

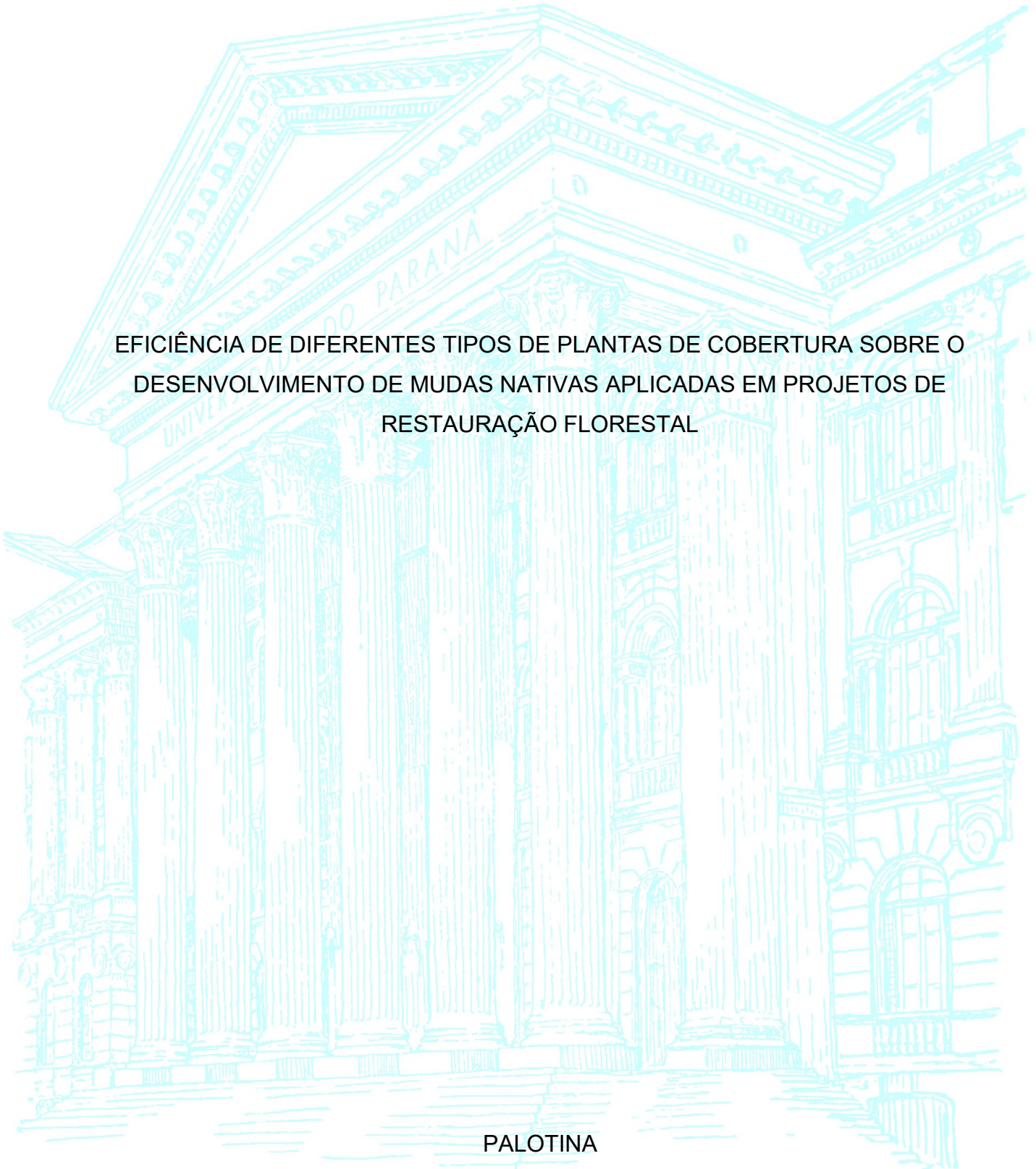
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELAINE DE OLIVEIRA

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE PLANTAS DE COBERTURA SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS NATIVAS APLICADAS EM PROJETOS DE
RESTAURAÇÃO FLORESTAL

PALOTINA

2022



ELAINE DE OLIVEIRA

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE PLANTAS DE COBERTURA SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS NATIVAS APLICADAS EM PROJETOS DE
RESTAURAÇÃO FLORESTAL

TCC apresentada ao curso de Ciências Biológicas
Setor de Palotina, Universidade Federal do
Paraná, como requisito parcial à obtenção do título
de Bacharel em Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Cordeiro.

PALOTINA

2022

RESUMO

O Brasil contém extensas áreas degradadas provenientes do resultado de atividades antrópicas, que necessitam do uso de técnicas ecológicas visando a recuperação das funcionalidades dos ecossistemas que foram impactados. O uso de plantas de cobertura oferece muitos benefícios ao processo de restauração, como a redução do impacto de chuvas, controle da erosão, regulação térmica, redução da evaporação e o controle da competição com plantas espontâneas, entre outros. Com o objetivo de avaliar a influência de diferentes tipos de cobertura no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas foi implantado um experimento em área de 500m² na UFPR-Setor Palotina. Foram plantadas 75 mudas nativas de *Cordia trichotoma* Vell. e 75 mudas de *Astronium graveolens* Jacq. Os tratamentos utilizados foram: T1: Feijão-Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth); T2: Mucuna preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland); T3: Controle; T4: Braquiária (*Urochloa ruziziensis* (R.Germ.& Evrard) Crins) e T5: Regeneração natural. Foram mensuradas as variáveis morfométricas das plantas: Altura total, Diâmetro do caule à Altura do Solo e Diâmetro da Copa, aos seis, 18 e 24 meses após o plantio. Para resposta ecofisiológica foi mensurado o índice de clorofila. Todos os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey (<0,05). A taxa de mortalidade foi maior para a espécie *A. graveolens*. O tratamento que obteve menor mortalidade foi T2. *A. graveolens* não diferiu estatisticamente entre os tratamentos para as variáveis altura e diâmetro, porém observou-se diferença para área de projeção de copa onde T2 se sobressaiu sobre os demais tratamentos. *C. trichotoma* apresentou diferencial estatístico se desenvolvendo melhor em T2 seguido por T1 e T3. Para as duas espécies a cobertura com braquiária atuou reduzindo o crescimento. O índice de clorofila demonstrou os melhores valores nos tratamentos de cobertura com leguminosas. Os tratamentos com cobertura de adubação verde possibilitaram maior contribuição ao estabelecimento das espécies florestais nativas, refletido pela maior sobrevivência, maior teor de clorofila e melhores médias de área de copa.

Palavras chave: Adubação verde; Braquiária; Feijão Guandu; Mucuna preta; Restauração ecológica.

ABSTRACT

Brazil contains extensive degraded areas resulting from the result of anthropic activities, which require the use of ecological techniques aimed at recovering the functionalities of ecosystems that have been impacted. The use of cover plants offers many benefits to the restoration process, such as reducing the impact of rainfall, controlling erosion, thermal regulation, reducing evaporation and controlling competition with spontaneous plants, among others. In order to evaluate the influence of different types of cover on the development of native tree species, an experiment was carried out in an area of 500m² in the UFPR - Palotina Sector. Seventy-five native seedlings of *Cordia trichotoma* Vell were planted. and 75 seedlings of *Astronium graveolens* Jacq. The treatments used were: T1: Guandu Bean (*Cajanus cajan* (L.) Huth); T2: Mucuna preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland); T3: Control; T4: Brachiaria (*Urochloa ruziziensis* (R.Germ.& Evrard) Crins) and T5: Natural regeneration. The morphometric variables of the plants were measured: Total height, Stem Diameter at Ground Height and Canopy Diameter, at six, 18 and 24 months after planting. Chlorophyll index was measured for ecophysiological response. All data were submitted to variance analysis and Tukey test (<0.05). The mortality rate was higher for the species *A. graveolens*. The treatment with the lowest mortality was T2. *A. graveolens* did not differ statistically between treatments for the variables height and diameter, but there was a difference for canopy projection area where T2 emerged over the other treatments. *C. trichotoma* presented statistical differential developing better in T2 followed by T1 and T3. For both species, brachiaria cover acted by reducing growth. The chlorophyll index showed the best values in the cover treatments with legumes. The treatments with green fertilization cover allowed greater contribution to the establishment of native forest species, reflected by higher survival, higher chlorophyll content and better canopy area averages.

