



**SEMEADURA DIRETA CONSORCIADA COM PLANTIO
DE MUDAS: TESTE PARA COBRIR O SOLO E ACELERAR
A RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

José Eduardo Dias Calixto Júnior

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)
FACULDADE DE TECNOLOGIA (FT)
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL (EFL)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**SEMEADURA DIRETA CONSORCIADA COM PLANTIO DE
MUDAS: TESTE PARA COBRIR O SOLO E ACELERAR A
RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

JOSÉ EDUARDO DIAS CALIXTO JÚNIOR

ORIENTADOR: Dr. DANIEL LUÍS MASCIA VIEIRA

Brasília - DF
Julho 2018

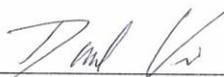
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

“SEMEADURA DIRETA CONSORCIADA COM PLANTIO DE MUDAS: TESTE PARA
COBRIR O SOLO E ACELERAR A RESTAURAÇÃO FLORESTAL”

JOSÉ EDUARDO DIAS CALIXTO JUNIOR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

APROVADA POR:



Dr. DANIEL LUIS MASCIA VIEIRA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA);
(Orientador)



Prof. Dr. MAURO ELOI NAPPO (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Examinador Interno)



Dr. ALEXANDRE BONESSO SAMPAIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO);
(Examinador Externo)

Dr. ALDICIR OSNI SCARIOT (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA).
(Examinador Suplente)

Brasília-DF, 28 de junho de 2018.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

CC154s Calixto Júnior, José Eduardo Dias
Semeadura direta consorciada com plantio de mudas: teste para cobrir o solo e acelerar a restauração florestal / José Eduardo Dias Calixto Júnior; orientador Daniel Vieira. -- Brasília, 2018.
46 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, 2018.

1. Recomposição da vegetação nativa. 2. Espécies de cobertura. 3. Senna alata. 4. Solanum lycocarpum. 5. Entrelinha. I. Vieira, Daniel, orient. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CALIXTO JÚNIOR, J. E. D. 2018. **Semeadura direta consorciada com plantio de mudas: teste para cobrir o solo e acelerar a restauração florestal**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL. DM/2018. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 46 f.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: José Eduardo Dias Calixto Júnior

TÍTULO: Semeadura direta consorciada com plantio de mudas: teste para cobrir o solo e acelerar a restauração florestal.

GRAU: Mestre ANO: 2018

É concedido à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

José Eduardo Dias Calixto Júnior
j.eduardocalixto@outlook.com

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pois através de suas bênçãos e infinitas misericórdias tem me sustentado e me animado a prosseguir e perseverar até o final.

Agradeço aos meus pais, José Eduardo e Janete, pois com seu amor e incentivo foram minha base para todos os desafios da vida. Agradeço também a minha avó Justina, pois em todo o tempo me manteve bem alimentado e preparando deliciosos lanches para levar a campo.

A meu orientador, Daniel Luís Mascia Vieira, por todos os seus ensinamentos e principalmente pela enorme paciência em me ajudar, orientar e apoiar nas situações difíceis.

Agradeço também a minha namorada, Jakeline, por ter tido paciência e perseverança para ficarmos firmes no namoro mesmo diante dos longos períodos de ausência dedicados a dissertação.

Sou grato também por todo apoio da equipe do P&D em Catalão, Max, Monique, Matheus, Hélder, Fábio e Daniela que auxiliaram e ensinaram bastante em todo o decorrer deste trabalho. Muito obrigado também ao pessoal da sala do Hélder, Rafael e Marco Túlio por ajudarem com as dúvidas estatísticas e Vanessa pela ajuda em campo. Agradeço também aos meus colegas de orientação que muito me ajudou e me agregaram conhecimento: Marina, André e Silvia.

Aos meus amigos e companheiros de república em Brasília, Matheus, Kálita e Maria Tereza, foi muito bom o período que passamos juntos nas muitas aventuras na cidade grande.

Dedico também aqueles que além de amigos, também ajudaram no beneficiamento de sementes e em campo: Deimison, Daiane, Diogo, Joadenilson e Raianny. Ao Teles, Diego e Willian pela ajuda na irrigação das mudas.

Agradeço a todas as pessoas da UnB e principalmente do programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais que contribuíram direta ou indiretamente para todo este meu crescimento acadêmico.

Agradeço pela CAPES pela concessão da bolsa que me possibilitou dar seguimento neste mestrado e a toda equipe da Sefac que possibilitou os estudos e tornou esse trabalho possível.

Muito Obrigado.

*Filho meu, não te esqueças da minha lei, e o
teu coração guarde os meus mandamentos.
Porque eles aumentarão os teus dias e te
acrescentarão anos de vida e paz.
Não te desamparem a benignidade e a fidelidade; ata-
as ao teu pescoço; escreve-as na tábua do teu
coração.
E acharás graça e bom entendimento aos olhos de
Deus e do homem.
Confia no Senhor de todo o teu coração, e não te
estribes no teu próprio entendimento.
Reconhece-o em todos os teus caminhos, e ele
endireitará as tuas veredas.*

Provérbios 3:1-6

RESUMO

SEMEADURA DIRETA CONSORCIADA COM PLANTIO DE MUDAS: TESTE PARA COBRIR O SOLO E ACELERAR A RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Autor: José Eduardo Dias Calixto Júnior

Orientador: Dr. Daniel Luís Mascia Vieira

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais

Brasília – DF, julho de 2018

A semeadura direta de árvores nativas e adubação verde para restaurar florestas traz a vantagem de introduzir espécies arbustivas de rápida cobertura em alta densidade, dispensando o controle de gramíneas exóticas rapidamente. Os objetivos deste estudo foram avaliar a semeadura direta (i) nas entrelinhas de plantios de mudas de espécies nativas, semeando espécies nativas e de adubação verde para a rápida cobertura e (ii) nas linhas de plantio de mudas de diversidade para aumentar a densidade e a diversidade dos plantios. Os experimentos foram realizados em três áreas de pastagem de braquiária, cuja vegetação original era de floresta estacional semidecidual, no sudeste de Goiás. Foram avaliados por um ano emergência, estabelecimento e cobertura de nove espécies de cobertura semeadas a lanço e em linhas, submetidas a roçada das gramíneas exóticas e sem roçada, e 26 de diversidade. Para a semeadura de espécies de cobertura, em linhas promoveu emergência maior para oito espécies, das nove plantadas. *Senna alata* teve 40% das sementes semeadas estabelecidas como plantas após um ano, 53% de cobertura de solo nas parcelas roçadas e 19% nas não roçadas. *Solanum lycocarpum* teve 16% das sementes estabelecidas, 19% de

cobertura nas parcelas roçadas e 5% nas não roçadas. As espécies de adubação verde *Cajanus cajan* e *Canavalia ensiformis* tiveram, respectivamente, 19 e 21% de estabelecimento e o consórcio das duas espécies teve 19% de cobertura nas parcelas roçadas. Das 26 espécies semeadas nas linhas de diversidade, cinco tiveram mais de 50% de emergência e destas, três tiveram mais de 40% de estabelecimento após um ano. Algumas espécies tiveram baixo estabelecimento, mas devido ao baixo custo de obtenção de suas sementes, também são recomendadas para a semeadura direta. A cobertura rápida do solo pode ser feita com espécies nativas e o aumento da diversidade ou a substituição de mudas por sementes podem ser feitos para algumas espécies.

Palavras-chave: Recomposição da vegetação nativa; espécies de cobertura; *Senna alata*; *Solanum lycocarpum*; entrelinha.

ABSTRACT

DIRECT SEEDING CONSORTIATED WITH PLANTING SEEDLINGS: TEST TO COVER THE SOIL AND ACCELERATE FOREST RESTORATION

Author: José Eduardo Dias Calixto Júnior

Advisor: Dr. Daniel Luís Mascia Vieira

Post graduate program in Forest Sciences

Brasília – DF, july of 2018

Direct seeding of native trees and green manure to restore forests brings the advantage of introducing shrubs fast coverage for high density, eliminating the control of exotic grasses quickly. The objectives of this study were to evaluate the direct seeding (i) between the rows in seedlings plantations of native species, sowing native species and green manure for rapid coverage and (ii) in the seedling planting rows of diversity to increase the density and diversity of the plantations. The experiments were conducted in three pasture areas of brachiaria, whose original vegetation was semi-deciduous seasonal forest, in the southeast of Goiás. Were evaluated for a one year of emergence, establishment and coverage of nine species of cover sowing in broadcast and rows, submitted to mowing of exotic grasses and no mowing, and 26 diversity. For seeding of cover species, seeding in rows promoted greater emergence for eight species, out of nine planted. *Senna alata* had 40% of the seeds sown established as plants after one year, 53% of soil cover in mowing plots and 19% in non-mowing. *Solanum lycocarpum* had 16% of the seeds established, 19% coverage in the mowing plots and 5% in non-mowing. The green manure species *Cajanus cajan* and *Canavalia ensiformis* had, respectively, 19 and 21% of establishment and the consortium of

the two species had 19% coverage in the mowing plots. Of the 26 species sown in the rows of diversity, five had more than 50% of emergency and of these, three had more than 40% of establishment after one year. Some species had low establishment, but due to the low cost of obtaining their seeds, they are also recommended for direct seeding. The rapid soil cover can be made with native species and increasing the diversity or the substitution of seedlings for seeds for some species.

Keywords: Restoration of native vegetation; species of cover; *Senna alata*; *Solanum lycocarpum*; between the rows.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. METODOLOGIA	5
3.1 Áreas de estudo	5
3.2 Desenho e montagem dos experimentos	7
3.3 Seleção das espécies	10
3.4 Avaliações	12
3.5 Análise de dados	12
4. RESULTADOS E DISCUSÕES	14
4.1 Semeadura direta de espécies de cobertura	14
4.2 Semeadura direta de espécies de diversidade	22
5. CONCLUSÕES	27
7. REFERÊNCIAS	28

