

ISABELLA SALGADO FAUSTINO

**QUALIDADE DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS AFETA A
SOBREVIVÊNCIA E O CRESCIMENTO INICIAL EM PLANTIOS DE
RESTAURAÇÃO E DE NEUTRALIZAÇÃO DE CARBONO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Laércio A. Gonçalves Jacovine

Coorientador: Haroldo Nogueira de Paiva

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

F269q
2021

Faustino, Isabella Salgado, 1994-

Qualidade de mudas de espécies florestais nativas afeta a sobrevivência e o crescimento inicial em plantios de restauração e de neutralização de carbono / Isabella Salgado Faustino. – Viçosa, MG, 2021.

76 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Laércio Antônio Goncalves Jacovine.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Mudas - Morfologia. 2. Reflorestamento. 3. Viveiros florestais. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal. II. Título.

CDD 22. ed. 634.9164

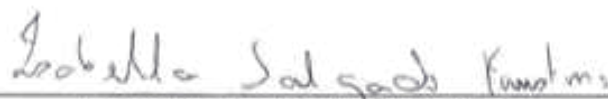
ISABELLA SALGADO FAUSTINO

**QUALIDADE DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS AFETA A
SOBREVIVÊNCIA E O CRESCIMENTO INICIAL EM PLANTIOS DE
RESTAURAÇÃO E DE NEUTRALIZAÇÃO DE CARBONO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 15 de junho de 2021.

Assentimento:



Isabella Salgado Faustino

Autora



Laércio Antônio Gonçalves Jacovine

Orientador

*A Deus, Nossa Senhora das Graças e
aos meus pais, Maria Cristina e Juarez
Faustino*

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela dádiva da vida, por ser minha força e meu guia durante essa caminhada. À Nossa Senhora que sempre intercedeu por mim e foi minha luz na escuridão.

Aos meus pais Juarez e Maria Cristina, que são meus exemplos de vida, minha base e que nunca mediram esforços para me proporcionarem o melhor. À minha irmã Laura pelo companheirismo e apoio. Gratidão e amor eterno a vocês!

Aos familiares Tia Kamila, Tia Rita, Tia Aparecida, Tio Amarildo e aos meus primos Júnior, Kaio, Alessandra, Karol e kamilinha pelo carinho, auxílio e compreensão.

À minha amada cachorrinha Malu, pela cumplicidade, amor e lealdade em todos os momentos desta trajetória.

À minha querida vó Tita “*in memoriam*”, pelo apoio.

Ao professor Laércio Antônio Gonçalves Jacovine, pela orientação, oportunidades e ensinamentos que foram fundamentais nesta caminhada.

Ao professor Haroldo Nogueira de Paiva pela coorientação e prontidão em auxiliar nas pesquisas que atuei e pelos aprendizados durante a minha jornada acadêmica.

Ao Daniel Brianezi pela disponibilidade em participar da banca e contribuir com este estudo.

À Cássia e Renata, minhas amigas desde o colégio que sempre me deram muita força e apoio para seguir em frente.

Aos meus amigos do Inglês, Eliana, Emilly, Thiago, Eduardo, Pedro e Maria, pelas incontáveis risadas e momentos especiais.

À Valéria e Eliana Boaventura pela amizade e companheirismo nesta caminhada, sempre me dando forças para prosseguir com meus sonhos.

Ao Klisman, Thaynara, Samuel e Vicente pela parceria, troca de conhecimento e inúmeras ajudas na condução desta pesquisa.

Ao Grupo de Estudos em Economia Ambiental e Manejo Florestal (GEEA) pela contribuição ímpar na minha formação pessoal e profissional.

Aos integrantes do Carbono Zero Gabriel, Klisman, Thaynara, Nicolas, Thainá Laura, Clara, Fagner, Júlia, Daniel, Sabryna, Vitória, Thaís, Otávio, Pedro

Gabriel, Tiago, Nathália, pelo auxílio na coleta de dados, sem vocês esta pesquisa não seria possível

Ao Eric Miguel e Larissa Jacovine pela ajuda durante a pandemia na coleta de dados. Vocês também foram fundamentais.

Aos trabalhadores do viveiro do Instituto Estadual de Florestas (IEF), em especial, ao Sr. José Otacílio, pela ajuda na condução deste trabalho.

Aos professores e colaboradores do Departamento de Engenharia Florestal por todas as oportunidades e realizações proporcionadas. Em especial, Chiquinho, Jorge, Gilson e Alexandre pelas ajudas e auxílios em tudo que precisei.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior-Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, que permitiu a realização deste trabalho.

Agradeço a todos que torceram por mim e que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação pessoal e profissional! Muito obrigada!

“O que eu faço é uma gota no meio de um oceano. Mas sem ela o oceano seria menor”.

(Madre Teresa de Calcutá)

BIOGRAFIA

ISABELLA SALGADO FAUSTINO, filha de Juarez Faustino de Andrade e Maria Cristina Salgado Faustino, nasceu dia 11 de janeiro de 1994, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais.

Em 2011, concluiu o ensino médio no Colégio Equipe, em Viçosa, Minas Gerais.

No ano de 2012 ingressou na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais no curso de Engenharia Florestal concluindo-o em 2018.

Em 2019, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da UFV, em nível de mestrado, submetendo-se à defesa de sua dissertação intitulada como “Influência da qualidade de mudas de espécies florestais nativas na sobrevivência e crescimento em plantios de restauração e de neutralização de carbono, em junho de 2021.

RESUMO

FAUSTINO, Isabella Salgado, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2021. **Qualidade de mudas de espécies florestais nativas afeta a sobrevivência e o crescimento inicial em plantios de restauração e de neutralização de carbono.** Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Coorientador: Haroldo Nogueira de Paiva.

Os programas de restauração e neutralização de carbono exigirá elevado número de mudas de espécies florestais nativas. A avaliação da qualidade precisa ser aprimorada com parâmetros morfológicos melhor definidos. Diante disso, o objetivo geral do trabalho foi avaliar a influência da altura, diâmetro do coleto e relação altura/diâmetro sobre a sobrevivência e o crescimento inicial de espécies florestais nativas em plantios de reflorestamento e de neutralização de carbono. O estudo foi dividido em dois artigos. No primeiro artigo o objetivo foi avaliar a influência da qualidade das mudas sobre a sobrevivência e o crescimento inicial de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb). Altschul em plantio de restauração florestal e de neutralização de carbono. Cento e oito mudas de angico-vermelho foram selecionadas para compor dois experimentos. A altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (D) foram mensurados em viveiro e utilizados para a classificação das mudas. No experimento 1, cinquenta e quatro mudas foram distribuídas em 3 classes de altura (cm): CL1(30-46,5 cm); CL2 (46,6-63,1 cm); CL3 (63,2-79,7 cm) e em diâmetro do coleto (mm): CL1 (4,20-5,94 mm); CL2 (5,95-7,69 mm); CL3 (7,70-9,44mm). No experimento 2, cinquenta e quatro mudas de angico-vermelho foram classificadas pela relação H/D: CL1 (2,72-8,59); CL2 (8,60-14,36); CL3 (14,37-20,34). O plantio ocorreu em dezembro de 2019. A sobrevivência, altura e diâmetro à altura do solo das mudas foram quantificados em campo aos 12 meses após o plantio. Os incrementos (ICH) e (ICD), assim como o volume das mudas também foram calculados neste período. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de média de Fisher LSD. Diante das análises, a sobrevivência do angico-vermelho da maior classe de altura, diâmetro do coleto e razão H/D foi de 100% e o seu crescimento não foi influenciado pelos parâmetros da qualidade. No artigo 2, o objetivo foi avaliar a influência da altura de mudas no crescimento inicial em plantios de restauração aos 24 meses de idade. Para isto, 918 mudas de espécies florestais nativas dos plantios de neutralização do Programa Carbono Zero foram avaliadas. A altura foi utilizada para classificação das mudas em CL1 (30 a

45,86); CL2 (45,87 a 61,73); CL3 (61,74 a 77,60); CL4 (77, 61 a 93,47); CL5 (93,48 a 109,34). A altura (cm), diâmetro do coleto (mm) e o volume (cm³) das mudas foram mensurados no momento do plantio, aos 12 e 24 meses, permitindo os cálculos dos incrementos das variáveis coletadas nestes períodos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com alfa a 1%. As mudas maiores (CL5), tiveram maior crescimento no campo, nos dois anos de avaliação. As plantas menores (CL1 a CL3) cresceram de forma semelhante aos 12 meses. Mas, aos 24 meses ocorre diferenciação entre as menores classes, com maior crescimento em altura da CL1, em relação ao diâmetro e volume da CL2 e CL3. Logo, mudas maiores em altura, entre 93,48 a 109,34 cm, apresentam melhor crescimento em plantios de restauração florestal e neutralização de carbono.

Palavras-chave: Parâmetros morfológicos. Reflorestamento. Viveiros florestais.

ABSTRACT

FAUSTINO, Isabella Salgado, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2021. **Seedling quality of native forest species affects survival and initial growth in restoration and carbon neutralization plantations.** Adviser: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Co-adviser: Haroldo Nogueira de Paiva.

Restoration and carbon neutralization programs will require high numbers of seedlings of native forest species. The quality assessment needs to be improved with better defined morphological parameters. Given this, the overall objective of the work was to evaluate the influence of height, collar diameter, and height/diameter ratio on survival and initial growth of native forest species in reforestation and carbon neutralization plantings. The study was divided into two articles. In the first article the objective was to evaluate the influence of seedling quality on survival and initial growth of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb). Altschul in forest restoration and carbon neutralization plantings. One hundred and eight Angico-vermelho seedlings were selected to compose two experiments. The height of the aboveground part (H) and the diameter of the collar (D) were measured in the nursery and used for seedling classification. In experiment 1, fifty-four seedlings were distributed in 3 height classes (cm): CL1 (30-46.5 cm); CL2 (46.6-63.1 cm); CL3 (63.2-79.7 cm) and in collar diameter (mm): CL1 (4.20-5.94 mm); CL2 (5.95-7.69 mm); CL3 (7.70-9.44 mm). In experiment 2, fifty-four angico-vermelho seedlings were classified by H/D ratio: CL1 (2.72-8.59); CL2 (8.60-14.36); CL3 (14.37-20.34). Planting occurred in December 2019. Survival, height and diameter at ground height of seedlings were quantified in the field at 12 months after planting. Increments (ICH) and (DCI), as well as seedling volume were also calculated in this period. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and Fisher LSD mean test. Given the analyses, the survival of angico-vermelho in the highest height class, collar diameter and H/D ratio was 100% and its growth was not influenced by the quality parameters. In paper 2, the objective was to evaluate the influence of seedling height on initial growth in restoration plantings at 24 months of age. For this, 918 seedlings of native forest species from the Carbon Zero Program neutralization plantings were evaluated. Height was used to classify seedlings into CL1 (30 to 45.86); CL2 (45.87 to 61.73); CL3 (61.74 to 77.60); CL4 (77, 61 to 93.47); CL5 (93.48 to 109.34). The height (cm), neck diameter (mm) and volume (cm³) of the seedlings were measured

at the time of planting, at 12 and 24 months, allowing the calculation of the increments of the variables collected in these periods. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) with alpha at 1%. The larger seedlings (CL5), had greater growth in the field, in both years of evaluation. The smaller plants (CL1 to CL3) grew similarly at 12 months. However, at 24 months, there was a differentiation between the smallest classes, with greater growth in height for CL1, in relation to the diameter and volume of CL2 and CL3. Therefore, larger seedlings in height, between 93.48 to 109.34 cm, have better growth in forest restoration and carbon neutralization plantings.

Keywords: Morphological parameters. Reforestation. Forest nurseries

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. OBJETIVO GERAL	17
REFERÊNCIAS.....	18
ARTIGO 1.....	21
Influência da qualidade das mudas sobre a sobrevivência e o crescimento inicial de <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb). Altschul em plantio de restauração florestal e de neutralização de carbono	21
RESUMO.....	21
ARTICLE 1	23
Influence of seedling quality on survival and initial growth of <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb). Altschul in forest restoration and carbon neutralization plantings.....	23
ABSTRACT	23
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1 Produção e seleção das mudas	27
2.2 Caracterização das áreas de plantio	27
2.3 Implantação dos experimentos	29
2.4 Parâmetros e análise de dados	30
3. RESULTADOS.....	32
4. DISCUSSÃO	36
5. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS.....	40
ANEXO I.....	44
ARTIGO 2.....	45
Influência da altura de mudas de espécies florestais nativas no crescimento inicial em plantios de restauração e de neutralização de carbono	45
RESUMO.....	45
ARTICLE 2.....	47
Influence of seedling height of native forest species on initial growth in restoration and carbon neutralization plantings	47
ABSTRACT	47
1. INTRODUÇÃO.....	49

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.1 Caracterização das áreas de estudo	51
2.2 Áreas experimentais da pesquisa	52
2.3 Seleção e classificação das mudas	53
2.4 Análises estatísticas	60
3. RESULTADOS.....	62
4. DISCUSSÃO	64
5. CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS.....	68
ANEXO I.....	74
RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76

1. INTRODUÇÃO GERAL

A importância das mudanças no uso da terra, responsáveis pela degradação de áreas, foi reconhecida pela 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, em que foi firmado o Acordo de Paris com o objetivo de manter a temperatura média global abaixo do nível pré-industrial em 2° C (UFNCCC, 2015).

A degradação florestal nos países em desenvolvimento contribui para as mudanças climáticas. Entre 2005 e 2010, as emissões de carbono oriundas da degradação florestal no mundo, foram estimadas em 2,1 bilhões de toneladas de CO₂ por ano, das quais 53% são da extração de madeira com o desmatamento. (PEARSON et al., 2017).

Os ecossistemas florestais nativos do Brasil foram degradados pela intensificação das atividades agropecuárias causando mudanças ambientais como perdas na biodiversidade e no fornecimento de serviços ecossistêmicos, contribuindo para o aumento da temperatura global (BUSTAMANTE et al., 2019). Estudos da evolução de mudanças de uso da terra no Brasil entre 1985 e 2019, demonstram que houve perda de 87 milhões de hectares (Mha) de vegetação nativa, e o aumento de áreas utilizadas pela agricultura de 25 para 64 Mha e da pecuária de 124 para 167 Mha (MAPBIOMAS, 2021). Logo, devido ao estágio de degradação das paisagens, apenas a proteção da vegetação não é o suficiente, sendo necessário restaurar o ecossistema (BUSTAMANTE et al., 2019).

A restauração florestal é complexa, desafiadora, uma prioridade global principalmente em ambientes degradados inseridos em paisagens tropicais com alta biodiversidade, mas ainda é emergente (BUSTAMANTE et al., 2019; SILVA et al., 2017). A cadeia de abastecimento, em especial da produção de mudas de espécies florestais nativas ainda não está consolidada para atender as demandas dos programas de restauração florestal em larga escala com múltiplos objetivos associados, como abastecimento de água e sequestro de carbono (JACKSON et al., 2005; MURCIA et al., 2016)

A produção de mudas de espécies florestais exóticas é mais fácil e rápida do que as de nativas, em virtude do domínio de informações de produção de sementes, tratamentos silviculturais em viveiros e melhoramento genético (NUNES et al., 2016). Assim, programas de reflorestamento iniciaram com o uso de espécies exóticas

como os de países asiáticos, Coreia do Sul e China, para recobrimento das suas áreas desmatadas (XU, 2011; TEMPERTON et al., 2014).

O uso de espécies florestais nativas deve ser prioritário em programas de restauração florestal, com o intuito de preservar a biodiversidade das paisagens dominadas pelo homem. (JANISHEVKI et al., 2015; POSSINGHAM et al., 2015). Além do mais, árvores exóticas podem ser um risco de invasão biológica prejudicando a recuperação do ambiente degradado (RIBEIRO DA SILVA et al., 2015).