Keywords: Black Mucuna; Brachiaria; Ecological restoration; Green fertilization; Guandu Beans;

INTRODUÇÃO

O Brasil contém extensas áreas degradadas, provenientes de diversas atividades antrópicas (WWF BRASIL, 2017). A perda de ambientes florestais gera um impacto negativo sobre o meio ambiente, o que com o tempo causa escassez de recursos naturais, essenciais para a subsistência e bem-estar humano (MOREIRA, 2017). Apesar da grande necessidade de se recuperar áreas degradadas ainda não se sabe ao certo qual a melhor técnica de restauração no sentido de formar ecossistemas funcionais e ricos em espécies nativas (PEREIRA et al., 2019) por se tratar de um processo complexo que depende de fatores físicos, químicos e biológicos além do conhecimento da ecologia local.

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta tropical do continente americano sendo considerada um *hotspot* mundial da biodiversidade, ou seja, uma das áreas mais ricas em espécies endêmicas e mais ameaçadas do planeta (MYERS et al., 2000). Foi decretada Reserva da Biosfera pela Unesco e Patrimônio Nacional, na Constituição Federal de 1988. Em 2006 foi criada a Lei da Mata Atlântica para proteção da floresta (11.428/2006). Atualmente o bioma encontra-se fortemente suprimido restando apenas 12,4% da sua cobertura original (FUNDAÇÃO S.O.S MATA ATLÂNTICA & INPE, 2021). O bioma Mata Atlântica é composto por cinco formações florestais, dentre elas a Floresta Estacional Semidecidual condicionada à dupla estacionalidade climática: uma estação com chuvas intensas seguidas de estação seca (IBGE, 2012). Esta tipologia florestal representa 47,6% da área ainda ocupada por florestas naturais no Paraná (ITCG, 2009) sendo seu maior remanescente o Parque Nacional do Iguaçu (SFB, 2018).

O modelo de restauração florestal mais utilizado no Brasil ainda é o plantio de mudas, difundido a partir dos anos 1980 (FERREIRA et al., 2007; RODRIGUES et al., 2009). Este modelo apresenta uma série de limitações além do custo elevado (ZAHAWI et al., 2015). Dentre as principais dificuldades estão a presença de plantas espontâneas indesejadas e a baixa fertilidade dos solos (KLIPPEL et al., 2015). Tais fatores limitantes ocorrem principalmente durante a fase de estabelecimento inicial das mudas no campo, o que demanda grande necessidade de manejo nesse período (OLIVEIRA et al., 2021).

A alta capacidade competitiva das espécies espontâneas de acordo com Pereira *et al.* (2014), como gramíneas, aliada ao crescimento lento de espécies arbóreas nativas, exige a adoção de estratégias de controle eficientes, que maximizem o sucesso da formação florestal. Esse controle em plantios de restauração ecológica normalmente é feito com a utilização de técnicas mecânicas como a capina e roçada, porém, estes métodos apresentam limitações (RODRIGUES *et al.*, 2009).

O consórcio de espécies vem demonstrando benefícios no controle de plantas espontâneas e na formação de povoamentos de restauração florestal em comparação ao controle tradicional de roçada e coroamento (SANTOS *et al.*, 2019). Rodrigues *et al.* (2009) mencionam que esta prática se fundamenta no cultivo de espécies florestais nativas juntamente com espécies que apresentam vantagens competitivas em relação às plantas infestantes locais. Esse consórcio promove a redução da população de plantas não desejadas, ajuda na recuperação dos solos e conseqüentemente beneficia o crescimento das plantas arbóreas implantadas. Além de controlar as espécies competidoras, esta técnica promove um habitat diferente, dado pelo rápido crescimento das plantas, que se torna favorável ao estabelecimento de espécies mais sensíveis às condições extremas de ambiente aberto, como elevada radiação e estresse hídrico (MÔNICO, 2019).

O uso de plantas de cobertura oferece benefícios, como a redução do impacto de chuvas, controle da erosão, regulação térmica, redução da evaporação e o controle da competição com plantas espontâneas (PEREIRA *et al.*, 2019). Segundo Carvalho *et al.* (2022) o ciclo vegetativo dessas plantas e sua posterior decomposição regulam a ciclagem de nutrientes e a disponibilidade dos macronutrientes. Como o acréscimo de matéria orgânica ocorre o aumento da macrofauna e biomassa microbiana que gera aumento das reações bioquímicas favorecendo a decomposição de resíduos e disponibilizando nutrientes na forma inorgânica.

No consorciamento o efeito das espécies de cobertura sobre as espécies arbóreas pode ser tanto positivo quanto negativo, dependendo de diversos fatores, de maneira que, a competição pode acabar superando a facilitação (CALLAWAY *et al.*, 2002). Assim é preciso que a espécie de cobertura selecionada atue como facilitadora para as nativas e competidora para as exóticas. A espécie deve ter ciclo que termine quando houver a formação do dossel pelas espécies nativas e não apresentar característica invasora de áreas naturais (BOURLEGAT, 2020).

É comum, na prática da restauração, a utilização de espécies leguminosas para adubação verde nas entrelinhas de árvores, visando promover a fixação biológica de nitrogênio e incorporação de matéria orgânica ao solo (BELTRAME, 2013; RODRIGUES *et al.*, 2007, MARTINS, 2011; BOURLEGAT, 2020). Também são usadas espécies agrícolas que abrangem aspectos ecológicos e a questão social por meio da geração de renda aos produtores rurais (BELTRAME, 2013). A maioria dessas espécies utilizadas são de origem exótica, desta forma, é imprescindível o aprimoramento de estudos para compreender as interações interespecíficas entre as espécies.

A adubação verde é uma técnica de adubação para fixação de N e também de cobertura de solo para plantio direto, utilizada com o objetivo de facilitar o processo de restauração ecológica (RODRIGUES *et al.*, 2009). Esta técnica consiste, no plantio de determinadas espécies de plantas, normalmente leguminosas, com o objetivo de contribuir no desenvolvimento das mudas arbóreas. Isso ocorre pelo enriquecimento de matéria orgânica no solo, fixação biológica de nitrogênio atmosférico e pela melhoria das condições de umidade e temperatura favoráveis ao estabelecimento de microrganismos do solo, facilitando ainda a mineralização de matéria orgânica (BELTRAME & RODRIGUES, 2008). Dentre outras vantagens da adubação verde na restauração estão a redução de gastos com fertilizantes, a diminuição do teor de alumínio trocável, que é tóxico para as plantas, melhoria da capacidade de infiltração de água no solo, a atração de animais dispersores e polinizadores (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009). Não há consenso sobre a efetividade da adubação verde na restauração ecológica e é comum os trabalhos encontrarem resultados positivos para algumas variáveis e negativos para outras (BELTRAME, 2013).

Testamos a hipótese que o uso de diferentes tipos de plantas de cobertura, através de seus atributos, beneficiariam o estabelecimento e crescimento das espécies arbóreas nativas. Espera-se que as mudas plantadas em consórcio apresentem menor taxa de mortalidade, maior altura, maior diâmetro do caule e diâmetro de copa além de maiores teores de clorofila. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes tipos de cobertura na sobrevivência e crescimento de mudas arbóreas nativas, na região Oeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

O estudo foi conduzido na unidade experimental na Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina (24°17'34"S e 53°50'32"O). A área encontra-se no terceiro planalto paranaense e, segundo classificação de Köppen, o município enquadra-se no clima Cfa (subtropical com verão quente), com temperatura média de 20,8°C e pluviosidade média anual de 1508 mm. O tipo de solo predominante é o Latossolo Vermelho com caráter férrico (BOGNOLA *et al.*, 2020).

Espécies arbóreas utilizadas

A espécie *Cordia trichotoma* Vell (Boraginaceae) é uma árvore caducifólia, conhecida popularmente como Louro-pardo. É encontrada de forma natural no nordeste da Argentina, na Bolívia, no Paraguai e em 21 estados do Brasil, incluindo o Paraná (CARVALHO, 2003). É uma espécie secundária inicial (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990; JESUS, 1997) exigente com relação ao tipo de solo, que deve ser de fertilidade química média a alta, profundos, bem drenados e com textura que varia de franca a argilosa. O louro-pardo é uma espécie semi-heliófila que quando jovem é tolerante ao sombreamento de média intensidade (ORTEGA, 1995) e apresenta crescimento lento a moderado no Brasil (CARVALHO, 2003). O plantio é recomendado em locais sem geadas ou com geadas leves e em plantio misto (SILVA & TORRES, 1993).