Lista de Figuras

- Figura 1:** Mapa da vegetação do Brasil com foco na localização da área do experimento e imagem de satélite obtida pelo software Google Earth indicando as três áreas escolhidas para o experimento próximo aos municípios de Campo Alegre de Goiás e Davinópolis..... 6
- Figura 2:** Dados de precipitação total obtidos pelo INMET através da estação meteorológica de Catalão/GO, recorrente ao período de dezembro de 2016 a dezembro de 2017. 7
- Figura 3:** Croqui da distribuição dos experimentos de semeadura direta de cobertura e diversidade nas entrelinhas do plantio de mudas..... 9
- Figura 4:** Emergência de plântulas de espécies de cobertura semeadas em linhas e a lanço nas entrelinhas de plantios de mudas. As barras representam as médias e erro padrão. As médias seguidas por letras diferentes diferirem significativamente na interação entre a forma de semeadura e a espécie. Espécies que não tiveram emergência na semeadura a lanço não foram analisadas estatisticamente. *C.caj(CO)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Crotalaria ochroleuca*; *C.ochr* = *Crotalaria ochroleuca*; *C.caj(CE)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Canavalia ensiformis*; *C.ensi* = *Canavalia ensiformis*; *S.alat* = *Senna alata*; *S.lyco* = *Solanum lycocarpum*; *S.pani* = *Solanum paniculatum*; *G.ulmi* = *Guazuma ulmifolia*; *T.rubi* = *Tachigali rubiginosa*. 15
- Figura 5:** Porcentagem de estabelecimento de espécies de adubo verde e das nativas de cobertura, semeadas em linhas aos 12 meses após a semeadura nas entrelinhas dos plantios de mudas. As barras apresentam as médias e o erro padrão. As médias seguidas por letra diferente se diferiram entre interação de manejo e espécie pelo teste de Dunn a 5% de significância. *C.caj(CO)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Crotalaria ochroleuca*; *C.ochr* = *Crotalaria ochroleuca*; *C.caj(CE)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Canavalia ensiformis*; *C.ensi* = *Canavalia ensiformis*; *S.alat* = *Senna alata*; *S.lyco* = *Solanum lycocarpum*; *S.pani* = *Solanum paniculatum*; *G.ulmi* = *Guazuma ulmifolia*; *T.rubi* = *Tachigali rubiginosa*. 17
- Figura 6:** Porcentagem de cobertura do solo pelos consórcios de adubação verde e espécies nativas de cobertura aos 12 meses após a semeadura nas entrelinhas dos plantios de mudas. As barras apresentam as médias e o erro padrão. As médias seguidas por letras diferentes representam a diferença da interação entre manejo e espécie que diferiram pelo teste de Dunnett a 5% de significância. *C.c+C.e* = Consórcio de *Cajanus cajan* + *Canavalia ensiformis*; *C.c+C.o* = Consórcio de *Cajanus cajan* + *Crotalaria ochroleuca*; *S.alat* = *Senna alata*; *S.lyco* = *Solanum lycocarpum*. 18
- Figura 7:** Alturas das espécies de adubos verdes e das nativas de preenchimento da semeadura direta em linhas da semeadura nas entrelinhas dos plantios de mudas. As barras apresentam as médias e erro padrão aos 12 meses. As médias seguidas por letras diferentes representa a diferença entre as espécies testadas pelo teste de Dunnett a 5% de significância. *C.caj(CO)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Crotalaria ochroleuca*; *C.ochr* = *Crotalaria ochroleuca*; *C.caj(CE)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Canavalia ensiformis*; *C.ensi* = *Canavalia ensiformis*; *S.alat* = *Senna alata*; *S.lyco* = *Solanum lycocarpum*; *S.pani* = *Solanum paniculatum*; *G.ulmi* = *Guazuma ulmifolia*; *T.rubi* = *Tachigali rubiginosa*. 19
- Figura 8:** Emergência e estabelecimento das plantas provenientes da semeadura direta de espécies de diversidade aos 12 meses. As barras apresentam a média e o erro padrão. As médias seguidas por letras diferentes indicam as diferenças pelo teste de Dunnett a 5% de significância..... 24

Lista de Tabelas

Tabela 1: Espécies selecionadas para os experimentos de semeadura direta. Fisionomia: (C = cerrado lato senso; F = Florestas estacional ou Floresta ciliar); P.M.S. = peso de mil sementes; E.C.V = emergência em casa de vegetação; Q.D. = quebra de dormência utilizada: (AS = escarificação das sementes com ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) por oito minutos; EF = escarificação física com lixa no tegumento ao lado oposto da micrópila; DS = desponete do tegumento ao lado oposto da micrópila; AQ = imersão em água a 90°C com a fonte de calor removida; AG = imersão em ácido giberélico (PROGIBB-400) a 0,6%;- = não foi realizado tratamento de quebra de dormência).	11
Tabela 2: Resultado dos testes de germinação em casa de vegetação para os lotes de sementes das espécies de adubação verde e nativas de preenchimento com porcentagem de germinação ± erro padrão. P.M.S. = peso de mil sementes.....	14
Tabela 3: Resultado da ANOVA tipo II para sintetizar os efeitos dos Modelos Lineares Generalizados (GLM) para todas as análises das espécies de cobertura das entrelinhas.	15
Tabela 4: Resumo das quantidades necessárias para realizar uma cobertura completa das espécies utilizadas neste trabalho para o cobertura de áreas de restauração. Onde: <i>Cajanus cajan</i> (C.E.) = <i>Cajanus cajan</i> consorciado com <i>Canavalia ensiformis</i> ; <i>Cajanus cajan</i> (C.O.) = <i>Cajanus cajan</i> consorciado com <i>Crotalaria ochroleuca</i> ; P.E.= proporção de estabelecimento; CB = cobertura de uma planta (m ²); PLT/m ² = número de plantas para cobrir 1m ² ; Sem/m ² = número de sementes utilizada para obter a quantidade plantas o suficiente para cobrir 1m ²	21
Tabela 5: Resultado dos testes de germinação em casa de vegetação para os lotes de sementes das espécies de diversidade com porcentagem de germinação ± erro padrão. E.C.V. = Emergência em casa de vegetação.	22
Tabela 6: Resultado da ANOVA tipo II para sintetizar os efeitos dos Modelos Lineares Generalizados (GLM) para todas as análises das espécies de diversidade.	24
Tabela 7 – Medidas ± erro padrão das espécies de diversidade aos 12 meses após a semeadura. ..	25

1. INTRODUÇÃO

A restauração ecológica consiste da manipulação das condições ecológicas para restaurar os processos ecológicos e reduzir os limitantes da regeneração natural ao ponto em que o ecossistema não necessite de intervenções para manter sua trajetória (SER, 2004; PROBER et al., 2005). Diversas estratégias são utilizadas, como condução de regenerantes (HOLL et al., 2000; SAMPAIO; HOLL; SCARIOT, 2007a), plantio de mudas (MARTINS, 2007), transposição da camada superficial do solo (FERREIRA; WALTER; VIEIRA, 2015) ou semeadura direta (CAMPOS-FILHO et al., 2013). Restaurar florestas com poucos ou nenhum regenerante requer o plantio de espécies em área total, seja por semeadura direta ou plantio de mudas (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015). Estes métodos consistem de plantar espécies para cumprir duas fases essenciais, a fase de estruturação ou gatilho, na qual espécies de árvores e arbustos de cobertura ou pioneiras fecham o dossel e sombreiam espécies indesejadas e a fase de consolidação ou trajetória, na qual uma alta diversidade de espécies com maior ciclo de vida garantem a trajetória sucessional da floresta após as espécies responsáveis pela estruturação senescerem (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015; VIANI et al., 2017). A fase de fechamento do dossel precisa rapidamente eliminar espécies indesejadas e reduzir extremos de temperatura e umidade e atrair propágulos (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015), reduzindo o tempo e o esforço de controle de espécies indesejáveis.

A semeadura direta é uma opção para a restauração florestal ativa, pois não há custos com viveiros, transporte de mudas e perfuração de covas (BULLARD et al., 1992; ENGEL; PARROTA, 2001; SILVA; VIEIRA; 2017), e possibilita plantios bastante adensados promovendo elevada cobertura do solo em curto prazo (MUEHLETHALER; KAMM, 2009;

WILLOUGHBY; JINKS, 2009). Essa característica é importante, pois a competição com gramíneas exóticas demandam alto custo de manutenção (HOLL et al., 2000; SAMPAIO; HOLL; SCARIOT, 2007b). Áreas cobertas por gramíneas exóticas podem se manter estáveis, resistindo à colonização de espécies nativas (SUDING; GROSS; HOUSEMAN, 2004). Por isso, encontrar espécies e técnicas de plantio que acelerem o fechamento do dossel, sombreando e eliminando as gramíneas exóticas, é importante para reduzir os custos com o controle de gramíneas exóticas (KAGEYAMA; GANDARA; OLIVEIRA, 2003; RODRIGUES; MARTINS; GANDOLFI, 2007) e criar condições favoráveis para o estabelecimento de plântulas de espécies tardias que colonizam a área ou que foram plantadas (HOLL et al., 2000; ZAHAWI 2005). Espécies comumente utilizadas como cobertura rápida na restauração são os adubos verdes, pois têm sistema de produção definido, crescem em poucos meses ou anos, não se tornam agressiva pois são anuais a semiperenes, fertilizam e condicionam o solo e suas sementes são compradas a baixo custo (BELTRAME; RODRIGUES, 2008; GUERIN et al., 2015). Não é de nosso conhecimento que haja descrição na literatura de espécies nativas com a mesma finalidade.

A semeadura direta pode ser realizada a lanço, linhas ou covas. É recomendável a semeadura a lanço ou em linhas bem próximas por proporcionar um adensamento superior aos outros métodos, pois a semeadura em linhas muito espaçadas ou em covas cobriria mais lentamente o solo (MARTINS, 2015). A semeadura a lanço é mais simples de executar e é esperada uma cobertura mais homogênea da área, enquanto na semeadura em linhas pode haver roçada ou capina nas entrelinhas para controle de plantas indesejáveis. Portanto, é necessário saber a densidade ideal de sementes para semeadura de cada espécie, que promova uma cobertura rápida do solo de florestas na restauração ecológica.

Diversas espécies têm sucesso na semeadura direta, possibilitando inserir certa diversidade nas áreas em restauração, porém muitas espécies têm menor sucesso,

especialmente as de sementes pequenas e recalcitrantes (SILVA; VIEIRA 2017; PELLIZZARO et al. 2017). Nestes casos o consórcio com plantio de mudas aumentaria a diversidade dos plantios.

