G		*	*
<i>Tabebuia ochracea</i> A.H. Gentry	Ar	G		*	
<b>Burseraceae</b>					
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Ar	G	*		*
<b>Calophyllaceae</b>					
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Ar	G	*		
<b>Caryocaraceae</b>					
<i>Caryocar brasiliense</i> A.St.-Hil.	Ar	T	*		
<b>Convolvulaceae</b>					
<i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donnell	Tr	G		*	*
<b>Cyperaceae</b>					
Cyperaceae sp. 1	Hb		*	*	*
Cyperaceae sp. 2	Hb		*	*	
Cyperaceae sp. 3	Hb		*	*	
Cyperaceae sp. 4	Hb		*		
<b>Dilleniaceae</b>					
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	Tr	T	*	*	*
<b>Erythroxylaceae</b>					
<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O.E.Schulz	Ab	T	*	*	
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	Av	G		*	*
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	Av	T	*	*	*

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	G/T	CT	CD	CAO
<b>Euphorbiaceae</b>					
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Ar	G	*		*
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Ar	G	*		*
<b>Fabaceae</b>					
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul	Ar	G		*	
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Ar	G	*		
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Ar	G	*	*	
Fabaceae sp. 1				*	
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Ar	T			*
<i>Rhynchosia melanocarpa</i> Grear	Tr	G	*		*
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	Ar	G			*
<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	Ar	T	*	*	
<b>Lacistemataceae</b>					
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	Av	G	*		
<b>Lauraceae</b>					
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	Ar	G	*	*	*
<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	Ar	G	*	*	*
<b>Malpighiaceae</b>					
<i>Banisteriopsis pubipetala</i> (A.Juss.) Cuatrec.	Tr	G	*	*	*
<i>Banisteriopsis</i> sp. 1			*	*	*
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Ab	G	*	*	*
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	Ab	T	*	*	
<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	Ar	G			*
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	Ab	T	*	*	*
<i>Heteropterys pteropetala</i> A.Juss.	Ab	T			*
<i>Mascagnia cordifolia</i> (A. Juss.) Griseb.	Tr	G	*	*	*
<b>Malvaceae</b>					
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	Ar	T	*	*	

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	G/T	CT	CD	CAO
<b>Melastomataceae</b>					
<i>Acinodendron cinerascens</i> (Miq.) Kuntze	Ab	G		*	*
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud	Av	T	*	*	*
<i>Miconia fallax</i> DC.	Ab	T	*	*	*
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	Av	G		*	
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	Ab	T	*	*	
<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn.	Ab	G		*	*
<b>Moraceae</b>					
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	Ar	G			*
<b>Myrtaceae</b>					
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	Ab	T	*	*	*
<i>Eugenia aurata</i> O.Berg	Av	T	*		
<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	Ab	T	*		
<i>Eugenia pitanga</i> (O.Berg) Nied.	Sb	T	*	*	*
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	Av	G	*	*	*
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Av	G	*	*	*
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Ar	G		*	*
<b>Orchidaceae</b>					
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	Hb	T	*		
<b>Peraceae</b>					
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Ar	G	*	*	*
<b>Pinaceae</b>					
<i>Pinus</i> sp.	Ar	G			*
<b>Poaceae</b>					
Poaceae sp. 7	Hb			*	*
<b>Polygalaceae</b>					
<i>Securidaca divaricata</i> Nees & Mart.	Tr	G		*	*

Famílias/ Espécies	Formas de crescimento	G/T	CT	CD	CAO
<b>Primulaceae</b>					
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	Ar	G		*	*
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Ar	G	*	*	*
<b>Rhamnaceae</b>					
<i>Gouania ulmifolia</i> Hook. & Arn.	Tr	G		*	*
<b>Rosaceae</b>					
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Ar	G	*		
<b>Rubiaceae</b>					
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Ar	G	*		*
<i>Faramea montevidensis</i> (Cham. & Schltldl.) DC.	Ar	G			*
<i>Palicourea marcgravii</i> A.St.-Hil.	Hb	G			*
<i>Psychotria hoffmannseggiana</i> (Willd. ex Schult.) Müll.Arg.	Hb	G	*	*	*
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltldl.) K.Schum.	Av	T	*	*	
<b>Salicaceae</b>					
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Ar	G	*		*
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Ar	G			*
<b>Sapindaceae</b>					
<i>Serjania lethalis</i> A. St.-Hil.	Tr	G	*	*	*
<b>Sapotaceae</b>					
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Ar	G			*
<b>Siparunaceae</b>					
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Ar	G	*	*	*
<b>Smilacaceae</b>					
<i>Smilax fluminensis</i> Steud.	Tr	G			*
<b>Solanaceae</b>					
<i>Solanum paniculatum</i> L.	Ab	G			*
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	Ar	G	*		

