

Universidade Estadual de Montes Claros  
Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Ciências Biológicas

**EFEITO DA SAZONALIDADE CLIMÁTICA E POTENCIAL  
REGENERATIVO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO DE UMA  
FLORESTA TROPICAL SECA NO BRASIL**

Josiane de Carvalho Menezes

Montes Claros, Minas Gerais.

2015

Josiane de Carvalho Menezes

**EFEITO DA SAZONALIDADE CLIMÁTICA E POTENCIAL  
REGENERATIVO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO DE UMA  
FLORESTA TROPICAL SECA NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação  
*Stricto Sensu* em Ciências  
Biológicas da Universidade  
Estadual de Montes Claros  
como requisito necessário para  
a conclusão do curso de  
Mestrado em Ciências  
Biológicas.

**ORIENTADOR:** Dra. Yule Roberta Ferreira Nunes

**CO-ORIENTADORAS:**

Dra. Maria das Dores Magalhães Veloso

Dra. Adriana Oliveira Machado

Montes Claros, Minas Gerais.

2015

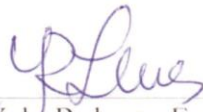


Josiane de Carvalho Menezes

**EFEITO DA SAZONALIDADE CLIMÁTICA E POTENCIAL  
REGENERATIVO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO DE UMA  
FLORESTA TROPICAL SECA NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Montes Claros como requisito necessário para a conclusão do curso de Mestrado em Ciências Biológicas.

APROVADA: 19 de Agosto de 2015.



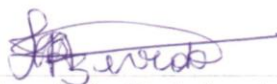
---

D.Sc. Yule Roberta Ferreira Nunes  
Orientador/UNIMONTES



---

D.Sc. Christian Dias Cabacinha  
ICA/UFMG



---

D.Sc. Islaine Francielly Pinheiro de Azevedo  
UNIMONTES

Dedico o presente trabalho ao meu filho e meu esposo por estarem ao meu lado em todos os momentos, pela dedicação, carinho e pela força que me faz superar os obstáculos.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus, por iluminar o meu caminho durante esta caminhada.

Ao meu esposo Júnior por sua dedicação, amor, paciência e pelo apoio incondicional para que eu alcançasse meus objetivos.

Ao meu filho Arthur que, com sua alegria, fez meus dias estressantes se tornarem bem mais leves e alegres e, principalmente, por muitas vezes eu não ter compartilhado tanto com suas brincadeiras e mesmo sendo tão pequeno, também me dava forças para continuar (“mamãe, a senhora já fez seus projetos?”).

À minha mãe Lúcia, meu padrasto Cláudio, pelo amor e apoio e por cuidar do meu filho, aos meus irmãos Pedro e Luciane e meus sobrinhos pelo carinho e força.

Aos meus padrinhos Sr. Dedé (padrinho) e Dona Fia (Dadinha) por me ensinarem o que é o amor verdadeiro e o que é doar-se, são meus amores, exemplo de vida e dedicação com outras vidas, sou eternamente grata por ter tido a honra de passar parte da minha infância e adolescência ao lado de vocês.

À minha querida orientadora Yule pela amizade, pelos ensinamentos, pela paciência e pelos conselhos que foram essenciais.

À minha co-orientadora Dora pela amizade e por me apoiar em todos os momentos.

À minha co-orientadora Adriana por se tornar uma amiga e me auxiliar nos momentos mais difíceis.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia Vegetal pelo companheirismo e ajuda nas coletas e montagem dos experimentos.

À Odirlei por sempre estar disposto a ajudar no campo e quando era preciso conduzir o Uno nas viagens.

Aos colegas de mestrado Neto, Maira, Patrícia Souto, que se tornaram grandes amigos e me ajudaram sempre que precisei.

À minha amiga Selminha, que sempre me apoiou, mesmo de longe, às amigas Nathalle, Carol, Hellen, Diellen e Antonielle pela força e amizade e a todos os amigos que torceram pela minha vitória.

À Neto pelo auxílio com a análise dos dados.

À Rubéns pelo auxílio na identificação do material botânico.

À Robert, do setor de transportes da Unimontes, pelo apoio nas viagens e no campo.

À FAPEMIG pelo financiamento do projeto (Edital 01/2012 – Demanda Universal – Processo nº CRA - APQ-02217-12).

## SUMÁRIO

RESUMO .....	11
ABSTRAT .....	12
INTRODUÇÃO .....	13
METODOLOGIA .....	15
<i>Área de Estudo</i> .....	15
<i>Banco de sementes do solo</i> .....	16
<i>Análise química e física do solo</i> .....	17
<i>Análise de dados</i> .....	18
RESULTADOS .....	18
DISCUSSÃO .....	21
REFERÊNCIAS .....	26
FIGURAS .....	36
TABELAS .....	42
ANEXO .....	46



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização do Parque Estadual da Mata Seca no município de Manga, norte de Minas Gerais. Fonte: Sanchez-Azofeifa et al. (2013).....35
- Figura 2:** Famílias botânicas com maior abundância de plântulas germinadas no banco de sementes do solo de uma Floresta Tropical Seca no Brasil ..... 36
- Figura 3:** Famílias botânicas com maior riqueza de plântulas encontradas no banco de sementes do solo de uma Floresta Tropical Seca no Brasil ..... 37
- Figura 4:** Riqueza do banco de sementes do solo em função do estágio: Inicial, intermediário e tardio; Período: chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e chuvoso.....38
- Figura 5:** Abundância do banco de sementes do solo em função do estágio: Inicial, intermediário e tardio; Período: chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e chuvoso..... 39
- Figura 6:** Diagrama de ordenação das parcelas e espécies segundo a Análise de Correspondência Canônica – CCA, a partir de 10 variáveis do solo. Parcelas do estágio inicial (cc2, cc3, cc4, cc5, cc6 e cc7); parcelas do estágio intermediário (ic1, ic2, ic3, ic4, ic6, ic7); parcelas do estágio tardio (mc4, mc5, mc6, mc7, mc8, mc9)..... 40

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Resultados da ANOVA, procedimento GLM, realizada a partir dos dados das variáveis estágio: Inicial, intermediário e tardio; Período: chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e chuvoso, em função da riqueza.....41
- Tabela 2:** Resultados da ANOVA, procedimento GLM, realizada a partir dos dados das variáveis estágio: Inicial, intermediário e tardio; Período: chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e chuvoso, em função da abundância..... 42
- Tabela 3:** Resultados da ANOVA, procedimento GLM, realizada a partir dos dados das variáveis de solo relacionando a riqueza do banco de sementes com os três estágios sucessionais..... 43
- Tabela 4:** Resultados da ANOVA, procedimento GLM, realizada a partir dos dados das variáveis estágio: Inicial, intermediário e tardio; Período: chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e chuvoso, em função da abundância..... 44
- Anexo 1:** Composição florística do banco de sementes do solo de uma Floresta Tropical Seca no Brasil.....45

**Efeito da sazonalidade climática e potencial regenerativo do banco de sementes do solo  
de uma floresta tropical seca no Brasil<sup>1</sup>**

Josiane de Carvalho Menezes<sup>2,3</sup>, Adriana Oliveira Machado<sup>3</sup>, Maria das Dores Magalhães  
Veloso<sup>3</sup>, Yule Roberta Ferreira Nunes<sup>3,4</sup>

---

<sup>1</sup>Dissertação de Mestrado da primeira autora no formato da Revista Acta Botanica Brasilica.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Montes Claros, MG, Brasil.

<sup>3</sup>Laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, MG, Brasil.

<sup>4</sup>Autora para correspondência: yule.nunes@unimontes.br

## 1 **RESUMO**

2 As Florestas Tropicais Secas - FTSs estão condicionadas à forte sazonalidade climática e são  
3 caracterizadas pela perda de folhas das árvores durante a estação seca. O banco de sementes  
4 do solo nas FTSs engloba as sementes viáveis presentes na serapilheira e no solo, sendo  
5 considerado a fonte primária de sementes com capacidade de regeneração de uma área  
6 perturbada. O objetivo desse trabalho foi verificar a composição florística, riqueza e  
7 abundância de sementes do banco de sementes do solo em três estágios sucessionais (inicial ,  
8 intermediário e tardio) e estações do ano (chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e chuvoso). O  
9 banco de sementes do solo foi amostrado em quatro períodos do ano, entre 2013 e 2014. Para  
10 isso, foram utilizadas 18 parcelas divididas em três estágios sucessionais (seis parcelas para  
11 cada estágio). Foram registrados 1.728 germinantes nas quatro amostragens, sendo 152 no  
12 período de transição chuvoso-seco, 197 nas amostras do período seco, 1035 no período de  
13 transição seco-chuvoso e 344 no período chuvoso. Quanto à riqueza, no período chuvoso-seco  
14 houve 42 espécies germinadas, no período seco 24 espécies, no período seco-chuvoso 59  
15 espécies e no período chuvoso 45 espécies. Os resultados das análises mostraram que a  
16 riqueza do banco de sementes do solo se correlacionou significativamente com os estágios  
17 sucessionais e com o período de coleta. Por outro lado, a relação entre estágio × período não  
18 teve correlação significativa com a riqueza do banco de sementes. Os valores obtidos na GLM  
19 para abundância evidenciaram diferenças significativas entre todas variáveis analisadas:  
20 estágio, período de coleta e na interação entre estágio e período. A riqueza e abundância do  
21 banco de sementes do solo apresentaram correlação positiva com as variáveis químicas do  
22 solo (Ca, K, V, P-Meh, pH, SB, t, T, Mg, H+Al) apresentadas na CCA. O estágio inicial de  
23 sucessão apresentou maior estabelecimento de plântulas no período seco-chuvoso, tanto para  
24 a riqueza quanto para a abundância. Isso infere que o estágio inicial de sucessão é favorável à  
25 entrada de propágulos, pela facilidade de sua entrada por dispersão, uma vez que são áreas  
26 mais abertas. Assim, as variações da sazonalidade na riqueza e abundância do banco de  
27 sementes do solo interfere no estabelecimento das populações em alguns ambientes. Algumas  
28 áreas têm demonstrado a capacidade de fornecer sementes que ficam no banco de sementes  
29 mesmo após a perturbação e estabelecer suas plântulas.