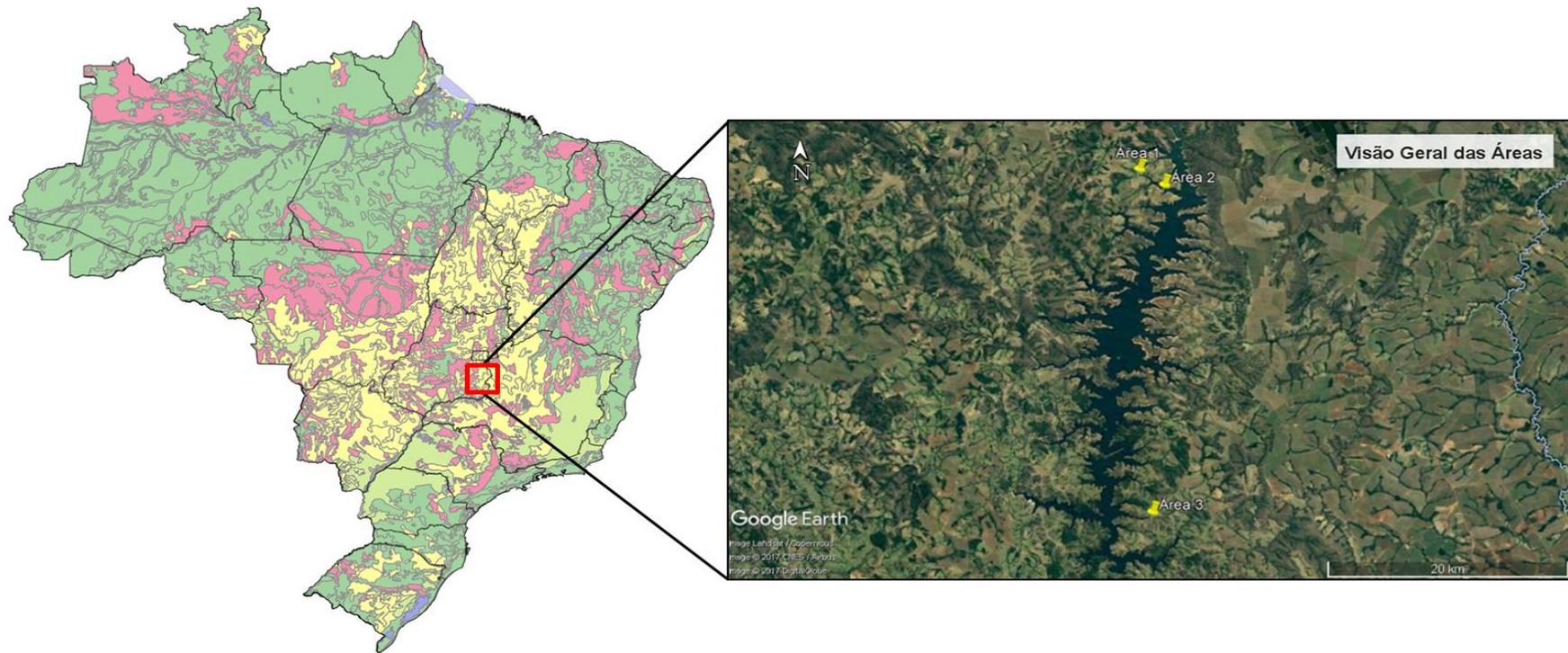
2. OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo foram avaliar a semeadura direta (i) nas entrelinhas em plantios de mudas de espécies nativas e de adubação verde para a rápida cobertura e (ii) nas linhas de plantio de mudas de diversidade para aumentar a densidade e a diversidade dos plantios. Para as entrelinhas (cobertura) foram avaliadas emergência, estabelecimento e cobertura de seis espécies de árvores e arbustos de rápido crescimento, nativas de floresta estacional e de cerrado sentido amplo do bioma Cerrado e três espécies de adubação verde, semeadas em linhas e à lanço nas entrelinhas de um plantio de mudas. Para as linhas (diversidade) foram avaliadas 26 espécies de árvores nativas de floresta estacional ou cerrado sentido amplo do bioma Cerrado, com o intuito de identificar espécies mais vantajosas para serem introduzidas por semeadura direta na restauração. Uma vez que o trabalho foi feito em uma zona de contato entre florestas e cerrado, foram utilizadas algumas espécies de cerrado ou cerradão que poderiam servir aos plantios de restauração florestal.

3. METODOLOGIA

3.1 Áreas de estudo

As áreas experimentais são parte da Área de Preservação Permanente (APP) do reservatório da Usina Hidrelétrica Serra do Facão, localizada na bacia hidrográfica do rio Paraná, no rio São Marcos (Figura 1). A APP compreende uma faixa de 11.900 ha. Está situada na divisa dos Estados de Goiás e Minas Gerais, abrangendo os municípios goianos de Catalão, Davinópolis e Campo Alegre de Goiás. A vegetação é um mosaico de formações florestais (mata seca e cerradão) e savânicas (cerrado sentindo restrito) (SILVA JÚNIOR, 2012), condicionadas localmente pela fertilidade e profundidade do solo. O clima da região é o Cwb, mesotérmico com duas estações bem definidas, o inverno seco e o verão temperado (KÖPPEN & GEIGER, 1980). As temperaturas médias variaram de 19°C em julho até superiores a 25°C em dezembro. A precipitação média anual é de 1500 mm e a precipitação total no decorrer do experimento foi de 1585 mm (Figura 2) (dados compilados de INMET – www.inmet.gov.br estação meteorológica de Catalão/GO). A ocupação do solo nos municípios abrangidos UHE Serra do Facão tem 73% de uso agrícola ou pecuário, 18% de florestas e 6% de savanas e campos (compilado de Projeto MapBiomas – Coleção 3.2 <http://mapbiomas.org>). Das três áreas experimentais, duas tinham vegetação original de floresta e uma de cerrado, conforme indicado por árvores remanescentes nas pastagens e fragmentos florestais e de cerrados próximos, e estavam cobertas com pastagem de diversas gramíneas exóticas, principalmente pela *Brachiaria brizantha*.



- Legenda**
- Áreas de Tensão Ecológica
 - Floresta Estacional Semidecidual
 - Rios e Lagos
 - Savana
 - Outras Vegetações
 - Local do Experimento

Figura 1: Mapa da vegetação do Brasil com foco na localização da área do experimento e imagem de satélite obtida pelo software Google Earth indicando as três áreas escolhidas para o experimento próximo aos municípios de Campo Alegre de Goiás e Davinópolis.

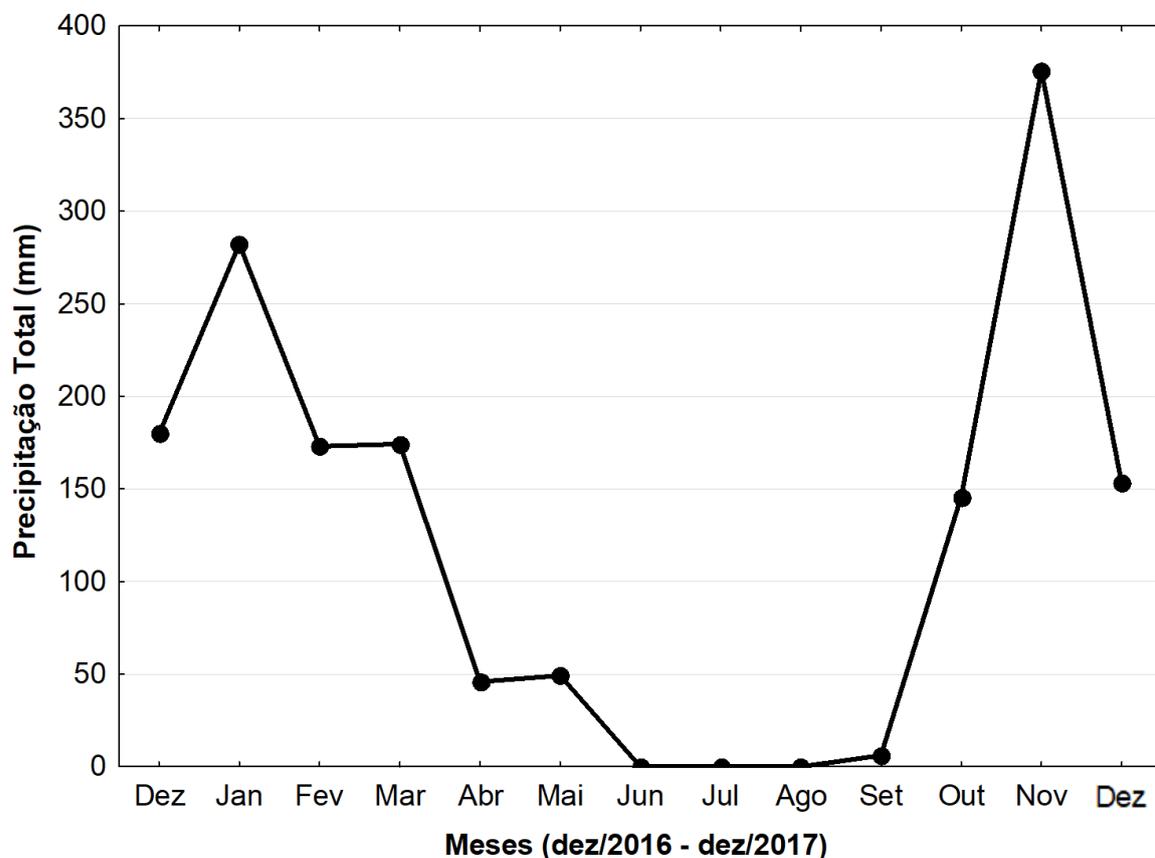


Figura 2: Dados de precipitação total obtidos pelo INMET através da estação meteorológica de Catalão/GO, recorrente ao período de dezembro de 2016 a dezembro de 2017.

3.2 Desenho e montagem dos experimentos

As áreas experimentais tinham 81×30 m, cujo menor lado coincide com a largura da APP (Figura 3). As áreas foram cercadas, gradeadas para remoção da braquiária e nivelamento do solo e foi aplicado formicida em isca. Foram plantadas nove linhas de mudas ao longo do comprimento da área em espaçamento 3×3 m. A semeadura de espécies de cobertura foi realizada nas entrelinhas do plantio de mudas, semeadas (i) em pequenos sulcos (linhas) espaçados 0,6 m (totalizando 4 linhas) ou (ii) a lanço sobre o solo (1,8 m de largura).

Foram semeadas seis espécies nativas e dois consórcios de duas espécies de adubos verdes (uma de ciclo anual + uma de ciclo semiperene: *Canavalia ensiformis* + *Cajanus cajan*; *Crotalaria ochroleuca* + *Cajanus cajan*). Cada espécie ou consórcio foi semeado individualmente em 4 parcelas por área, com a largura de 1,8 m e comprimento de 3 m, deixando um espaço para roçada entre as linhas de mudas e a semeadura de entrelinha.

A semeadura a lanço das espécies nativas de cobertura teve densidade de 30 sementes/m² e a semeadura em linhas teve a densidade de 22 sementes/m², contendo 30 sementes em cada linha. As espécies de adubo verde tiveram 7 sementes/m² de *Canavalia ensiformis* + 3 sementes/m² de *Cajanus cajan* e 16 de *Crotalaria ochroleuca* + 3 de *Cajanus cajan*). Nas parcelas semeadas a lanço as sementes foram incorporadas ao solo utilizando rastelos. As linhas foram (i) roçadas com roçadeira costal e capinas com enxadas ou (ii) sem manutenção. A roçada ocorreu aos 75 dias após a semeadura e a capina aos 350 dias.

As espécies de diversidade foram semeadas em sulcos com profundidade aproximada de 5 cm, abertos em quatro linhas de plantio de mudas intercaladas. Nas linhas, o espaçamento entre sementes foi de 20 cm, totalizando 26 sementes de espécies nativas a cada três mudas, totalizando 351 sementes por linha e 1404 sementes por cada área. Em seguida, as sementes foram cobertas com rastelos.