O conhecimento técnico sobre a propagação e manutenção das espécies florestais nativas é importante, mas também o fortalecimento da produção de mudas é fundamental (BENDOR et al., 2015). Um dos aspectos importantes de um programa de restauração bem sucedido é o plantio de mudas com qualidade, aptas a sobreviver e crescer no campo (GROSSNICKE, 2012).

Os estudos relacionados a qualidade mudas de espécies florestais nativas são importantes para o Brasil, visto que existe a necessidade de restauração e reflorestamento de 12 milhões de hectares até 2030, meta firmada no Acordo de Paris (MMA, 2017). Há também a pretensão de restauração de 15 milhões de hectares da Mata Atlântica exigindo elevado número e diversidade de mudas de espécies florestais nativas (SILVA et al., 2017).

Restaurar ou regenerar os ecossistemas degradados pode aumentar significativamente a absorção e estoque de carbono (SILVA et al., 2017). Estudos, em plantios de restauração na Mata Atlântica com 3, 5 e 7 anos, demonstram potencial de estoque de carbono da biomassa viva aérea de 19,84; 22,89 e 35,62 Mg C ha⁻¹, respectivamente (AZEVEDO et al., 2018).

Diante deste cenário, as iniciativas de financiamento de projetos de mitigação das mudanças climáticas são fontes propulsoras da implementação e reflorestamento das paisagens degradadas (NELSON et al., 2009). O Programa Floresta +, iniciativa do governo brasileiro é um exemplo, que prevê a conservação e restauração dos biomas brasileiros, visando a redução das emissões de CO₂ e geração de créditos de carbono (MMA, 2020).

A restauração é uma atividade onerosa, cujo custo médio para restaurar áreas degradadas no Brasil é de U\$ 2340 por hectare (YOUNG, 2016). O plantio de mudas de espécies florestais nativas com qualidade pode contribuir para redução dos custos, em especial com replantios, pois as taxas de sobrevivência e de

crescimento podem ser maiores, quando se tem plantas aptas a crescerem em condições adversas, como em áreas degradadas (GROSSNICKE, 2012).

Informações sobre a flora nativa brasileira são ainda escassas como questões silviculturais, padrão de crescimento, e exigências nutricionais (NASCIMENTO et al., 2012). Porém, existem iniciativas que permitem os mais variados estudos sobre espécies florestais alinhadas com a restauração florestal e mitigação de gases de efeito estufa como as do Programa Carbono Zero, da Universidade Federal de Viçosa (ALVES, 2014).

Os parâmetros de qualidade e sua influência no crescimento e desenvolvimento de mudas de espécies florestais nativas, para recuperação de uma área degradada e neutralização de gases de efeito estufa estão em contínua pesquisa no Bosque Carbono Zero. O objetivo é gerar conhecimento sobre qualidade de mudas para pesquisadores da área de restauração florestal, produtores rurais e viveiristas com o intuito de auxiliar nas tomadas de decisões no momento da expedição de mudas para compor programas de reflorestamento.

Assim o estudo está dividido em:

- ARTIGO 1: Influência da qualidade de mudas sobre a sobrevivência e o crescimento inicial de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb). Altschul em plantio de restauração florestal e de neutralização de carbono.
- ARTIGO 2: Influência da altura de mudas de espécies florestais nativas no crescimento inicial em plantios de restauração florestal e de neutralização de carbono.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência da altura, diâmetro do coleto e relação altura/diâmetro na sobrevivência e no crescimento inicial de espécies florestais nativas em plantios de reflorestamento e de neutralização de carbono.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. B. B. M. **Mudanças climáticas: percepção do produtor, balanço de carbono em propriedades rurais e neutralização de evento da Universidade Federal de Viçosa.** (Dissertação de mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, 2014.

AZEVEDO, A. D.; F. M. R.; C, R.; PEREIRA, M. G.; LELES, P. S. S. Estoque de carbono em áreas de restauração florestal da Mata Atlântica. **Floresta**, v. 48, n. 2, p. 183-194, 2018.

BENDOR, T.; LESTER, T. W.; LIVENGOOD, A.; DAVIS, A.; YONAVIAK, L. Estimating the size and impact of the ecological restoration economy. **PloS one**, v. 10, n. 6, p. e0128339, 2015.

BUSTAMANTE, M. M. C.; SILVA, J. S.; SCARIOT, A.; SAMPAIO, A. B; MASCIA, D. L; GARCIA, E.; SANO, E.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; OLIVEIRA de O. A.; MALHADO, A. C.; ALENCAR, A.; VENDRAMINI, A.; PADOVEZI, A.; CARRASCOSA, A.; FREITAS, J.; SIQUEIRA, J.A.; SHIMBO, J.; GENEROSO, L.G.; TABARELLI, M.; BIDERMAN, R.; SALOMÃO, R. de. P.; VALLE, R.; JUNIOR, B.; NOBRE, C. Ecological restoration as a strategy for mitigating and adapting to climate change: lessons and challenges from Brazil. **Mitigation and Adaptation strategies for Global Change**, v. 24, n.7, p. 1249–1270, 2019.

GROSSNICKLE, S. C. Why seedlings survive: influence of plants attributes. **New Forests**, v. 43, n. 5–6, p. 711–738, 2012.

JACKSON, R. B.; JOBBÁGY, E. G.; AVISSAR, R.; ROY, S. B.; BARRET, B. J.; COOK, C. W.; FARLEY, K. A, LE MAITRE, C. D.; MCCARL, A. D.; MURRAY, B. C. Trading water for carbono with biological carbon sequestration. **Science**, v. 310, n. 5756, p. 1944–1947, 2005.

JANISHEVSKI, L.; SANTAMARIA, C.; GIDDA, S. B.; COOPER, H. D.; BRANCALION, P. H. S. Ecosystem restoration, protected areas and biodiversity conservation. **Unasyiva**, v. 245, n. 66, p.19–28, 2015.

MAPBIOMAS. **Infográficos.** 2019. <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Infograficos/Colecao5/MBI-Infografico-brasil-5.0-BR.jpg>
Acesso: 05/07/2021.

MMA– MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Documento-base para subsidiar os diálogos estruturados sobre a elaboração de uma estratégia de implementação e financiamento da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil ao Acordo de Paris.** 2017. <http://educaclima.mma.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/2-Sum%C3%A1rio-exec-doc-base-estrat-NDC-2017.pdf>
acesso: 07/11/2020.

MMA– MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais Floresta +.** 2020. <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/florestamais/ProgramaFloresta.pdf> acesso: 05/07/2021

MURCIA, C.; GUARIGUATA, M. R.; ANDRADE, A.; ANDRADE, G. M.; ARONSON, K.; ESCOBAR, E. M.; ETTER, A.; MORENO, F. H.; RAMIREZ, W.; MONTES, E. Challenges and prospects for scaling-up ecological restoration to meet international commitments: Colombia as a case study. **Conservation Letters**, v.9, n.3, p. 213–220, 2016.

NASCIMENTO, D. F. D.; LELES, P. S. D. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. D.; MOREIRA, R. T. S.; ALONSO, J. M. Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 159–165, 2012.

NELSON, E.; MENDOZA, G.; REGETZ, J.; POLASKY, S.; TALLIS, H.; CAMERON, D. R.; CHAN, K. M.; DAILY, C. G.; GOLDSTEIN, J.; KAREIVA, P. M.; LONSDORF, E.; NAIDOO, R.; RICKETTS, T. H.; SHAW, M. R. Modeling multiple ecosystem services biodiversity conservation, commodity production and tradeoffs at landscape scales. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, n. 1, p. 4–11, 2009.

NUNES, A.; OLIVEIRA, G.; MEXIA, T.; VALDECANTOS, A.; ZUCCA, C.; CONSTANTINI, E. A. C.; ABRAHAM, E. M.; KYRIAZOPOULOS, A. P.; SALAH, A.; PRASSE, R.; CORREIA, O.; MILLIKEN, S.; KOTZEN, B.; BRANQUINHO, C. Ecological restoration across the Mediterranean Basin as viewed by practitioners. **Science of the Total Environment**, v.566, n.1, p. 722–732, 2016.

PEARSON, T. R.; BROWN, D.; MURRAY, L.; SIDMAN, G. Greenhouse gas emissions from tropical forest degradation an underestimated source. **Carbon Balance and Management**, v. 12, v.1, p.3, 2017.

POSSINGHAM, H. P.; BODE, M.; KLEIN, C.J. Optimal conservation outcomes require both restoration and protection. **PLoS Biology**, v.13, n.1, p. e1002052, 2015.

RIBEIRO DA SILVA, F.; MONTOYA, D.; FURTADO, R.; MEMMOTT, J.; PIZO, M. A.; RODRIGUES, R. R. The restoration of tropical seed dispersal networks. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 6, p. 852–860, 2015.

SILVA, A. P. M.; SCHWEIZER, D.; MARQUES, H. R.; TEIXEIRA, A. M. C.; DOS SANTOS, T. V. M. N.; SAMBUICHI, R.H.R.; BADARI, C.G.; GAURARE, U.; BRANCALION, P.H.S. Can current native tree seedling production and infrastructure meet and increasing forest restoration demand in Brazil?. **Restoration Ecology**, v. 25, n. 4, p. 509–515, 2017.

TEMPERTON, V. N.; HIGGS, E.; CHOI, Y.D.; ALLEN, E.; LAMB, D.; LEE, C. S.; HARRIS, J.; HOBBS, R. J.; ZEDLER, J. B. Flexible and adaptable restoration and example from South Korea. **Restoration Ecology**, v. 22, n. 3, p. 271–278, 2014. UNFCCC–UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE **Adoption of the Paris Agreement**. Report n° FCCC/CP/ Rev. 1/L. 9 , 2015. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>. acesso: 07/11/2020

UNFCC- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **Adoption of the Paris Agreement**. Report n° FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. 2015. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf> acesso: 05/07/2021

XU, J. China`s new forests aren` t as green as they seem. **Nature**, v.477, n.7365, p. 371, 2011.

YOUNG, C. E. F. **Estudos e produção de subsídios técnicos para a construção de uma Política Nacional de Pagamento por Serviços**. Final Report. Rio de Janeiro, Instituto de Economia, UFRJ, 93pp, 2016.

ARTIGO 1

Influência da qualidade das mudas sobre a sobrevivência e o crescimento inicial de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb). Altschul em plantio de restauração florestal e de neutralização de carbono

RESUMO

As avaliações qualitativas em viveiros florestais são fundamentais, para auxiliar na escolha de indivíduos aptos para compor as áreas de restauração e de neutralização de carbono. A avaliação da qualidade, em sua maioria, ocorre apenas nos viveiros, ignorando a resposta das mudas produzidas com determinadas características morfológicas no campo. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da qualidade das mudas sobre a sobrevivência e o crescimento inicial de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb). Altschul em plantio de restauração florestal e neutralização de carbono. Cento e oito mudas de angico-vermelho foram selecionadas para compor dois experimentos. A altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (D) dos indivíduos foram mensurados em viveiro para a classificação das mudas em altura, diâmetro e para o cálculo da razão H/D. No experimento 1, cinquenta e quatro mudas foram distribuídas em três classes de altura (cm): CL1(30-46,5 cm); CL2 (46,6-63,1 cm); CL3 (63,2-79,7 cm) e em três de diâmetro do coleto (mm): CL1 (4,20-5,94 mm); CL2 (5,95-7,69 mm); CL3 (7,70-9,44mm). No experimento 2, cinquenta e quatro mudas de angico foram classificadas conforme a relação H/D: CL1 (2,72-8,59); CL2 (8,60-14,36); CL3 (14,37-20,34). O plantio das mudas foi realizado em dezembro de 2019, com espaçamento 2x2 m com delineamento em blocos casualizados (BC) com 3 repetições de mudas por classe por bloco. A sobrevivência (SB), altura e diâmetro à altura do solo das mudas foram quantificados em campo aos 12 meses após o plantio, em ambos experimentos. O volume da muda (cm³) foi calculado, assumindo a forma de um cone para as plantas. Os incrementos em altura (ICH-cm) e em diâmetro (ICD-mm) aos 12 meses também foi calculado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em A hipótese de nulidade (H0) foi aceita quando o *P-valor* \geq alfa (0,01) e a alternativa (Ha) quando *P-valor* < alfa (0,01). O teste de média de Fisher LSD foi realizado quando H0 foi rejeitada. A sobrevivência das mudas de angico-vermelho aos 12 meses foi de 96,30% e 92,54%

nos experimentos 1 e 2, respectivamente. A sobrevivência das mudas incluídas na maior classe de altura, diâmetro do coleto e razão H/D foi de 100%. As mudas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* não foram influenciadas pelos parâmetros da qualidade, altura, diâmetro do coleto e razão H/D, pois não houve diferença de crescimento entre as classes, para cada classificação.

Palavras-chave: Angico-vermelho. Atributos morfológicos. Mudas florestais. Viveiros.

ARTICLE 1

Influence of seedling quality on survival and initial growth of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb). Altschul in forest restoration and carbon neutralization plantings

ABSTRACT

The qualitative assessments in forest nurseries are essential to assist in the choice of individuals suitable to compose the areas of restoration and carbon neutralization. The evaluation of quality, for the most part, occurs only in nurseries, ignoring the response of seedlings produced with certain morphological characteristics in the field. Given the above, the objective of this work was to evaluate the influence of seedling quality on the survival and initial growth of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb). Altschul in forest restoration and carbon neutralization plantings. One hundred and eight Angico-vermelho seedlings were selected to compose two experiments. The height (H) and diameter (D) of the stem were measured in the nursery to classify the seedlings in height and diameter and to calculate the H/D ratio. In experiment 1, fifty-four seedlings were distributed in three height classes (cm): CL1 (30-46.5 cm); CL2 (46.6-63.1 cm); CL3 (63.2-79.7 cm) and in three collar diameter classes (mm): CL1 (4.20-5.94 mm); CL2 (5.95-7.69 mm); CL3 (7.70-9.44 mm). In experiment 2, fifty-four Angico seedlings were classified according to the H/D ratio: CL1 (2.72-8.59); CL2 (8.60-14.36); CL3 (14.37-20.34). Seedlings were planted in December 2019 at 2x2 m spacing with a randomized block design (BC) with 3 replications of seedlings per class per block. Survival (SB), height and diameter at ground height of the seedlings were quantified in the field at 12 months after planting in both experiments. Seedling volume (cm³) was calculated assuming a cone shape for the plants. The increments in height (ICH-cm) and diameter (ICD-mm) at 12 months was also calculated. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA) in the null hypothesis (H₀) was accepted when P-value \geq alpha (0.01) and the alternative (H_a) when P-value < alpha (0.01). Fisher's LSD mean test was performed when H₀ was rejected. Survival of angico-vermelho seedlings at 12 months was 96.30% and 92.54% in experiments 1 and 2, respectively. The survival of seedlings included in the highest height class, collar diameter, and H/D ratio was 100%. The seedlings of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* were not influenced by the quality

parameters, height, collar diameter and H/D ratio, because there was no difference in growth between classes, for each classification.

Keywords: Angico-vermelho. Morphological attributes. Forest seedlings. Nurseries.

1.INTRODUÇÃO

O Brasil, para cumprir a NDC (Contribuição Nacionalmente Determinada), tem como meta restaurar 12 milhões de hectares até 2030, porém há muitas barreiras logísticas como produção e fornecimento insuficiente de sementes e mudas (SILVA et al., 2017).

A demanda pela produção de mudas de espécies florestais nativas com qualidade é crescente, para atender às necessidades de reflorestamento com múltiplos objetivos associados como o sequestro de carbono (JACKSON et al., 2005; BANNISTER et al., 2018). Assim, as avaliações qualitativas de mudas em viveiros são fundamentais, para auxiliar na escolha de indivíduos e compor as áreas a serem restauradas (GASPARIN et al., 2014) e com objetivo de neutralização em carbono.