30

31 Palavras-chave: Germinação, Mata Seca, regeneração, sucessão.

32

33 **ABSTRACT**

34 The Tropical Dry Forests (TDFs) are conditioned to strong climatic seasonality and are  
35 characterized by loss of tree leaves in the dry season. The soil seed bank in the TDFs includes  
36 the seeds viable in the litter and barried in the soil being considered the primary seed source  
37 with regeneration capacity in the disturbed area. The objective of the study was verify the  
38 floristic composition, richness and density of the seeds bank in differents successional (early,  
39 intermediate and late) and seasons (rainy-dry, dry, dry-rainy and rainy). The soil seed bank  
40 was sampled in four periods of the year, between 2013 and 2014. For this purpose, 18 plots  
41 were used divided into three successional stages (six plots for each stage). We observed 1,728  
42 seedlings in the four samples, with 152 in the period of rainy-dry transition, in 197 samples of  
43 the dry season, 1,035 the dry-wet transition period and 344 in the rainy season. The rainy-dry  
44 season showed 42 seedling species, the dry season 24, the dry-wet season 59 and the rainy  
45 period 45 species. On the other hand, the relationship between stage and period had no  
46 significant correlation with the richness of the seed bank. The values obtained for the GLM  
47 abundance showed significant differences between all variables: stage, period of sampling and  
48 interaction between stage  $\times$  period. The richness and abundance of soil seed bank showed a  
49 positive correlation with the chemical variables of the soil (Ca, K, V, P-Meh, pH, SB, t, T,  
50 Mg, H+Al). The initial stage of succession showed higher seedling establishment in the dry-  
51 rainy season, both for richness and abundance. This infers that the initial stage sequence is  
52 favorable to the input seedlings, that facilitate the seed dispersion, since they are more open  
53 areas. Thus, the spatial and temporal variations in richness and abundance of soil seed bank  
54 interfere in establishing populations in some environments. Some areas have demonstrated the  
55 ability to provide seeds remaining in the seed bank even after the disturbance and establish  
56 their seedlings.

57

58 **Keywords:** Dry Forest, germination, regeneration, succession.

59

## 60 **Introdução**

61 As Florestas Tropicais Secas (FTSs) estão condicionadas à forte sazonalidade  
62 climática e são caracterizadas, principalmente, pela perda de folhas das árvores durante a  
63 estação seca (Scariot & Sevilha 2005). Ao longo do período seco, a vegetação das FTSs  
64 possui aspecto parecido ao do bioma Caatinga (Rizzini 1963; Silva & Scariot 2003) e no  
65 período chuvoso sua cobertura vegetal é verde. Na estação seca apresenta diferentes taxas de  
66 secagem foliar, isso se deve aos diferentes tipos de espécies de árvores e, também, pela idade  
67 de sucessão (Janzen 1988). Além disso, sua ocorrência é ampla, com formações,  
68 principalmente, no Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga. (Scariot & Sevilha 2005), por isso a  
69 vegetação de FTSs possuem características diversificadas de acordo com a área de ocorrência  
70 (Pedralli 1997).

71 Apesar da diversidade da flora, as FTSs são consideradas um dos ecossistemas mais  
72 ameaçados do mundo e possuem 60% de seu território modificado pelas ações humanas  
73 (Fajardo et al. 2013, Sánchez-Azofeifa et al. 2013), principalmente pela agricultura e  
74 pastagem (Stoner et al. 2009), e a vegetação remanescente encontra-se, geralmente, sob a  
75 forma de fragmentos florestais (Sánchez-Azofeifa et al. 2013). As FTSs têm alta taxa de perda  
76 de sua vegetação devido às características do solo serem propícias para as atividades  
77 agropecuárias (Stoner et al. 2009). Por isso, os efeitos do uso do solo e abandono de terras,  
78 após a utilização para agricultura e pastagem, são uma das principais causas da modificação  
79 da composição, estrutura e funções ecológicas destas florestas (Bullock 1995; Colón & Lugo  
80 2006), promovendo, assim, o início de uma sucessão secundária.

81 Essa sucessão secundária em áreas que sofreram ação antrópica é impulsionada  
82 através da germinação de sementes que foram recém dispersas e sementes dormentes  
83 presentes no solo, influenciada, principalmente, pela temperatura e quantidade de luz (Martins  
84 et al. 2012). O banco de sementes do solo é considerado a fonte primária de sementes com  
85 capacidade de regeneração de uma área perturbada (Vinha et al. 2011; Ma et al. 2014). Nas

86 florestas tropicais, o banco de sementes do solo engloba as sementes presentes na serapilheira  
87 e no solo (Leck et al. 1989; Oliveira et al. 2011), que agrega sementes não germinadas que  
88 podem substituir plantas adultas anuais ou perenes (Leck et al. 1989).

89 Na camada superficial do solo encontra-se a maior abundância e riqueza de sementes  
90 em comparação com as camadas mais profundas (Luzuriaga et al. 2005; Silva et al. 2013). A  
91 quantidade de sementes presentes no banco de sementes do solo também varia ao longo do  
92 ano (Klimešová & Klimeš 2007). Assim, a sazonalidade climática determina os padrões de  
93 produção de sementes, germinação, desenvolvimento e sobrevivência de plântulas em  
94 florestas tropicais secas, já que essas sementes germinam quando encontram condições  
95 favoráveis para se estabelecerem (Grime 1989; Segura et al. 2003; Ooi 2012; Pekas & Schupp  
96 2013).

97 A interação entre o micro habitat e a sazonalidade climática influencia diretamente na  
98 dinâmica do banco de sementes do solo (Santos et al. 2013), já que a disponibilidade de  
99 sementes está condicionada à heterogeneidade espaço-temporal e à influência das variações  
100 climáticas ao longo do ano (Crawley 1997). Além disso, as propriedades regenerativas de  
101 uma floresta são influenciadas pela incidência de luz que atinge o solo, no qual fornece uma  
102 estimativa da produtividade da floresta tropical (Stoner et al. 2009). É provável que haja  
103 regeneração pelo recrutamento de espécies de uma área de floresta antiga (Powers et al.  
104 2009), mas a recuperação das características estruturais depende do tipo de floresta e isso  
105 pode acontecer dentro de várias décadas (Powers et al. 2009). Espécies que não foram  
106 representadas localmente podem restabelecer-se através do banco de sementes (Pekas &  
107 Schupp 2013) e o reestabelecimento de espécies raras e ameaçadas ocorre através do banco de  
108 sementes do solo, mesmo que não esteja presente na vegetação da superfície (Davies et al.  
109 2013). Portanto, se houver presença de fonte de sementes, o hábitat pode ser restaurado  
110 (Janzen 1988).

111 O processo de sucessão e a regeneração das FTSs são afetados pelas transformações  
112 ambientais durante a sucessão (Sánchez-Azofeifa et al. 2013) e o banco de sementes é capaz  
113 de promover o estabelecimento de populações e a manutenção da diversidade das espécies  
114 (Baider et al. 1999; Tres et al. 2007). Dessa forma, este estudo teve como objetivo verificar a  
115 composição florística, riqueza e densidade de sementes do banco de sementes do solo em  
116 diferentes estágios sucessionais e estações do ano (chuvosa-seca, seca, seca-chuvosa e  
117 chuvosa), em uma Floresta Tropical Seca no Parque Estadual da Mata Seca, norte de Minas  
118 Gerais. As seguintes questões foram abordadas: i) A composição do banco de sementes é  
119 influenciada pela sazonalidade climática entre as estações e entre os estágios sucessionais?; ii)  
120 Qual a contribuição do banco de sementes do solo para a regeneração da vegetação?

121

## 122 **Material e métodos**

### 123 *Área de estudo*

124 O estudo foi desenvolvido no Parque Estadual da Mata Seca (PEMS), localizado no  
125 Vale do Médio São Francisco, norte de Minas Gerais. O PEMS abrange uma área de 15.446  
126 ha (Pezzini et al. 2014) entre os municípios de Manga, Itacarambi, São João das Missões e  
127 Matias Cardoso (14°48'36" - 14°56'59" S e 43°55'12" - 44°04'12" W) (Figura 1).

128 Conforme a classificação de Köppen, o clima que predomina na região é o As, com  
129 temperatura média anual de 23,4° C e índice pluviométrico de 886 mm (Alvares et al. 2013).  
130 Esse clima é caracterizado por uma estação seca acentuada no inverno com, no mínimo, um  
131 mês de precipitação inferior a 60 mm, e o mês mais frio com temperatura média superior a  
132 18° C (Antunes 1994). De acordo com IEF (2000), os solos do parque são litólicos,  
133 podzólicos, latossolos e cambissolos. A principal atividade na área antes da criação do parque  
134 era a pecuária, por isso há, aproximadamente, 1.525 ha de área abandonada em processo de  
135 regeneração (Madeira et al. 2009).



136 Em 2006, foram definidas áreas de FTSs em diferentes estágios sucessionais,  
137 conforme estrutura da vegetação e histórico de uso da terra (Madeira et al. 2009). O estágio  
138 inicial de sucessão localiza-se em uma área de pasto abandonada no ano de 2000 e possui um  
139 estrato arbóreo com dossel descontínuo, e árvores de 6-8m de altura; o estágio intermediário,  
140 uma área de pastagem abandonada na década de 1970, possui dois estratos: um composto de  
141 árvores de 10-12 m, com algumas árvores emergentes de 15 m de altura, e o outro composto  
142 por um denso sub-bosque com árvores juvenis e lianas; o estágio tardio não apresenta registro  
143 de intervenções severas há pelo menos 50 anos e apresenta também dois estratos: um formado  
144 por árvores de 18-20 m de altura, com dossel fechado e o outro é composto de um sub-bosque  
145 esparso, baixa densidade de lianas e juvenis (Madeira et al. 2009).

146

#### 147 *Banco de sementes do solo*

148 Para amostragem do banco de sementes foram utilizadas as parcelas marcadas por  
149 Madeira et al. (2009) para análise da estrutura florestal. Assim, 18 parcelas de 20 m × 50 m,  
150 seis em cada estágio sucessional: inicial, intermediário e tardio (Madeira et al. 2009), foram  
151 amostradas, trimestralmente, por meio de coletas de solo e serapilheira, em quatro períodos  
152 nos anos de 2013 e 2014. Os períodos de coleta representaram uma coleta no período de  
153 transição da estação chuvosa para a seca (abril de 2013), uma coleta na estação seca (julho de  
154 2013), uma coleta no período de transição da estação seca para a chuvosa e uma coleta na  
155 estação chuvosa (janeiro de 2014) (Silva 2014), para maximizar a amostragem de sementes no  
156 banco.