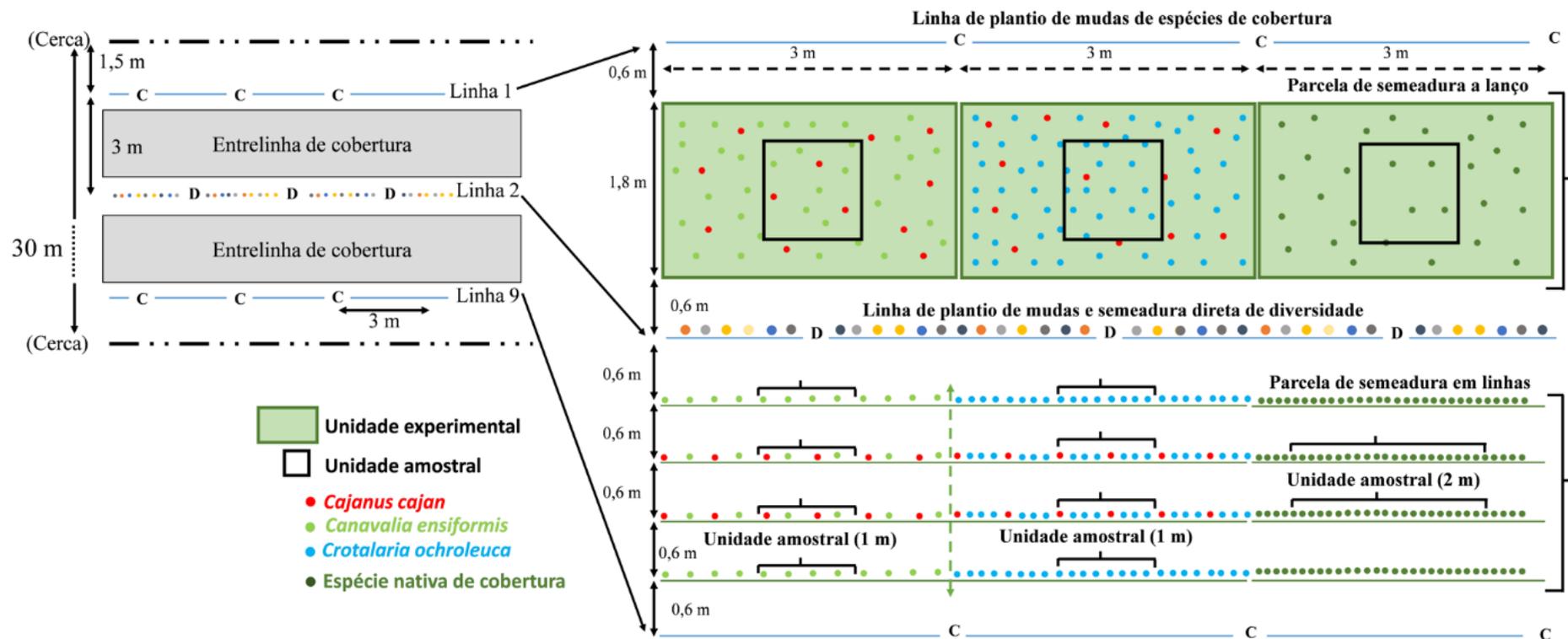


Figura 3: Croqui da distribuição dos experimentos de semeadura direta de cobertura e diversidade nas entrelinhas do plantio de mudas.

3.3 Seleção das espécies

Foram selecionadas três espécies de adubação verde: *Cannavalia ensiformis* (L.) DC (feijão-de-porco), *Crotalaria ochroleuca* (L.) (crotalária), espécies anuais, e *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (feijão-guandu) semiperene, de porte arbustivo, fixadoras de nitrogênio e que promovem boa cobertura do solo. (BARRETOS & FERNANDES, 2001; BELTRAME & RODRIGUES, 2008). Foram selecionadas seis espécies de cobertura nativas de árvores e arbustos com base no seu rápido crescimento e por serem observadas colonizando áreas de pastagens nesta e em outras regiões. Outras 26 espécies comuns na região de estudo em áreas de floresta e savanas foram selecionadas para compor a semeadura de diversidade (Tabela 1).

Tabela 1: Espécies selecionadas para os experimentos de semeadura direta. Fisionomia: (C = cerrado lato senso; F = Florestas estacional ou Floresta ciliar); P.M.S. = peso de mil sementes; E.C.V = emergência em casa de vegetação; Q.D. = quebra de dormência utilizada: (AS = escarificação das sementes com ácido sulfúrico (H₂SO₄) por oito minutos; EF = escarificação física com lixa no tegumento ao lado oposto da micrópila; DS = despolimento do tegumento ao lado oposto da micrópila; AQ = imersão em água a 90°C com a fonte de calor removida; AG = imersão em ácido giberélico (PROGIBB-400) a 0,6%; - = não foi realizado tratamento de quebra de dormência).

Espécie	Fisionomia	P.M.S. (g)	E.C.V (%)	Q.D.
Espécies de cobertura				
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	-	83,62	67	-
<i>Cannavalia ensiformes</i> (L.) DC	-	1285,57	65	-
<i>Crotalaria ochroleuca</i> (L.)	-	8,33	70	-
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	F	7,52	66	AQ
<i>Senna alata</i> (L.) Roxb	C, F	42,04	90	AS
<i>Solanum lycocarpum</i> St. Hil.	C	32,22	52	AG
<i>Solanum paniculatum</i> L.	F	1,44	19	AG
<i>Tachigali rubiginosa</i> (Mart. ex Tul.)	F	69,85	5	EF
<i>Trema micranta</i> (L.) Blume	F	2,16	3	AG
Espécies de diversidade				
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	C, F	88,82	85	-
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	C	1056,25	71	-
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	C, F	35,34	27	-
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	C, F	27,81	29	AS
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	C	26,59	11	-
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	C	93,38	84	-
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	C	209,01	11	DS
<i>Dipteryx alata</i> Willd.	C, F	1006,71	13	-
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	F	269,25	45	EF
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	C	134,59	68	-
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	C	998,76	21	-
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	C	34,01	54	-
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. Ex Hayne	C	3662,50	7	EF
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	C	116,74	35	-
<i>Luehea paniculata</i> Mart.	C, F	3,96	78	-
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	C, F	2081,25	50	-
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	C, F	11,34	31	-
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	F	50,86	44	DS
<i>Plathyenia reticulata</i> Benth.	C	47,816	66	DS
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	C, F	61,15	82	-
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	F	113,07	95	-
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	C	86,07	13	DS
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	C, F	565,48	0	-
<i>Terminalia brasiliensis</i> (Cambess.) Eichler	C	3,70	0	-
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	C	601,10	0	-
<i>Zeyheria montana</i> Mart.	C	41,59	37	-

3.4 Avaliações

O experimento foi avaliado quinzenalmente nos dois primeiros meses, mensalmente até o quinto mês e uma última avaliação foi feita aos 12 meses após a semeadura. Nas parcelas de cobertura foram avaliadas emergência de plântulas, estabelecimento e cobertura de copas da parcela. A cobertura da copas foi estimada pelo método de interceptação de pontos (ITT, 1996). Um quadro de ferro de 1 m² dividido em 100 quadrículas de 10 × 10 cm foi colocado no centro da parcela a uma altura de 1m e no centro de cada quadrícula uma vareta era colocada verticalmente; a planta mais alta que tocava a vareta era anotada, totalizando um determinado percentual de cobertura de cada parcela pela planta (número de quadrículas com toque/número total de quadrículas *100). Também foram medidas a altura e a área da copa de no máximo três plantas vivas em cada parcela ($AC = \pi \times \frac{(D \times d)}{4}$, onde: AC = área elíptica da copa, D = diâmetro maior e d = diâmetro menor). Para as espécies de diversidade os parâmetros emergência, estabelecimento, altura, diâmetro do colo e área de copa também foram determinados nos mesmos períodos.

3.5 Análise de dados

Para comparar a emergência entre espécies de cobertura e métodos de semeadura (linha vs. lanço) foi feito um modelo linear generalizado (GLM) com distribuição binomial para as espécies e forma de semeadura que tiveram emergência após cinco meses desde a semeadura (GOTELLI; ELLISON, 2011). A emergência não foi comparada entre os manejos de entrelinhas (roçada e não roçada), pois o primeiro manejo ocorreu aos 75 dias, momento em que a emergência das plântulas estava completa. Para comparar o

estabelecimento (número de plantas vivas aos 12 meses em relação ao número de sementes semeadas) entre espécies de cobertura e forma de manejo da entrelinha (roçada vs. não roçada) foi usado um GLM com distribuição binomial. O estabelecimento não foi comparado entre semeadura em linha versus lanço, pois a emergência na semeadura a lanço foi praticamente ausente. Para comparar a porcentagem de cobertura de copas entre espécies e forma de manejo da entrelinha foi usado um GLM com distribuição de Poisson (GOTELLI; ELLISON, 2011). Para comparar a altura das plantas de cobertura entre espécies e forma de manejo da entrelinha foi usado um GLM com distribuição Gaussiana (GOTELLI; ELLISON, 2011). Para comparar o estabelecimento entre espécies de diversidade foi feito um modelo linear generalizado (GLM) com distribuição binomial (GOTELLI; ELLISON, 2011). Análises de variância do tipo II (ANOVA) foram usadas para sintetizar os efeitos dos modelos e contrastes a posteriori Dunnett foram usados para fazer as comparações entre os níveis dos fatores (GOTELLI; ELLISON, 2011). O nível significância em todas as análises para não aceitar a hipótese nula foi $p \leq 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSÕES

4.1 Semeadura direta de espécies de cobertura

Nos testes de germinação realizados em casa de vegetação para verificar a viabilidade dos lotes de semente obteve os seguintes resultados para as espécies de cobertura (Tabela 2).

Tabela 2: Resultado dos testes de germinação em casa de vegetação para os lotes de sementes das espécies de adubação verde e nativas de preenchimento com porcentagem de germinação \pm erro padrão. P.M.S. = peso de mil sementes.

Espécie	Germinação (%)
<i>Cajanus cajan</i>	67 \pm 1,9
<i>Canavalia ensiformis</i>	65 \pm 4,1
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	70 \pm 2,6
<i>Guazuma ulmifolia</i>	66 \pm 2,6
<i>Senna alata</i>	90 \pm 2,6
<i>Solanum lycocarpum</i>	52 \pm 8,2
<i>Solanum paniculatum</i>	19 \pm 1,9
<i>Tachigali rubiginosa</i>	5 \pm 1,9
<i>Trema micrantha</i>	3 \pm 1,9

As espécies de cobertura que tiveram emergência apresentaram uma significativa diferença na interação entre elas e o método de semeadura (Tabela 3). Na semeadura em linhas todas as espécies emergiram (Figura 4), entre as quais *Solanum lycocarpum* e os adubos verdes *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria ochroleuca* e *Senna alata* tiveram mais de 30%. *Trema micrantha* não teve emergência em campo independentemente do método de semeadura utilizado.

Tabela 3: Resultado da ANOVA tipo II para sintetizar os efeitos dos Modelos Lineares Generalizados (GLM) para todas as análises das espécies de cobertura das entrelinhas.