Mudas com qualidade são aquelas produzidas a baixo custo com capacidade de se adequar as condições de plantio, sobreviver e crescer de forma satisfatória (JOHNSON e CLINE, 1991; MELO et al., 2016). As avaliações e seleções de plantas com qualidade são realizadas nos viveiros com a utilização de parâmetros morfológicos, características mensuráveis e confiáveis que descrevem o desempenho da muda no campo (PUTTONEN, 1997).

A altura (cm) e o diâmetro do coleto (mm) são os atributos mais utilizados nas avaliações de qualidade. O primeiro está relacionado ao crescimento no campo e o segundo com a sobrevivência inicial do plantio (THOMPSON, 1985; RITCHIE e LANDIS, 2008). Porém, estes parâmetros expressam melhor a qualidade da muda, quando analisados juntos como relação altura/diâmetro, pois a proporcionalidade entre a parte aérea e o caule é um atributo desejável que indica o equilíbrio morfológico e robustez da muda (BINOTTO et al., 2010; GROSSNICKLE e MACDONALD, 2018).

A importância dos parâmetros baseados na morfologia da planta é descrita em revisões literárias, em que as mudas devem ter altura e diâmetro do coleto dentro de faixas definidas, com sistema radicular bem formado e equilíbrio entre a parte aérea, raiz e caule, para bom desempenho no campo (GROSSNICKLE, 2012). Apesar dos parâmetros morfológicos serem utilizados na determinação do padrão de qualidade de mudas de espécies florestais com compreensão mais intuitiva por parte dos viveiristas, os mesmos necessitam de uma definição mais acertada para mudas de espécies florestais nativas (GOMES et al., 2002).

As avaliações da qualidade ocorrem apenas nos viveiros, ignorando o principal objetivo que é a resposta das mudas produzidas com determinadas características morfológicas no campo (MELO et al., 2016). A falta de conhecimento sobre comportamento e crescimento de espécies florestais nativas é outro fator que também dificulta a produção de mudas com qualidade, pois as informações silviculturais ainda são escassas (IPEF, 2011; GARETT et al., 2020).

Estudos que ajudem a compreender a influência dos parâmetros morfológicos alcançados no viveiro, sobre a sobrevivência e crescimento inicial das espécies pós plantio são fundamentais. Estas pesquisas, podem ser uma ferramenta auxiliar na tomada de decisões no planejamento e produção de mudas de espécies florestais nativas (MELO et al., 2018).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da qualidade sobre a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb). Altschul em um plantio de restauração florestal e neutralização de carbono.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Produção e seleção das mudas

As mudas utilizadas nesse estudo foram produzidas e doadas pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Viçosa-MG. Cento e oito mudas sadias de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb). Altschul (Angico-vermelho) foram selecionadas e distribuídas em dois experimentos (A1) e (A2) do plantio 2019 do Programa Carbono Zero.

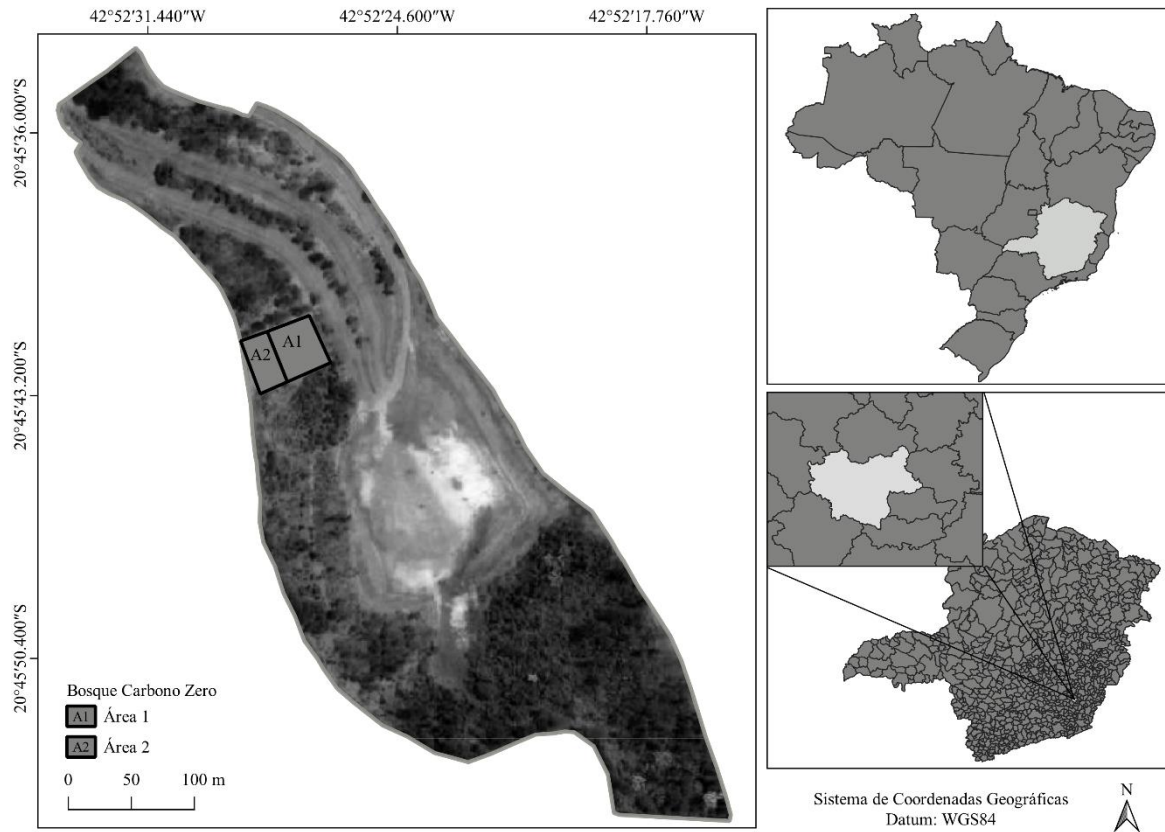
As mudas foram produzidas em setembro de 2019 com semeadura direta realizada em sacolas plásticas com dimensões de altura e diâmetro 18x12 cm respectivamente. O substrato utilizado foi a mistura de solo com esterco bovino curtido. A irrigação das mudas era feita duas vezes ao dia, pela manhã e final da tarde com mangueiras e aspersores, de acordo com as necessidades das plantas.

A altura (cm) e o diâmetro do coleto (mm) dos indivíduos foram mensurados no viveiro, com fita métrica e paquímetro digital, respectivamente. No experimento 1 (A1) do plantio 2019, 54 mudas foram classificadas pela altura e divididas em 3 classes: CL1(30-46,5 cm); CL2 (46,6-63,1 cm); CL3 (63,2-79,7 cm). Posteriormente, uma reclassificação em diâmetro do coleto foi realizada com: CL1 (4,20-5,94 mm); CL2 (5,95-7,69 mm); CL3 (7,70-9,44mm). No experimento 2 (A2) cinquenta e quatro mudas de angico-vermelho foram classificadas, conforme a relação H/D calculada com H- altura da parte aérea (cm) e D- diâmetro do colo (mm) em CL1 (2,72-8,59); CL2 (8,60-14,36); CL3 (14,37-20,34).

2.2 Caracterização das áreas de plantio

As áreas experimentais estão localizadas no município de Viçosa, Minas Gerais no Espaço Aberto de Eventos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (20° 45' 35,73" S, 42° 52' 30,84" O) (Figura 1). O local com altitude de 708m está inserido no bioma Mata Atlântica cuja vegetação regional é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana (MARTINS & CAVARRO, 2012).

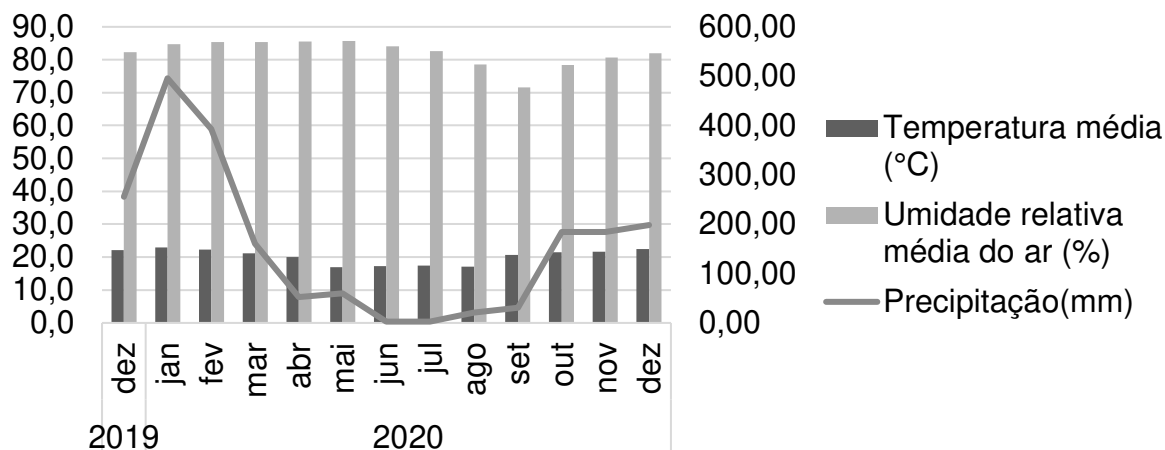
Figura 1 – Localização dos experimentos no plantio 2019, A1 e A2 inserido no Espaço Aberto de Eventos da UFV



Autor: Klisman Oliveira.

O clima é classificado como Cwa (Köppen) com invernos frios e secos e verões quentes e chuvosos. A temperatura média ($^{\circ}\text{C}$), precipitação acumulada (mm) e umidade relativa do ar (%) foram de 21,13 $^{\circ}\text{C}$, 2039 mm e 82%, respectivamente no período de tempo desde o estabelecimento do plantio (dezembro de 2019) até o último inventário (dezembro de 2020) (UFV, 2020) (Figura 2).

Figura 2 – Valores de temperatura média (C°), umidade relativa média do ar (UR %) e precipitação (mm), durante os 12 meses de avaliação das áreas do plantio 2019



A topografia é caracterizada por topos planos, cujos solos predominantes são Latossolos distróficos ricos em alumínio e Latossolos rasos e câmbicos e Cambissolos eutróficos (FERREIRA JÚNIOR et al., 2012).

A caracterização do solo, específica do local dos experimentos, foi realizada com a coleta de 15 amostras aleatórias, simples por profundidade, 0-20cm e 20-40 cm, originando duas amostras compostas analisada pelo laboratório de solos da UFV. Os resultados foram interpretados com a 5ª aproximação de recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999). De acordo com a recomendação, o solo da área de plantio é ácido com alto teor de alumínio, baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por base (V%), indicando a necessidade de correção do solo (Anexo I). Também a quantidade de fósforo remanescente é baixa, sendo necessária adubação fosfatada.

2.3 Implantação dos experimentos

O plantio das mudas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Angico-vermelho) foi realizado em dezembro de 2019, em duas áreas (A1 e A2) do plantio 2019 do Programa Carbono Zero. Na área 1 (A1), foram plantados 54 mudas de angico-vermelho classificadas pela altura e diâmetro do coleto, casualizados com 270 mudas de outras espécies florestais nativas em espaçamento 2x2 m, distribuídas em 18 linhas com 18 covas/linha paralelas à declividade do terreno. As

mudas de angico-vermelho ocupavam 3 covas por linha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (BC) com as 3 classes de altura e diâmetro do coleto em cada bloco. Cada três linhas representavam um bloco.

Na área 2 (A2) foram plantadas 54 mudas de angico-vermelho classificadas pela relação H/D em conjunto *Dalbergia nigra* vell. em espaçamento 2x2 m, distribuídas em 6 linhas com 18 covas/linha paralelas à declividade do terreno. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (BC) com 3 repetições por classe e espécie em cada bloco. Cada linha representava um bloco.

No campo, procedeu-se o corte do fundo das sacolas plásticas de todas as mudas, para poda de raízes que poderiam estar enoveladas. As covas do plantio com dimensões de 30 x 30 x 30 cm foram abertas com motocoveadora, em ambas as áreas.

Antes do plantio foi realizada a limpeza da área recoberta com braquiária (*Urochla decumbes* (Stapf) R.D. Webster) e canudo-de-pito (*Mabea fistulifera* Mart.). A calagem foi realizada com 60 dias de antecedência ao plantio, sendo 50g de calcário dolomítico com PRNT de 76% misturado ao solo no fundo da cova. Adubação fosfatada com 300g de superfosfato simples, com 18% de P₂O₅ também foi feita com 30 dias de antecedência ao plantio. Três adubações de cobertura foram feitas em janeiro, fevereiro e novembro de 2020 com 100g/planta na primeira e segunda adubação, e 150g na última. A formulação usada foi NPK 20-0-20. Não houve necessidade de irrigação, pois plantio ocorreu em período chuvoso.

O manejo das formigas cortadeiras com iscas formicidas (AttaMex-s, 0,3% m/m sulfluramida; Unibrás Agroquímica Ltda, Brasil) foi feito rotineiramente à medida que formigueiros ativos eram detectados. O combate à braquiária foi realizado manualmente com enxadas, realizando a limpeza das linhas de plantio, de acordo com a necessidade.

2.4 Parâmetros e análise de dados

A sobrevivência (SB) das mudas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* em cada área foi calculada com $SB = (N_f/N_i) \times 100$, N_f= o número final de indivíduos aos 12 meses após o plantio e N_i=número inicial de indivíduos plantados.

A altura (cm) e o diâmetro do coleto (mm) de cada muda foram mensurados com fita métrica e paquímetro, respectivamente, nas áreas experimentais. As

medições foram realizadas para possibilitar o cálculo do volume da muda (V_1 - cm^3) logo após o plantio e aos 12 meses (V_2 - cm^3), assumindo a forma de um cone com $V = (\pi * r^2 * h) / 3$, sendo, V , o volume (cm^3), r , o raio (cm) e h , altura da muda (cm).

O incremento em altura (ICH-cm) e em diâmetro do coleto (ICD-mm) aos 12 meses após o plantio também foi calculado em cada experimento com $\text{ICH} = H_2 - H_1$; $\text{ICD} = \text{ICD}_2 - \text{ICD}_1$, sendo H_2 (cm) e D_2 (mm) respectivamente, altura e diâmetro do coleto das mudas aos 12 meses de plantio e H_1 e D_1 , altura (cm) e diâmetro do coleto (mm) por ocasião do plantio.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em blocos casualizados (DBC) adotando-se alfa a 1%. A hipótese de nulidade (H_0) foi aceita quando o $P\text{-valor} \geq \text{alfa}$ (0,01), ou seja, os tratamentos tinham efeitos iguais e a alternativa (H_a) rejeitada quando $P\text{-valor} < \text{alfa}$ (0,01), ou seja, os tratamentos tinham efeitos diferentes. O teste de média de Fisher LSD foi realizado quando a hipótese de nulidade era rejeitada.

3. RESULTADOS

A sobrevivência das mudas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* nas áreas 1 e 2 foi de 96,30% e 92,59%, respectivamente.

A distribuição da mortalidade estava concentrada nas menores classes de altura, diâmetro do coleto e razão altura/diâmetro. Na CL3 de cada classificação, não houve mortalidade aos 12 meses (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de indivíduos mortos, por classe de altura (H), diâmetro do coleto (D) e razão altura/ diâmetro (H/D) nas áreas experimentais (A1 e A2) de mudas de angico-vermelho

Área	Mortalidade (%)	Classificação	CL1	CL2	CL3
A1	3,70	H(cm)	0	2	0
		D (mm)	1	1	0
A2	7,41	H/D	2	2	0

As hipóteses de nulidade foram aceitas pela ANOVA com o *p-valor* superior a alfa (1%), para as variáveis de crescimento das mudas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*, selecionadas em função da altura (Tabela 2).