157 Para a coleta do banco de sementes do solo, em cada parcela, foram marcados quatro  
158 pontos distantes 3 m das bordas. Com auxílio de um gabarito nas dimensões 30 cm × 30 cm,  
159 foi coletada uma amostra de solo na profundidade de 10 cm, em cada ponto da parcela. No  
160 total foram coletadas quatro amostras pontuais em cada parcela, que foram reunidas para

161 formar uma amostra composta, totalizando 72 amostras compostas, durante os quatro  
162 períodos de coleta. As amostras compostas foram acondicionadas, separadamente, em sacos  
163 plásticos devidamente identificadas e transportadas para o Laboratório de Ecologia Vegetal,  
164 no campus da UNIMONTES, em Montes Claros/MG.

165 Cada amostra composta foi colocada em bandeja plástica e distribuída em casa de  
166 vegetação. Para controlar as infestações da chuva de sementes local, foram distribuídas 35  
167 bandejas plásticas contendo areia esterilizada (autoclavada) na casa de vegetação. As  
168 amostras foram regadas duas vezes ao dia (manhã e tarde). O total de amostras do  
169 experimento foi 72 (18 parcelas × 4 períodos de coleta).

170 Para o ensaio do banco de sementes, foi utilizado o método de germinação (Brown  
171 1992). As amostras semanalmente, durante o período de 6 à 12 meses, para cada período. Para  
172 isto, foram contados, todos os indivíduos cujas sementes emergiram e produziram plântulas,  
173 sendo, ainda, morfotipados para identificação. Após o estabelecimento do indivíduo (estádio  
174 pós-plântula) ou quando havia material reprodutivo (flor), foi feita a retirada do indivíduo  
175 para herborização. A identificação do material botânico foi realizada através de consultas a  
176 especialistas, uso de literatura especializada e classificados quanto ao hábito (herbáceo,  
177 arbustivo e arbóreo) (Font-Quer 1985). O material botânico foi tratado segundo as técnicas  
178 tradicionais de herborização (Mori et al. 1989) e depositado no Hérbario Montes Claros  
179 (HMCMG) da UNIMONTES. Para a classificação das espécies em famílias foi utilizado o  
180 sistema *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III 2009).

181

## 182 *Análise química e física do solo*

183 Para relacionar o banco de sementes do solo com à composição química e física do  
184 solo, foram utilizados os dados de Nunes et al. (2013) coletados em 2009. Para isso, foram  
185 utilizadas amostras compostas de solo superficial (0-20 cm de profundidade) de cada parcela

186 analisadas segundo o protocolo da EMBRAPA (1997), quanto a: pH (pH em água); K  
187 (potássio); P-Mehlich (teor de fósforo); P-rem (fósforo remanescente); Ca (cálcio); Mg  
188 (magnésio); Al (alumínio); H + Al (hidrogênio + alumínio); SB (soma de bases); V (saturação  
189 por bases); t (capacidade de permuta catiônica eficaz); m (saturação de alumínio); T  
190 (capacidade de permuta catiônica a pH 7,0); MO (matéria orgânica); e proporções de areia  
191 grossa (2-0,2 mm), areia fina (0,2-0,05 mm), silte (0,05-0,02 mm), e argila (<0,02 mm)  
192 (Nunes et al. 2013).

193

#### 194 *Análise de dados*

195 Para avaliar a relação da riqueza e abundância do banco de sementes do solo em  
196 função dos estágios sucessionais (inicial, intermediário e tardio) e dos períodos de coleta  
197 (chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e chuvoso), os valores de riqueza e abundância foram  
198 submetidos à Análise de Variância (ANOVA) em procedimento GLM (Modelo Linear  
199 Generalizado) (Nelder & Wedderburn 1972), com teste “F” e posterior análise de contraste.  
200 Todas as análises foram feitas utilizando o software R<sub>3.1.3</sub>. (R Development Core Team 2015).

201 Para relacionar a riqueza e abundância do banco de sementes do solo com as variáveis  
202 edáficas, foi feita uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), utilizando o PC-ORD  
203 6.0 (McCune & Mefford 2011).

204 Para avaliar a relação dos dados de solo com a riqueza e abundância encontradas nos  
205 três estágios sucessionais, foi efetuada um procedimento GLM (Modelo Linear Generalizado)  
206 (Nelder & Wedderburn 1972).

207

#### 208 **Resultados**

209 No banco de sementes do solo do PEMS foram registradas 1728 plântulas germinadas,  
210 durante os quatro períodos de amostragem. As plântulas distribuíram-se em 19 famílias, 38

211 gêneros e 85 espécies, incluindo 64 plântulas identificadas ao nível de gênero, 17  
212 identificadas ao nível de família e quatro morfoespécies não identificadas (Anexo 1). As  
213 famílias mais abundantes foram Malvaceae (260 indivíduos), Verbenaceae (233), Poaceae  
214 (214), Burceraceae (187), Asteraceae (153), Phyllanthaceae (131), Euphorbiaceae (126) e  
215 Fabaceae (139) (Figura 2). Dentre as 19 famílias encontradas no banco de sementes do solo,  
216 as que apresentaram maior riqueza foram: Malvaceae (13 espécies), Verbenaceae e Fabaceae  
217 (12), Asteraceae (9) e Poaceae (6) (Figuras 2 e 3).

218 Quanto ao hábito das espécies (Font-Quer 1985), a maioria dos indivíduos  
219 identificados no banco de sementes foram ervas, com 1155 indivíduos (66,84%), seguido de  
220 arbustos, com 336 indivíduos (19,44%), árvores, com 195 indivíduos (11,28%) e lianas, com  
221 42 indivíduos (2,44%) (anexo 1). As espécies mais abundantes foram: *Sida planicaulis*, com  
222 208 indivíduos (12,04% do total), *Commiphora leptophloeos*, com 187 (10,82%), *Phyllanthus*  
223 sp., com 120 (6,94%), Poaceae sp.6, com 111 (6,42%), *Croton* sp.2, com 93 (5,38%),  
224 Lamiaceae sp. e *Borreria* sp.1, com 83 cada (4,80% cada espécie), *Senna* sp., com 79  
225 (4,57%), *Lippia* sp.2, com 61 (3,53%), Asteraceae sp. e Poaceae sp.2, com 60 cada (3,47%  
226 cada espécie), e *Stachytarpheta* sp.3, com 51 (2,95%). As outras 73 espécies apresentaram  
227 abundância menor que 50 indivíduos (Anexo 1).

228 Das espécies que germinaram no banco de sementes do solo, apenas seis são árvores:  
229 *C. leptophloeos*, *Piptadenia* sp., *Bauhinia rufa*, *Senna spectabilis*, *Luetzelburgia andrade-*  
230 *limae* e *Tabebuia* sp. Destas seis espécies, quatro (*C. leptophloeos*, *B. rufa*, *L. andrade-limae*  
231 e *Piptadenia* sp.) germinaram nas amostras de solo do estágio intermediário, três (*C.*  
232 *leptophloeos*, *S. spectabilis* e *Tabebuia* sp.) no estágio inicial e uma espécie no estágio tardio  
233 (*C. leptophloeos*), sendo está a única espécie arbórea observada nos três estágios de sucessão.

234 Nas amostras de solos no período de transição chuvoso-seco (abril/2013), foram  
235 encontrados 152 indivíduos germinados (8,80% do total), as amostras do período seco

236 (julho/2013) apresentaram 197 indivíduos germinados (11,40% do total), o período de  
237 transição seco-chuvoso (outubro/2013), apresentou maior quantidade de plântulas  
238 germinadas, com 1035 indivíduos (59,90%) e o período chuvoso apresentou 344 indivíduos  
239 germinados (19,90%) . Quanto à riqueza, foi observado que no período chuvoso-seco houve  
240 42 espécies germinadas, no período seco foi observada a germinação de 24 espécies, no  
241 período seco-chuvoso 59 espécies e no período chuvoso 45 espécies (anexo 1).

242 Os resultados das análises mostraram que a riqueza do banco de sementes do solo foi  
243 significativa entre os estágios sucessionais (inicial, intermediário e tardio) e entre os períodos  
244 de coleta (chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e chuvoso) ( $p < 0,001$ ) (figura 4). Por outro lado,  
245 a interação entre estágios e períodos não teve relação significativa com a riqueza do banco de  
246 sementes (Tabela 1). A maior riqueza foi encontrada no estágio inicial, com 70 espécies  
247 germinadas. Nos estágios intermediário e tardio foram encontradas 45 e 49 espécies  
248 germinadas, respectivamente.

249 A abundância de plântulas germinadas foi significativa entre os estágios sucessionais,  
250 período de coleta e na interação entre estágio e período (Tabela 2). Entre os estágios de  
251 sucessão, o que apresentou maior abundância foi o inicial, com 958 indivíduos germinados,  
252 seguido do estágio tardio, com 427 indivíduos, e intermediário, com 343 indivíduos (figura  
253 5).

254 Na análise de contraste os resultados, tanto para a riqueza quanto para a abundância,  
255 mostraram que há diferença somente na transição da estação seca para a chuvosa em relação  
256 as estações – transição chuvosa-seca, seca, chuvosa.

257 Nos resultados da CCA (Figura 6), observou-se que as parcelas do estágio inicial  
258 encontram-se distribuídas separadamente das demais, mas as parcelas dos estágios  
259 intermediário e tardio possuem maior proximidade entre elas, em relação às variáveis do solo.  
260 O eixo 1 explicou 21,3% da variação, o eixo 2 explicou 11,1% e o eixo 3 explicou 9,8,

261 totalizando 42,2% da variância. Os autovalores dos eixos 1, 2 e 3 foram, respectivamente  
262 0,441, 0,230, e 0,202.

263 A riqueza e abundância do banco de sementes do solo foi significativa para as  
264 variáveis químicas do solo (Ca, K, V, P-Meh, pH, SB, t, T, Mg, H+Al) apresentadas na CCA  
265 (Tabelas 3 e 4). Entretanto, alguns padrões foram observados em função das variáveis  
266 ambientais. Os valores de riqueza e abundância observados nos estágios intermediário e tardio  
267 e as espécies *Croton* sp., *Eupatorium* sp.1, *Stachytarpheta* sp.3, *Bauhinia rufa*, Malvaceae sp.,  
268 Lamiaceae sp., *P. acuminatus*, Poaceae sp., *Gaya* sp.5 e Poaceae sp.3. correlacionaram  
269 positivamente com H+Al. O estágio inicial e as espécies *Lippia* sp.2, *Stachytarpheta* sp.4,  
270 *Lippia* sp.5, *Lippia* sp.7, *Chamaecrista* sp.1, *Borreria* sp., *Senna* sp, *Sida* sp.4 e *Heliotropium*  
271 sp. correlacionaram positivamente com P-Mehlich e Mg. O estágio inicial e as espécies  
272 *Ipomoea* sp.3, *Gaya* sp., *C. punctatum*, *Stachytarpheta* sp.2, *Chamaecrista* sp.1, *Lippia* sp.4,  
273 *Croton* sp., *S. planicaulis*, *Ipomoea* sp.2, *S. spinosa*, *Tabebuia* sp., *Sida* sp.5 e *Lippia* sp.3  
274 correlacionaram positivamente com as variáveis: pH, K, Ca, SB, V, t, T.