<b>Famílias/ Espécies</b>	<b>Formas de crescimento</b>	<b>G/T</b>	<b>CT</b>	<b>CD</b>	<b>CAO</b>
<b>Styracaceae</b>					
<i>Styrax camporum</i> Pohl	Ar	T	*		
<b>Symplocaceae</b>					
<i>Symplocos mosenii</i> Brand	Ar	G	*	*	*
<b>Violaceae</b>					
<i>Anchietea pyrifolia</i> (Mart.) G.Don	Tr	G	*		*
<b>Vochysiaceae</b>					
<i>Qualea cordata</i> Spreng.	Ar	T	*		*
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Ar	G			*
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Ar	T	*	*	*

Apêndice 3. Espécies amostradas no banco de sementes do gradiente fisionômico do cerrado da Estação Ecológica de Assis, SP. CT: cerrado típico; CD: cerrado denso; CAO: cerradão; G: Espécies generalistas; T: Espécies típicas; Ar: Árvore; Av: arvoreta; Ab: arbusto; Sb: subarbusto; H: herbácea; Tr: trepadeira.

Famílias/ Espécies	Forma de crescimento	G/ T	CT	CD	CAO
<b>Annonaceae</b>					
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Av	T	*	*	*
<b>Apocynaceae</b>					
<i>Forsteronia glabrescens</i> Müll.Arg.	Tr	G	*	*	*
<i>Jobinia lindbergii</i> E. Fourn.	Tr	G		*	
<i>Oxypetalum appendiculatum</i> Mart.	Tr	G	*	*	*
<i>Temnadenia violacea</i> (Vell.) Miers	Tr	T	*	*	
<b>Araliaceae</b>					
<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	Av	T	*		
<b>Asteraceae</b>					
<i>Ageratum conyzoides</i> (L.) L.	Hb	G	*	*	
Asteraceae sp. 1			*		
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Av	G	*		
<i>Baccharis</i> sp. 1	Ab		*	*	
<i>Eupatorium squalidum</i> DC.	Hb	G	*		
<i>Mikania hirsutissima</i> Buchtien	Tr	G	*	*	*
<i>Mikania</i> sp	Tr			*	
<i>Piptocarpha</i> sp	Av				*
<i>Vernonia geminata</i> Kunth	Ab	G		*	
<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	Ab	G		*	
<i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Cass.	Ab	G	*	*	
<i>Vernonia</i> sp	Ab				*
<b>Bromeliaceae</b>					
<i>Ananas ananassoides</i> (Baker) L.B.Sm.	Hb	G	*	*	

<b>Famílias/ Espécies</b>	<b>Forma de crescimento</b>	<b>G/ T</b>	<b>CT</b>	<b>CD</b>	<b>CAO</b>
<b>Cannabaceae</b>					
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Av	G	*		
<b>Commelinaceae</b>					
<i>Commelina erecta</i> L.	Hb	G	*	*	*
<b>Convolvulaceae</b>					
<i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donell	Tr	G		*	*
<b>Cyperaceae</b>					
<i>Cyperus flavus</i> (Vahl) Nees	Av	G	*	*	*
<i>Fimbristylis</i> sp			*	*	*
<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton	Hb	G	*	*	*
<b>Dilleniaceae</b>					
<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	Tr	G		*	*
<b>Euphorbiaceae</b>					
<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch	Tr	G			*
<i>Croton campestris</i> A.St.-Hil.	Sb	T		*	
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Av	G			*
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Av	G		*	*
<b>Fabaceae</b>					
<i>Abrus pulchellus</i> Thwaites	Tr	G			*
<i>Calliandra dysantha</i> Benth.	Sb	T		*	
<i>Centrosema angustifolium</i> (Kunth) Benth.	Tr	G		*	
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Sb	T	*		
<i>Crotalaria micans</i> Link	Hb	G	*		*
Fabaceae sp. 2				*	*
<i>Mimosa debilis</i> Willd.	Sb	G	*	*	
<i>Rhynchosia melanocarpa</i> Grear	Tr	G			*
<i>Stylosanthes acuminata</i> M.B.Ferreira & Sousa Costa	Sb	T		*	