A *Astronium graveolens* Jacq (Anacardiaceae), é uma espécie arbórea, caducifólia conhecida como Guaritá ou Aroeirão. Sua ocorrência é típica da Floresta Estacional Semidecidual no Paraná e em outros estados do Brasil. É uma espécie secundária inicial (JESUS, 1997) a secundária tardia (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990), de copa muito pequena (em altura e largura) e de crescimento lento (NOGUEIRA, 1977) a moderado podendo atingir de 2 a 3 m de altura aos 2 anos (LORENZI, 1992). Sua frequência no interior da floresta é baixa e geralmente não ocorrem em locais a céu aberto sendo seu plantio não recomendado a pleno sol (CARVALHO, 2003; MARTINS, 2011). Essa espécie pode ser considerada indicadora de solos de fertilidade química baixa e de textura arenosa (KLEIN, 1985).

Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi implantado em Dez/19 em uma área de 500 m² subdividida em cinco parcelas de 100 m² cada. Em cada parcela foram demarcadas cinco linhas de plantio, sendo que cada linha recebeu seis mudas. O espaçamento utilizado foi de 1,6 m entre mudas e de 2 m entre linhas. As espécies utilizadas foram *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae) e *Astronium graveolens* Jacq (Anacardiaceae). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com sorteio para a disposição dos tratamentos e para as mudas nas parcelas. Em cada parcela foram plantadas 30 mudas sendo 15 mudas de cada espécie (Figura 1).

Os tratamentos utilizados foram: T1: Feijão-Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth); T2: Mucuna Preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland); T3: Controle; T4: Braquiária (*Urochloa ruziziensis* (R.Germ.& Evrard) Crins); T5: Regeneração natural.

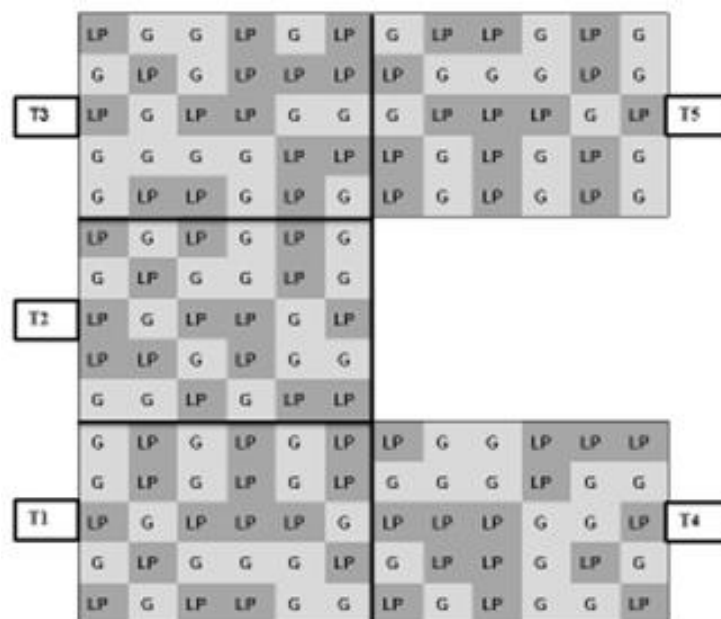


Figura 1: Distribuição de mudas arbóreas nativas na área experimental sendo: LP = Muda de Louro-Pardo (*Cordia trichotoma*); G = Muda de Guaritá (*Astronium graveolens*); T1: Feijão Guandu; T2: Mucuna Preta; T3: Controle; T4: Braquiária; T5: Regeneração natural.

A adubação verde foi composta por uma linha disposta no centro de cada entrelinha, com espaçamento de 1 m entre as linhas de arbóreas. A sementeira da

adubação foi feita com densidade de 6, 5 e 15 sementes por metro linear para Feijão Guandu, Mucuna e Braquiária, respectivamente.

O manejo da área após semeadura se constituiu em capina manual através de enxada apenas na parcela T3 com frequência de aproximadamente 30 dias. Da mesma forma foi feito o coroamento das mudas em todas as parcelas. Em T1 foi realizada a desrama da parte área com disposição da biomassa nas entrelinhas de plantio em jun/20.

Para avaliar a taxa de mortalidade foi feito o cálculo percentual sendo, o número inicial de mudas plantadas em relação ao número de mudas sobreviventes aos 24 meses pós plantio. Para o crescimento das mudas foram mensurados os dados de altura total (H), diâmetro do caule à altura do solo (DAS) e diâmetro da copa (DC) (Figura 3), utilizando-se de fita métrica e paquímetro digital (Figura 2). A coleta de dados foi realizada, aos seis, 18 e 24 meses após o plantio. Com os valores de diâmetro de copa foi calculada a área de projeção de copa ($APC = \pi * DC1 * DC2 / 4$) e o grau de cobertura (GC), calculado pelo método de parcelas (MULLER & ELLEMBERG, 1974) que é estimado pelo somatório das áreas de projeção de copa em relação à área de amostragem.

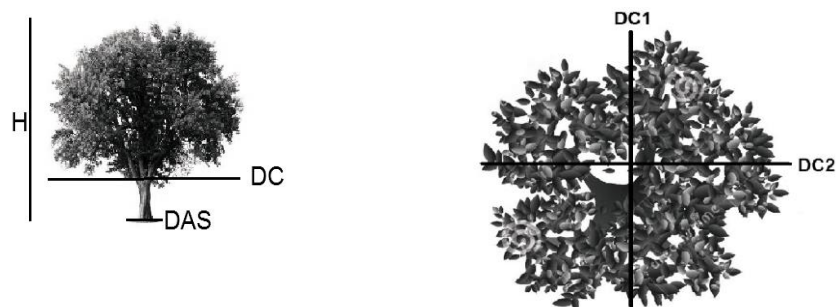


Figura 2: Características morfométricas analisadas, sendo: H= altura total; DC= diâmetro da copa; DAS= diâmetro do caule à altura do solo.

Para avaliar a resposta fisiológica das plantas foi mensurada, aos 24 meses após o plantio, a variável índice de clorofila a, b e total (a+b). Foram selecionadas 5 folhas/folíolos por indivíduo localizadas na parte mediana de ramos diferentes da planta e feita a leitura na parte média da folha/folíolo.

Os dados de todas as variáveis foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste Tukey ($p < 0,05$). Para testar a normalidade dos resíduos de ANOVA foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk e o teste de Levene para homocedasticidade.

Nos casos em que os dados não foram distribuídos normalmente, fez-se a logaritmização. Todos os testes foram realizados utilizando os programas PAST 4.03® (HAMMER e RYAN, 2001) e SISVAR® (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS

A taxa de mortalidade foi maior para as mudas de *Astronium graveolens* que para *Cordia trichotoma*. O tratamento com cobertura espontânea (T5) foi o que apresentou a maior taxa de mortalidade para ambas as espécies (Tabela 1).