275

## 276 **Discussão**

277 A riqueza total do banco de sementes encontrada neste estudo (85 espécies) é superior  
278 ao citado por Garwood (1989), que relata valores entre 8 e 67 espécies, para áreas de florestas  
279 tropicais que sofreram perturbações antrópicas. Silva et al. (2013) e Santos et al. (2013)  
280 encontraram 79 espécies cada, em solos de um fragmento de Floresta Tropical Seca no  
281 nordeste do Brasil, Randriamalala et al. (2015) observou 55 morfoespécies em estudo com  
282 banco de sementes em Floresta de sucessão secundária. Quanto a riqueza de famílias no banco  
283 de sementes no solo, este estudo apresentou resultados semelhantes a alguns trabalhos, onde  
284 foram observadas as famílias Euphorbiaceae, Poaceae, Fabaceae e Malvaceae, no estudo de  
285 Silva et al. (2013); Poaceae e Asteraceae na pesquisa de Randriamalala et al. (2015);

286 Euphorbiaceae, Poaceae, Fabaceae, Malvaceae e Asteraceae no estudo de Santos et al. (2013).  
287 A maior riqueza do banco de sementes encontrada neste estudo foi obtida das amostras de  
288 solo das parcelas no estágio inicial. A floresta neste ambiente é composta por um estrato  
289 herbáceo-arbustivo denso e um dossel descontínuo (Madeira et al. 2009; Pezzini et al. 2014).  
290 Esta característica favorece a entrada de propágulos de áreas adjacentes, sobretudo aqueles  
291 com dispersão abiótica (como anemocórica) contribuindo para um aumento da riqueza e  
292 diversidade nesta área (Powers et al. 2009; Sánchez-Azofeifa et al. 2013).

293 No banco de sementes do solo do PEMS houve predomínio de espécies pioneiras e  
294 herbáceas. As herbáceas contribuem para maior riqueza de espécies no banco de sementes por  
295 apresentarem um ciclo de vida curto e, com isso, depositam uma quantidade maior de  
296 propágulos ao longo do tempo (Baider et al. 1999, Tabarelli et al. 1999; Silva et al 2013), para  
297 manter a renovação do estoque de suas sementes no solo e garantir sua ocupação na área  
298 (Costa & Araújo 2003). Em ambientes perturbados é comum as herbáceas serem mais  
299 abundantes, como observado no presente trabalho e nos trabalhos de Martins et al. (2008) em  
300 fragmentos de Floresta semidecídua, com 72% de espécies herbáceas germinadas; Silva et al.  
301 (2013) em FTSs, com 80% e Calegari et al. (2013) com 72% de herbáceas. Geralmente,  
302 ambientes perturbados apresentam um banco de sementes maior (Quintana-Ascencio et al.  
303 1996), já que é composto principalmente por espécies pioneiras. A predominância de  
304 herbáceas e arbóreas pioneiras presentes no banco de sementes desses ambientes é devido aos  
305 eficientes mecanismos de dispersão, que produzem quantidade expressiva de sementes  
306 pequenas que são enterradas no solo facilmente e, também, por apresentarem dormência  
307 facultativa e favorecer a germinação imediata em condições ambientais favoráveis (Saulei &  
308 Swaine 1988). Alguns fatores como tamanho da semente, tipo de dormência e de mecanismos  
309 de dispersão facilitam a dispersão dessas espécies herbáceas pioneiras, o que confere a elas  
310 dominância em diferentes tipos de ambientes perturbados (Calegari et al. 2013).

311 A composição e a densidade do banco de sementes do solo são influenciadas pelos  
312 regimes de distúrbios (Thompson 1992). A densidade de sementes diminui significativamente  
313 em estágios mais avançados de sucessão (Garwood 1989). Portanto, à medida que avança a  
314 idade sucessional dessas florestas, há um aumento na abundância de sementes de espécies  
315 arbóreas e arbustivas pioneiras e, conseqüente diminuição de espécies herbáceas em estágios  
316 intermediário e tardio (Quintana-Ascencio et al. 1996). Estes estágios possuem um ambiente  
317 com maior área de sombreamento, com dossel fechado e árvores mais altas, o que pode  
318 dificultar a entrada de propágulos e a germinação de sementes com hábito herbáceo, já que  
319 estas espécies geralmente estabelecem-se em ambientes com maior incidência de luz e  
320 temperaturas mais elevadas (Tabarelli et al. 1999; Powers et al. 2009; Sánchez-Azofeifa et al.  
321 2013). As espécies vegetais são adaptadas a determinadas condições ambientais. Áreas  
322 abertas favorecem espécies que dependem de muita luminosidade para se desenvolver e áreas  
323 com formação de dossel contínuo favorecem espécies tolerantes ao sombreamento (Martins  
324 2009). Quando estão presentes, as sementes de espécies que são tolerantes à sombra, fazem  
325 parte do banco transitório de sementes, devido a tendência que elas possuem ao caírem no  
326 solo, germinar e formar um banco de plântulas, isso pelo fato de existir condições de  
327 sombreamento adequadas (Thompson 1992).

328 Embora alguns estudos apresentem resultados contrários, com densidade de sementes  
329 maior na estação chuvosa (Leal Filho et al. 2013), neste estudo a maior densidade de  
330 germinantes ocorreu nas amostras coletadas no período de transição seco-chuvoso, assim  
331 como relatado em Martins (2008) e registrado por Coffin & Lauenroth (1989) e por Williams  
332 et al. (2005). Portanto, a composição do banco de sementes do solo não acontece somente em  
333 períodos reprodutivos favoráveis, mas há também a persistência das sementes no solo e  
334 serapilheira por um longo período (Santos et al. 2013) que pode influenciar a ocorrência de  
335 espécies germinando em diferentes períodos.



336 As espécies de florestas tropicais secas são tipicamente anemocóricas (Sánchez-  
337 Azofeifa et al. 2013) e desta forma, pode-se inferir que algumas espécies depositam suas  
338 sementes no solo no período seco, quando os frutos de algumas espécies amadurecem e suas  
339 sementes são dispersadas (Janzen 1988). As sementes de dispersão anemocórica fazem parte  
340 do processo de regeneração ao longo do tempo, pois chegam primeiro, colonizam e não  
341 oferecem recursos de alimento para os animais e é estabelecido por um determinado período  
342 uma comunidade onde há mais espécies de dispersão anemocórica (Powers et al. 2009  
343 Geralmente, a variação na riqueza e abundância de sementes do banco de sementes do solo  
344 dependem da interação entre a variação espacial e precipitação anual (Santos et al. 2013).

345 O banco de sementes do solo varia ao longo do tempo, onde a composição de espécies  
346 e densidade ocorrem essencialmente em função dos períodos sazonais, de acordo com a  
347 fenologia de cada espécie, que condicionam a floração, frutificação e dispersão dos  
348 propágulos ao longo do ano. No espaço, essas variações ocorrem de forma vertical (variação  
349 da densidade de sementes depositadas desde a serrapilheira até diferentes profundidades do  
350 solo) ou horizontal (referente aos micro habitats formados) (Ricklefs 1996; Sena et al. 2007).

351 Estudos realizados por Santos et al. (2010), com banco de sementes, em uma área de  
352 Floresta Tropical Seca, mostrou a presença de apenas seis espécies arbóreas, corroborando  
353 com nosso trabalho. Milberg (1995) encontrou apenas duas espécies arbóreas do banco de  
354 sementes na vegetação e não houve correlação do estrato arbóreo da vegetação com o banco  
355 de sementes do solo. A regeneração de áreas que foram perturbadas pode ser possível através  
356 do banco de sementes do solo, pois algumas áreas têm demonstrado a capacidade de fornecer  
357 sementes que ficam no banco de sementes mesmo após a perturbação e estabelecer suas  
358 plântulas (Griscom & Ashton 2011). Estes resultados demonstram que a quantidade de árvores  
359 encontradas foi pequena, quando comparado com o estrato arbóreo do Parque Estadual da  
360 Mata Seca/MG, nas amostragens realizadas em 2006 e 2009, em estudos realizados por

361 Madeira et al. (2006) e Nunes et al. (2009). O banco de sementes do solo possui baixa relação  
362 com a vegetação arbórea uma vez que o banco de sementes de florestas tropicais possui  
363 espécies raras ou ausentes no estrato arbóreo (Saulei & Swaine 1988).

364 O solo do estágio inicial possui fraca alcalinidade, o do estágio intermediário é ácido e  
365 do estágio tardio possui fraca acidez (Nunes et al. 2013). No entanto, a distribuição das  
366 espécies na floresta pode estar relacionada à disponibilidade de nutrientes minerais e água no  
367 solo (Terbogh 1992; Botrel et al. 2002). Os nutrientes identificados nas análises químicas do  
368 solo do PEMS foram essenciais para evidenciar as diferenças existentes entre os estágios  
369 sucessionais inicial, intermediário e tardio.

370 Desse modo, as espécies pioneiras, que colonizam e facilitam o desenvolvimento de  
371 outras espécies em um determinado ambiente, atuam como vetores de dispersão e isso  
372 propicia condições melhores de fertilidade do sistema edáfico e subsidia habitats que são  
373 favoráveis ao recrutamento de novos indivíduos (Baider et al. 1999). Portanto, as herbáceas,  
374 arbustos e árvores pioneiras de ciclo de vida curto e longo, que compõem o conjunto de  
375 espécies ecológicas no banco de sementes do solo, apresentam um papel importante na  
376 restauração da riqueza de espécies arbóreo-arbustivas e na regeneração da floresta (Baider et  
377 al. 1999).