Tabela 2 – *P-valor* obtido para cada variável de crescimento de mudas de angico-vermelho, volume (cm³), altura (cm) e diâmetro do coleto (mm) aos 12 meses pós plantio pela ANOVA com alfa a 1%

Tratamentos Classes de altura (cm)	<i>P-valor</i> Incremento em volume (cm ³)	<i>P-valor</i> Incremento em altura (cm)	<i>P-valor</i> Incremento em diâmetro do coleto (mm)
CL1- 30-46,5 cm			
CL2- 46,6-63,1 cm	0,3169 ns	0,54509 ns	0,017112 ns
CL3- 63,2-79,7 cm			

ns= não significativo estatisticamente pela ANOVA.

As mudas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* selecionadas com altura entre 30 a 79,7 cm, CL1 a CL3, apresentaram a média de crescimento inicial em volume (cm³), altura (cm) e diâmetro do coleto (mm) estatisticamente iguais aos 12 meses de plantio (Tabela 3).

Tabela 3 – Média de incremento corrente em volume (cm³/ano), altura (cm/ano) e diâmetro do coleto (mm/ano) em função da classe de altura (cm) de mudas de angico-vermelho aos 12 meses de plantio

Classes	Incremento em volume (cm ³ /ano)	Incremento em altura (cm/ano)	Incremento em diâmetro (mm/ano)
CL1- 30-46,5 cm	224,437	97,97	14,66
CL2- 46,6-63,1 cm	417,500	102,55	21,88
CL3-63,2-79,7 cm	311,940	84,92	18,42

As mudas reclassificadas pelo diâmetro do coleto apresentaram resultados semelhantes aos de altura, em que a hipótese de nulidade também foi aceita, para todas variáveis biométricas analisadas (Tabela 4).

Tabela 4 – *P-valor* obtido para cada variável de crescimento de mudas de angico-vermelho, volume (cm³), altura (cm) e diâmetro do coleto (mm), aos 12 meses pós plantio pela ANOVA com alfa a 1%

Tratamentos	<i>P-valor</i>	<i>P-valor</i>	<i>P-valor</i>
Classes de diâmetro do coleto (mm)	Incremento em volume (cm ³)	Incremento em altura (cm)	Incremento em diâmetro do coleto (mm)
CL1- 4,20-5,94 mm			
CL2- 5,95-7,69 mm	0,099319 ns	0,722 ns	0,19352 ns
CL3- 7,70-9,44 mm			

ns= não significativo estatisticamente pela ANOVA.

Os valores de crescimento em função do diâmetro do coleto das mudas de angico-vermelho, variando de 4,20 a 9,44 mm apresentaram incrementos semelhantes estaticamente aos 12 meses (Tabela 5)

Tabela 5 – Média de incremento corrente em volume (cm³/ano), altura (cm/ano) e diâmetro do coleto (mm/ano) em função da classe de diâmetro do coleto (mm) de mudas de angico-vermelho, aos 12 meses pós plantio

Classes de diâmetro do coleto (mm)	Incremento em volume (cm ³ /ano)	Incremento em altura (cm/ano)	Incremento em diâmetro do coleto (mm/ano)
CL1- 4,20-5,94 mm	203,727	87,48	15,18
CL2- 5,95-7,69 mm	341,396	97,29	19,55
CL3- 7,70-9,44 mm	439,105	101,95	20,28

Mudas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* não tem diferença de crescimento em volume (cm³), altura (cm) e diâmetro do coleto (mm) em função da relação H/D da muda selecionada, pois nestas avaliações, as hipóteses de nulidade foram aceitas, pela ANOVA. (Tabela 6).

Tabela 6 – *P-valor* para incremento corrente em volume (cm³/ano), altura(cm/ano) e diâmetro do coleto (mm/ano) por classe de altura/diâmetro de mudas de angico-vermelho aos 12 meses pós plantio

Tratamentos Classes de relação altura/diâmetro	<i>P-valor</i> Incremento em volume (cm ³ /ano)	<i>P-valor</i> Incremento em altura (cm/ano)	<i>P-valor</i> Incremento em diâmetro do coleto (mm/ano)
CL1- 2,72-8,59			
CL2- 8,60-14,36	0,067205 ns	0,3816 ns	0,13391 ns
CL3- 14,37-20,34			

ns= não significativo estatisticamente pela ANOVA.

As mudas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* classificadas em função da relação H/D apresentaram incrementos semelhantes, para as variáveis biométricas analisadas aos 12 meses (Tabela 7).

Tabela 7 – Média de incremento corrente anual em volume (cm³/ano), altura (cm/ano) e diâmetro do coleto (mm/ano), em função da classe de altura/diâmetro (H/D) de mudas de angico-vermelho

Classes da relação altura/diâmetro (H/D)	Incremento em volume (cm ³ /ano)	Incremento em altura (cm/ano)	Incremento em diâmetro do coleto (mm/ano)
CL1- 2,72-8,59	235,227	96,66	16,26
CL2- 8,60-14,36	376,044	108,19	22,00
CL3- 14,37-20,34	480,810	118,00	21,55

4. DISCUSSÃO

A sobrevivência das mudas de angico-vermelho nos experimentos 1 e 2 foi de 96,30% e 92,59%, respectivamente, e pode ser considerada satisfatória e dentro dos limites aceitáveis em plantios de restauração. Estudos de reflorestamento e comportamento de espécies lenhosas relatam a sobrevivência de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb). Altschul variando de 100% a 75% no Cerrado (SAMPAIO e PINTO, 2007; MARTINOTTO et al., 2012). Na restauração de florestas tropicais e temperadas a perda de 30% das mudas é aceitável, considerando bom desempenho do plantio (BANNISTER et al., 2021). A mortalidade não pode ser atrelada à falta de qualidade geral das mudas visto que a sobrevivência é alta, indicando que das 108 mudas de angico-vermelho plantadas, apenas 6 morreram.

Nenhuma mortalidade foi detectada nas classes de mudas de maior altura (CL3- 63,5 a 79,7 cm), diâmetro do coleto (CL3- 7,70-9,44 mm) e relação H/D (CL3- 14,37-20,34). Pesquisas em plantios de *Pinus taeda* L., mostram que as plantas maiores tem maior porcentagem de sobrevivência do que as menores, em locais com pouco estresse ambiental (TUTLE et al., 1987; GROSSNICKLE, 2012). As mudas altas apresentam capacidade fotossintética maior do que as menores, em virtude da maior área foliar, produzindo maiores quantidades de brotações (THIFFAULT, 2004; GROSSNICKLE, 2005).

O diâmetro do coleto pode ser considerado como a medida mais útil relacionada a qualidade de mudas, pois está diretamente relacionado com a robustez e uma série de atributos importantes para sobrevivência e crescimento das plantas (JOHNSON & CLINE, 1991). Pesquisas mostram que mudas com maior diâmetro do coleto, como as da CL3 (7,70-9,44 mm) deste estudo, sobrevivem mais do que as menores, em virtude do caule estar ligado ao desenvolvimento radicular e resistência a seca (MORRISSEY et al., 2010).

A relação altura/diâmetro entre 5 a 7,5 é considerada como desejável para qualidade (MEXAL e LANDIS, 1990). Nesta faixa, as mudas estão com propriedades desejáveis de brotações e equilíbrio morfológico. Valores entre 5,4 a 8,1 são considerados também como adequados (CARNEIRO, 1995). Dez é o valor limite de H/D, para que as plantas não sofram estiolamentos e tombamentos, podendo resultar em mortalidade ou deformações das plantas pós plantio (JOSÉ et al., 2005).

Porém, nas avaliações de qualidade todas as mudas de angico-vermelho com razão altura/diâmetro entre 14,37 a 20,34 sobreviveram aos 12 meses, pós-plantio.

As mudas de angico-vermelho foram plantadas em um único local sob as mesmas influências edafoclimáticas, que pode ter contribuído para o crescimento semelhante obtido nas análises de crescimento, independente dos critérios de seleção de altura, diâmetro e relação H/D. As condições de sítio como umidade, temperatura, precipitação e solo, bem como tratamentos silviculturais influenciam no crescimento inicial das mudas no campo (FIGUEIREDO et al., 2011 e GROSSNICKLE, 2012).

Estudos relacionados ao crescimento de clones de eucalipto pós plantio em diferentes sítios, mostram que no 12º mês não há diferença de crescimento para a maioria dos indivíduos plantados com 10 a 40 cm de altura no mesmo local (FIGUEIREDO et al., 2011). Pesquisas com *Schinus terebinthifolius*, espécie nativa da Mata Atlântica, também demonstraram que após 250 dias de plantio, as mudas possuíam crescimento semelhante em altura (cm) e diâmetro (mm) e, conseqüentemente, em volume (cm³), em uma área degradada pela mineração (JOSÉ et al., 2005).

O espaçamento é outro fator importante que pode ter influenciado o crescimento semelhante dos angicos-vermelhos aos 12 meses. Pesquisas em plantios mistos para reflorestamento, mostram que *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* em espaçamento 2x2 m, cresce de forma semelhante independente da classe de altura aos 22 meses (NASCIMENTO, et al., 2012). A distância entre plantas, favorece a otimização de recursos e taxas de crescimento com pouca ou nenhuma influência por competição, com preferência por espaçamentos amplos. Demais espécies tem o mesmo comportamento como *Cordia* sp e *Dalbergia nigra* (FONSECA et al., 1990; NASCIMENTO, et al., 2012).

As práticas silviculturais no viveiro e no plantio tem forte influência no crescimento das mudas, pois logo que plantadas devem-se adaptar ao ecossistema florestal, evitando estresse hídrico (GROSSNICKLE, 2012). Exposição e enovelamento de raízes reduzem a absorção de água e nutrientes do solo e, conseqüentemente, o crescimento das mudas no viveiro e no campo (MONTAGNOLI et al., 2019). Assim, antes do plantio, o corte do fundo das sacolas plásticas das mudas de angico-vermelho pode ter favorecido o crescimento de raízes finas (diâmetro < 2 mm), responsáveis pela absorção de água e nutrientes,

desempenhando papel fundamental no estabelecimento e crescimento após o plantio (MONTAGNOLI et al., 2018).

A disponibilidade hídrica do solo em conjunto com demais fatores como temperatura e umidade relativa do ar podem afetar o crescimento das plantas, pois estes elementos regulam a abertura e fechamento dos estômatos e consequentemente a fotossíntese, podendo reduzir em condições de estresse, a produção da biomassa seca (LARCHER, 2004). Porém, os plantios do Programa Carbono Zero foram realizados em época chuvosa (dezembro de 2019), o que pode reduzir a necessidade de irrigar as mudas na fase de implantação. A deficiência hídrica poderia comprometer o crescimento das mudas, visto que o sistema radicular das plantas ainda é pouco desenvolvido (FELIPPE et al., 2020).

Pesquisas sobre o crescimento de mudas de angico-branco em diferentes substratos no viveiro mostram que a relação H/D para esta espécie não interfere nas variáveis do seu crescimento (SANTOS et al., 2020) e esse comportamento pode se estender às mudas de angico-vermelho no campo, conforme verificado nos resultados deste estudo. Dados sobre a relação entre espécies florestais nativas, suas características e o comportamento em relação aos fatores ambientais podem ser um fator crítico na escolha da espécie e sua expedição para campo (PACHECO et al., 2013; VALADÃO et al., 2014; PINTO et al., 2016).

A relação H/D é mediada principalmente pelas condições de luminosidade no campo, pois a pleno sol as mudas aumentam o crescimento em diâmetro e, consequentemente, reduzem a relação altura/diâmetro (CÉSAR et al., 2014). Estudos com *Cedrela fissilis*, *Inga vera*, *Ocotea puberula*, *Sebastiania commersoniana* e *Vitex megapotamica* em diferentes níveis de sombreamento, mostram que a pleno sol H/D destas espécies reduziu (GARETT et al., 2020). A luminosidade é um fator chave para o crescimento inicial de uma planta, pois é uma fonte primária de energia que será convertida por receptores específicos adaptados a diferentes intensidades de luz na fotossíntese (ATROCH et al., 2001). Além do mais, é um fator seletivo para a composição de uma comunidade vegetal (SILVA et al., 2010). As plantas tem a capacidade de se adaptar as diferentes condições de luminosidade com alterações no crescimento, principalmente na área foliar, altura, comprimento do entrenó e reduções nas ramificações como forma de adaptação ao ambiente (TAIZ e ZEIGER, 2006; ALBUQUERQUE et al., 2015).

5. CONCLUSÃO

A sobrevivência inicial das mudas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* é afetada pelas classes de altura, diâmetro do coleto e relação H/D, com maior mortalidade nas classes menores (CL1 e CL2) em comparação à maior classe (CL3).

O crescimento de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* no campo, aos 12 meses pós plantio, não é influenciado pela variação da altura (cm), diâmetro do coleto (mm) e relação H/D das mudas plantadas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, T. C. S.; EVANGELISTA, T. C.; ALBUQUERQUE NETO A. A. R. Níveis de sombreamento no crescimento de mudas de castanheira do Brasil. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 4, p. 440-445, 2015.
- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link. submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 2, p. 853-862, 2001.
- BANNISTER, J. R.; ACEVEDO, M.; TRAVIESO, G.; GALINDO, N. The influence of microsite conditions on early performance of planted *Nothofagus nitida* seedlings when restoring degraded coastal temperate rain forests. **Forest Ecology and Management**, v. 484, p. 118957, 2021.
- BANNISTER, J. R.; GAETE, R. V.; OVALLE, J. F.; ACEVEDO, M.; RAMIREZ, A. F.; DANOSO, P. J.; PROMIS, A.; RAMÍREZ, C. S. Major bottlenecks for the restoration of natural forests in Chile. **Restoration Ecology**, v.26, n.6, p.1039–1044, 2018.
- BINOTTO, A. F.; LÚCIO, A. D. C.; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. **Cerne**, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de mudas florestais**. Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná, 1995.451p.
- CÉSAR, F. R. C. F.; MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S.; BONFIM, J. A. Crescimento inicial e qualidade de mudas de *Pterogyne nitens* Tull. conduzidas sob diferentes níveis de restrição luminosa artificial. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 357-366, 2014.
- FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; AGUIAR, N. S. D.; PEREIRA, M. D. O.; MORAES, C.; AMARAL, M. Crescimento, sobrevivência e troca gasosa de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden submetidas a regimes de irrigação e aplicação de hidrogel. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, v. 17, n. 40, p.11-20, 2020.
- FERREIRA JÚNIOR, W. G.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SILVA, A. D. Uma visão pedogeomorfológica sobre as formações florestais da Mata Atlântica. **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. Viçosa, Editora UFV, 141-174, 2012.
- FIGUEIREDO, F. A. M. M. D. A.; CARNEIRO, J. G. D. A.; PENCHEL, R. M.; BARROSO, D. G.; DAHER, R. F. Efeito das variações bionétricas de mudas clonais de eucalipto sobre o crescimento de campo. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 1-11, 2011.

FONSECA, C. E. L.; BUENO, D. M.; SPERÂNDIO, J. P. Comportamento do Jacarandá-da-baía aos cinco anos de idade, em quatro diferentes espaçamentos em Manaus, AM. **Revista Árvore**, v. 14, n. 2, p. 78-84, 1990.

GARETT, A. T. D. A.; PERES, F. S. B.; INOUE, M. T.; GARCIA, F. A. D. O. Adaptation of Cedro-vermelha, Tarumã-Azeitona, Ingá-Doce, Branquilha-Bravo and Ocotea-Guaicá Seedlings to Shading Levels. **Floresta e Ambiente**, v. 27, n. 3, e20170059, 2020.