Análise	Fonte de Variação	X ²	GL	Valor de P
Emergência	Semeadura	1,7137	1	0,1905
	Espécie	28,5054	8	<0,0001
	Semeadura:Espécie	78,5074	8	<0,0001
Estabelecimento	Manejo	0,4057	1	0,5241
	Espécie	378,489	7	<0,0001
	Manejo:Espécie	39,961	7	<0,0001
Cobertura do Solo	Manejo	38,528	1	<0,0001
	Espécie	96,353	3	<0,0001
	Manejo:Espécie	47,831	3	<0,0001
Altura	Manejo	2,4509	1	0,1175
	Espécie	15,6454	7	0,0286
	Manejo:Espécie	17,3498	7	0,0153

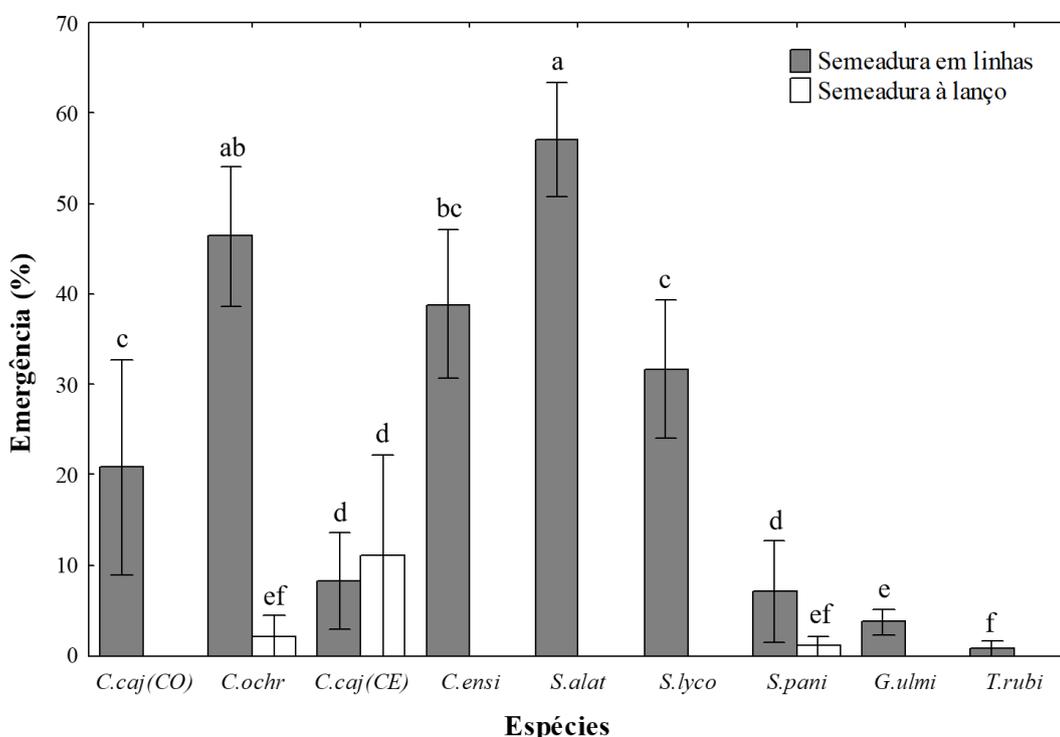


Figura 4: Emergência de plântulas de espécies de cobertura semeadas em linhas e a lanço nas entrelinhas de plantios de mudas. As barras representam as médias e erro padrão. As médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente na interação entre a forma de sementeira e a espécie. Espécies que não tiveram emergência na sementeira a lanço não foram analisadas estatisticamente. *C.caj(CO)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Crotalaria ochroleuca*; *C.ochr* = *Crotalaria ochroleuca*; *C.caj(CE)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Canavalia ensiformis*; *C.ensi* = *Canavalia ensiformis*; *S.alat* = *Senna alata*; *S.lyco* = *Solanum lycocarpum*; *S.pani* = *Solanum paniculatum*; *G.ulmi* = *Guazuma ulmifolia*; *T.rubi* = *Tachigali rubiginosa*.

A sementeira em linhas resultou em maior emergência de plântulas que a sementeira à lanço, possivelmente porque os pequenos sulcos de plantio protegeram as sementes com uma fina camada de solo, reduzindo predação e dessecação (GARCÍA-ORTH; MARTINEZ-

RAMOS, 2008 SUN; DICKINSON, 1995; WOODS; ELLIOTT, 2004;). Após a semeadura à lanço, a incorporação foi feita com rastelos, resultando em sementes levemente cobertas e sementes mantidas na superfície. A densidade de indivíduos na semeadura em linhas também foi superior a semeadura a lanço em áreas de restauração na bacia do Xingu, diferença também atribuída ao fato das sementes serem enterradas (CAVA et al., 2016). Porém outros estudos e experimentos recentes na mesma área tiveram sucesso na semeadura a lanço, pois as sementes são incorporadas com gradagem leve, o que confere mais enterramento das sementes (RODRIGUES, 2018; FREITAS, 2018; PELLIZZARO et al. 2017). Neste estudo, o insucesso da semeadura a lanço com baixo enterramento pode ter sido intensificado, pois um veranico de três semanas ocorreu um dia após a semeadura, o que pode ter ampliado a dessecação das sementes semeadas à lanço. De toda a forma, a semeadura em linhas enterra as sementes em profundidade mais homogênea e minimiza as falhas de plantio (ARAKI, 2005). Futuros estudos devem confirmar a diferença de emergência ao usar incorporação com gradagem e o custo benefício dos dois métodos.

O estabelecimento de *Cajanus cajan* nos dois consórcios, foi maior nas parcelas onde não houve controle das gramíneas exóticas (25 e 12%, respectivamente; Figura 5). A *Canavalia ensiformis* não apresentou diferença de estabelecimento independente de roçar ou não roçar as gramíneas exóticas. A espécie *Crotalaria ochroleuca* possui ciclo de vida curto e todos os indivíduos morreram antes do 12º mês, resultando em sua ausência nessa data. O estabelecimento das nativas não diferiu entre as formas de manejo, sendo que *Senna alata* atingiu 40%, seguida por *Solanum lycocarpum* com 16%, e as demais nativas tiveram menos que 3%. Mostrando que não houve efeito do controle de gramíneas exóticas para as espécies nativas.

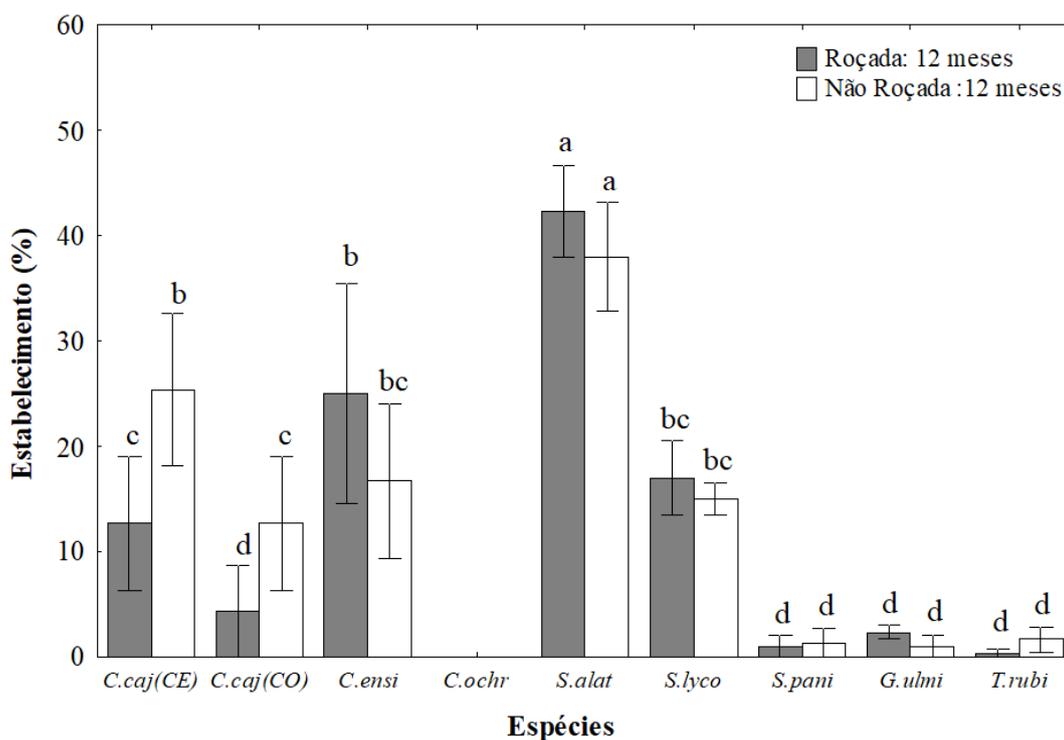


Figura 5: Porcentagem de estabelecimento de espécies de adubo verde e das nativas de cobertura, semeadas em linhas aos 12 meses após a semeadura nas entrelinhas dos plantios de mudas. As barras apresentam as médias e o erro padrão. As médias seguidas por letra diferente se diferiram entre interação de manejo e espécie pelo teste de Dunn a 5% de significância. *C.caj(CO)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Crotalaria ochroleuca*; *C.ochr* = *Crotalaria ochroleuca*; *C.caj(CE)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Canavalia ensiformis*; *C.ensi* = *Canavalia esnsiformis*; *S.alat* = *Senna alata*; *S.lyco* = *Solanum lycocarpum*; *S.pani* = *Solanum paniculatum*; *G.ulmi* = *Guazuma ulmifolia*; *T.rubi* = *Tachigali rubiginosa*.

A cobertura do solo promovida pelas espécies de cobertura apresentou interação entre espécies e os manejos de roçada (Tabela 4) para as espécies que apresentaram mais de 3% de cobertura do solo (Figura 6). As parcelas das espécies *Tachigali rubiginosa*, *Solanum paniculatum* e *Guazuma ulmifolia* obtiveram cobertura do solo inferior a 3% e não houve influência do manejo empregado nas entrelinhas, por isso não fizeram parte das análises de cobertura do solo. A espécie *Senna alata* teve a maior cobertura do solo nas parcelas roçadas (53%), e nas parcelas não roçadas não diferiu das parcelas do consórcio *Cajanus cajan* + *Canavalia ensiformes* e *Solanum lycocarpum* roçadas e as parcelas do consórcio *Cajanus cajan* + *Crotalaria ochroleuca*, com cerca de 19% de cobertura (Figura 6).