TABELA 1 – Taxa de mortalidade dos indivíduos de *Cordia trichotoma* e *Astronium graveolens* aos 24 meses após o plantio.

| Taxa de Mortalidade (%) | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Tratamento | <i>Cordia trichotoma</i> | <i>Astronium graveolens</i> |
| Feijão Guandu | 6,6 | 20,0 |
| Mucuna Preta | 0,0 | 20,0 |
| Controle/capina | 0,0 | 40,0 |
| Braquiária | 6,6 | 26,6 |
| C. espontânea | 26,6 | 86,6 |
| MÉDIA | 7,99 | 38,6 |

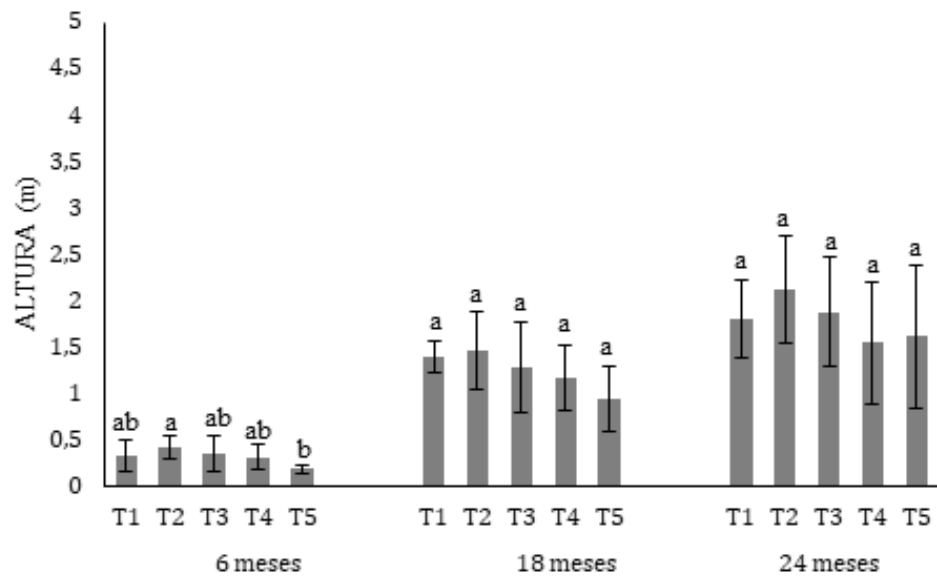
A análise das variáveis altura e diâmetro de *Astronium graveolens* mostrou a existência de diferenças estatísticas apenas aos 6 meses (Tabela 2).

TABELA 2 - Resultados das análises de variância para as variáveis altura e diâmetro à altura do solo da espécie *Astronium graveolens* em experimento de adubação verde no período de 24 meses.

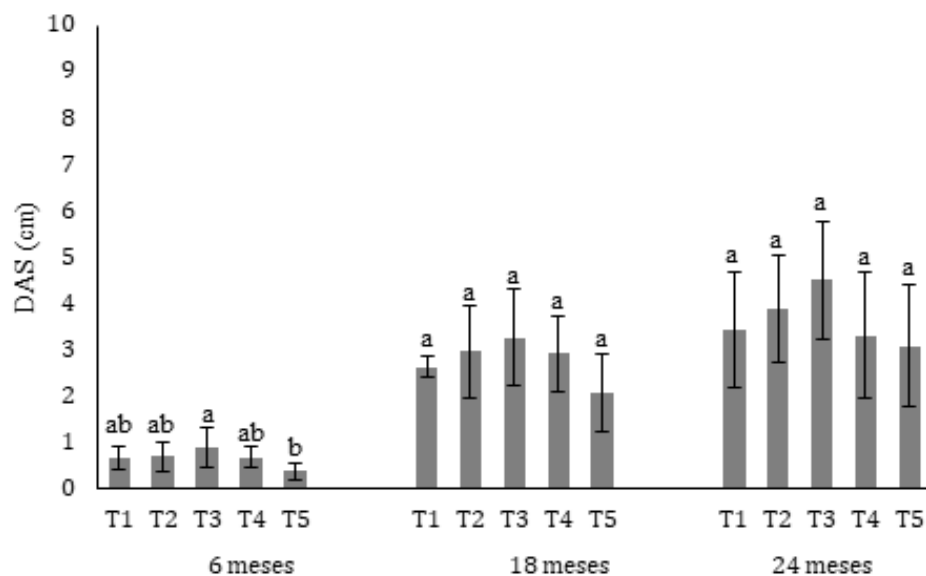
| FV | GL | SQ | QM | F | P |
|--------------------------------|-------|-----------|------------------------|-------|--------|
| Altura (H) aos 6 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 0,846342 | 0,211585 | 2,581 | 0,0489 |
| Erro | 48 | 3,9355 | 0,081989 | | |
| Total corrigido | 52 | 1,259147 | | | |
| CV (%) | 45,34 | | | | |
| Média geral: | 0,32 | | Número de observações: | 53 | |
| DAS aos 6 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 0,84634 | 0,211585 | 2,581 | 0,0489 |
| Erro | 48 | 3,9354 | 0,081989 | | |
| Total corrigido | 52 | 4,781837 | | | |
| CV (%) | 43,44 | | | | |
| Média geral: | 0,65 | | Número de observações: | 53 | |
| Altura (H) aos 18 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 1,079311 | 0,269828 | 1,983 | 0,1141 |
| Erro | 43 | 5,849756 | 0,136041 | | |
| Total corrigido | 47 | 6,929067 | | | |
| CV (%) | 28,41 | | | | |
| Média geral: | 1,2 | | Número de observações: | 48 | |
| DAS aos 18 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 5,24337 | 1,310842 | 1,063 | 0,3855 |
| Erro | 46 | 56,714505 | 1,232924 | | |
| Total corrigido | 50 | 61,957875 | | | |
| CV (%) | 39,92 | | | | |
| Média geral: | 2,78 | | Número de observações: | 51 | |
| Altura (H) aos 24 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 2,017045 | 0,504261 | 1,587 | 0,1956 |
| Erro | 42 | 13,349397 | 0,317843 | | |
| Total corrigido | 46 | 15,366443 | | | |
| CV (%) | 30,77 | | | | |
| Média geral: | 1,83 | | Número de observações: | 47 | |
| DAS aos 24 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 11,860826 | 2,965206 | 1,84 | 0,1391 |
| Erro | 42 | 67,67677 | 1,611352 | | |
| Total corrigido | 46 | 79,537596 | | | |
| CV (%) | 33,16 | | | | |
| Média geral: | 3,82 | | Número de observações: | 47 | |

LEGENDA: FV= fontes de variação; GL=grau de liberdade; SQ= soma dos quadrados; QM= quadrados médios; F= valor de F; P = valor de p.

Aos seis meses pós plantio, as mudas de Guaritá apresentaram maior crescimento em altura em T2, e as maiores médias em diâmetro do caule em T3 que se diferenciaram pelo teste Tukey ($p < 0,05$) em relação aos demais tratamentos (Figura 4). Para os demais períodos analisados não foram identificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos.



A



B

Figura 4: Médias e desvio padrão para as variáveis altura total (A) e diâmetro ao nível do solo (B) das mudas de *Astronium graveolens*. Colunas com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os dados de crescimento da espécie *Cordia trichotoma* diferiram estatisticamente entre os tratamentos para as variáveis altura total e DAS em todos os períodos analisados (Tabela 3).

TABELA 3 - Resultados das análises de variância para as variáveis altura e diâmetro à altura do solo da espécie *Cordia trichotoma* em experimento de adubação verde no período de 24 meses.