Famílias/ Espécies	Forma de crescimento	G/ T	CT	CD	CAO
<b>Lamiaceae</b>					
<i>Hyptis nudicaulis</i> Benth.	Hb	T		*	
<i>Hyptis</i> sp	Hb		*	*	*
<i>Peltodon tomentosus</i> Pohl	Hb	T	*	*	
<b>Lauraceae</b>					
<i>Ocotea cf. minarum</i> (Nees & Mart.) Mez	Av	G		*	
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	Av	G	*	*	*
<b>Malpighiaceae</b>					
<i>Banisteriopsis gardneriana</i> (A.Juss.) W.R.Anderson & B.Gates	Tr	T	*		
<i>Banisteriopsis</i> sp. 1				*	
<i>Banisteriopsis</i> sp. 2					*
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	Ab	T	*		*
<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	Av	G	*	*	*
Malpighiaceae sp. 1	Tr			*	
<i>Peixotoa</i> sp	Tr			*	
<b>Malvaceae</b>					
<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	Hb	G	*	*	*
<i>Sida linifolia</i> Juss. ex Cav.	Hb	G	*	*	
<i>Sida spinosa</i> L.	Hb	G	*	*	
<b>Melastomataceae</b>					
<i>Leandra aurea</i> (Cham.) Cogn.	Sb	G	*	*	*
<i>Leandra melastomoides</i> Raddi	Ab	G		*	*
<i>Leandra</i> sp. 1	Ab				*
<i>Leandra</i> sp. 5	Ab		*	*	*
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud	Arbusto	G	*	*	*
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Ab	G		*	*
<i>Miconia fallax</i> DC.	Ab	G	*	*	*
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	Av	G		*	*

<b>Famílias/ Espécies</b>	<b>Forma de crescimento</b>	<b>G/ T</b>	<b>CT</b>	<b>CD</b>	<b>CAO</b>
<b>Melastomataceae</b>					
<i>Miconia pseudonervosa</i> Cogn.	Ab	G			*
<i>Miconia</i> sp.	Ab		*	*	*
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	Ab	G	*	*	*
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	Sb	G	*		
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	Av	G	*	*	*
<b>Moraceae</b>					
<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Av	G	*		*
<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	Av	G		*	
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	Av	G			*
<b>Myrtaceae</b>					
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Av	G		*	
<b>Onagraceae</b>					
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H.Raven	Hb	G		*	
<b>Oxalidaceae</b>					
<i>Oxalis niederleinii</i> R. Knuth	Hb	G			*
<b>Peraceae</b>					
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Av	G			*
<b>Phyllantaceae</b>					
<i>Phyllanthus orbiculatus</i> Rich.	Hb	G	*	*	*
<b>Plantaginaceae</b>					
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Hb	G	*		
<b>Poaceae</b>					
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	Hb	G		*	
<i>Digitaria nuda</i> Schumach.			*	*	*
<i>Merostachys skvortzovii</i> Send.	Hp	G		*	*
<i>Panicum sellowii</i> Nees	Hb	G	*	*	*
<i>Panicum</i> sp. 1	Hb			*	*

Famílias/ Espécies	Forma de crescimento	G/ T	CT	CD	CAO
<b>Lamiaceae</b>					
<i>Panicum</i> sp. 2	Hb			*	
Poaceae sp. 1	Hb		*	*	*
Poaceae sp. 2	Hb		*		
<i>Setaria</i> sp	Hb		*	*	*
<b>Primulaceae</b>					
<i>Rapanea gardneriana</i> (A. DC.) Mez	Av	G	*	*	
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Av	G	*	*	*
<b>Rhamnaceae</b>					
<i>Gouania latifolia</i> Reissek	Tr	G		*	*
<i>Gouania virgata</i> Reissek	Tr	G	*	*	*
<b>Rubiaceae</b>					
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Av	G			*
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Hb	G	*	*	*
<i>Palicourea marcgravii</i> A.St.-Hil.	Hb	G	*	*	*
<i>Psychotria</i> sp.	Ab		*	*	
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	Av	G	*		
<i>Spermacoce palustris</i> (Cham. & Schltldl.) Delprete	Hb	G		*	*
<b>Rutaceae</b>					
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Av	G			*
<b>Salicaceae</b>					
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Av	G	*	*	*
<b>Sapindaceae</b>					
<i>Serjania lethalis</i> A. St.-Hil.	Tr	G		*	
<b>Siparunaceae</b>					
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Av	G	*	*	*
<b>Smilacaceae</b>					
<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng.	Tr	T		*	* *

<b>Famílias/ Espécies</b>	<b>Forma de crescimento</b>	<b>G/ T</b>	<b>CT</b>	<b>CD</b>	<b>CAO</b>
<b>Solanaceae</b>					
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	Ab	G	*	*	*
<b>Symplocaceae</b>					
<i>Symplocos mosenii</i> Brand	Av	G			*
<b>Thymelaeaceae</b>					
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	Av	G		*	
<b>Urticaceae</b>					
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Av	G	*	*	*
<b>Verbenaceae</b>					
<i>Lippia sidoides</i> Cham.	Ab	T	*		
<b>Xyridaceae</b>					
<i>Xyris</i> sp	Hb	G	*		