378 No geral, este estudo mostrou que a maior riqueza e abundância de espécies  
379 encontradas foram nas amostras do período de transição do seco para o chuvoso e no estágio  
380 inicial de sucessão. Isso porque no banco de sementes há predominância de espécies pioneiras  
381 e secundárias iniciais e a maioria das espécies depositam suas sementes no período seco, o que  
382 favorece a germinação na transição do período seco para o chuvoso. À medida que avança os  
383 estágios sucessionais as espécies pioneiras e secundárias iniciais vão diminuindo  
384 gradativamente. As herbáceas, arbustos e árvores pioneiras, presentes no banco de sementes

385 avaliado, apresentam um papel importante na restauração e na regeneração da área estudada,  
386 pois fazem parte da dinâmica dos estágios sucessionais.

387 De modo geral, os mecanismos de sucessão e regeneração em Floresta Tropicais Secas  
388 são pouco estudados fazendo-se necessário um maior esforço nesse sentido para que os  
389 processos ecológicos desses ecossistemas sejam mais conhecidos e compreendidos, o que  
390 favoreceria sua conservação.

391

### 392 **Agradecimentos**

393 À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do  
394 projeto (processo CRA - APQ-02217-12) e pela bolsa de Iniciação Científica. À Universidade  
395 Estadual de Montes Claros e ao Instituto Estadual de Floresta (IEF/MG), pelo apoio logístico.  
396 Ao professor Dr. Rubens Manoel dos Santos (Universidade Federal de Lavras – UFLA) pela  
397 identificação do material botânico. Aos estagiários do Laboratório de Ecologia Vegetal da  
398 Unimontes pelo auxílio.

399

### 400 **Referências**

401 Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G., 2013.  
402 Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**.

403 Antunes, F.Z. 1994. Caracterização climática: caatinga do Estado de Minas Gerais. **Informe**  
404 **Agropecuário** 17: 15-19.

405 APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders  
406 and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161:  
407 105-121.

408 Baider, C., Tabarelli, M., Mantovani, W. 1999. O banco de sementes de um trecho de uma  
409 floresta atlântica Montana (São Paulo – Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, 59: 319-328.

410 Bullock, S.H. 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. In:  
411 **Seasonally dry tropical forests**, eds. S.H. Bullock, H.A. Mooney and E. Medina, 399–422.  
412 Cambridge, New York: Cambridge University Press.

413 Botrel, R.T.; Oliveira Filho, A.T.; Rodrigues, A.L. & Curi, N. 2002. Influência do solo e  
414 topografia sobre as variações da comunidade florística e estrutura da comunidade arbóreo-  
415 arbusiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de**  
416 **Botânica** 25(2): 195-213.

417 Brown, D. 1992. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed  
418 extraction and seedling emergence methods. **Canadian Journal Botanical** 70: 1603-1612.

419 Calegari, L., Martins, S.V., Campos, L.C., Silva, E. & Gleriani, J.M. 2013. Avaliação do  
420 banco de sementes do solo para fins de Restauração Florestal em carandaí, MG. **Revista**  
421 **Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.5, p.871-880.

422 Castillo, A.; Quesada, M.; Rodriguez, F.; Zhou, A.; Calvo-Alvarado I. & Sánchez-Azofeifa,  
423 A. 2013. Tropical Dry Forests in Latin America: analyzing the history of land use and present  
424 socio-ecological struggles. Pp. 375-394 In: Sanchez-Azofeifa, A.; Powers, J. S.; Fernandes,  
425 G. W.; Quesada, M. (Org.). **Tropical Dry Forests in the Americas: Ecology, Conservation,**  
426 **and Management.**

427 Colón, S.M. & Lugo, A.E. 2006. Recovery of a Subtropical Dry Forest after Abandonment of  
428 Different Land Uses. **Biotropica** 38(3): 354-364.

429 Coffin, P.D., Lauenroth, K.W., 1989. Spatial and temporal variation in the seed bank of a  
430 semiarid grassland. **Journal of Botany** 76, 53 e 58.

431 Costa, R.C. & Araújo, F.S. 2003. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no  
432 solo, no final da estação seca, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. **Acta Botanica**  
433 **Brasilica** 17: 259-264.

434 Crawley, M.J. 1997. Life history and environment. In M.J. Crawley (Ed.). **Plant ecology**, pp.  
435 73-131. Blackwell Science Ltd., Oxford.

436 Davies, R.J.P.; Whalen, M.A.; Mackay, D.A.; Taylor, D. & Pisanu, P. 2013. Does soil seed  
437 bank diversity limit post-fire regeneration in small, fragmented, long-unburnt remnants of fire  
438 adapted vegetation? **Biological Conservation** 158: 287-295.

439 Erfanzadeh, R.; Kahnuj, S.H.H.; Azarnivand, H. & Petillon, J. 2013. Comparison of soil seed  
440 banks of habitats distributed along an altitudinal gradient in northern Iran. **Flora** 208: 312-320.

441 Embrapa. 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de**  
442 **solos**. Embrapa-CNPq, Rio de Janeiro.

443 Fajardo, L.; Rodríguez, J.P.; González, V. & Briceño-Linares, J.M. 2013. Restoration of a  
444 degraded tropical dry forest in Macanao, Venezuela. **Journal of Arid Environments** 88:  
445 236-243.

446 Font Quer, P. **Diccionario de botánica**. Barcelona: Editorial Labor, 1985.

447 Gotelli, N.J. & Ellison, A.M. 2011. **Princípios de estatística em ecologia**. Porto Alegre:  
448 Artmed, 528 p.

449 Garwood, N.C. 1989. Tropical soil seed banks: a review. In: Leck, M.A., Parker, V.T.,  
450 Simpson, R.L. (Eds.), **Ecology of Soil Seed Banks**. Academic Press, San Diego, CA, pp.  
451 149–209.

452 Grime, J.P. 1989. Seed bank in ecological perspective. In: **Ecology of soil seed banks**, eds.  
453 M.A. Leck, V.T. Parker and R.L. Simpson, San Diego: Academic press.

454 Griscom, H.P., Ashton, M.S. 2011. Restoration of dry tropical forests in Central America: A  
455 review of pattern and process. **Forest Ecology and Management** 261: 1564–1579.

456 IEF—Instituto Estadual de Florestas. 2000. Parecer técnico para a criação do Parque Estadual  
457 da Mata Seca. Belo Horizonte: **Relatório Técnico**, Instituto Estadual de Florestas.

458 Janzen, D.H. 1988. Tropical dry forests: The most endangered major tropical ecosystem. In:  
459 **Biodiversity**. Ed. E.O. Wilson, Washington, DC: National Academy Press, Chapter 14, p.  
460 130–137, 521p.

461 Klimešová, J. & Klimeš, L. 2007. Bud banks and their role in vegetative regeneration – A  
462 literature review and proposal for simple classification and assessment. **Perspectives in Plant**  
463 **Ecology, Evolution and Systematics** 8: 115-129.

464 Leal Filho, N., Sena, J.S., Santos, G.R. 2013. Variações espaço-temporais no estoque de  
465 sementes do solo na floresta amazônica. **Acta amazônica**. vol. 43(3): 305 - 314

466 Leck, M.A.; Parker, V.T. & Simpson, R.L. 1989. (eds.). **Ecology of soil seed banks**.  
467 Academic Press, San Diego, 462 p.

468 Leck, M.A. 1989. Wetland seed banks. In: Leck, M.A.; Parker, V.T. & Simpson, R.L. (Eds.),  
469 **Ecology of Soil Seed Banks**. Academic Press, London, pp. 283-305.

470 Luzuriaga, A.L.; Escudero, A.; Olano, J.M. & Loidi, J. 2005. Regenerative role of seed banks  
471 following an intense soil disturbance. **Acta Oecologica** 27: 57-66.

472 Ma, Z.; Ma, M.; Baskin, J.M.; Baskin, C.C.; Li, J. & Du, G. 2014. Responses of alpine  
473 meadow seed bank and vegetation to nine consecutive years of soil fertilization - **Ecological**  
474 **Engineering** 70: 92–101.

475 Madeira, B.G.; Espirito-Santo, M.M.; D'Angelo Neto, S.; Nunes, Y.R.F.; Sanchez Azofeifa,  
476 G.A.; Fernandes, G.W. & Quesada, M. 2009. Changes in tree and liana communities along a  
477 successional gradient in a tropical dry forest in south-eastern Brazil. **Plant Ecology** 201: 291-  
478 304

479 Martins, S.V. Almeida, D.P., Fernandes, L.V. & Ribeiro, T.M. 2008. Banco de sementes  
480 como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás  
481 Pires, MG. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1081-1088.

482 Martins, S. 2009. **Recuperação de áreas degradadas:** ações em áreas de preservação  
483 permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. 1. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil  
484 Editora, v. 1. 270 p.

485 Martins, S.V. 2012. **Ecologia de vegetações tropicais do Brasil.** 2.ed. rev. e ampl. – Viçosa,  
486 MG: Ed. UFV, 371p.

487 McCune, B. & Mefford M. J. 2011. **PC-ORD: Multivariate Analysis of Ecological Data.**  
488 Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.

489 Milberg, P. 1995. Soil seed bank after eighteen years of succession from grassland to forest  
490 **Oikos**, 72 p. 3–13

491 Mori, S. A., L. A. M. Silva, G. Lisboa, and L. Coradin. 1989. **Manual de manejo de**  
492 **herbário fanerogâmico.** Ceplac, Ilhéus, Bahia.

493 Nelder, J.A. & Wedderburn, R.W.M. 1972. Generalized Linear Models. **Journal of the**  
494 **Royal Statistical Society.** Series A (General) **135**(3): 370-384.

495 Nunes, Y.R.F.; Luz, G.R.; Souza, S.R.; Silva, D.L.; Veloso, M.D.M; Espirito-Santo, M.M.;  
496 Santos, R.M. Floristic, structural, and functional group variations. 2013. In: Sanchez-  
497 Azofeifa, A.; Powers, J. S.; Fernandes, G. W.; Quesada, M. (Org.). **Tropical Dry Forests in**  
498 **the Americas:** ecology, conservation, and management. 1ed. Boca Raton, Florida: CRC  
499 Press, v., p. 325-347.

500 Oliveira Jr, R.S.; Constantin, J. & Inoue, M.H. 2011. Banco de Sementes e Mecanismos de  
501 Dormência em Sementes de Plantas Daninhas. In: **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas.**  
502 Curitiba, PR: Omnipax, 348 p.

503 Ooi, M.K.J. 2012. Seed Science Research: Seed bank persistence and climate change. **Seed**  
504 **Science Research** 22: 53-60.

505 Pedralli, G. 1997. Florestas secas sobre afloramentos de calcário em Minas Gerais: florística e  
506 fisionomia. **Bios**, v.5, n.5, p.81-88,

507 Pekas, K.M. & Schupp, E.W. 2013. Influence of aboveground vegetation on seed bank  
508 composition and distribution in a Great Basin Desert sagebrush community. **Journal of Arid**  
509 **Environments** 88: 113-120.