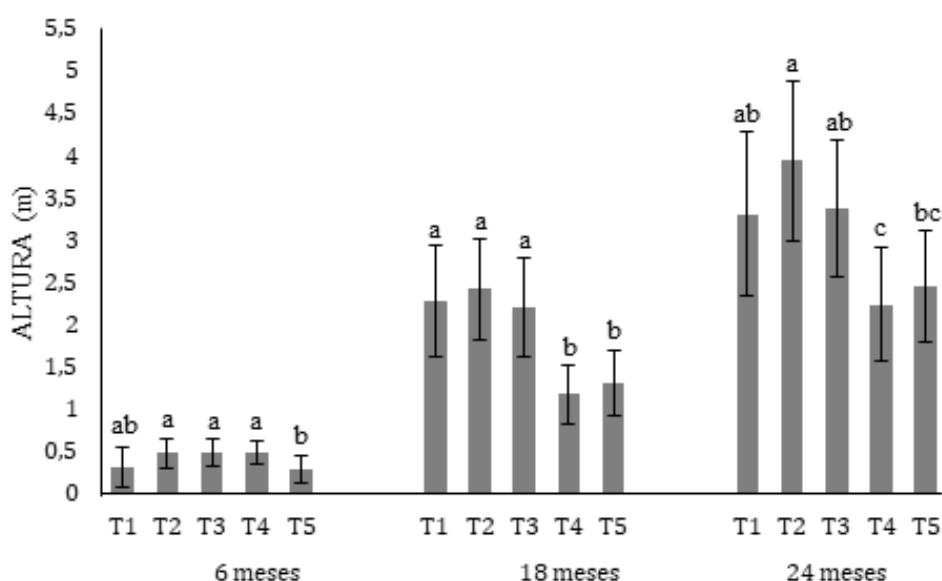
| FV | GL | SQ | QM | F | P |
|--------------------------------|-------|------------------------|-----------|--------|--------|
| Altura (H) aos 6 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 0,647839 | 0,16196 | 4,902 | 0,0016 |
| Erro | 67 | 2,213426 | 0,033036 | | |
| Total corrigido | 71 | 2,861265 | | | |
| CV (%) | 43,46 | | | | |
| Média geral: | 0,41 | Número de observações: | | 72 | |
| DAS aos 6 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 4,835384 | 1,208846 | 10,398 | 0,000 |
| Erro | 67 | 7,788903 | 0,116252 | | |
| Total corrigido | 71 | 12,624287 | | | |
| CV (%) | 40,41 | | | | |
| Média geral: | 0,84 | Número de observações: | | 72 | |
| Altura (H) aos 18 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 21,377654 | 5,344414 | 17,792 | 0,000 |
| Erro | 66 | 19,825095 | 0,30038 | | |
| Total corrigido | 70 | 41,202749 | | | |
| CV (%) | 29,01 | | | | |
| Média geral: | 1,88 | Número de observações: | | 71 | |
| DAS aos 18 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 128,962169 | 32,240542 | 8,296 | 0,000 |
| Erro | 66 | 256,497271 | 3,886322 | | |
| Total corrigido | 70 | 385,459439 | | | |
| CV (%) | 39,68 | | | | |
| Média geral: | 4,96 | Número de observações: | | 71 | |
| Altura (H) aos 24 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 37,376715 | 9,344179 | 11,692 | 0,000 |
| Erro | 67 | 53,54435 | 0,799169 | | |
| Total corrigido | 71 | 90,921065 | | | |
| CV (%) | 29,62 | | | | |
| Média geral: | 3,01 | Número de observações: | | 72 | |
| DAS aos 24 meses | | | | | |
| Tratamento | 4 | 98,537452 | 24,634363 | 3,116 | 0,0208 |
| Erro | 65 | 513,925605 | 7,906548 | | |
| Total corrigido | 69 | 612,463057 | | | |
| CV (%) | 36,48 | | | | |

LEGENDA: FV= fontes de variação; GL=grau de liberdade; SQ= soma dos quadrados; QM= quadrados médios; F= valor de F; P = valor de p.

Na análise do desenvolvimento inicial, aos 6 meses T2, T3 e T4 obtiveram as maiores médias para a variável altura. Para a variável diâmetro do caule T3 obteve as maiores médias, seguido de T2, T1 e T4 respectivamente. A parcela sujeita a cobertura espontânea e sem capina obteve as menores médias para ambas as variáveis nesse período.

Na análise aos 18 meses pós plantio T1, T2 e T3 se igualaram estatisticamente com as maiores médias em altura total, diferenciando-se dos demais tratamentos. Para o DAS, T2 e T3 apresentaram as maiores médias seguidos de T1. Os tratamentos T4 e T5 apresentaram as menores médias em diâmetro do caule reduzindo o crescimento.

A análise de crescimento final, aos 24 meses, resultou em T2 obtendo as melhores médias em altura total e também em diâmetro do caule. Os tratamentos T1 e T3 se igualaram com bons resultados para ambas as variáveis. O tratamento T4 reduziu o crescimento em altura das mudas, obtendo médias abaixo da parcela sem adubação e sem capina.



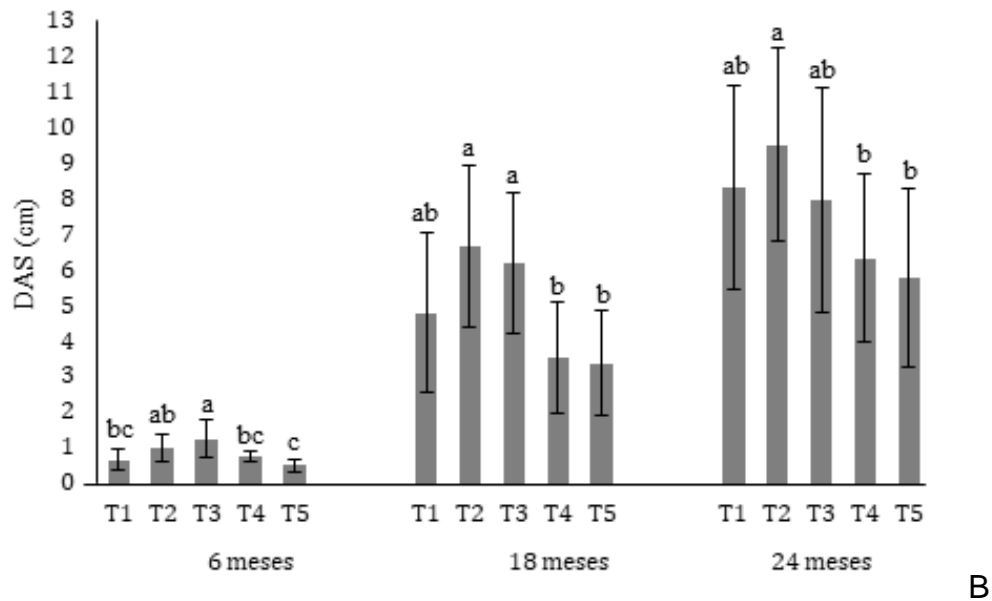


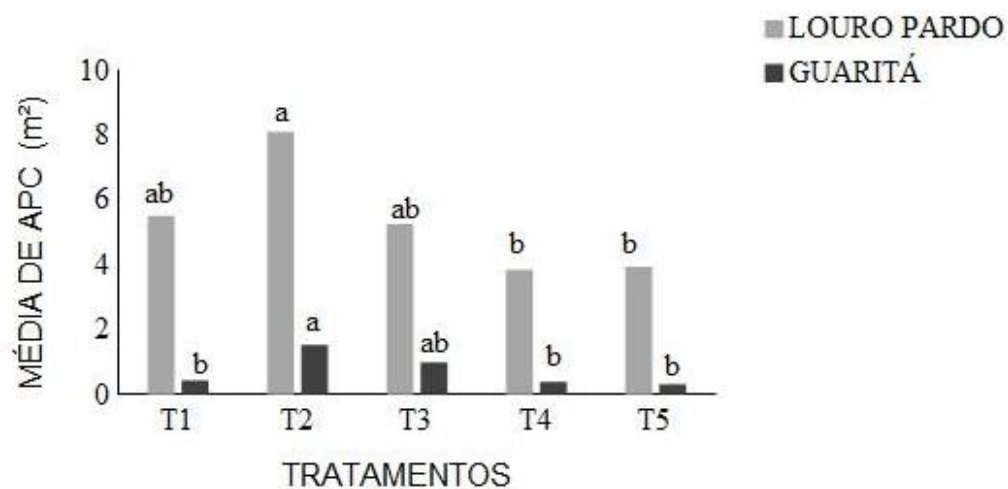
Figura 5: Médias e desvio padrão para as variáveis altura total (A) e diâmetro ao nível do solo (B) das mudas de *Cordia trichotoma*. Colunas com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O incremento médio em altura e diâmetro do caule aos 24 meses estão na tabela 4.