GASPARIN, E.; AVILA, A. L. D.; ARAUJO, M. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DORNELES, D. U.; FOLTZ, D. R. B. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade de mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 553-563, 2014.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GROSSNICKLE, S. C. Importance of root growth in overcoming planting stress. **New Forests**, v. 30, n. 2, p.273-294, 2005.

GROSSNICKLE, S. C. Why seedlings survive: influence of plants attributes. **New Forests**, v. 43, n. 5-6, p. 711-738, 2012.

GROSSNICKLE, S. C.; MACDONALD, J. E. Why seedlings grow: influence of plant attributes. **New Forests**, v. 49, n. 1, p. 1-34, 2018.

IPEF-INSTITUTO DE PROGRAMAS DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Programa cooperativo silvicultura de nativas**. Piracicaba: IPEF; 2011.

JACKSON, R. B.; JOBBÁGY, E. G.; AVISSAR, R.; ROY, S. B.; BARRET, B. J.; COOK, C. W.; FARLEY, K. A, LE MAITRE, C. D.; MCCARL, A. D.; MURRAY, B. C. Trading water for carbono with biological carbon sequestration. **Science**, v. 310, n. 5756, p. 1944-1947, 2005.

JOHNSON, J.D.; CLINE, P.M. Seedling quality of Southern pines. In: DURYEY, M.L.; DOUGUERTY, P.M. (Eds.). **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 141-162.

JOSÉ, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L.de. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebenthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, v. 11, n.2, p. 187-196, 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531p.

MARTINOTTO, F.; MARTINOTTO, C.; COELHO, M. D. F. B.; AZEVEDO, R. A. B.; ALBUQUERQUE, M. C. D. F. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 22-29, 2012.

MARTINS, L.; CAVARRO, R. Manual Técnica da Vegetação Brasileira. Sistema fitogeográfico. Inventário das formações florestais e campestres. Técnicas e manejo 23 de coleções botânicas. Procedimentos para mapeamentos. **IBGE**. Rio de Janeiro, 156-166, 2012

MELO, E. A. S. C. D.; GONÇALVES, J. L. D. M.; ROCHA, J. H. T.; HAKAMADA, R. E.; BAZANI, J. H.; WENZEL, A. V. A.; JR, J. C. A; BORGES, J. S.; MALHEIROS, R.; LEMOS, C. C. Z.; FERREIRA, E. V. O.; FERRAZ, A. V. Responses of clonal eucalypt plantations to N, P and K fertilizer application in diferente edaphoclimatic conditions. **Forests**, v. 7, n. 1, p. 2, 2016.

MELO, L. A. D.; ABREU, A. H. M. D.; LELES, P. S. D. S.; OLIVEIRA, R. R. D.; SILVA, D. T. D. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. Produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 47-55, 2018.

MEXAL, J. G.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: **Proceedings, western Forest nursery association**. p. 13-17, 1990.

MONTAGNOLI, A.; DUMROESE, R. K.; TERZAGHI, M.; ONELLI, E.; SCIPPA, G. S.; CHIATANTE, D. Seasonality of fine root dynamics and activity of root and shoot vascular cambium in a *Quercus ilex* L. forest (Italy). **Forest Ecology and Management**, v. 431, n. 1, p. 26-34, 2019.

MONTAGNOLI, A.; DUMROESE, R. K.; TERZAGHI, M.; PINTO, J. R.; FULGARO, N.; SCIPPA, G.S.; CHIATANTE, D. Tree seedling response to LED spectra: implications for forest restoracion. **Plant Biosystems-an International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology**, v. 152, n. 3, p. 515-523, 2018.

MORRISSEY, R. C.; JACOBS, D. F.; DAVIS, A. S.; RATHFON, R. A. Survival and competitiveness of *Quercus rubra* regeneration associated with planting stocktype and Harvest opening intensity. **New Forests**, v. 40, n. 3, p. 273-287, 2010.

NASCIMENTO, D. F. D.; LELES, P. S. D. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. D.; MOREIRA, R. T. S.; ALONSO, J. M. Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 159,-165, 2012.

PACHECO, F. V.; PEREIRA, C. R.; SILVA, R. L. D.; ALVARENGA, I. C. A. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A. St-Hil (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 945-953, 2013.

PINTO, J. R. D. S.; DOMBROSKI, J. L. D.; SANTOS JUNIOR, J. H. D, SOUZA, G. O. D.; FREITAS, R. Growth of *Mimosa caesalpinifolia* Benth., under shade in the northeast semi-arid region of Brazil. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 384-392, 2016.

PUTTONEN, P. Looking for the “silver” bullet-can one test do it all?. **New Forests**, v. 13, n. 1, p. 9-27, 1997.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais- 5ª Aproximação**, Viçosa, 359p., 1999.

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D. **The container tree nursery manual**. RNGR. 2008. Disponível em: <http://rngr.net/publications/ctnm/> . Acessado em: 26/01/2021.

SAMPAIO, J.C.; PINTO, J.R.R. Critérios para avaliação do desempenho de espécies nativas lenhosas em plantios de restauração no Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 1, p. 270-272, 2007.

SANTOS, E. D. O.; ARAUCO, A. M. D. S.; DIAS, B. D. O.; ARAÚJO, E. F.; BOECHAT, C. L.; PORTO, D. L. Use of alternative organic compounds in the initial growth and quality of *Anadenanthera colubrina* (Vell. Brenan.) seedlings. **Madera y bosques**, v. 26, n.1, e2611753, 2020.

SILVA, A.P.M.; SCHWEIZER, D.; MARQUES, H.R.; TEIXEIRA, A.M.C.; DOS SANTOS, T.V.M.N.; SAMBUICHI, R.H.R.; BADARI, C.G.; GAURARE, U.; BRANCALION, P.H.S. Can current native tree seedling production and infrastructure meet and increasing forest restoration demand in Brazil?. **Restoration Ecology**, v. 25, n. 4, p. 509–515, 2017.

SILVA, R. R.; FREITAS, G. A.; MELO, A. V.; PIETRALONGA, A. G.; AGUIAR, R. W. S.; PELUZIO, J. M.; NASCIMENTO, I. R. Potencial de desenvolvimento inicial da *Aspidosperma polyneuron* Müll em projetos de recuperação de área degradada na região sudeste da Amazônia Legal. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v. 3, n. 1, p. 79-85, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, Artmed, Porto Alegre, 2006.

THIFFAULT, N. Stock type in intensive silviculture: A (short) discussion about roots and size. **The Forestry Chronicle**, v. 80, n. 4, p. 463-468., 2004.

THOMPSON, B. E. Seedling morphological evaluation-what you can tell by looking. In: DURYEA, M. L. **Evaluating seedling quality**: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Corvallis: Oregon State University; Forest Research Laboratory, p.59-71, 1985.

TUTTLE, C. L.; SOUTH, D. B.; GOLDEN, M. S.; MELDAHL, R. S. Relationship between initial seedling and survival and growth of loblolly pine seedlings planted during a droughty year. **Southern Journal of Applied Forestry**, v. 11, n. 3, p. 139-143, 1987.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA- UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação climatológica Principal de Viçosa. **Boletim Meteorológico**, 2020.

VALADÃO, M. B. X.; MARIMON JUNIOR, B. H.; MORANDI, P. S.; REIS, S. M.; OLIVEIRA, E. A.; MARIMON, B. S. Initial development and biomass partitioning of *Physocalymma scaberrimum* Pohl (Lythraceae) under diferente shading levels. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 101, p. 129-139, 2014.

ANEXO I

Tabela 1 – Análise química do solo na área de estudo

Amostra	pH H ₂ O	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca ²⁺ cmolc/dm ³	Mg ²⁺ cmolc/dm ³	Al ³⁺ cmolc/dm ³	H+Al cmolc/dm ³	SB cmolc/dm ³	t cmolc/dm ³	T cmolc/dm ³	V %	m %
0-20 cm	4,41	1,3	63	0,77	0,18	1,36	9,6	1,11	2,47	10,71	10,4	55,1
20-40 cm	4,42	0,9	52	0,58	0,15	1,45	9,7	0,86	2,31	10,56	8,1	62,8

pH em água, Relação 1:2,5 P - K - Extrator Mehlich-1 Ca²⁺ - Mg²⁺ - Al³⁺ - Extrator: KCl - 1 mol/L H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0 SB = Soma de Bases Trocáveis; t - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva T - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0 V= Índice de Saturação por Bases m= Índice de Saturação por Alumínio.

ARTIGO 2

Influência da altura de mudas de espécies florestais nativas no crescimento inicial em plantios de restauração e de neutralização de carbono

RESUMO

Os parâmetros baseados na morfologia da planta são os mais utilizados em viveiro, para determinação do padrão da qualidade das mudas florestais. Porém, é necessária uma melhor definição dos atributos morfológicos para responder às exigências do campo e, para isto, o monitoramento do plantio ao longo dos anos é fundamental. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da altura de mudas no crescimento inicial em plantios de restauração e neutralização de carbono aos 24 meses de idade. Para isto, 918 mudas de espécies florestais nativas de cinco plantios de neutralização do Programa Carbono Zero foram avaliadas. As mudas foram distribuídas em 5 classes de altura: CL1 (30 a 45,86); CL2 (45,87 a 61,73); CL3 (61,74 a 77,60); CL4 (77, 61 a 93,47); CL5 (93,48 a 109,34). A altura (cm) e o diâmetro do coleto (mm) dos indivíduos foram mensurados no momento do plantio, aos 12 e 24 meses pós plantio. As medições foram feitas para possibilitar o cálculo do volume da muda ($V_1 - \text{cm}^3$) logo após o plantio, aos 12 ($V_2 - \text{cm}^3$) e 24 meses ($V_3 - \text{cm}^3$) assumindo a forma de um cone. O incremento em altura (ICH-cm) e em diâmetro do coleto (ICD-mm) aos 12 e 24 meses também foi calculado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em delineamento inteiramente casualizado (DIC) adotando-se alfa a 1%. O teste de média de Fisher LSD foi realizado quando a hipótese de nulidade foi rejeitada. O incremento em diâmetro do coleto (mm) e em volume (cm^3) aos 12 e 24 meses dos plantios, apresentaram diferença em função da classe inicial de altura da muda. O incremento em altura (cm) apresenta diferença estatística apenas aos 24 meses para os plantios. As mudas da maior classe de altura (CL1- 93,48 a 109,34 cm), cresceram melhor no campo, nos dois anos de avaliação. Todas as plantas das classes menores (CL1, CL2 e CL3) cresceram de forma semelhante para as variáveis biométricas analisadas com diâmetro, altura e volume aos 12 meses. Mas, aos 24 meses ocorre diferenciação entre as menores classes com maior crescimento em altura da CL1, em relação ao diâmetro e volume da CL2 e CL3. Conclui-se que as

mudas maiores em altura (93,48 a 109,34 cm) possuem maior desenvolvimento em plantios de restauração florestal e neutralização de carbono.

Palavras-chave: Atributo morfológico. Qualidade de mudas. Reflorestamento. Viveiro.

ARTICLE 2

Influence of seedling height of native forest species on initial growth in restoration and carbon neutralization plantings

ABSTRACT

Parameters based on plant morphology are the most commonly used in nurseries to determine the quality standard of forest seedlings. However, a better definition of the morphological attributes is necessary to respond to the demands of the field and, for this, the monitoring of the planting over the years is fundamental. Thus, the objective of this work was to evaluate the influence of seedling height on initial growth in restoration and carbon neutralization plantings at 24 months of age. For this, 918 seedlings of native forest species from five neutralization plantations of the Zero Carbon Program were evaluated. The seedlings were distributed into 5 height classes: CL1 (30 to 45.86); CL2 (45.87 to 61.73); CL3 (61.74 to 77.60); CL4 (77, 61 to 93.47); CL5 (93.48 to 109.34). The height (cm) and collar diameter (mm) of the individuals were measured at the time of planting, at 12 and 24 months after planting. Measurements were made to allow calculation of seedling volume (V_1 - cm^3) soon after planting, at 12 (V_2 - cm^3) and 24 months (V_3 - cm^3) assuming the shape of a cone. The increment in height (ICH-cm) and neck diameter (ICD-mm) at 12 and 24 months was also calculated. Data were submitted to analysis of variance (ANOVA) in a Completely Randomized Design (CID) adopting alpha at 1%. Fisher's LSD mean test was performed when the null hypothesis was rejected. The increment in collar diameter (mm) and volume (cm^3) at 12 and 24 months of planting showed differences according to the initial height class of the seedling. The height increment (cm) showed statistical difference only at 24 months for both plantations. Seedlings in the highest height class (CL1- 93.48 to 109.34 cm) grew best in the field in both years of evaluation. All plants of the smaller classes (CL1, CL2 and CL3) grew similarly for the biometric variables analyzed with diameter, height and volume at 12 months. But, at 24 months differentiation occurs between the smaller classes with greater growth in height of CL1, in relation to the diameter and volume of CL2 and CL3. It is concluded that the seedlings larger in height (93.48 to 109.34 cm) have greater development in forest restoration and carbon neutralization plantings.

Keywords: Morphological attribute. Seedling quality. Reforestation. Nursery.

1. INTRODUÇÃO

A restauração florestal é um compromisso global com diversos objetivos que vão além da recuperação da biodiversidade, como a mitigação das mudanças climáticas com a absorção de carbono pelos ecossistemas restaurados (SILVA et al., 2017). A redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE's) provenientes do desmatamento e degradação de áreas nos países em desenvolvimento com a restauração florestal e neutralização de carbono são estratégias importantes, para mitigar as alterações climáticas (BUSTAMANTE et al., 2019)

O Brasil tem implementado ações e programas para incentivar a recuperação de áreas degradadas, como o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG). Este programa tem como um dos objetivos, fomentar a restauração de áreas de preservação permanente e reserva legal, que possuem o passivo ambiental de 21 milhões de hectares visando como um dos benefícios a mitigação e adaptação aos efeitos da mudança do clima, através do plantio de árvores nestas áreas (MMA, 2017).

O Programa Floresta + é outra ação governamental do Brasil, com o intuito de investir quinhentos milhões de reais em atividades de restauração e recuperação de áreas de vegetação nativa, visando a redução das emissões provenientes do desmatamento e degradação florestal, e com isso aumento do estoque e geração de créditos de carbono (MMA, 2020).

Neste cenário, a produção de mudas de espécies florestais nativas é fundamental para a recuperação de áreas degradadas e reflorestamentos devido às degradações antrópicas sobre as florestas brasileiras (PACHECO et al., 2013; SANTOS et al., 2020). A implementação de programas de restauração, como Floresta + e o PLANAVEG, exigirá um número elevado de mudas de espécies florestais nativas e, portanto, a capacidade de produção e qualidade da cadeia de fornecimento de mudas precisa ser melhor avaliada (SILVA et al., 2017).

A demanda por mudas de espécies florestais nativas com qualidade tem aumentado, visto que as chances de sucesso no plantio são maiores com mudas que possuem características desejáveis (MELO et al., 2016). As plantas com atributos morfológicos que se enquadram em uma faixa de valores apropriados podem superar melhor um possível estresse hídrico no plantio, bem como se

estabelecer mais facilmente no ecossistema no qual foi plantada (GROSSNICKLE e MACDONALD, 2018).

Os atributos morfológicos são as medidas mais confiáveis e comuns para mensurar a qualidade das mudas e seu posterior desempenho no campo (PINTO, 2011). No final dos anos 90, mais de 30 testes estavam disponíveis para avaliações qualitativas, abrangendo morfologia, fisiologia e bioquímica molecular de plantas (MOHAMMED, 1997). Porém, este número vem se limitando aos atributos como altura, diâmetro do caule que são rápidos, simples, baratos, confiáveis, não destrutivos e operacionais (MOHAMMED, 1997; HASSE, 2008; RITCHIE et al., 2010).