510 Pezzini, F. F.; Ranieri, B. D.; Brandão, D. O.; Fernandes, G. W.; Quesada, M.; Espírito-Santo,  
511 M. M. & Jacobi, C. M. 2014. Changes in tree phenology along natural regeneration in a  
512 seasonally dry tropical forest. **Plant Biosystems**.

513 Powers, J.S.; Becknell, J.M.; Irving, J. & Perez-Aviles, D. 2009. Diversity and structure of  
514 regenerating tropical dry forests in Costa Rica: Geographic patterns and environmental  
515 drivers. **Forest Ecology and Management** 258: 959-970.

516 Quesada, M.G.A. Sánchez-Azofeifa, M. Alvarez-Anorve, K. Stoner, L. Avila-Cabadilla, J.  
517 Calvo-Alvarado, A. Castillo, M.M. Succession and management of tropical dry forests in the  
518 Americas: Review and new perspectives. **Forest Ecology and Management** 258:1014–1024.  
519 2009.

520 Quintana-Ascencio, P.F., Gonzalez-Spinosa, M., Ramirez-Macial, N., Dominguez-Vasquez,  
521 G. & Martinez-Ico, M. 1996. Soil seed banks and regeneration of tropical rain Forest from  
522 milpa fields at the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. **Biotropica** 28: 192-209.

523 R Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation**  
524 **for Statistical Computing**, Vienna, Austria.

525 Randriamalala, J.R., Hervé, D., Letourmy, P., Carrière, S.M. 2015. Effects of slash-and-burn  
526 practices on soil seed banks in secondary forest successions in Madagascar. **Agriculture,**  
527 **Ecosystems and Environment** 199: 312–319.

528 Ricklefs, R. E. 1996. **A economia da natureza**. 3ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de  
529 Janeiro, 470p.

530 Rizzini, C.T. 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. **Revista Brasileira**  
531 **de Geografia**. v. 25, n.1, p.3-64.



532 Roizman, L.G. 1993. Fitossociologia e dinâmica do banco de sementes de populações  
533 arbóreas de floresta secundária em São Paulo, SP. **Dissertação de Mestrado**. São Paulo:  
534 Universidade de São Paulo. 184p.

535 Sánchez-Azofeifa A.; Calvo-Alvarado J.; Espirito-Santo, M.M.; Fernandes, G.W.; Powers,  
536 J.S. & Quesada, M. 2013. Tropical Dry Forests in the Americas: The Tropi-Dry Endeavor. In:  
537 Sanchez-Azofeifa, A.; Powers, J. S.; Fernandes, G. W.; Quesada, M. (Org.). **Tropical Dry**  
538 **Forests in the Americas: Ecology, Conservation, and Management**. 1ed. Boca Raton,  
539 Florida: CRC Press, v., p. 1-15.

540 Santos, D.M., Silva, K.A.S., Lopes, J.M.F.F., Pimentel, C.G.R., Mendonça, R.M., Araújo,  
541 E.L. 2010. Variação espaço-temporal do banco de sementes em uma área de Floresta Tropical  
542 Seca (Caatinga). Pernambuco. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – dcg/napa, v. 27, n. 1,  
543 jan/Abr.

544 Santos, D.M.; Silva, K.A.; Albuquerque, U.P.; Santos, J.M.F.F.; Lopes, C.G.R. & Lima, E.  
545 2013. Can spatial variation and inter-annual variation in precipitation explain the seed density  
546 and species richness of the germinable soil seed bank in a tropical dry forest in north-eastern  
547 Brazil? **Flora** 208: 445-452.

548 Saulei, S. M. & Swaine, M. D. 1988. Rain forest seed dynamics during succession at Gogol,  
549 Papua, New Guinea. **Journal of Ecology**, 76: 1133-1152.

550 Scariot, A. & Sevilha, A.C. 2005. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas  
551 estacionais decíduais no Cerrado. In: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C. & Felfili, J.M. **Cerrado:**  
552 **Ecologia, biodiversidade e conservação**. Eds., Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 121–  
553 139.

554 Segura, G.; Balvanera, P.; Durán, E. & Pérez-Jiménez. A. 2003. Tree community structure  
555 and stem mortality along a water availability gradient in a Mexican tropical dry forest. **Plant**  
556 **Ecology** 169: 259-271.

557 Silva, L.A. & Scariot, A. 2003. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em  
558 uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos,  
559 GO, Bacia do Rio Paranã). **Acta Botanica Brasilica** 17:305–313.

560 Silva, K.A.; Santos, D.M.; Santos, J.M.F.F.; Albuquerque, U.P.; Ferraz, E.M.N. & Araújo,  
561 E.L. 2013. Spatio-temporal variation in a seed bank of a semi-arid region in northeastern  
562 Brazil. **Acta Oecologica** 46: 25-32.

563 Silva, J. O. 2014. Variação na diversidade de insetos e herbivoria entre grupos fenológicos de  
564 uma floresta tropical seca. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Instituto de Ciências  
565 Biológicas, Programa de Pós-graduação em Ecologia.

566 Stoner, K.E., & Sanchez-Azofeifa, G.A. 2009. Ecology and regeneration of tropical dry  
567 forests in the Americas: Implications for management. **Forest Ecology and Management**  
568 258: 903-906.

569 Tabarelli, M. & Mantovani, W. 1999. A regeneração de uma floresta tropical montana após  
570 corte e queima (São Paulo – Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v.59, n.2, p.239-250.

571 Thompson, K. 1992. The functional ecology of seed banks. In: M. Fenner (ed.). **Seeds: the**  
572 **ecology of regeneration in plant communities.** CAB International, Wallingford, UK, pp. 231-  
573 258.

574 Tres, D. R., Sant’Anna, C. S., Basso, S., Langa, R., Ribas Jr. U. & Reis, A. 2007. Banco e  
575 Chuva de Sementes como Indicadores para a Restauração Ecológica de Matas Ciliares.  
576 **Revista Brasileira de Biociências**, 5: 309-311.

577 Williams, P.R., Congdon, R.A., Grice, A.C., Clarke, P.J., 2005. Germinable soil seed banks in  
578 a tropical savanna: seasonal dynamics and effects of fire. **Austral Ecology**. 30, 79 e 90.

579 Vinha, D.; Alves, L.F.; Zaidan, L.B.P. & Grombone-Guaratini, M.T. 2011. The potential of  
580 the soil seed bank for the regeneration of a tropical urban forest dominated by bamboo.  
581 **Landscape and Urban Planning** 99: 178–185.

582

583 **Legendas das tabelas e figuras**

584

585 **Figura 1.** Localização do Parque Estadual da Mata Seca no município de Manga, norte de  
586 Minas Gerais. Fonte: Sanchez-Azofeifa *et al.* (2013).

587 **Figura 2.** Famílias botânicas com maior abundância de plântulas germinadas no banco de  
588 sementes do solo de uma Floresta Tropical Seca no Brasil.

589 **Figura 3.** Famílias botânicas com maior riqueza de plântulas encontradas no banco de  
590 sementes do solo de uma Floresta Tropical Seca no Brasil.

591 **Figura 4.** Riqueza do banco de sementes do solo em função do estágio: Inicial, intermediário  
592 e tardio; Período: chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e chuvoso.

593 **Figura 5.** Abundância do banco de sementes do solo em função do estágio: Inicial,  
594 intermediário e tardio; Período: chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e chuvoso.

595 **Figura 6.** Diagrama de ordenação das parcelas e espécies segundo a Análise de  
596 Correspondência Canônica – CCA, a partir de 10 variáveis do solo. Parcelas do estágio inicial  
597 (cc2, cc3, cc4, cc5, cc6 e cc7); parcelas do estágio intermediário (ic1, ic2, ic3, ic4, ic6, ic7);  
598 parcelas do estágio tardio (mc4, mc5, mc6, mc7, mc8, mc9).

599

600 **Tabela 1.** Resultados da ANOVA, procedimento GLM, realizada a partir dos dados das  
601 variáveis estágio: Inicial, intermediário e tardio; Período: chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e  
602 chuvoso, em função da riqueza.

603 **Tabela 2.** Resultados da ANOVA, procedimento GLM, realizada a partir dos dados das  
604 variáveis estágio: Inicial, intermediário e tardio; Período: chuvoso-seco, seco, seco-chuvoso e  
605 chuvoso, em função da abundância.

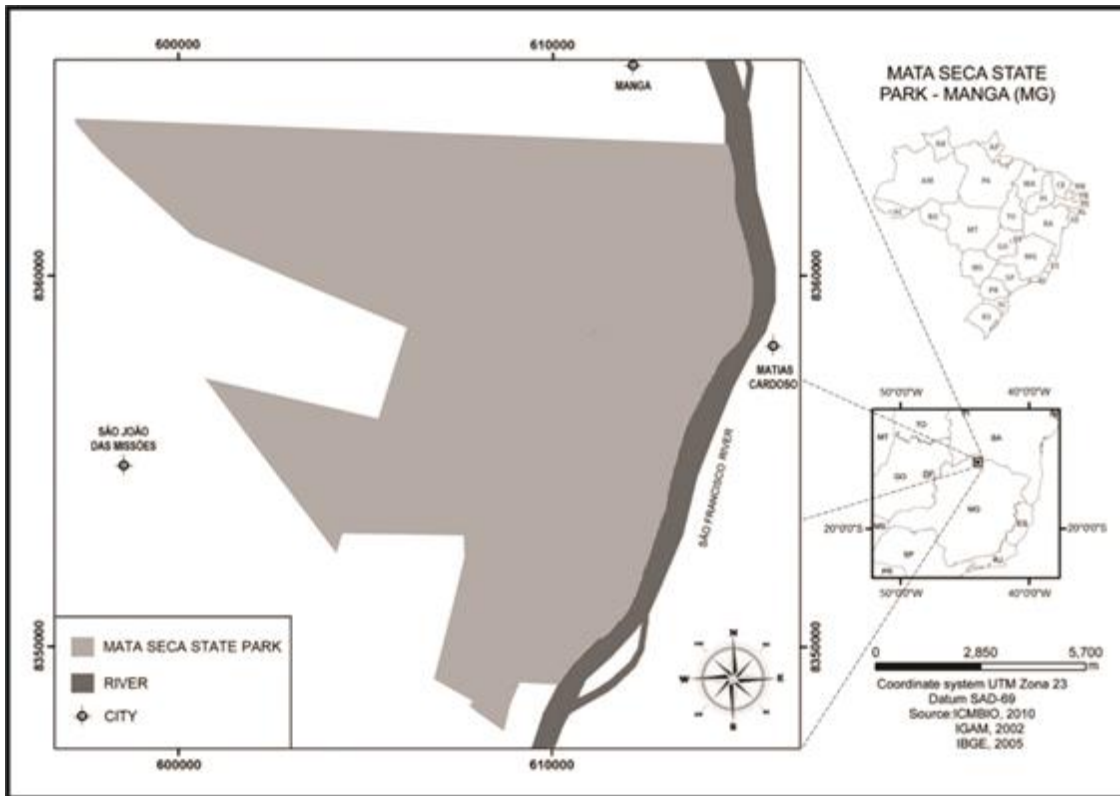
606 **Tabela 3.** Resultados da ANOVA, procedimento GLM, realizada a partir dos dados das  
607 variáveis de solo relacionando a abundância do banco de sementes com os três estágios  
608 sucessionais.