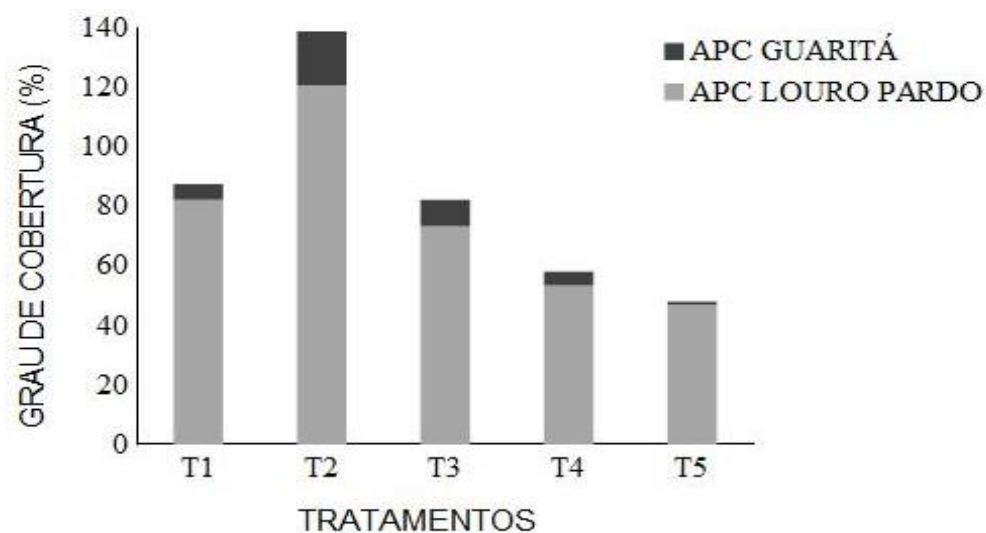
TABELA 4: Incremento médio em altura e diâmetro à altura do solo das espécies *C. trichotoma* e *A. graveolens* aos 24 meses sob diferentes tratamentos de cobertura.

| TRAT | <i>Astronium graveolens</i> | | <i>Cordia trichotoma</i> | |
|------|-----------------------------|----------|--------------------------|----------|
| | Altura (m) | DAS (cm) | Altura (m) | DAS (cm) |
| T1 | 1,59 | 3,15 | 3,19 | 7,69 |
| T2 | 1,96 | 4,01 | 3,81 | 9,20 |
| T3 | 1,68 | 4,10 | 3,22 | 7,67 |
| T4 | 1,33 | 2,92 | 2,05 | 6,00 |
| T5 | 1,40 | 2,70 | 2,31 | 6,07 |

Os dados de área de projeção de copa (APC) e grau de cobertura (GC) obtidos estão sintetizados na figura 6.



A



B

Figura 6: Média da área de projeção de copa (A) e grau de cobertura (B) obtido em cada tratamento pelas espécies Louro-Pardo (*Cordia trichotoma*) e Guaritá (*Astronium graveolens*). Colunas com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey(0,05).

Os dados médios de teor de clorofila A e B foram sintetizados em cada tratamento nas tabelas 6 para a espécie *Astronium graveolens* e 7 para a espécie *Cordia trichotoma*.

Tabela 6: Médias dos teores de Clorofila de *Astronium graveolens*.

| Tratamento | Clorofila A | Clorofila B | Clorofila total |
|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| F. Guandu | 35,41 a | 14,43 a | 49,84 a |
| Mucuna | 35,59 a | 14,20 a | 51,80 a |
| Controle/capina | 35,16 a | 14,73 a | 49,90 a |
| Braquiária | 31,15 b | 11,04 b | 42,19 b |
| Regeneração Natural | 28,90 b | 08,86 b | 37,76 b |

Tabela 7: Médias dos teores de clorofila de *Cordia trichotoma*.

| Tratamento | Clorofila A | Clorofila B | Clorofila total |
|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| F. Guandu | 37,00 a | 14,38 ab | 51,39 a |
| Mucuna | 37,00 a | 14,95 a | 51,95 a |
| Controle/capina | 34,46 b | 12,92 bc | 47,38 b |
| Braquiária | 35,02 ab | 13,92 abc | 48,95 ab |
| Regeneração Natural | 33,35 b | 12,47 c | 45,83 b |

DISCUSSÃO

A maior taxa de mortalidade no tratamento T5, também ocorreu em Jesus *et al.* (2019) que apontaram a baixa sobrevivência das mudas à campo quando não há ação de controle de plantas daninhas (como capina ou coroamento das mudas). Os tratamentos que obtiveram as menores taxa de mortalidade foram os consorciados com leguminosas herbáceas, seguidos de cobertura com braquiária e controle com capina. Tais resultados são próximos com os obtidos por Nunes *et al.*, (2015) que em um experimento com nativas arbóreas em FES, registraram menor mortalidade no tratamento consorciado com leguminosas e braquiária em relação à sem cobertura. Santos *et al.* (2019) identificaram no consórcio de mudas com adubação verde menor mortalidade em relação ao controle com capina. Outros trabalhos relacionados à adubação verde para restauração ecológica, como Beltrame e Rodrigues (2008), observaram menor mortalidade em consórcio quando comparados com o controle. Os resultados indicam que os tratamentos aplicados inibiram a matocompetição, sendo eficazes para a sobrevivência e estabelecimentos das mudas das duas espécies.

A espécie que teve maior taxa de mortalidade foi *Astronium graveolens*. Além da baixa sobrevivência, a espécie apresentou também o menor crescimento em altura e em diâmetro à altura do solo. Higa *et al* (2016) em experimento com a espécie no sudoeste do Paraná registrou mortalidade elevada (48%) aos 24 meses pós plantio e Moreira (2004) registrou menor crescimento médio em altura desta espécie em relação às demais utilizadas.

O crescimento da espécie *Cordia trichotoma* desde a primeira avaliação foi significativamente superior nas parcelas que receberam o consórcio com leguminosas herbáceas seguido do controle com capina. Ao analisar os valores de área de projeção de copa, constatou-se a mesma tendência média de crescimento, na qual as plantas arbóreas apresentam crescimento superior quando consorciadas com leguminosas, seguidas do controle com capina. Mesmo registro foi realizado por Santos *et al.* (2019) em estudo com consórcio de espécies arbóreas com leguminosas herbáceas como estratégia em área de restauração florestal.

Aos dois anos *C. trichotoma* apresentou médias de incremento maiores que *A. graveolens* (Tabela 4) possivelmente por apresentar boa adaptação em ambientes abertos, devido seu grupo ecológico, classificado como secundária inicial ou até pioneira (PIÑA RODRIGUES *et al.*, 1997). Os resultados de padrões de crescimento distintos corroboram com os de Barros (2019), ao avaliar o crescimento de seis espécies nativas da Mata atlântica sob diferentes intensidades de luz onde *C. trichotoma* apresentou as maiores médias de crescimento e *A. graveolens* apresentou as menores médias de crescimento dentre as espécies avaliadas.

O tratamento que mais se destacou com relação às variáveis de crescimento, área de projeção da copa e grau de cobertura do solo aos 24 meses foi o consórcio com mucuna preta, para ambas as espécies. Em áreas de restauração florestal, a cobertura de copas avaliada como aceitável, após 1 ano está entre 40 e 60% da área, preocupante entre 20 e 40 e demanda correções abaixo de 20 (RODRIGUES *et al.*, 2009). Na parcela com mucuna o grau de cobertura foi superior à 100% da área, sendo que, havia ainda a cobertura proporcionada pela própria adubação verde no período em que foi mantida na parcela. Nos estudos de Favero *et al.* (2001) que compararam diferentes tipos de cobertura, a melhor cobertura do solo foi promovida pela mucuna preta. Fernandes *et al.* (1999) verificaram que leguminosas rasteiras de crescimento rápido, como a mucuna preta, proporcionaram maior controle de plantas daninhas em relação às plantas de porte ereto como o guandu e crotalária. Sodré Filho *et al.* (2004) registraram que após os 30

dias da sementeira a mucuna preta apresentava taxa de 36% de recobrimento em comparação à 14% do feijão guandu.

O teor de clorofila para ambas as espécies foi maior nos tratamentos com consórcio de leguminosas herbáceas, diferindo positivamente dos demais com as maiores médias. Segundo Baker & Rosenqvist (2004) e Baker (2008) o maior teor de clorofila está relacionado a plantas em melhores condições fisiológicas, ou menores condições de estresse. Desta forma os maiores valores do índice de clorofila apresentados em mudas plantadas em consórcio com leguminosas herbáceas indicam uma amenização dos possíveis estresses aos quais as plantas estão submetidas. Ferreira *et al* (2012) em estudo sobre efeitos da adubação em uma área degradada sob restauração na Amazônia constatou aumento significativo no teor de clorofila de plantas em consórcio com adubação verde (folhas e ramos) semelhante ao presente estudo. Outro fator importante que pode estar relacionado a esses resultados é o fato de as espécies utilizadas nos tratamentos em questão serem fixadoras de nitrogênio atmosférico, já que a relação N, clorofila e fotossíntese já é bem estabelecida na literatura (EVANS 1989, FRITSCHI e RAY 2007, MAKOTO e KOIKE 2007).