Os parâmetros baseados na morfologia da planta são os mais utilizados em viveiro, para determinação do padrão da qualidade das mudas, por ser de fácil compreensão pelos viveiristas (GOMES et al., 2002). Porém é necessária uma melhor definição dos atributos morfológicos para responder as exigências do campo e a padronização dos mesmos por protocolos, para expedição de mudas aptas para o plantio (GOMES et al., 2002; GROSSNICKLE, 2012; DUMROESE et al., 2016).

A falta de conhecimento sobre comportamento e crescimento de espécies florestais nativas é outro fator que dificulta a classificação e produção das mudas com qualidade, pois as informações silviculturais ainda são escassas (IPEF, 2011; GARRETT et al., 2020). Por isso, o monitoramento dos plantios aos longos dos anos, em especial nos primeiros, é fundamental para a definição dos parâmetros de qualidade a serem utilizados como controle nas avaliações qualitativas das mudas e expedição de indivíduos com características adequadas para o plantio no campo (BIRCHLER et al., 1998; GASPARIN et al., 2014) como de restauração e neutralização de carbono.

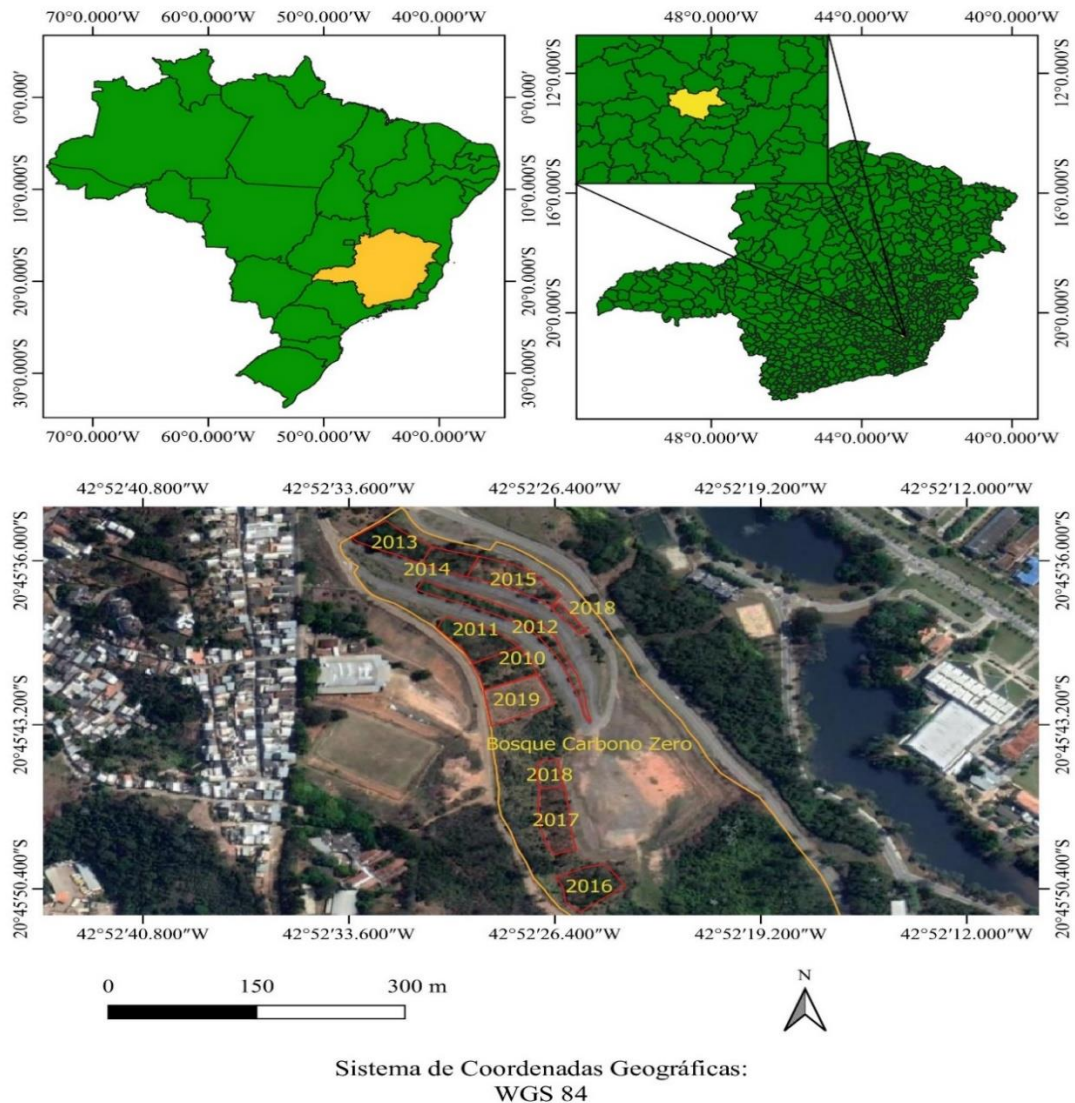
Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da altura de mudas como parâmetro de qualidade sobre o crescimento das mesmas em plantios de restauração e de neutralização de carbono.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização das áreas de estudo

Os locais contemplados por esta pesquisa são os plantios florestais referentes aos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018 do Programa Carbono Zero que estão localizados no Espaço Aberto de Eventos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil (Figura 1).

Figura 1 – Localização dos plantios 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018 no Bosque Carbono Zero, dentro do Espaço Aberto de Eventos da UFV

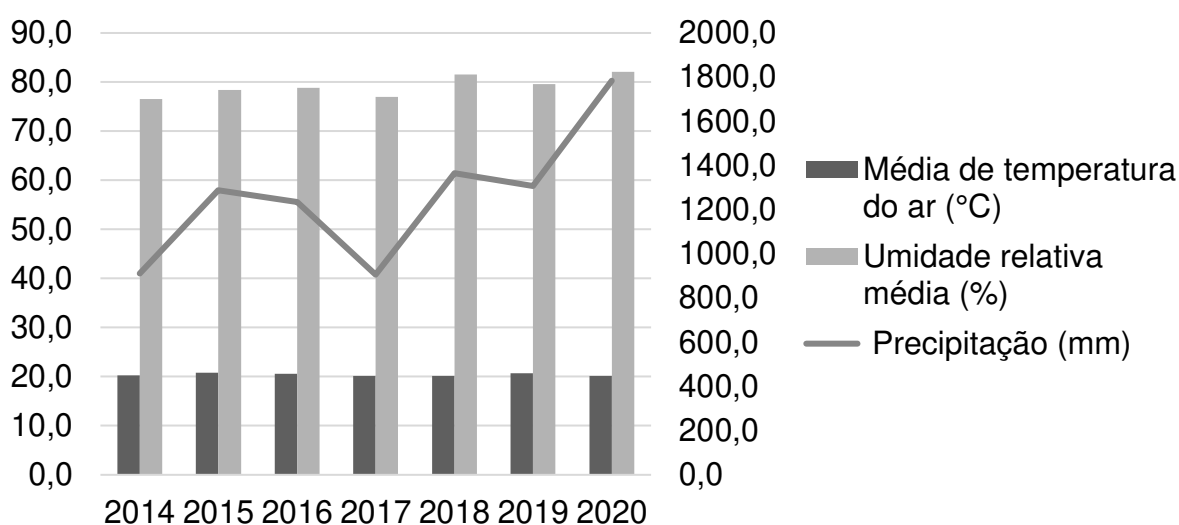


Autor: Klisman Oliveira.

A altitude média é 708m, na Floresta Estacional Semidecidual Montana do bioma Mata Atlântica (MARTINS E CAVARRO, 2012).

A região com invernos frios e secos e verões quentes e chuvosos, tem clima caracterizado como do tipo Cwa (Köppen). A temperatura média, umidade relativa do ar e pluviosidade média nos anos de avaliação para cada plantio foi de 20,4 °C, 79,1% e 1.256 mm, respectivamente. (UFV,2020).

Figura 2 – Dados meteorológicos com temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação (mm), durante o período de avaliação dos plantios desta pesquisa



O gradiente topográfico é caracterizado por topos planos. Já os solos são ácidos com Latossolos distróficos ricos em alumínio e Cambissolos eutróficos com abundância de nutrientes (FERREIRA JUNIOR, et al., 2012). Análises químicas dos solos, específicas das subáreas de plantio que contemplam esta pesquisa, foram feitas pelo laboratório de solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e interpretadas de acordo com a 5ª aproximação de recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999) (Anexo I).

2.2 Áreas experimentais da pesquisa

Os plantios florestais 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018, escopo deste estudo, ocorreram em dezembro dos seus respectivos anos e juntos totalizam 2.639 mudas, plantadas em espaçamento 2x2 m. (Tabela 1).

Tabela 1 – Número inicial de mudas e espécies nos plantios 2014 a 2018 do Programa Carbono Zero

Plantio	Número de mudas	Número de espécies
2014	666	36
2015	450	30
2016	611	24
2017	540	15
2018	372	10
Total	2.639	

O preparo das áreas dos experimentos foi feito com roçadas, para limpar a braquiária (*Urochla decumbens* (Stapf) R.D Webster) e reduzir a competição com as mudas que seriam plantadas posteriormente. Também se aplicou o glifosato (Roundup Original, 36% m/v; Monsanto do Brasil Ltda, Brasil), para combate da vegetação concorrente. O coveamento foi feito após a limpeza das áreas com covas abertas nas dimensões 0,3x0,3x0,3 m com enxadões e motocoveadora, que foram adubadas com 300g de superfosfato simples (18% de P₂O₅) aplicado no fundo da cova, 30 dias antes do plantio.

A calagem foi realizada no plantio 2016 com diferentes doses, com finalidades experimentais. Nos demais plantios para correção da acidez do solo com média de 50g/cova de calcário dolomítico com PRNT de 76 % feita 60 dias antes do plantio. Em geral, três adubações de cobertura com 100g/planta de NPK 20-05-20 foram feitas com 1-2, 12-13 e 24-25 meses pós-plantio.

O monitoramento e manutenção da área foram feitos regularmente com o controle das formigas cortadeiras com iscas formicidas (AttaMex-s, 0,3% m/m sulfluramida; Unibrás Agroquímica Ltda, Brasil) e manejo de plantas daninhas com glifosato (Roundup Original, 36% m/v; Monsanto do Brasil Ltda, Brasil).

2.3 Seleção e classificação das mudas

As espécies envolvidas nos plantios 2014 a 2018 foram analisadas em conjunto e aquelas com número maior ou igual a 5 indivíduos com no mínimo 30 cm de altura e produzidas com semeadura direta em sacolas plásticas com volume

18x12 cm, foram selecionadas para avaliação da qualidade. No total, selecionou-se 918 mudas distribuídas em 32 espécies, classificadas pelo grupo ecológico (Tabela 2).

Tabela 2 – Espécies classificadas pelo grupo ecológico (G.E) em pioneiras (P) e não pioneiras (NP) e seus respectivos números de indivíduos

Espécie	G. E	Número de indivíduos	Referência da classificação do G. E
<i>Albizia hasslerii</i> (Chodat) Burkart	P	16	BARBOSA et al., 2015
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb). Altschul	P	49	MIRELLA et al., 2017
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	N	5	BARBOSA et al., 2015
<i>Bixa orellana</i> L.	P	14	PINHEIRO et al., 2020
<i>Bombacopsis glabra</i> (Pasq.) A. Robyns.	P	45	SCALON et al., 2003
<i>Cassia grandis</i> L.	P	16	BARBOSA et al., 2015
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	N	16	BARBOSA et al., 2015
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Bentham	N	14	BARBOSA et al., 2015
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	P	43	BARBOSA et al., 2015

Continuação. Tabela 2

Espécie	G. E	Número de indivíduos	Referência da classificação do G. E
<i>Chloroleucon tortum</i> (Mart.) Pittier	P	13	BARBOSA et al., 2015
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	NP	13	BARBOSA et al., 2015
<i>Cybistax</i> <i>antisyphilitica</i> (Mart.) Mart	NP	38	BARBOSA et al., 2015
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	P	35	BARBOSA et al., 2015
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	NP	15	BARBOSA et al., 2015
<i>Enterolobium</i> <i>contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	P	21	BARBOSA et al., 2015
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	NP	22	BARBOSA et al., 2015
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	NP	11	BARBOSA et al., 2015
<i>Goniorrhachis</i> <i>marginata</i> Taub.	NP	16	PRENNER & CARDOSO, 2017
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	NP	34	BARBOSA et al., 2015
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	NP	76	BARBOSA et al., 2015
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	NP	12	BERNARDES et al., 2020

Continuação. Tabela 2

Espécie	G. E	Número de indivíduos	Referência da classificação do G. E
<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>leiostachya</i> (Mart.)	NP	5	BARBOSA et al., 2015
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	NP	11	BARBOSA et al., 2015
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	NP	44	BARBOSA et al., 2015
<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert	P	62	BARBOSA et al., 2015
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr	P	45	BARBOSA et al., 2015
<i>Plathymenia foliosa</i> Benth.	NP	16	LORENZI, 2002
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	NP	23	BARBOSA et al., 2015
<i>Sapindus saponaria</i> L.	NP	9	BARBOSA et al., 2015
<i>Schinus molle</i> L.	P	95	CARVALHO, 1994
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	P	45	BARBOSA et al., 2015
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bur.	NP	39	CARVALHO, 2005

A altura foi utilizada como parâmetro de qualidade para classificar as mudas, visto que é um atributo morfológico para predizer o crescimento no campo (RITCHIE e LANDIS, 2008). A diferença entre o maior e menor valor de altura

respectivamente, 109,3 cm e 30 cm foram distribuídos em 5 classes com amplitude de 15,86 cm (Tabela 3).

Tabela 3 – Distribuição do número de plantas em cada classe de altura (cm)

Classes de altura (cm)	Número de plantas
CL1 – 30 a 45,86 cm	329
CL2 – 45,87 a 61,73 cm	251
CL3 – 61,74 a 77,60 cm	152
CL4 – 77,61 a 93,47 cm	136
CL5 – 93,48 a 109,34 cm	50

A distribuição dos grupos ecológicos (P- pioneira; NP-Não pioneira) foi realizada a nível de indivíduo por classe de altura (Tabela 4) e a nível de espécie por classe e grupo ecológico (Tabela 5, 6, 7, 8 e 9).