609 **Tabela 4.** Resultados da ANOVA, procedimento GLM, realizada a partir dos dados das  
610 variáveis de solo relacionando a riqueza do banco de sementes com os três estágios  
611 sucessionais.

612

613

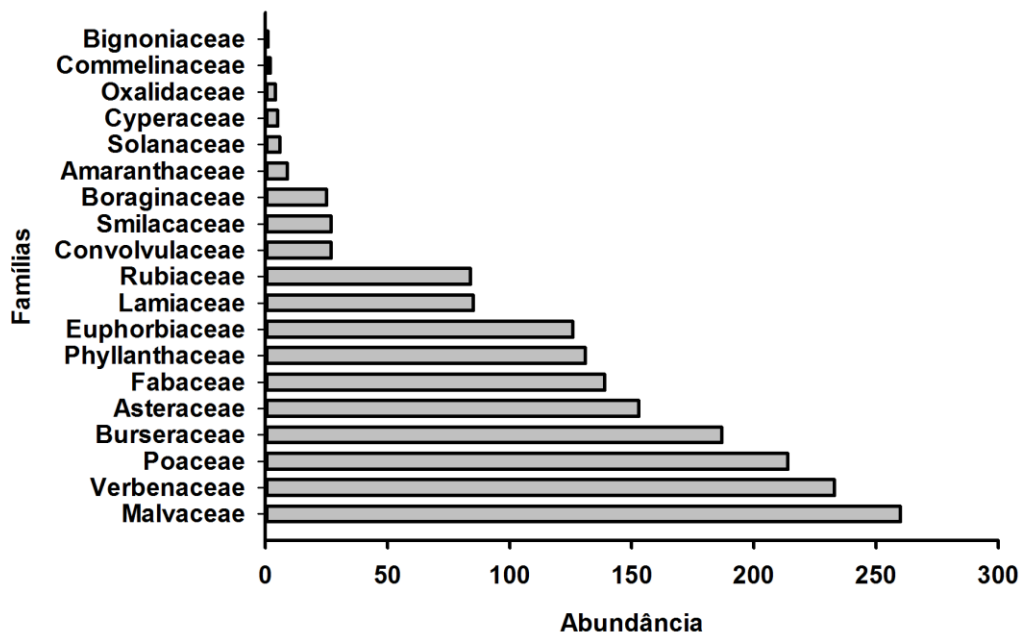
614 **Figura 1.**



615

616

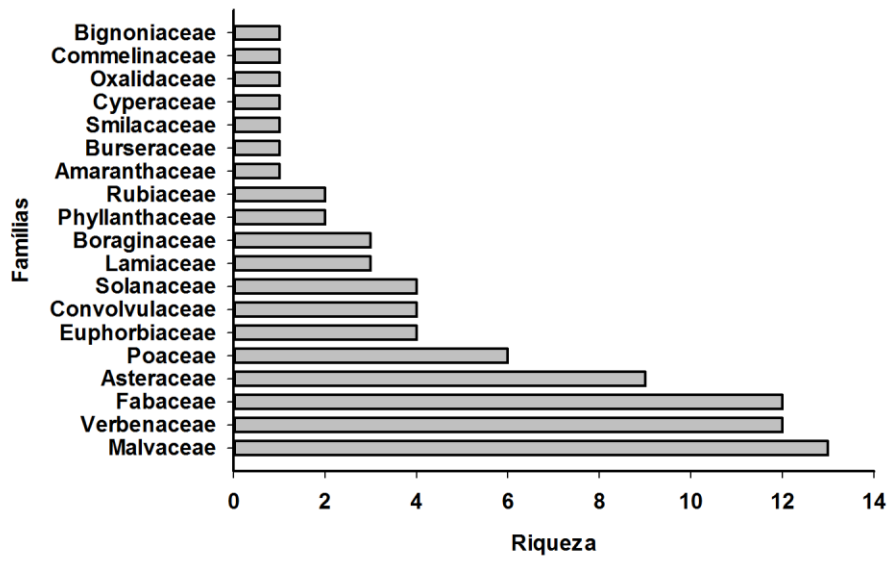
617 **Figura 2.**



618

619

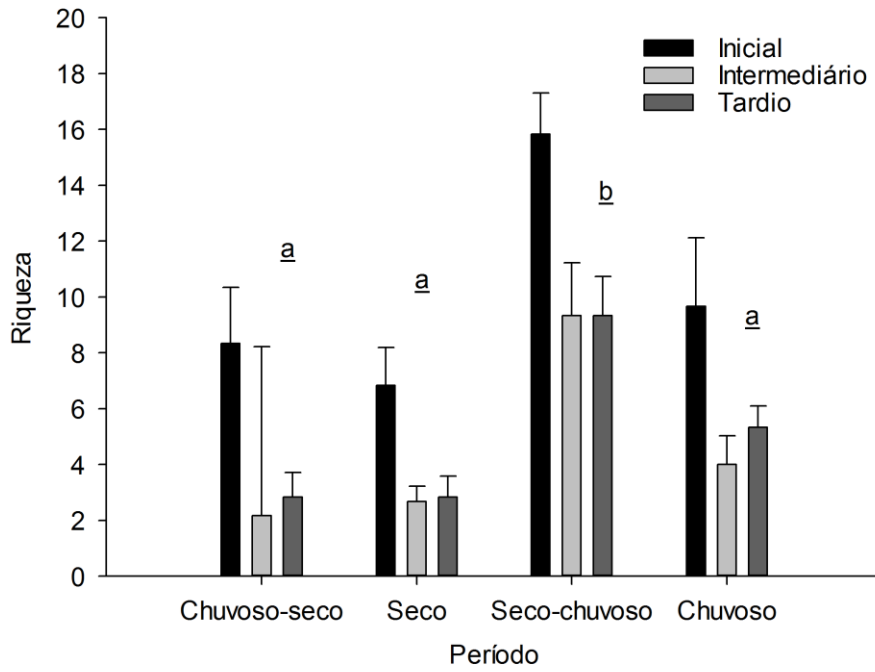
620 **Figura 3.**



621

622

623 **Figura 4.**

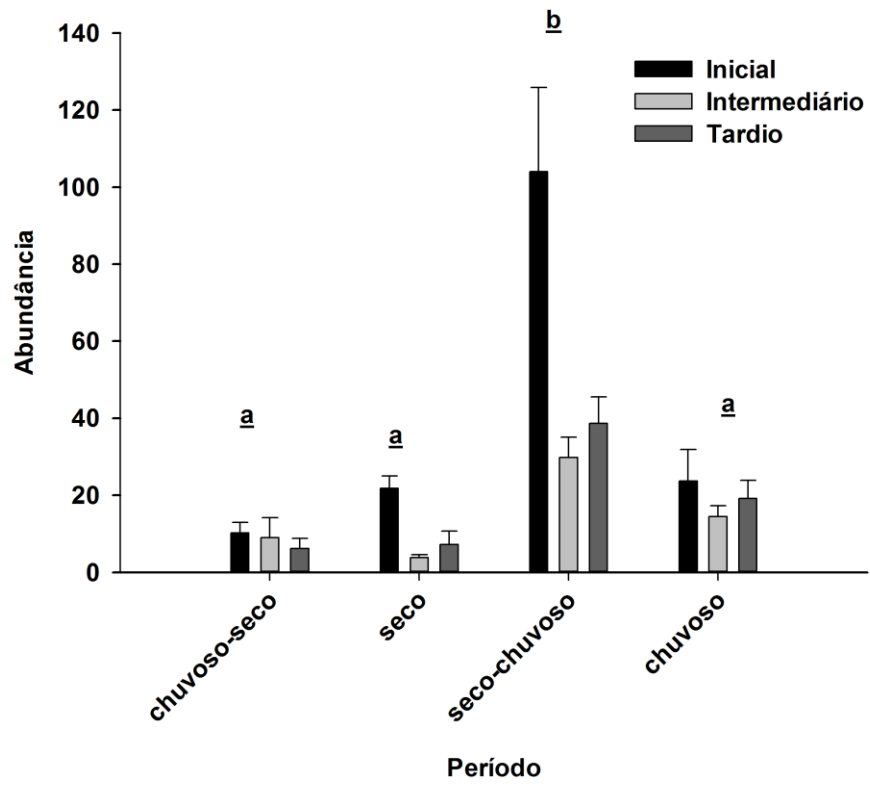


624

625



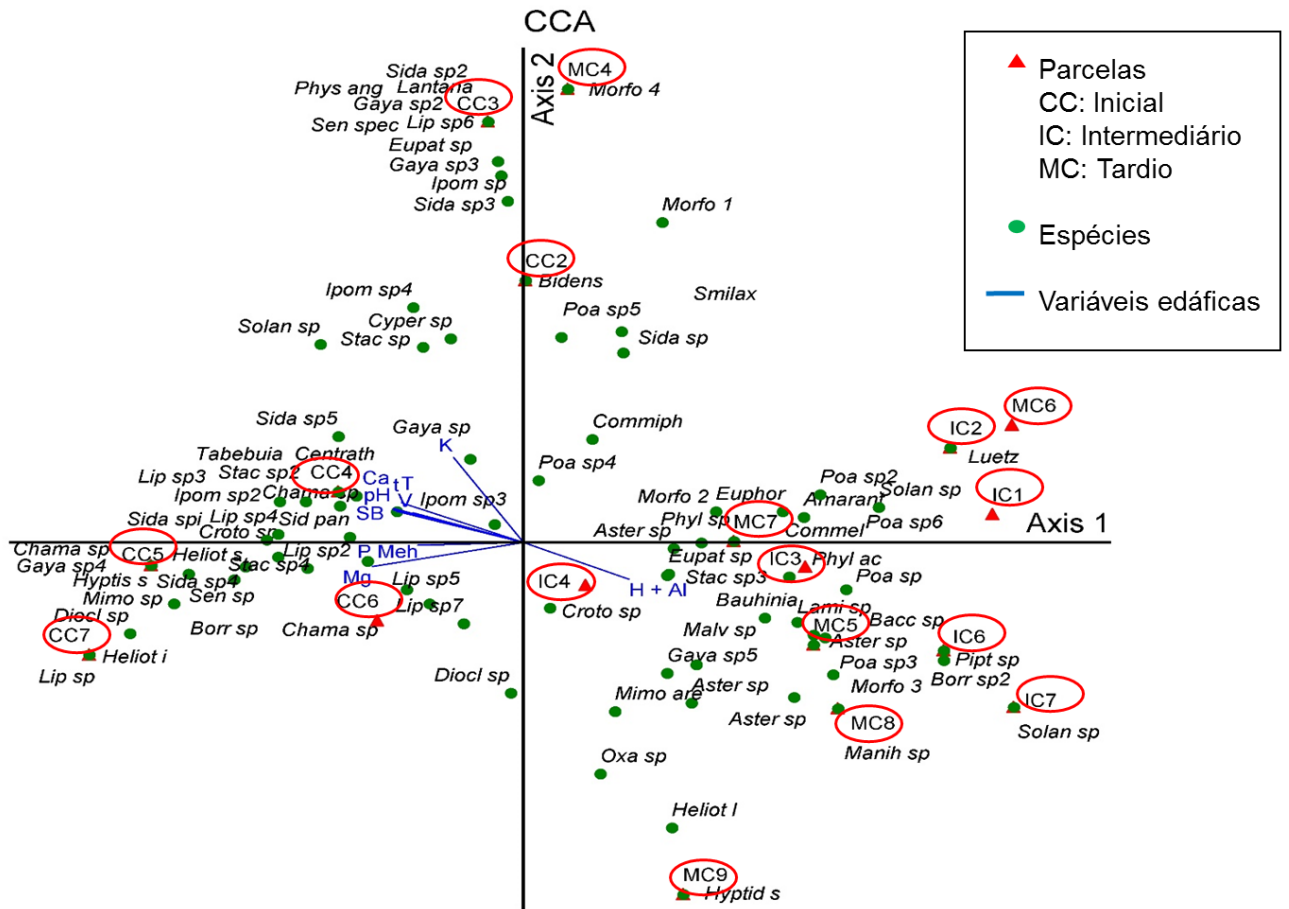
626 **Figura 5.**



627

628

629 **Figura 6.**



630

631

632 **Tabela 1.**

633

<i>Fonte de variação</i>	<i>DF</i>	<i>Deviance</i>	<i>Residual DF</i>	<i>Residual deviance</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Estágio	3	628.60	68	1180.72	17.904	< 0.001
Período	2	462.19	66	718.53	19.747	< 0.001
Estágio × Período	6	16.36	60	702.17	0.233	> 0.05

634

635

636 **Tabela 2.**

637

<i>Fonte de variação</i>	<i>DF</i>	<i>Deviance</i>	<i>Residual DF</i>	<i>Residual deviance</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Estágio	3	28054.3	68	42486	26.2337	< 0.001
Período	2	9267.2	66	33218	12.9988	< 0.001
Estágio × Período	26	11830.4	60	21388	5.5313	< 0.001

638

639

640 **Tabela 3.**  
641

<i>Variáveis</i>	<i>g. l.</i>	<i>desvio</i>	<i>g. l. residual</i>	<i>desvio residual</i>	<i>P</i>
K	1	109.76	16	458.51	< 0.001
Ca	1	261.67	16	333.61	< 0.001
P <sub>meh</sub>	1	284.25	16	311.03	< 0.001
pH	1	301.41	16	293.87	< 0.001
SB	1	290.5	16	304.78	< 0.001
t	1	296.55	16	298.73	< 0.001
T	1	299.3	16	295.98	< 0.001
V	1	163.19	16	432.09	< 0.001
Mg	1	384.86	16	210.41	< 0.001
H + Al	1	145.73	16	499.55	< 0.001

642

643 **Tabela 4.**

644

<i>Variáveis</i>	<i>g. l.</i>	<i>desvio</i>	<i>g. l. residual</i>	<i>desvio residual</i>	<i>P</i>
K	1	14.471	16	25.162	< 0.001
Ca	1	23.286	16	16.348	< 0.001
P <sub>meh</sub>	1	15.965	16	23.668	< 0.001
pH	1	20.482	16	19.151	< 0.001
SB	1	24.107	16	15.527	< 0.001
t	1	24.727	16	14.906	< 0.001
T	1	25.061	16	14.572	< 0.001
V	1	11.431	16	28.203	< 0.001
Mg	1	20.496	16	19.137	< 0.001
H + Al	1	11.004	16	28.629	< 0.001

645

646 **Anexo 1** - Composição florística do banco de sementes do solo de uma Floresta  
 647 Tropical Seca no Brasil.  
 648

Família/Espécies	Ocorrência			
	Hábito	Inicial	Intermediário	Tardio
<b>Amaranthaceae</b>				
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	erva	x	x	x
<b>Asteraceae</b>				
Asteraceae sp.1	erva	x	x	x
Asteraceae sp.2	erva	x	x	x
Asteraceae sp.3	erva		x	x
Asteraceae sp.4	erva			x
<i>Eupatorium</i> sp.	erva	x		
<i>Eupatorium</i> sp.2	erva	x	x	x
<i>Baccharis</i> sp.	erva	x	x	x
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	erva	x	x	x
<i>Bidens subalternans</i> DC.	erva	x		
<b>Bignoniaceae</b>				
<i>Tabebuia</i> sp.	árvore	x		
<b>Boraginaceae</b>				
<i>Heliotropium indicum</i> L.	erva	x		
<i>Heliotropium lanceolatum</i> Ruiz & Pav.	erva	x		x