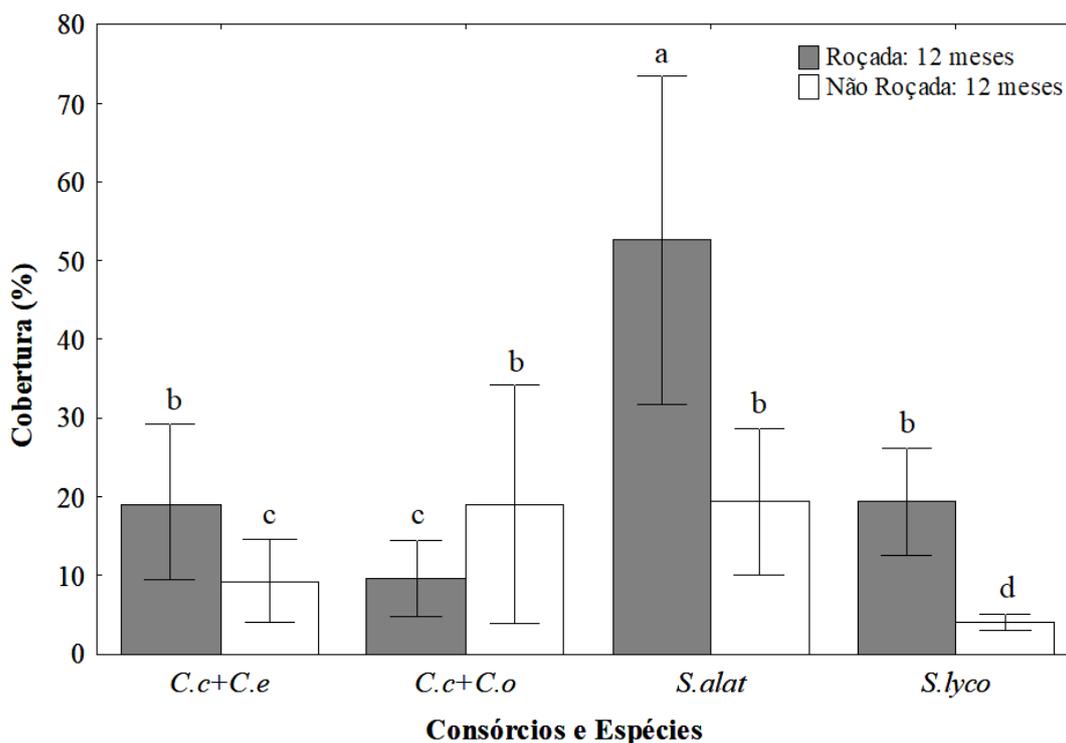


Figura 6: Porcentagem de cobertura do solo pelos consórcios de adubação verde e espécies nativas de cobertura aos 12 meses após a semeadura nas entrelinhas dos plantios de mudas. As barras apresentam as médias e o erro padrão. As médias seguidas por letras diferentes representam a diferença da interação entre manejo e espécie que diferiram pelo teste de Dunnett a 5% de significância. C.c+C.e = Consórcio de *Cajanus cajan* + *Canavalia ensiformis*; C.c+C.o = Consórcio de *Cajanus cajan* + *Crotalaria ochroleuca*; S.alat = *Senna alata*; S.lyco = *Solanum lycocarpum*.

A rápida cobertura do solo por árvores e arbustos nativos é uma grande vantagem na primeira etapa da restauração florestal, pois contribuem para o sombreamento das espécies indesejáveis e para a estruturação de um dossel atrativo para dispersores e facilitador da emergência de espécies nativas tardias (GUERIN et al., 2015; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015). Esse trabalho demonstrou que *Senna alata* é uma ótima espécie para desempenhar a função de cobertura, pois teve alta porcentagem de emergência, estabelecimento e elevada cobertura, mesmo comparando com espécies comercializáveis de adubação verde. A espécie *Solanum lycocarpum* nas parcelas que foram roçadas teve 19% de cobertura do solo e tem sido recomendada como espécie de cobertura, alcançando 26% de cobertura em um ano e meio desde o plantio (SILVA et al., 2015a).

Senna alata teve a maior altura (50 cm) entre as nativas de cobertura, seguida por *Solanum lycocarpum* (35 cm). As outras espécies de cobertura não diferiram significativamente de *Solanum lycocarpum* e tiveram alturas médias menores que 22 cm (Figura 7). *Senna alata* tem rápido crescimento em altura, elevada cobertura e é fixadora de nitrogênio (RODRIGUES et al., 2010; FARIA et al., 2014). *Solanum lycocarpum* possui um ciclo prolongado e é capaz de resistir até mesmo a ciclos anuais de queimadas e produz frutos zoocóricos o ano inteiro, atraindo espécies de animais como: lobo guará (*Chrycyon brachyurus*), cachorro do mato (*Cerdocyon thous*), anta (*Tapirus terrestris*) entre outros (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2003; TAVARES, 2017).

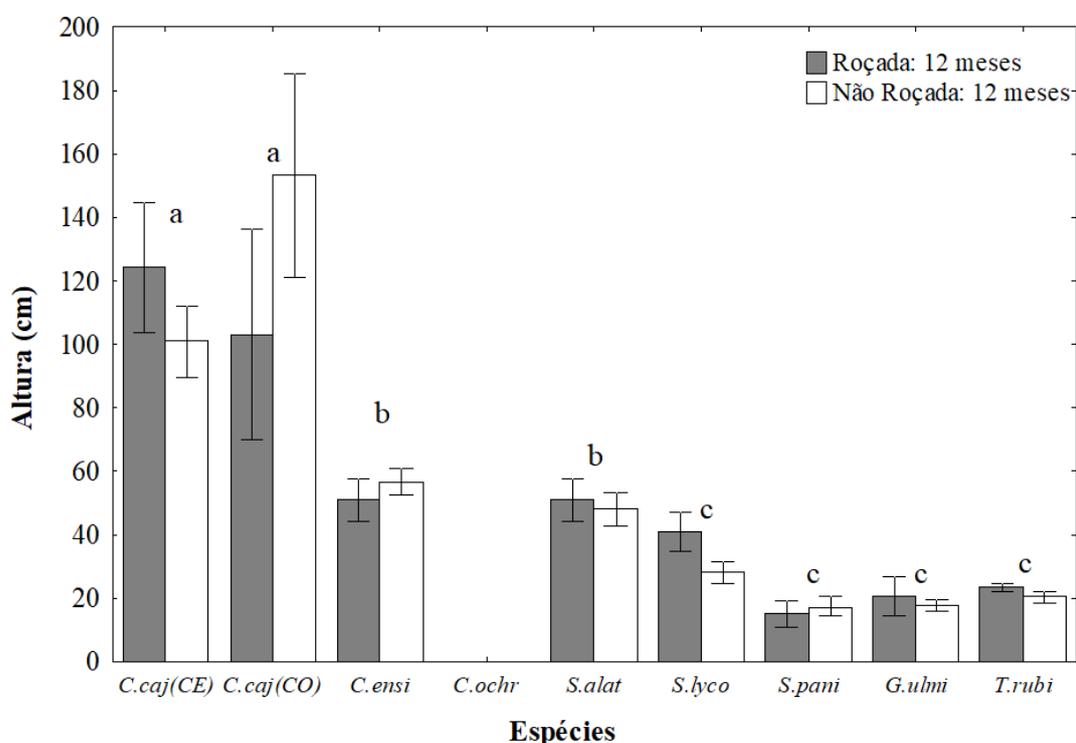


Figura 7: Alturas das espécies de adubos verdes e das nativas de preenchimento da sementeira direta em linhas da sementeira nas entrelinhas dos plantios de mudas. As barras apresentam as médias e erro padrão aos 12 meses. As médias seguidas por letras diferentes representa a diferença entre as espécies testadas pelo teste de Dunnett a 5% de significância. *C.caj(CO)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Crotalaria ochroleuca*; *C.ochr* = *Crotalaria ochroleuca*; *C.caj(CE)* = *Cajanus cajan* consorciado com *Canavalia ensiformis*; *C.ensi* = *Canavalia ensiformis*; *S.alat* = *Senna alata*; *S.lyco* = *Solanum lycocarpum*; *S.pani* = *Solanum paniculatum*; *G.ulmi* = *Guazuma ulmifolia*; *T.rubi* = *Tachigali rubiginosa*.

Leguminosas de adubação verde são recomendadas para a cobertura em plantios de restauração por semeadura direta (GUERIN et al. 2015) ou das entrelinhas de mudas (ISERNHAGEN, 2010; MARTINS, 2011). Neste estudo as espécies nativas *Senna alata* e *Solanum lycocarpum* tiveram pelo menos a mesma capacidade das espécies de adubação verde. Porém essas espécies permanecem como cobertura dominante por tempos mais prolongados, favorecendo a consolidação das espécies de diversidade, enquanto entre as de adubação verde, apenas o feijão guandu pode durar três anos, deixando espaço aberto para a reinfestação do capim. Neste estudo a *Crotalaria ochroleuca* senesceu antes do primeiro ano, permitindo uma elevada reocupação de gramíneas exóticas nas parcelas não roçadas.

A roçada das competidoras nas entrelinhas proporcionou a maior cobertura para três das quatro espécies que tiveram sucesso de estabelecimento. Outros trabalhos obtiveram uma redução significativa na incidência de espécies exóticas ao roçar as gramíneas exóticas por várias vezes e por períodos prolongados e favorecendo o desenvolvimento das espécies nativas (BARBOSA, 2009; LI; ZHANG, 2008). Mesmo sendo eficiente o uso da roçadeira costal e das capinas com enxadas, as roçadas mecânicas tem o seu uso dificultado com entrelinhas menos espaçadas, este caso, o uso de herbicidas seletivos são mais indicados para o controle da competição com gramíneas exóticas (REZENDE; LELES, 2017). A altura das espécies testadas na cobertura não diferiu entre as parcelas roçadas e não roçadas.

Utilizando-se a proporção de estabelecimento (densidade de plântulas/densidade de semeadura) e a área das copas ($AC = \pi \times \frac{(D \times d)}{4}$), foi possível estimar a densidade de semeadura necessária para cobrir 1m² aos 12 meses para as espécies estudadas e o manejo utilizado (Tabela 4). Foi usada a fórmula (1/área da copa (m²) × proporção de estabelecimento). É necessário considerar que muitas destas espécies de cobertura nativas aumentarão suas copas nos próximos anos e conseqüentemente a recomendação de densidade de semeadura seria menor se o objetivo fosse cobrir o solo com dois anos ou mais.

As espécies *Solanum lycocarpum* e *Solanum paniculatum* vão contribuir significativamente na cobertura e estruturação do solo por volta do segundo ou terceiro ano do plantio e poucos indivíduos serão necessários para cobrir 1m². Da mesma maneira, as espécies *Tachigali rubiginosa* e *Guazuma ulmifolia*, que são árvores, poucos indivíduos bastarão para cumprir a função de cobertura do solo, mas não de imediato, seriam necessários de cinco a sete anos. A densidade de sementeira recomendada aqui é um importante passo na utilização de espécies nativas para cobertura de entrelinhas ou em plantios feitos totalmente por sementeira direta, mas é preciso reconhecer que há muita variação entre anos, lotes de sementes e entre detalhes técnicos da sementeira. É possível que neste experimento o veranico após o plantio tenha reduzido os valores de estabelecimento, ao compararmos os resultados experimentais do ano seguinte na mesma região (P&D ANEEL-SEFAC; UFG; EMBRAPA, em andamento).

Tabela 4: Resumo das quantidades necessárias para realizar uma cobertura completa das espécies utilizadas neste trabalho para o cobertura de áreas de restauração. Onde: *Cajanus cajan* (C.E.) = *Cajanus cajan* consorciado com *Canavalia ensiformis*; *Cajanus cajan* (C.O.) = *Cajanus cajan* consorciado com *Crotalaria ochroleuca*; P.E.= proporção de estabelecimento; CB = cobertura de uma planta (m²); PLT/m² = número de plantas para cobrir 1m²; Sem/m² = número de sementes utilizada para obter a quantidade plantas o suficiente para cobrir 1m².