Tabela 4 – Número de indivíduos não pioneiros (NP) e pioneiros (P) por classe de altura (cm)

Classes de altura (cm)	NP	P
CL1 – 30 a 45,86 cm	178	151
CL2 – 45,87 a 61,73 cm	112	139
CL3 – 61,74 a 77,60 cm	69	83
CL4 – 77,61 a 93,47 cm	41	95
CL5 – 93,48 a 109,34 cm	19	31

Tabela 5 – Número de indivíduos por espécie e seus respectivos grupos ecológicos (G.E), NP- não pioneiro, P- pioneiro da CL1 (30 a 45, 86 cm) de altura

CL1 (30 a 45,86 cm)		
G.E	Espécies	Número de indivíduos
NP	<i>A. leiocarpa</i>	5
	<i>C. fissilis</i>	5
	<i>C. tomentosum</i>	8
	<i>C. speciosa</i>	3
	<i>D. mollis</i>	14
	<i>G. gardneriana</i>	11
	<i>G. marginata</i>	11
	<i>H. courbaril</i>	30

Continuação. Tabela 5

CL1 (30 a 45,86 cm)		
G.E	Espécies	Número de indivíduos
NP	<i>J. princeps</i>	21
	<i>L. ferrea var. leiostachya</i>	5
	<i>M. nyctitans</i>	11
	<i>M. urundeuva</i>	9
	<i>P. foliosa</i>	16
	<i>P. cattleianum</i>	11
	<i>S. saponaria</i>	9
	<i>Z. tuberculosa</i>	9
	<i>A. colubrina var. cebil</i>	25
	<i>B. glabra</i>	2
P	<i>C. grandis</i>	11
	<i>C. myrianthum</i>	5
	<i>D. nigra</i>	23
	<i>E. contortisiliquum</i>	13
	<i>P. dubium</i>	37
	<i>P. gonoacantha</i>	29
	<i>S. molle</i>	3
	<i>S. parahyba</i>	3

Tabela 6 – Número de indivíduos por espécie e seus respectivos grupos ecológicos (G.E), NP- não pioneiro, P- pioneiro da CL2 (45,87 a 61,73) cm de altura

CL2 (45, 87 a 61,73 cm)		
G.E	Espécies	Número de indivíduos
NP	<i>C. fissilis</i>	6
	<i>C. tomentosum</i>	6
	<i>C. antisyphilitica</i>	20
	<i>D. mollis</i>	1
	<i>G. integrifolia</i>	4
	<i>G. marginata</i>	4
	<i>H. courbaril</i>	4
	<i>J. princeps</i>	10
	<i>L. pisonis</i>	1
	<i>M. urundeuva</i>	26
	<i>P. cattleianum</i>	11
	<i>Z. tuberculosa</i>	19
	<i>A. colubrina var. cebil</i>	10
P	<i>B. orellana</i>	6
	<i>B. glabra</i>	3
	<i>C. grandis</i>	5
	<i>C. myrianthum</i>	23

Continuação. Tabela 6

CL2 (45, 87 a 61,73 cm)		
G.E	Espécies	Número de indivíduos
P	<i>D. nigra</i>	11
	<i>E. contortisiliquum</i>	4
	<i>P. dubium</i>	23
	<i>P. gonoacantha</i>	14
	<i>S. molle</i>	9
	<i>S. parahyba</i>	31

Tabela 7 – Número de indivíduos por espécie e seus respectivos grupos ecológicos (G.E), NP- não pioneiro, P- pioneiro da CL3 (61,74 a 77,60) cm de altura

CL3 – 61,74 a 77,60 cm		
G.E	Espécies	Número de indivíduos
NP	<i>C. fissilis</i>	5
	<i>C. speciosa</i>	5
	<i>C. antisiphilitica</i>	14
	<i>G. integrifolia</i>	5
	<i>G. marginata</i>	1
	<i>J. princeps</i>	12
	<i>L. pisonis</i>	6
	<i>M. urundeuva</i>	9
	<i>P. cattleianum</i>	1
	<i>Z. tuberculosa</i>	11
P	<i>A. hasslerii</i>	3
	<i>A. colubrina</i>	13
	<i>B. orellana</i>	7
	<i>B. glabra</i>	10
	<i>C. tortum</i>	6
	<i>C. myrianthum</i>	13
	<i>D. nigra</i>	1
	<i>E. contortisiliquum</i>	4
	<i>P. dubium</i>	2
	<i>P. gonoacantha</i>	2
<i>S. molle</i>	14	
<i>S. parahyba</i>	8	

Tabela 8 – Número de indivíduos por espécie e seus respectivos grupos ecológicos (G.E), NP- não pioneiro, P- pioneiro da CL4 (77,61 a 93,47) cm de altura

CL4 – 77,61 a 93,47 cm		
G.E	Espécies	Número de indivíduos
NP	<i>C. speciosa</i>	5

Continuação. Tabela 8

CL4 – 77,61 a 93,47 cm		
G.E	Espécies	Número de indivíduos
NP	<i>C. antisiphilitica</i>	4
	<i>G. integrifolia</i>	5
	<i>J. princeps</i>	22
	<i>L. pisonis</i>	5
P	<i>A. hasslerii</i>	10
	<i>A. colubrina var. cebil</i>	1
	<i>B. orellana</i>	1
	<i>B. glabra</i>	19
	<i>C. tortum</i>	6
	<i>C. myrianthum</i>	1
	<i>S. molle</i>	54
	<i>S. parahyba</i>	3

Tabela 9 – Número de indivíduos por espécie e seus respectivos grupos ecológicos (G.E), NP- não pioneiro, P- pioneiro da CL5 (93,48 a 109,34) cm de altura

CL5 – 93,48 a 109,34 cm		
G.E	Espécies	Número de indivíduos
NP	<i>G. integrifolia</i>	8
	<i>J. princeps</i>	11
	<i>A. hasslerii</i>	3
P	<i>B. glabra</i>	11
	<i>C. tortum</i>	1
	<i>C. myrianthum</i>	1
	<i>S. molle</i>	15

2.4 Análises estatísticas

A altura (cm) e o diâmetro do coleto (mm) dos indivíduos foram mensuradas no momento do plantio (H1, D1), aos 12 (H2, D2) e 24 meses pós plantio (H3, D3) (Tabela 10).

Tabela 10 – Períodos de avaliação da altura (cm) e diâmetro (mm) para cada plantio

Plantio	Período de avaliação
2014	2015 a 2016
2015	2016 a 2017
2016	2017 a 2018
2017	2018 a 2019

Continuação. Tabela 10

Plantio	Período de avaliação
2018	2019 a 2020

A altura (cm) e o diâmetro do coleto (mm) de cada muda foram mensurados com fita métrica e paquímetro, respectivamente, nas áreas experimentais. As medições foram realizadas para possibilitar o cálculo do volume da muda (V_1 - cm^3) logo após o plantio, aos 12 (V_2 - cm^3) e aos 24 meses (V_3 - cm^3) assumindo a forma de um cone com $V = \pi * r^2 * h / 3$, sendo, V , o volume (cm^3), r , o raio (cm) e h , altura da muda (cm).

O incremento em altura (ICH-cm) e em diâmetro do coleto (ICD-mm) aos 12 e 24 meses foram calculados em cada experimento com $ICH = H_2 - H_1$; $ICD = ICD_2 - ICD_1$, sendo H_2 (cm) e D_2 (mm), altura e diâmetro das mudas aos 12 ou 24 meses de plantio e H_1 e D_1 , altura (cm) e diâmetro (mm) no momento do plantio.

Os dados foram analisados em parcela única, com cada muda sendo uma repetição e submetidos à análise de variância (ANOVA) em delineamento inteiramente casualizado (DIC), adotando-se alfa a 1%. A hipótese de nulidade (H_0) foi aceita quando o P -valor \geq alfa (0,01), ou seja, os tratamentos tinham efeitos iguais e a alternativa (H_a) rejeitada quando P -valor $<$ alfa (0,01), ou seja, os tratamentos tinham efeitos diferentes. O teste de média de Fisher LSD foi realizado quando a hipótese de nulidade era rejeitada.

3. RESULTADOS

O incremento em diâmetro do coleto (mm) e em volume (cm³) aos 12 e 24 meses dos plantios, apresentaram diferenças em função da classe de altura das mudas, com a hipótese de nulidade rejeitada nos dois primeiros anos ($P < 1\%$). O incremento em altura (cm) apresenta diferença estatística apenas aos 24 meses após o plantio (Tabela 11).

Tabela 11 – Resultados de *p*-valor para incremento corrente em diâmetro do coleto (ICD), altura (ICH) e em volume (ICV) aos 12 e 24 meses

Meses	ICD (mm)	A/R H0	ICH (cm)	A/R H0	ICV (cm ³)	A/R H0
12	7,45e-21	R	0,061562	A	1,38e-33	R
24	8,75e-31	R	0,002355	R	4,94e-13	R

A= Aceita H0; R= Rejeita H0.

As mudas das classes de altura 4 (77,61 a 93,47 cm) e 5 (93,48 a 109,34 cm) tiveram crescimento maior em volume (cm³) e em diâmetro do coleto (mm), quando comparadas com as plantas de menor tamanho aos 12 meses pós-plantio. Porém, o incremento em altura (cm) entre as classes, não apresentou diferença estatística no primeiro ano de avaliação, com a hipótese de nulidade aceita. As mudas com tamanho entre 30 a 77,60 cm (CL1 a CL3) não apresentam crescimento diferenciado em diâmetro do coleto (mm), altura (mm) e em volume (cm³) aos 12 meses de plantio (Tabela 12).

Tabela 12 – Média de incremento em diâmetro do coleto (ICD1), altura (ICH1) e em volume (ICV1) para cada classe de altura das mudas aos 12 meses e aos 24 meses, (ICD2), (ICH2), e (ICV2)

Tratamentos Classes de altura (cm)	ICD1 (mm)	ICD2 (mm)	ICH1 (cm)	ICH2 (cm)	ICV1 (cm ³)	ICV2 (cm ³)
CL1-30-45,86	11,69a	26,06a	44,00	197,65a	132,780a	1315,491a
CL2-45,87-61,73	13,22a	40,89a	43,86	184,25ab	186,870a	2920,152b
CL3-61,74-77,60	13,91a	42,50b	35,07	153,63b	209,000a	2740,651b
CL4-77,61-93,47	20,44b	51,50c	44,31	162,35ab	430,990b	3650,284b

Continuação. Tabela 12

Tratamentos Classes de altura (cm)	ICD1 (mm)	ICD2 (mm)	ICH1 (cm)	ICH2 (cm)	ICV1 (cm ³)	ICV2 (cm ³)
CL5-93,48-109,34	24,46b	61,61d	33,12	179,64b	594,610c	5187,584c

As plantas da classe 5 (93,48 a 109,34 cm de altura) continuam com maior crescimento em volume (cm³) e em diâmetro do coleto (mm) aos 24 meses pós plantio. E as mudas menores com 30 a 45,86 (cm) de altura tem crescimento discrepante em relação as demais classes como CL2 e CL3, em diâmetro do coleto (mm) e volume (cm³) (Tabela 12).

Os indivíduos da classe 3 (61,74-77,60) tem menor incremento em altura, quando comparados com os da classe 1 (30-45,86) (Tabela 12).

4. DISCUSSÃO

As mudas com maior altura têm crescimento melhor no campo, quando comparadas com plantas de menor tamanho, em virtude da maior área foliar, número de brotos e gemas (DEL CAMPO et al., 2010; GROSSNICKLE, 2000; LUIS et al., 2009). Além disso, possuem maior vantagem competitiva do que mudas menores com a vegetação concorrente, pois o sistema de brotações é maior e favorece a captação de luz, fator limitante ao crescimento em campo. Essa vantagem competitiva das plantas mais altas se mantém ao longo do tempo (GROSSNICKLE et al., 2005; PINTO, 2011; PINTO et al., 2015) conforme verificado nos plantios 2014 a 2018 com mudas das classes 4 e 5 (77,61 a 109,34 cm) com maior crescimento em volume (cm³) e diâmetro do coleto (mm) aos 24 meses. Além do mais, 70% dos estudos relatam influência positiva da altura inicial das plantas no crescimento em campo, pois estoques maiores de biomassa contribuem para o estabelecimento do plantio (VILLAR-SALVADOR et al., 2012; PINTO et al., 2012; AGHAI et al., 2014).

A distribuição em grupos ecológicos entre as classes, pode ter contribuído também para esta diferença de crescimento das classes menores para as maiores, em especial aos 24 meses. O processo de dinâmica da vegetação das florestas tropicais inclui a colonização das árvores pioneiras com maior crescimento na fase inicial de sucessão da vegetação (FIORE et al., 2019).

A recomendação de mudas com maior altura é feita, para locais em que não ocorre ou há pouca deficiência hídrica, pois estas plantas sofrem mais em condições de déficit hídrico pela maior área foliar e, conseqüentemente, evapotranspiração (GROSSNICKLE & EL-KASSABY, 2016). Também pode ocorrer a redução da matéria seca da parte aérea como verificado em mudas jovens de sabiá, *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., cultivadas sob estresse hídrico (SANTIAGO et al., 2002). Os plantios do Programa Carbono Zero ocorrem na estação chuvosa, no mês de dezembro, que pode ter contribuído para o crescimento favorável das mudas maiores.

As práticas culturais no viveiro, afetam diretamente a qualidade das mudas produzidas e seu desempenho no campo (FONSECA et al., 2002). O manejo hídrico é fundamental no processo de produção de mudas e na maioria das vezes é feito de forma empírica (GRUBER, 2006). Estudos com a produção de mudas das espécies

Inga vera, *Piptadenia gonoacantha*, *Calophyllum brasiliense* e *Aspidosperma polyneuron*, mostram que dependendo da frequência da irrigação e lâmina de água (mm), pode haver produção maior ou menor da parte aérea (SILVA et al., 2015; SILVA et al., 2016; DELGADO et al., 2017). No viveiro onde as mudas utilizadas nos plantios 2014 a 2018 foram produzidas, não há controle de quantidade de água e duas irrigações ao dia, uma no período da manhã e outra no final da tarde. A questão hídrica deve ser melhor avaliada em pesquisas futuras.

Todas as plantas das classes menores (CL1, CL2 e CL3) possuíam altura mínima dentro dos intervalos preestabelecidos em avaliações de qualidade de mudas como 20 a 35 cm (GONÇALVES et al., 2000), 15 a 30 cm (GOMES e PAIVA, 2004) As mudas menores com até 77,60 cm, cresceram de forma semelhante para as variáveis biométricas analisadas diâmetro do coleto, altura e volume, aos 12 meses. Resultados semelhantes são encontrados em estudos com *Schinus terebinthifolius*, aroeira, com altura mínima de 25 cm, após 250 dias de plantio (JOSÉ et al., 2005) e com *Pinus sylvestris* nas avaliações de crescimento radial e em altura no primeiro ano, em campo (SUKHBAATAR et al., 2020).

A diferenciação entre as menores classes é verificada aos 24 meses, com maior crescimento em altura da CL1, em relação ao diâmetro e volume da CL2 e CL3. Pois neste período, as plantas da classe 1 (30 a 45,86 cm) podem estar sombreadas parcialmente pelas maiores, e sob estas condições aumentam a altura em detrimento do diâmetro (mm) para se adaptar as condições de luz (PACIULLO et al., 2008). Espécies da Mata Atlântica podem ter maior crescimento em altura, sob níveis intermediários de sombreamento (MORAIS NETO et al., 2000; VALADÃO et al., 2014).

A CL1 tem maior número de indivíduos não pioneiros com espécies clímax como *H. courbaril*, que cresce em condições de campo com sombreamento de 50% com maior incremento em altura, devido a elevada taxa fotossintética nesta condição de luminosidade (PIEREZAN et al., 2012). Já as mudas incluídas na classe 3 tem menor incremento em altura, com indivíduos de *Bombacopsis glabra* que podem apresentar menor área foliar a partir de 50% de sombreamento crescendo de forma satisfatória, quando plantados a pleno sol (SCALON et al., 2003).

A altura das plantas não deve ser nem muito baixa e nem muito alta e sim dentro de uma faixa considerada apropriada com bom desempenho no campo (GROSSNICKLE, 2012; GROSSNICKLE e MACDONALD, 2018). A variação de

altura do presente estudo, demonstra que as mudas maiores com 93,48 a 109,34 cm apresentaram crescimento maior em relação às classes menores, sendo fundamentais na colonização inicial dos plantios de restauração. É importante ressaltar que as respostas no campo dependem das condições oferecidas às plantas como preparo do solo, fertilização, manejo de plantas daninhas, além de variáveis intrínsecas do local como questões climáticas (SANTOS et al., 2000). Também o monitoramento é fundamental para correção e melhorias no processo de restauração (FIORE et al., 2019).

5. CONCLUSÃO

As mudas de espécies florestais nativas com altura entre 93,48 a 109,34 cm tem maior crescimento inicial no campo.