<i>Heliotropium</i> sp.	erva	x		x
<b>Burseraceae</b>				
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	árvore	x	x	x
<b>Commelinaceae</b>				
<i>Commelina erecta</i> L.	erva			x
<b>Convolvulaceae</b>				
<i>Ipomoea</i> sp.1	liana	x		
<i>Ipomoea</i> sp.2	liana	x	x	x
<i>Ipomoea</i> sp.3	liana	x	x	
<i>Ipomoea</i> sp.4	liana	x		
<b>Cyperaceae</b>				
Cyperaceae sp.	erva	x		
<b>Euphorbiaceae</b>				
<i>Euphorbia hirta</i> L.	erva	x	x	x
<i>Croton</i> sp.1	erva	x		x
<i>Croton</i> sp.2	erva	x	x	x
<i>Manihot</i> sp.	arbusto			x
<b>Fabaceae</b>				
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	árvore		x	
<i>Chamaecrista</i> sp.1	arbusto	x	x	
<i>Chamaecrista</i> sp.2	arbusto	x	x	x

<i>Chamaecrista</i> sp.3	arbusto	x		
<i>Dioclea</i> sp.1	liana	x		
<i>Dioclea</i> sp.2	liana	x		x
<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.	arbusto	x	x	x
<i>Mimosa</i> sp.	arbusto	x		
<i>Piptadenia</i> sp.	árvore		x	
<i>Senna</i> sp.	arbusto	x	x	x
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	árvore	x		
<i>Luetzelburgia andrade-limae</i> H.C.Lima	árvore		x	
<b>Lamiaceae</b>				
<i>Hyptidendron</i> sp.	erva			x
<i>Hyptis</i> sp.	erva	x		
Lamiaceae sp.	erva	x	x	x
<b>Malvaceae</b>				
<i>Gaya</i> sp.1	erva	x	x	x
<i>Gaya</i> sp.2	erva	x		
<i>Gaya</i> sp.3	erva	x		
<i>Gaya</i> sp.4	erva	x		
<i>Gaya</i> sp.5	erva		x	x
<i>Sida planicaulis</i> Cav.	erva	x	x	x
<i>Sida spinosa</i> L.	erva	x		x
<i>Sida</i> sp.1	erva	x		x
<i>Sida</i> sp.2	erva	x		
<i>Sida</i> sp.3	erva	x		
<i>Sida</i> sp.4	erva	x		
<i>Sida</i> sp.5	erva	x		
Malvaceae sp.	erva	x	x	
<b>Oxalidaceae</b>				
<i>Oxalis</i> sp.	erva	x	x	x
<b>Phyllanthaceae</b>				
<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	arbusto	x	x	x
<i>Phyllanthus</i> sp.	arbusto	x	x	x
<b>Poaceae</b>				
Poaceae sp.1	erva	x	x	x
Poaceae sp.2	erva	x	x	x
Poaceae sp.3	erva	x	x	x
Poaceae sp.4	erva	x	x	
Poaceae sp.5	erva	x	x	x
Poaceae sp.6	erva	x	x	x
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Borreria</i> sp.1	erva	x	x	x
<i>Borreria</i> sp.2	erva		x	
<b>Smilacaceae</b>				
<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng.	arbusto	x	x	x



**Solanaceae**

<i>Physalis angulata</i> L.	erva	x		
<i>Solanum</i> sp.1	erva		x	
<i>Solanum</i> sp.2	erva	x		
<i>Solanum</i> sp.3	arbusto		x	

**Verbenaceae**

<i>Lantana canescens</i> Kunth	arbusto	x		
<i>Lippia</i> sp.1	arbusto	x		
<i>Lippia</i> sp.2	erva	x	x	x
<i>Lippia</i> sp.3	arbusto	x		
<i>Lippia</i> sp.4	arbusto	x		x
<i>Lippia</i> sp.5	arbusto	x	x	x
<i>Lippia</i> sp.6	erva	x		
<i>Lippia</i> sp.7	erva	x	x	x
<i>Stachytarpheta</i> sp.1	arbusto	x		x
<i>Stachytarpheta</i> sp.2	erva	x	x	x
<i>Stachytarpheta</i> sp.3	erva	x	x	x
<i>Stachytarpheta</i> sp.4	erva	x	x	

**Não identificadas**

Morfoespécie 1	liana	x		x
Morfoespécie 2	erva			x
Morfoespécie 3	erva		x	x
Morfoespécie 4	erva			x
<b>Total</b>		<b>70</b>	<b>45</b>	<b>49</b>