Espécie	12 meses							
	Não Roçado				Roçado			
	P.E.	CB	PLT/m ²	Sem/m ²	P.E.	CB/m ²	PLT/m ²	Sem/m ²
<i>Cajanus cajan</i> (C.E.)	0,25	0,11	9	36	0,13	0,62	2	13
<i>Cajanus cajan</i> (C.O.)	0,15	0,56	2	12	0,04	0,11	9	207
<i>Canavalia ensiformis</i>	0,17	0,14	1	42	0,25	0,11	9	36
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,01	0,01	140	16960	0,02	0,01	93	4942
<i>Senna alata</i>	0,38	0,13	7	20	0,42	0,16	6	15
<i>Solanum lycocarpum</i>	0,15	0,04	23	154	0,17	0,10	10	56
<i>Solanum paniculatum</i>	0,01	0,01	182	14593	0,01	0,03	33	3133
<i>Tachigali rubiginosa</i>	0,02	0,02	52	3130	0,00	0,02	46	12191

4.2 Semeadura direta de espécies de diversidade

A maioria das espécies de diversidade tiveram elevada germinação em casa de vegetação (tabela 5). O período de avaliação em casa de vegetação foi de 30 dias, por isso algumas espécies apresentaram baixa germinação em casa de vegetação. As espécies *T. argentea* e *T. brasiliensis* não tiveram nenhuma plântula emergente encontrada nas áreas e na casa de vegetação.

Tabela 5: Resultado dos testes de germinação em casa de vegetação para os lotes de sementes das espécies de diversidade com porcentagem de germinação \pm erro padrão. E.C.V. = Emergência em casa de vegetação.

Espécie	E.C.V. (%)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	85 \pm 4,4
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	71 \pm 5,7
<i>Astronium fraxinifolium</i>	27 \pm 1,9
<i>Bowdichia virgilioides</i>	29 \pm 3,0
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	11 \pm 8,5
<i>Dalbergia miscolobium</i>	84 \pm 5,2
<i>Dimorphandra mollis</i>	11 \pm 2,5
<i>Dipteryx alata</i>	13 \pm 6,6
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	45 \pm 7,0
<i>Eriotheca pubescens</i>	68 \pm 2,8
<i>Eugenia dysenterica</i>	21 \pm 4,4
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	54 \pm 26,0
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	7 \pm 4,4
<i>Kielmeyera coriácea</i>	35 \pm 8,2
<i>Luehea paniculata</i>	78 \pm 7,0
<i>Magonia pubescens</i>	50 \pm 8,2

<i>Myracrodruon urundeuva</i>	31 ± 9,1
<i>Peltophorum dubium</i>	44 ± 9,1
<i>Plathymeria reticulata</i>	66 ± 4,8
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	82 ± 4,2
<i>Senegalia polyphylla</i>	95 ± 1,0
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	13 ± 1,9
<i>Terminalia argentea</i>	0 ± 0,0
<i>Terminalia brasiliensis</i>	0 ± 0,0
<i>Vatairea macrocarpa</i>	0 ± 0,0
<i>Zeyheria montana</i>	37 ± 5,5

As espécies diferiram quanto ao estabelecimento (Tabela 6). Seis espécies tiveram mais de 50% de emergência em campo, 10 espécies tiveram entre 10 e 50%, quatro espécies tiveram menos de 10% e seis espécies não emergiram em campo. Dezenove espécies sobreviveram até o quinto mês desde a semeadura dentro das unidades amostrais e 16 sobreviveram até o início da próxima estação chuvosa, ao décimo segundo mês (Figura 8). Estes resultados corroboram com outros estudos que recomendam a semeadura direta como técnica viável para introduzir diversas espécies em áreas de restauração (ENGEL & PARROTA, 2001; SILVA & VIEIRA; 2017). As espécies que tiveram elevado estabelecimento são grandes, como *Magonia pubescens*, *Dipteryx alata*, *Hymenea stigonocarpa* e *Aspidosperma macrocarpon*, onde seu peso de mil sementes supera 1000 g (Tabela 1), com exceção das espécies *Senegalia polyphylla* e *Anadenanthera colubrina* que também tiveram mais de 20% de estabelecimento mesmo tendo sementes leves. As sementes grandes têm maior sucesso pois possuem mais reservas, o que possibilita uma maior tolerância a condições desfavoráveis, como a baixa disponibilidade de água, luz e nutrientes (SILVA & VIEIRA; 2017; GARCIA-ORTH; MARTINEZ-RAMOS, 2008).

Tabela 6: Resultado da ANOVA tipo II para sintetizar os efeitos dos Modelos Lineares Generalizados (GLM) para todas as análises das espécies de diversidade.

Análise	Fonte de Variação	X ²	GL	Valor de P
Estabelecimento	Espécie	581,9	15	<0,0001
Altura	Espécie	112,6	16	<0,0001
Diâmetro	Espécie	70,9	16	<0,0001
Área de Copa	Espécie	16,8	16	0,4011

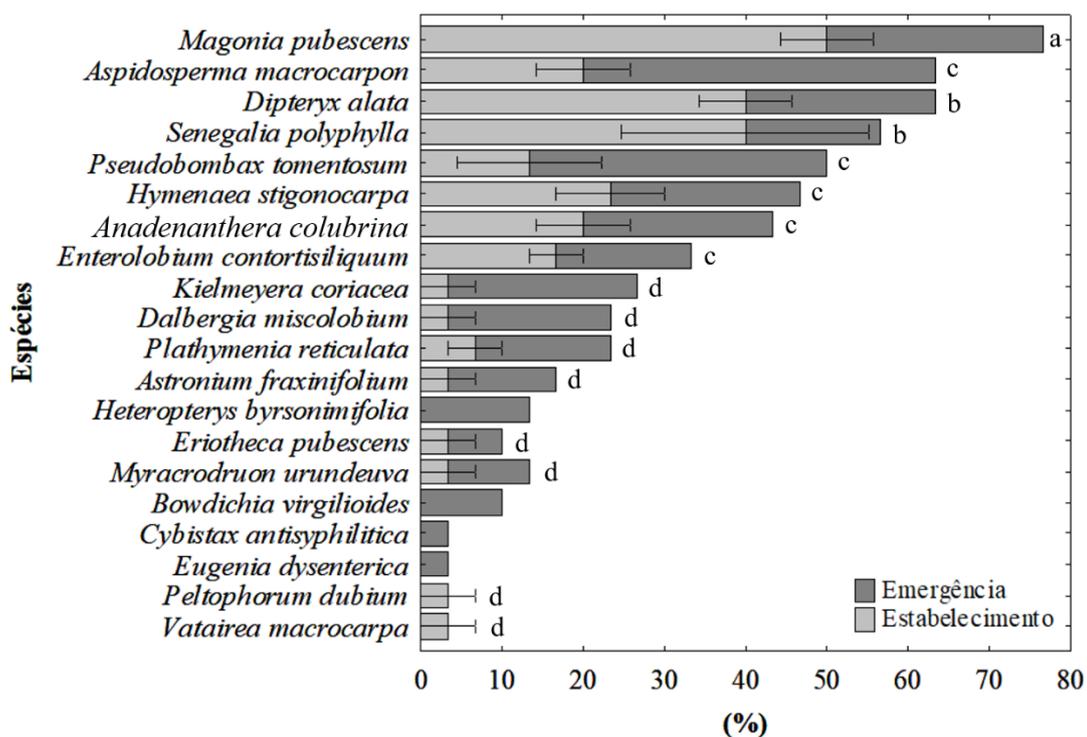


Figura 8: Emergência e estabelecimento das plantas provenientes da sementeira direta de espécies de diversidade aos 12 meses. As barras apresentam a média e o erro padrão. As médias seguidas por letras diferentes indicam as diferenças pelo teste de Dunnett a 5% de significância.

Algumas espécies com estabelecimento abaixo de 10% também podem ser introduzidas por sementeira direta a um custo relativamente menor que mudas, pois o custo da semente é muito baixo. Por exemplo, *Myracrodruon urundeuva* teve menos de 10% de estabelecimento mas custa R\$ 188,26/kg (<http://sementesdoxingu.org.br>); considerando que 1 kg desta espécie possui 90 mil sementes, o custo de uma planta estabelecida seria de R\$ 0,07, considerando apenas o custo da semente. A sementeira direta de *Myracrodruon urundeuva* é portanto mais barata que a muda, que custa R\$ 2,00 na região (<https://www.clickmudas.com.br>). Portanto, é necessário avaliar o custo (ou o número de sementes necessário para estabelecer uma plântula de um ano em campo) e comparar com o

custo da muda para decidir a melhor técnica para cada espécie (COLE et al., 2011). A produção de mudas para espécies com baixo estabelecimento e sementes caras certamente será necessária, fazendo com que a restauração florestal recomendada seja uma mistura das duas técnicas.

Terminalia brasiliensis e *Terminalia argentea* não tiveram emergência em campo ou casa de vegetação, revelando que os lotes de sementes tinham baixo vigor. O teste de viabilidade é fundamental para a melhor tomada de decisão quanto à densidade de semeadura, pois sementes de baixo custo de obtenção podem ser semeadas em maiores densidades sem comprometer os custos da restauração, garantindo maior diversidade de espécies por meio da semeadura.

Tabela 7 – Medidas \pm erro padrão das espécies de diversidade aos 12 meses após a semeadura.

Espécie	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Área de copa (m ²)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	46,2 \pm 7,7 a	5,2 \pm 0,7 c	0,107 \pm 0,02
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	10,5 \pm 0,5 c	5,8 \pm 0,4 c	0,017 \pm 0,00
<i>Astronium fraxinifolium</i>	24,5 \pm 8,9 c	5,6 \pm 2,1 c	0,056 \pm 0,03
<i>Dalbergia miscolobium</i>	30,0 \pm 13,0 b	5,3 \pm 1,6 c	0,047 \pm 0,01
<i>Dipteryx alata</i>	30,7 \pm 2,6 b	6,9 \pm 0,3 b	0,058 \pm 0,01
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	55,3 \pm 6,9 a	9,5 \pm 1,1 a	0,076 \pm 0,01
<i>Eriotheca pubescens</i>	4,0 \pm 0,0	2,4 \pm 0,0	0,002 \pm 0,00
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	9,3 \pm 2,2 c	3,5 \pm 1,2 c	0,014 \pm 0,00
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	24,4 \pm 2,0 c	5,0 \pm 0,2 c	0,020 \pm 0,00
<i>Kielmeyera coriacea</i>	4,0 \pm 0,0	3,3 \pm 0,0	0,016 \pm 0,00
<i>Magonia pubescens</i>	18,2 \pm 1,3 c	5,0 \pm 0,2 c	0,037 \pm 0,00
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	28,5 \pm 13,5 c	3,5 \pm 1,9 c	0,057 \pm 0,04
<i>Peltophorum dubium</i>	50,8 \pm 8,6 a	9,4 \pm 1,7 a	0,120 \pm 0,03
<i>Plathymenia reticulata</i>	57,0 \pm 8,8 a	7,1 \pm 1,6 b	0,087 \pm 0,02
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	2,6 \pm 0,2 d	4,2 \pm 0,4 c	0,012 \pm 0,00
<i>Senegalia polyphylla</i>	53,5 \pm 9,2 a	7,8 \pm 1,1 a	0,257 \pm 0,13
<i>Vatairea macrocarpa</i>	20,0 \pm 0,0	3,9 \pm 0,0	0,019 \pm 0,00

As médias seguidas de letras diferente se difere entre as espécies no parâmetro indicado pelo teste posteriori de Dunnett a 5% de significância.