Nota-se que o tratamento que apresentou maior soma de interações positivas foi o consórcio com *Mucuna aterrima*. Contudo, esta espécie não é recomendada para consórcio com espécies arbóreas devido ao seu hábito trepador e comportamento invasor pois seu caule se enrola em qualquer suporte que esteja próximo, levando ao sufocamento das mudas. (CALEGARI *et al.*, 1993; FAVERO, 2001; BURLE *et al.*, 2006). Oliveira (2010) verificou que todas as espécies utilizadas apresentaram tendência de maior crescimento quando em consórcio com as leguminosas de cobertura. Bergo *et al.* (2006) observou aumento de altura e diâmetro de cafeeiro em consórcio com mucuna preta.

O consórcio com a espécie *Cajanus cajan* também se mostrou favorável, resultado já esperado, visto que essa espécie vem sendo amplamente estudada e apresentando bons resultados quando empregada em área de restauração ecológica (BELTRAME, 2013; BELTRAME & RODRIGUES, 2007 e 2008; FERNANDES BARRETO & EMÍDIO FILHO, 1999). Apesar do consórcio com braquiária ter sido benéfico para o estabelecimento das mudas, ele não foi satisfatório para o seu desenvolvimento, como também identificado por Nunes *et al.* (2015) que registrou os menores crescimentos em altura e diâmetro de caule nesse tratamento. Tal fato pode ser relacionado pela maior competição da espécie de braquiária com as mudas implantadas, como conhecido por

alguns autores, que citaram que a alta competitividade desses capins africanos pode prejudicar o desenvolvimento das mudas (MARTINS *et al.*, 2004; ROSSI *et al.*, 2010). Vale ressaltar também que o tratamento que recebeu controle com capina, apesar de ter influenciado positivamente o crescimento e estabelecimento das mudas, não se demonstra viável para projetos de restauração em grande escala, devido a alta demanda de mão de obra e recursos financeiros.

Os resultados apresentados neste trabalho demonstram que os fatores de desenvolvimento das mudas são influenciados positivamente pelo consórcio de espécies florestais com espécies leguminosas, porém nota-se também que há um progresso temporal ao qual as espécies utilizadas têm respostas diferentes, em função das suas características ecológicas. Segundo Gebrekirstos *et al.* (2006) a escassez de conhecimento que se tem sobre a resposta ecofisiológica das espécies e sua adaptação a diferentes condições ambientais a campo tem limitado o seu uso eficiente em programas de restauração. Deste modo trabalhos como este, que testam a aptidão de espécies arbóreas nativas para a adubação verde são necessários, pois é por meio do conhecimento ecológico e silvicultural em nível de espécie que pode-se aprimorar os métodos de restauração e alcançar melhor viabilidade (Ferreira *et al.*, 2009; Aguirre *et al.*, 2015; Meli *et al.*, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se afirmar que os tratamentos com cobertura de adubação verde com leguminosas herbáceas possibilitaram maior contribuição ao estabelecimento das espécies florestais nativas, refletido pela maior sobrevivência, maior teor de clorofila e melhores médias de área de copa. Também foi confirmada a hipótese de que os tratamentos contribuiriam no crescimento da espécie *C. trichotoma* aos 24 meses. Dentre as espécies de cobertura utilizadas, mucuna preta foi a que obteve os melhores resultados em consórcio com as espécies arbóreas estudadas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à mãe natureza pelo presente da vida e por ser minha grande inspiradora ensinando força e gentileza.

Agradeço aos meus pais J. Benedito e Elenice pelo investimento na minha educação e ao meu namorado João Paulo pelo apoio e incentivo.

Ao prof Juliano pela orientação durante esses 4 anos e meio e a todos os professores do curso de Ciências biológicas da UFPR- Setor Palotina por contribuírem com a minha formação.

Aos funcionários da manutenção do Setor que trabalharam nas ações de manejo, em especial ao seu João que se tornou um amigo e exemplo de sabedoria.

A todos os amigos que fizeram da universidade um período de alegria e amadurecimento.

Por fim a UFPR- Setor Palotina pelas inúmeras oportunidades.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, A.G; LIMA, J.T; GANDOLFI, T.S. **Potencial da sementeira direta na restauração florestal de pastagem abandonada no município de Piracaia, SP, Brasil.** Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2236-8906-04/RAD/2015>> Acesso em 12 de Abril de 2022.
- BAKER, N.R. **Fluorescência de clorofila: uma sonda de fotossíntese in vivo.** Annu Rev Plant Biol, 2008 ;59:89-113
- BAKER, N.R. & ROSENQVIST, E. **Aplicações de fluorescência de clorofila podem melhorar as estratégias de produção agrícola: um exame de possibilidades futuras.** Journal of Experimental Botany, 55, 1607-1621, 2004. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erh196>> acesso em: 12 de março de 2022.
- BARROS, A.J. **Crescimento de sebes espécies madeireiras nativas da Mata atlântica sob diferentes intensidades de luz.** Tese (Mestrado em agricultura e ambiente) UFSCar. Centro de ciências agrárias, 2019.
- BELTRAME, T. P.; CULLEN JR., L.; RODELLO, C. M.; LIMA, J. F.; BORGES, H. Sistemas agroflorestais na recuperação de áreas de reserva legal: um estudo de caso no Pontal do Paranapanema São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2., 2003, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: UFRGS, 2003.
- BELTRAME, T.P. **Restaurando a Ecologia na Restauração: avaliação de sistemas agroflorestais e espécies leguminosas em plantios de restauração ecológica.** Piracicaba- ESALQ, 2013. Tese (Doutorado em ciências) ESALQ-USP, Centro de energia nuclear na agricultura, Piracicaba, 168p.
- 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*, v.36, n.80, p.317-327, 2008
- BERGO, C. L. et al. Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. *Acta Amazonica*, v. 36, n. 1, p. 19-24, 2006.
- BOER, C. A.; ASSIS, R.L.de; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; e PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesq. Agropec.bras.*, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, set.2007.
- BOURLEGAT, J.M.G. Avaliação do efeito de diferentes tipos de micro-habitats no processo de restauração ecológica de Floresta Estacional Semidecidual. Tese (doutorado em ciências) ESALQ-USP. Recursos Florestais, piracicaba-SP, 2020.
- BRASIL. Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.** Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm> .Acesso em: 02 de Abril de 2022.
- BURLE, ML; CARVALHO, AM; AMABILE, RF; PEREIRA, J. 2006. Caracterização das espécies de adubo verde. In *Cerrado: adubação verde Planaltina: Embrapa Cerrado*. p.71-142.
- CALLAWAY, R.M.; BROOKER, R.W.; CHOLER, P.; KIKVIDZE, Z.; LORTIEK, C.J.; MICHALET,R.; PAOLINI,L.; PUGNAIREQ, F.I.; NEWINGHAM,B.; ASCHEHOUNG, E.T.; ARMASQ,C.; KIKODZE, D.; COOK, B.J. Positive interations among alpine plants increase whit stress. *Natur*, v.417, p 844-848, 2002.
- CALEGARI, A.; ALCANTRA, P.B.; MIYASAKA, S. & AMADO, T.J.C. Características das principais espécies de adubos verdes. In: COSTA, M.B.B., coord. *Adubação verde no Sul do Brasil*. Rio de Janeiro, AS-PTA, 1993. p.206-319
- CARVALHO, M.L; VANOLLI, B.S; SCHIENEBELBEIN, B.E; BORBA, D.A; LUZ, F.B; CARDOSO, G.M; BORTOLO,L.S; MAROSTICA,M.E.M; SOUSA,V.S. **Guia prático de plantas de cobertura: aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo.** Organização de Mauricio Roberto Cherubin – Piracicaba: ESALQ-USP, 2022. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/Livro_Plantas_de_Cobertura_completo.pdf>
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; v.3, 2003; 593 p.