A faixa de altura entre 93,48 a 109,34 cm pode ser utilizada em protocolos de qualidade em viveiros de produção de mudas que visem a restauração florestal, desde que realizado o corte do fundo das sacolas plásticas.

A avaliação da qualidade de mudas, além da altura, deve ser completada com demais parâmetros morfológicos como o diâmetro do coleto e relação altura para que se tenha maior chance de sucesso no plantio de restauração florestal e neutralização de carbono.

REFERÊNCIAS

- AGHAI, M. M.; PINTO, J. R.; DAVIS, A. S. Container volume and growing density influence western larch (*Larix occidentalis* Nutt.) seedling development during nursery culture and establishment. **New Forests**, v. 45, n. 2, p. 199-213, 2014.
- BARBOSA, L. M. Restauração ecológica: novos rumos e perspectivas. **Anais do VI Simpósio de Restauração ecológica**, São Paulo, p. 436, 2015.
- BERNARDES, V. P.; GONÇALVES, E. D. O.; SANTANA, B. T.; ALEXANDRE, R. S.; WENDLING, I. Vegetative Rescue and Clonal Propagation of *Lecythis Pisonis* Cambess. **Floresta e Ambiente**, v. 27, n. 4, p. e20180261, 2020.
- BIRCHELER, T.; ROSE, R. W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. **Forest Systems**, v. 7, n. 1, p. 109-121, 1998.
- BUSTAMANTE, M. M. C.; SILVA, J. S.; SCARIOT, A.; SAMPAIO, A. B.; MASCIA, D. L.; GARCIA, E.; SANO, E.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; OLIVEIRA de O. A.; MALHADO, A. C.; ALENCAR, A.; VENDRAMINI, A.; PADOVEZI, A.; CARRASCOSA, A.; FREITAS, J.; SIQUEIRA, J.A.; SHIMBO, J.; GENEROSO, L.G.; TABARELLI, M.; BIDERMAN, R.; SALOMÃO, R. de. P.; VALLE, R.; JUNIOR, B.; NOBRE, C. Ecological restoration as a strategy for mitigating and adapting to climate change: lessons and challenges from Brazil. Mitigation and Adaptation strategies for Global Change, v. 24, n.7, p. 1249–1270, 2019
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 640 p., 1994.
- CARVALHO, P. E. R. Ipê- Felpudo. **Embrapa Florestas- Circular Técnica 112 (INFOTECA-E)**, 2005.
- DEL CAMPO, A. D.; NAVARRO, R. M.; CEACERO, C. J. Seedling quality and field performance of commercial stocklots of containerized holm oak (*Quercus ilex*) in Mediterranean Spain: an approach for establishing a quality standard. **New Forests**, v. 39, n. 1, p. 19, 2010.
- DELGADO, L. G. M.; DA SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Qualidade morfológica de mudas de Ingá sob diferentes manejos hídricos. **Irriga**, v. 22, n. 3, p. 420-429, 2017.
- DUMROESE, K. R.; LANDIS, T. D.; PINTO, J. R.; HAASE, D. L.; WILKINSON, K. W.; DAVIS, A. S. Meeting Forest restoration challenges using the target plant concept. **Reforesta**, v. 1, n. 1, p. 347-52, 2016.
- FERREIRA JÚNIOR, W. G., SCHAEFER, C. E. G. R., Silva, A. D. Uma visão pedogeomorfológica sobre as formações florestais da Mata Atlântica. **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. Viçosa, Editora UFV, 141-174, 2012.

FIORE, N. V.; FERREIRA, C. C.; DZEDZEJ, M.; MASSI, K. G. Monitoring of a Seedling Planting Restoration in a Permanent Preservation Area of the Southeast Atlantic Forest Biome, Brazil. **Forests**, v. 10, n. 9, p. 768, 2019.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sobre diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p.512-523, 2002.

GARETT, A. T. D. A.; PERES, F. S. B.; INOUE, M. T.; GARCIA, F. A. D. O. Adaptation of Cedro-vermelha, Tarumã-Azeitona, Ingá-Doce, Branquilha-Bravo and Ocotea-Guaicá Seedlings to Shading Levels. **Floresta e Ambiente**, v. 27, n. 3, e20170059, 2020.

GASPARIN, E.; AVILA, A. L. D.; ARAUJO, M. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DORNELES, D. U.; FOLTZ, D. R. B. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade de mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 553-563, 2014.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: [propagação sexuada]**. 3.ed. Viçosa - Mg: UFV, Il. (Cadernos Didáticos; 72); 2004. 116p

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. cap. 11, p. 309-350.

GROSSNICKLE, S. C. **Ecophysiology of northern spruce species: the performance of planted seedlings**. NRC Research Press, 2000.

GROSSNICKLE, S. C. Why seedlings survive: influence of plants attributes. **New Forests**, v. 43, n. 5–6, p. 711–738, 2012.

GROSSNICKLE, S. C.; EL-KASSABY, Y. A. Bareroot versus container stocktypes: a performance comparison. **New Forests**, v. 47, n. 1, p. 1-51, 2016

GROSSNICKLE, S. C.; FOLK, R. Stock quality assessment of a somatic interior spruce seedlot. **Northern Journal of Applied Forestry**, v. 22, n.3, p. 197-202, 2005.

GROSSNICKLE, S. C.; MACDONALD, J. E. Why seedlings grow: influence of plant attributes. **New Forests**, v. 49, n. 1, p. 1-34, 2018.

GRUBER, Y. B. G. **Otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* var. *plathyphylla*)**. 2006. 144 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

HASSE, D. L. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. *Tree Planter's Notes*, v. 52, n. 2, p.24-30, 2008.

IPEF-INSTITUTO DE PROGRAMAS DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Programa cooperativo silvicultura de nativas**. Piracicaba: IPEF; 2011.

JOSÉ, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L.de. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebenthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. *Cerne*, v. 11, n.2, p. 187-196, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4ª. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 368p., 2002.

LUIS, V. C.; PUÉRTOLAS, J.; CLIMENT, J.; PETERS, J.; GONZÁLES-RODRIGUES, A. M.; MORALES, D.; JIMÉNEZ, M. S. Nursery fertilization enhances survival and physiological status in Canary Island pine (*Pinus canariensis*) seedlings planted in a semiarid environment. *European Journal of Forest Research*, v. 128, n. 3, p. 221-229, 2009.

MARTINS, L.; CAVARRO, R. Manual Técnica da Vegetação Brasileira. Sistema fitogeográfico. Inventário das formações florestais e campestres. Técnicas e manejo 23 de coleções botânicas. Procedimentos para mapeamentos. **IBGE**. Rio de Janeiro, 156-166, 2012

MELO, E. A. S. C. D.; GONÇALVES, J. L. D. M.; ROCHA, J. H. T.; HAKAMADA, R. E.; BAZANI, J. H.; WENZEL, A. V. A.; JR, J. C. A; BORGES, J. S.; MALHEIROS, R.; LEMOS, C. C. Z.; FERREIRA, E. V. O.; FERRAZ, A. V. Responses of clonal eucalypt plantations to N, P and K fertilizer application in diferente edaphoclimatic conditions. *Forests*, v. 7, n. 1, p. 2, 2016.

MIRELLA, C.; ROBERTA, R.; FRANCO, P.; EUGENIA, G.; LEONÓR, D. V. M. A genetic study subtropical *Anadenanthera colubrina* (vell.) Brenan var. cebil (Griseb.) Altschul tree from Northwestern Argentina. *Journal of Forest Research*, v. 22, n. 3, p. 191-194, 2017.

MMA- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. https://snif.florestal.gov.br/images/pdf/publicacoes/planaveg_publicacao.pdf acesso: 05/07/2021.

MMA– MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Programa Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais Floresta +. 2020. <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/florestamais/ProgramaFloresta.pdf> acesso: 05/07/2021.

MOHAMMED, G. H. The status and future of stock quality testing. *New Forests*, v. 13, n. 1, p. 491-514, 1997.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. D. M.; TAKAKI, M.; CENDI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p.35-45, 2000.

PACHECO, F. V.; PEREIRA, C. R.; SILVA, R. L. D.; ALVARENGA, I. C. A. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A. St-Hil (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 945-953, 2013.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n. 7, p. 917-923, 2008.

PIEREZAN, L.; SCALON, S. D. P. Q.; PEREIRA, Z. V. Emergência de plântulas e crescimento de mudas de jatobá com uso de bioestimulante e sombreamento. **Cerne**, v. 18, n.1, p. 127-133, 2012.

PINHEIRO, F. D. S.; LYRA, G. B.; ABREU, M. C.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; SILVA, L. D. B. D.; LYRA, G. B.; SANTOS, E. O. D. Leaf area of seedlings of urucum (*Bixa orellana* L.) estimated by different methods: a comparative analysis. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 3, p.885-897, 2020.

PINTO, J. R. Morphology targets: What do seedling morphological attributes tell us?. In: Riley, LE; Haase, DL; Pinto, JR, tech. coords. **National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations-2010. Proc. RMRS-P-65. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 74-79.**, 65, 74-79, 2011.

PINTO, J. R.; DAVIS, A. S.; LEARY, J. J.; AGHAI, M. M. Stocktype and grass suppression accelerate the restoration trajectory of *Acacia koa* in Hawaiian montane ecosystems. **New Forests**, v. 46, n. 5, p. 855-867, 2015.

PINTO, J. R., MARSHALL, J. D., DUMROESE, R. K., DAVIS, A. S.; COBOS, D. R. Photosynthetic response, carbon isotopic composition, survival, and growth of three stock types under water stress enhanced by vegetative competition. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 42, n. 2, p. 333-344, 2012.

PRENNER, G.; CARDOSO, D. Flower development of *Goniorrhachis marginata* reveals new insights into the evolution of the florally diverse detarioid legumes. **Annals of botany**, v. 119, n. 3, p. 417-432, 2017.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais- 5ª Aproximação**, Viçosa, 359p., 1999.

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D. **The container tree nursery manual**. RNGR. 2008. Disponível em: <http://rngr.net/publications/ctnm/> . Acessado em: 26/01/2021.

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. **Assessing plant quality. In Seedling Storage and Outplanting; The container Tree Nursery Manual**; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HASSE, D. L. Eds Agriculture handbook 674; USDA Forest Service: Washington, DC, USA, 2010; Volume, 7, pp. 17-82

SANTIAGO, A. M. P.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LOPES, E. C. Crescimento de plantas jovens de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth cultivada sob estresse hídrico. **Revista Ecosystema**, v. 26, n. 1, 2002.

SANTOS, C. B.; LONGUI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SANTOS, E. D. O.; ARAUCO, A. M. D. S.; DIAS, B. D. O.; ARAÚJO, E. F.; BOECHAT, C. L.; PORTO, D. L. Use of alternative organic compounds in the initial growth and quality of *Anadenanthera colubrina* (Vell. Brenan.) seedlings. **Madera y bosques**, v. 26, n.1, e2611753, 2020.

SCALON, S. D. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v.27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SILVA, A. P. M.; SCHWEIZER, D.; MARQUES, H. R.; TEIXEIRA, A. M. C.; DOS SANTOS, T. V. M. N.; SAMBUICHI, R. H. R.; BADARI, C. G.; GAURARE, U.; BRANCALION, P. H. S. Can current native tree seedling production and infrastructure meet and increasing forest restoration demand in Brazil?. **Restoration Ecology**, v. 25, n. 4, p. 509–515, 2017.

SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Is it possible to save water without losing quality in the Guanandi seedling production? **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 503-515, 2016.

SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Nursery water management on initial development and quality of *Piptadenia gonoacantha* seedlings. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 105, p.91-100, 2015

SUKHBAATAR, G.; GANBAATAR, B.; JAMSRAN, T.; PUREYRAGCHAA, B.; NACHIN, B.; GRADEL, A. Assessment of early survival and growth of planted Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings under extreme continental climate conditions of northern Mongolia. **Journal of Forestry Research**, v. 31, n. 1, p. 13-26, 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA- UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação climatológica Principal de Viçosa. **Boletim Meteorológico**, 2020.

VALADÃO, M. B. X.; MARIMON JUNIOR, B. H.; MORANDI, P. S.; REIS, S. M.; OLIVEIRA, E. A.; MARIMON, B. S. Initial development and biomass partitioning of *Physocalymma scaberrimum* Pohl (Lythraceae) under diferente shading levels. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 101, p. 129-139, 2014.

VILLAR-SALVADOR, P.; PUÉRTOLAS, J.; CUESTA, B.; PENUELAS, K. L.; USCOLA, M.; HEREDIA-GUERRERO, N.; BENAVAL, J. M. R. Increase in size and nitrogen concentration enhances seedling survival in Mediterranean plantations. Insights from an ecophysiological conceptual model of plant survival. **New Forests**, v. 43, n. 5, p. 755-770, 2012.

ANEXO I

Tabela 1 – Análise química das amostras de solo da área dos plantios 2014 a 2018 na profundidade de 0-20 e 0-40 cm

Plantio	Amostra	pH H ₂ O	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca ²⁺ cmolc/dm ³	Mg ²⁺ cmolc/dm ³	Al ³⁺ cmolc/dm ³	H+Al cmolc/dm ³	SB cmolc/dm ³	t cmolc/dm ³	T cmolc/dm ³	V %	m %
2014	0-20 cm	4,44	0,7	28	0,47	0,13	0,76	6	0,67	1,43	6,67	10	53,1
	0-40 cm	4,42	0,8	22	0,43	0,12	0,86	5,8	0,61	1,47	6,41	9,5	58,5
2015	0-20 cm	3,99	1,5	15	0,22	0,03	1,24	6,4	0,29	1,53	6,69	4,3	81
	0-40 cm	3,99	1,1	8	0,24	0,03	1,05	6	0,29	1,34	6,29	4,6	78,4
2016	0-20 cm	3,84	1,7	30	0,81	0,14	1,90	10,7	1,03	2,93	11,73	8,8	64,8
	0-40 cm	3,85	1,4	21	0,68	0,10	1,81	10,2	0,83	2,64	11,03	7,5	68,6
2017	0-20 cm	3,75	2,8	41	0,56	0,17	2,10	12,4	0,84	2,94	13,24	6,3	71,4
	0-40 cm	3,72	1,7	24	0,42	0,11	2,00	10,4	0,59	2,59	10,99	5,4	77,2
2018	0-20 cm	4,43	1,2	23	0,51	0,13	1,24	7,5	0,69	1,93	8,14	8,7	63,1

Continuação. Tabela 1.

Plantio	Amostra	pH H ₂ O	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca ²⁺ cmolc/dm ³	Mg ²⁺ cmolc/dm ³	Al ³⁺ cmolc/dm ³	H+Al cmolc/dm ³	SB cmolc/dm ³	t cmolc/dm ³	T cmolc/dm ³	V %	m %
2018	0-40 cm	4,41	1,1	12	0,41	0,08	1,1	7	1,04	1,62	7,52	7,4	66,2

pH em água, Relação 1:2,5 P - K - Extrator Mehlich-1 Ca²⁺ - Mg²⁺ - Al³⁺ - Extrator: KCl - 1 mol/L H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0 SB = Soma de Bases Trocáveis; t - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva T - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0 V= Índice de Saturação por Bases m= Índice de Saturação por Alumínio.

RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados para as mudas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* em relação a sobrevivência e crescimento inicial no campo, podem subsidiar decisões de produtores rurais, viveiristas e pesquisadores no momento de seleção desta espécie para compor plantios de restauração e neutralização de carbono.

A faixa de altura de mudas entre 93,48 a 109,34 cm pode ser utilizada para compor protocolos de avaliação da qualidade de mudas em viveiros e subsidiar decisões ligadas a classificação e expedição.

O crescimento dos indivíduos aos 24 meses, em função da altura pode subsidiar outras pesquisas em conjunto com outros parâmetros de qualidade.