As espécies de diversidade também diferiram em tamanho (Tabela 6). As espécies *A. colubrina*, *E. contortisiliquum*, *P. dubium*, *P. reticulata*, e *S. polyphylla* se destacaram como as maiores alturas médias dentre as espécies de diversidade. As espécies *D. miscolobium*, *D. alata* e *P. reticulata* tiveram uma altura intermediária, pois apresentaram suas médias de altura igual ou superior a 30 cm (Tabela 7). Os maiores diâmetros médios medidos das espécies da semeadura direta de diversidade foram das espécies *E. contortisiliquum*, *P. dubium* e *S. polyphylla* iguais ou superiores a 7,8 mm. As médias das áreas das copas não diferiram entre as espécies de diversidade (Tabela 7).

5. CONCLUSÕES

Existem boas espécies nativas para serem utilizadas na cobertura de entrelinhas em plantios de restauração, como a *Senna alata* e a *Solanum lycocarpum* que são capazes de promover uma elevada cobertura do solo em um curto intervalo de tempo garantindo a estruturação da restauração. Estas espécies se estabelecem melhor quando semeadas em linhas.

A semeadura direta é eficaz para muitas espécies para a diversidade de plantios de restauração. Espécies que apresentem baixa germinação e estabelecimento em campo também podem ser viáveis tendo em vista o seu baixo custo de obtenção de sementes.

7. REFERÊNCIAS

ARAKI, D. F. **Avaliação da sementeira a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas**. 2005. 172 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agrossistemas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BARBOSA, E. G. **Eficiência do manejo no controle de duas espécies de gramíneas invasoras em Cerrados Paulistas**. 2009. 98 f. Dissertação (Mestrado Ecologia de Ecossistemas Aquáticos e Terrestres) - Instituto de Biociências - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BARRETOS, A. C.; FERNADES, M. F. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros. **Circular Técnica** n. 19, p. 1 – 7, 2001.

BELTRAME, T. P.; RODRIGUES, E. Comparação de diferentes densidades de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração florestal de uma área de reserva legal no Pontal do Paranapanema, SP. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 317-327, 2008.

BRACALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal**. Oficina de Textos: São Paulo, 2015. 431 p.

BULLARD, S. et al. Economics of Direct Seeding and Planting for Establishing Oak Stands on Old-Field Sites in the South. **Southern Journal of Applied Forestry**, [s.l], v. 16, p. 34-40, 1992.

CAMPOS-FILHO, E. M. et al. Mechanized Direct-Seeding of Native Forests in Xingu, Central Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, [s.l], v. 32, p. 702-727, 2013.

CAVA, M. G. B. et al. Comparação de técnicas para restauração da vegetação lenhosa de Cerrado em pastagens abandonadas. **Hoehnea**, [s.l], v. 43, n. 2, p. 301-315, 2016.

COLE, R. J. et al. Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. **Forest Ecology and Management**, [s.l], v. 261, n. 10, p. 1590-1597, 2011.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central Sao Paulo state, Brazil. **Forest Ecology and Management**, [s.l], v. 152, n. 1-3, p. 169-181, 2001.

FARIA, J. C. T. et al. Uso de resíduos orgânicos na produção de mudas de *Senna alata* (L.) Roxb. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v. 1, n. 3, p. 133-146, 2013.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; FILHO, J. E. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1593-1600, 1999.

FERREIRA, M. C.; WALTER, B. M. T.; VIEIRA, D. L. M. Topsoil translocation for Brazilian savanna restoration: propagation of herbs, shrubs, and trees. **Restoration Ecology**, [s.l], v. 23, n. 6, p. 723-728, 2015.

FONTANÉTTI, A. et al. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l], v. 28, n. 5, p. 968-973, 2004.

FREITAS, M. G. **Estrutura e riqueza de florestas restauradas por semeadura direta ao longo de 10 anos**. 2018. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

GARCIA-ORTH, X.; MARTINEZ-RAMOS, M. Seed dynamics of early and late successional tree species in tropical abandoned pastures: Seed burial as a way of evading predation. **Restoration Ecology**, [s.l], v. 16, n. 3, p. 435-443, 2008.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de Estatística em Ecologia**. Artmed, 2011. 527p.

GUERIN, N. et al. Avanços e próximos desafios da semeadura direta para restauração ecológica. In: MARTINS, S. V. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. p. 331 – 376, 2015.

HOLL, K. D. et al. Tropical Montane Forest Restoration in Costa Rica: Overcoming Barriers to Dispersal and Establishment. **Restoration Ecology**, [s.l], v. 8, n. 4, p. 339-349, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Mapa de biomas e de vegetação**. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>> acesso em: 23 out. 2017, mai. 2004.

INTERAGENCY TECHNICAL TEAM (ITT) Sampling vegetation attributes, interagency technical reference, Teaching. 1996.

ISERNHAGEN, I. **Uso de semeadura direta de espécies arbóreas nativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil**. 2010. 105 f. Teses (Doutorado em Conservação de Ecossistemas Florestais). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.; OLIVEIRA, R.E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P.Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF. p. 29-48, 2003.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

LI, H.; ZHANG, L. An experimental study on physical controls of an exotic plant *Spartina alterniflora* in Shanghai, China. **Ecological Engineering**, [s.l.], v. 32, n. 1, p. 11-21, 2008.

MARTINS, A. F. **Controle de gramíneas exóticas invasoras em áreas de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual, Itu - SP**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Recursos Florestais, Conservação de Ecossistemas Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2nd ed. Editora UFV, 2015. 376 p.

MARTINS, V. S. **Recuperação de matas ciliares**. 2º edição, revisada e ampliada, Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2007. 255 p.

MUEHLETHALER, U.; KAMM, U. Innovative direct seeding method in the forest. **Agrarforschung**, [s.l.], v. 16, n. 10, p. 384-389, 2009.

OLIVEIRA JUNIOR, E. N. et al. Análise nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 846-851, 2003.

P&D ANEEL-SEFAC; UFG; EMBRAPA. Implantação de Áreas de Preservação Permanente através da restauração por semeadura direta: Pesquisa para diminuir custos e melhorar o potencial ecológico de plantios de APPs. em andamento.

PELLIZZARO, K. F. et al. Cerrado restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs na grass species. **Revista Brasileira de Botânica**, [s.l.], v. 4, p. 1-13, 2017.

- PILON, N. A. L.; DURIGAN, G. Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 389 – 399, 2013.
- PROBER, S. M. et al. Restoring ecological function in temperate grassy woodlands: manipulating soil nutrients, exotic annuals and native perennial grasses through carbon supplements and spring burns. **Journal of Applied Ecology**, [s.l.], v. 42, n. 6, p. 1073-1085, 2005.
- RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Ed. Embrapa, Brasília, 2017. 110 p.
- RODRIGUES, I. M. C. et al. Prospecção química de compostos produzidos por *Senna alata* com atividade alelopática. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 1-12, 2010.
- RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. High diversity forest restoration in degraded lands: methods and projects in Brazil. **New York: New Science Publ.**, New York, 286p., 2007.
- RODRIGUES, S. B. **Espécies semeadas e colonizadoras garantem a trajetória sucessional da restauração de florestas na bacia do Alto Xingu**. 2018. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- SAMPAIO, A. B.; HOLL, K. D.; SCARIOT, A. Regeneration of Seasonal Deciduous Forest Tree Species in Long-Used Pastures in Central Brazil. **Biotropica**, [s.l.], v. 39, n. 655-659, 2007a.
- SAMPAIO, A. B.; HOLL, K. D.; SCARIOT, A. Does restoration enhance regeneration of seasonal deciduous forests in pastures in central Brazil? **Restoration Ecology**, [s.l.], v. 15, n. 3, p. 462-471, 2007b.
- SER, SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION. The SER International Primer on Ecological Restoration. **Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group**, v. 2, 2004.
- SILVA JÚNIOR, M. C. **100 Árvores do Cerrado Sentido Restrito guia de campo**. Ed. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, 2012. 304 p.

- SILVA, K. A. et al. Restauração Florestal de uma Mina de Bauxita: Avaliação do desenvolvimento das espécies arbóreas plantadas. **Floresta e Ambiente**, [s.l], 2015a.
- SILVA, K. A. et al. Semeadura Direta com Transposição de Serapilheira como Metodologia de Restauração Ecológica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 811-820, 2015b.
- SILVA, R. R. P. et al. Direct seeding of Brazilian savanna trees: effects of plant cover and fertilization on seedling establishment and growth. **Restoration Ecology**, [s.l], v.23, n.4, p.393-401, 2015c.
- SILVA, R. R. P.; VIEIRA, D. L. M. Direct seeding of 16 Brazilian savana trees: responses to seed burial, mulching and na invasive grass. **Applied Vegetation Science**, [s.l], v. 20, p. 410-421, 2017.
- SMITH, D. M. The practice of silviculture. **New York: John wiley**, New York, 527p., 1986.
- SUDING, K. N.; GROSS, K. L.; HOUSEMAN, G. R. Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, [s.l], v. 19, p. 46-53, 2004.
- SUN, D.; DICKSON, G. R. Direct seeding for rehabilitation of degraded lands in north-east Queensland. **Australian Journal of Soil and Water Conservation**, [s.l], v. 4, n. 8, p. 14-17, 1995.
- TAVARES, P. R. A. **Biologia reprodutiva de *Solanum lycocarpum* (Solanaceae): relação recíproca com abelhas polinizadoras, formigas dispersoras de sementes e drosophilideos hospedeiros de frutos**. 2017. 163 f. Tese (Doutorado em Entomologia e conservação da biodiversidade). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.
- VIANI, R. A. G. et al. Protocol for monitoring Tropical Forest Rstoration: Perspectives from the Atlantic Forest Restoration Pact in Brazil. **Tropical Conservation Science**, [s.l], v. 10, p. 1-8, 2017.
- VIANI, R. A. G. et al. Animal-dispersed pioneer trees enhance the early regeneration in Atlantic Forest restoration plantations. **Natureza & Conservação**, [s.l], v. 13, p. 41-46, 2015.

VIEIRA, D. L. M. et al. Tropical dry-forest regeneration from root suckers in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, [s.l], v. 22, n. 353-357, 2006.

WILLOUGHBY, I.; JINKS, R. L. The effect of duration of vegetation management on broadleaved woodland creation by direct seeding. **Forestry**, [s.l], v. 82, n. 3, p. 343-359, 2009.

WOODS, K.; ELLIOTT, S. Direct seeding for forest restoration on abandoned agricultural land in northern Thailand. **Journal of Tropical Forest Science**, [s.l], v. 16, p. 248-259, 2004.

ZAHAWI, R. A. Establishment and Growth of Living Fence Species: An Overlooked Tool for the Restoration of Degraded Areas in the Tropics. **Restoration Ecology**, [s.l], v. 13, p. 92-102, 2005.