- DURIGAN, G. & NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14 p. (IF. Série Registros, 4).
- EVANS, J.R. Photosynthesis and nitrogen relationship in leaves of C3 plants. *Oecologia*, Berlim, v.78, n.1, p.9-19, 1989.
- FÁVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C. & COSTA, L.M. **Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes**. *Pesq. Agropec. Bras.*, 36:1355-1362, 2001.
- FERNANDES, M. F.; BARRETO A. C.; EMÍDIO FILHO, J. 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, set. 1999
- FERREIRA, M.J; CARVALHO, J.F; FERRAZ,J.B. Crescimento e eficiência do uso da água de plantas jovens de castanheira da amazônia em área degradada e submetida à adubação. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 393-401, 2012 ISSN 0103-9954 393.
- FERREIRA, R.A; DAVIDE, A.C; BEARZOTI,E.; SOUZA MOTTA, M. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**, v.13,n.3,p.271-279, 2007.
- FRITSCHI, F.N. & Ray, J. D. Soybean Leaf Nitrogen, Chlorophyll Content, and Chlorophyll a/b Ratio. *Photosynthetica*, 45, 92-98.
- Fundação SOS Mata Atlântica; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2019/2020**, relatório técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2021. 73p. Disponível em <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2021/05/SOSMA_Atlas-da-Mata-Atlantica_2019-2020.pdf>. Acesso: 09/03/2022.
- GEBREKIRSTOS, A., TEKETAY, D., FETENE, M., & MITLOEHNER, R. **Adaptação de Cinco Espécies Arbóreas e Arbustivas Coocorrentes ao Estresse Hídrico e sua Implicação na Restauração de Terras Degradadas**, 2006. *Ecologia e Manejo Florestal*, 229, 259-267 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2006.04.029>> acesso em: 12 de Abril de 2022.
- HAMMER, O.; RYAN, P.D. Paleontological statistic software package for education and data analysis. *Paleontological association*. *Paleontologia eletrônica*, 2001.
- HIGA, T.T.; KREFTA, S.M.; GORENSTEIN, M.R.; RÊGO, G.M.S.; LIMA, A.L.P. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de uma nascente urbana no município de Dois Vizinhos no Paraná**. Academia, 2016.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Manuais Técnicos em Geociências- Número 1. Manual técnico da Vegetação brasileira**. 271p. 2012. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>>. Acesso em: 03/02/22.
- ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. **Formações fitogeográficas – Estado do Paraná**. Curitiba: ITCG, 2009. 1 Mapa. Escala: 1:2.000.000. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files_documento/2020_07/mapa_fitogeografico_a3.pdf>. Acesso em : 02/03/2022.
- JESUS, R. M. de. Restauração florestal na mata atlântica. In: **Simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas**, 3., 1997, Ouro Preto. Do substrato ao solo: trabalhos voluntários. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 544-557.
- KLEIN, R. M. **A vegetação florestal**. In: BIGARELLA, J. J. Visão integrada da problemática da erosão. Curitiba: ADEA: IBGE, 1985. p. 71-91.
- KLIPPEL, V.H.;PEZZOPANE, J.E.M.; SILVA, G.F.;CLADEIRA,M.V.W.; PIMENTA,L.R.; TOLEDO, J.V.Avaliação de métodos de restauração florestal de mata de tabuleiros – ES. **Revista árvore**, v.39, n.1, p.69-79, 2015.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368p.
- MAKOTO, K. & KOIKE, T. Effects of nitrogen supply on photosynthetic e anatomical changes in current-year needles of *Pinus koraiensis* seedlings grown under two irradiances. *Photosynthetica*, 2007.
- MARTINS, C.R.; LEITE, L.L.; HARIDASSAN, M. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), umagramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. *Revista Árvore*, v.28, n.5, p.739-747, 2004.

- MARTINS, R. **Livro das árvores do Paraná**. Curitiba: Empresa Gráfica Paranaense, 2011. 274 p
- MELI P., ISERNHAGEN I., BRANCALION P.H.S., ISERNHAGEN E.C.C., BEHLING M., RODRIGUES R.R.. Optimizing seeding density of fast-growing native trees for restoring the Brazilian Atlantic Forest. *Restoration Ecology*, 2018, V. 26 P. 212–219
- MÔNICO, A.L. Alternativas para restauração florestal de pastagens, 2019. Tese de doutorado em ciências, ESALQ-USP, Piracicaba, 183p.
- MOREIRA, P.R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poço de Caldas, MG**. 2004. 139p. Tese (doutor em ciências biológicas – faculdade de ciências biológicas, Universidade estadual Paulista, Rio Claro, 2004.
- MOREIRA, T. **Restauração ecológica no Brasil: Desafios e oportunidades**, 2017. WWF- BRASIL. Programa Água Brasil. Disponível em: <https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/restauracao_ecologica_1.pdf> Acesso em: 05 de Março de 2022.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley and Sons, 1974, 547p.
- MYERS, N. et al. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature* 403: 853–858. 2000.
- NOGUEIRA, J. C. B. **Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas**. São Paulo: Instituto Florestal, 1977. 71 p. (IF. Boletim Técnico, 24).
- NUNES, Y.R.F; ALENCAR, P.C; MAGALHÃES, M.D; GONZAGA, E.P.D; DOMINGUES, B.S; ALMEIDA, H.S; RUBENS, G.C.C; SANTOS, M. **Sobrevivência e crescimento de sete espécies arbóreas nativas em uma área degradada de floresta estacional semidecidual**, Minas Gerais. *Revista árvore*, 2015 Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0100-67622015000500003>> Acesso em 08 de Abril de 2022.
- OLIVEIRA, R.E.; ENGEL, V.L.; LOIOLA, P.P.; MORAES, L.F.D.; VISMARA, E.S. **Top ten indicators for evaluating restoration trajectories in the Brazilian Atlantic Forest**. *Ecological Indicators*, 2010.
- ORTEGA, L.S. de. **Temperamento de luz de los arboles dei alto Paraná y potencial de regeneración forestal**. *Ka'a guy*, Assunción, v.11, n.1, p.16-20, 1995.
- PEREIRA, F. C. M.; BARROSO, A.A.M.; ALBRECHT A.J.P.; ALVES, P.L.C.A. **Interferência de plantas infestantes: conceitos e exemplos na cultura do eucalipto**. *Journal of Agronomic Sciences*, 2014, 3(1):236-255.
- PEREIRA, J.A.G; COSTA, C.M.A; VENTURI, D.A.; LIMA, E.F; BRAGA, E.P; LENTIN, M.V; **Guia de Restauração**. WWF-Brasil. Brasília, 2019. Disponível em: <https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/wwf___guia_de_restauracao_web.pdf>. Acesso em 12 de Março de 2022.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, L. R.; BLOOMFIELD, V. K. **Análise do desenvolvimento de espécies arbóreas da Mata Atlântica em sistema de plantio adensado para revegetação de áreas degradadas em encostas, no entorno do Parque Estadual do Desengano, RJ**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: SOBRADE/UFV, 1997a. p. 283-291.
- RODRIGUES, E.R.; CULLEN JUNIOR, L.; BELTRAME, T.P.; MOSCOGLIATO, A.V.; SILVA, I.C. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de reserva legal no Pontal do paranapanema, SP. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p. 941-948, 2007.
- RODRIGUES, R.R.; BRANCOLIN, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. 2009. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, São Paulo, SP. 266p.
- ROSSI, R.D.; FIGUEIRA, J.E.C.; MARTINS, C.R. Capim-gordura, invasão biológica, conservação do cerrado e regime de fogo. *MG- Biota*, v.3, p.4-27, 2010.
- SANTOS, F.A.M; LELES, P.S.S; SANTANA, J.E.S.S; RIBEIRO, J.G.R; RESENDE, A.S. **Consórcio de espécies arbóreas com leguminosas herbáceas como estratégia para restauração florestal**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Seropédica – Embrapa Agrobiologia IN Advances in Forestry Science, 2019.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Inventario Florestal Nacional: principais resultados: Paraná.** Brasília, DF: MMA, 2018. 84 p. (Série Relatórios Técnicos - IFN). Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/publicações>>. Acesso em 11 de Abril de 2022.

SILVA, L.B.X. da; TORRES, M.A.V. **Espécies florestais cultivadas pela COPEL-PR (1974-1991).** In: Congresso nacional sobre essências nativas, 2., 1993, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, 1993. p.585-594. Publicado na Revista do Instituto Florestal, v.4, parte 2, edição especial, 1993.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A.N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A.M. **Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na região do Cerrado.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 39, n. 4, p. 327-334, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n4/20441.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

WWF - WWF Brasil. **Restauração ecológica no Brasil: Desafios e oportunidades,** 2017. Programa Água Brasil. Disponível em: . Acesso em 09 de abril de 2022.

ZAHAWI, R.A; ECKERT,C; CHAVES, J.M; SCHWANITZ,L; ROSALES, J.A; HOLL, K.D. **The effect of restoration treatment soils and parent tree on tropical forest tree seedling growth.** Open Journal of forest, v.5,p154-161, 2015.