



PODA DO FEIJÃO GUANDU: IMPACTO NO CRESCIMENTO E SEQUESTRO DE CARBONO EM ESPÉCIES ARBUSTIVO-ARBÓREAS NA SEMEADURA DIRETA

Allana Cabral Pereira¹

Lilian Vilela Andrade Pinto²

Conservação dos solos e Recuperação de áreas degradadas

Resumo

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar o crescimento e o sequestro de carbono das espécies arbustivas-arbóreas sob sombreamento e após a poda do feijão guandu. Os objetivos específicos foram avaliar o impacto da poda do feijão guandu no crescimento dos indivíduos arbóreos-arbustivos, investigar a redução do estiolamento nas mudas devido à poda do feijão guandu e comparar o sequestro de dióxido de carbono entre espécies pioneiras e não pioneiras, com e sem a poda do feijão guandu. O estudo foi realizado na Unidade Demonstrativa de Restauração Florestal do Campus Inconfidentes. Os dados foram coletados antes da poda e 10 meses após a poda do feijão guandu, incluindo: identificação das espécies, classificação em Pioneiras (P) e Não Pioneiras (NP), medição da altura total, da circunferência à altura do solo (CAS) e da circunferência à altura do peito (CAP) dos indivíduos com mais de 50 cm. Para a medição de sequestro de carbono foram utilizadas equações alométricas. Os resultados indicam que a poda do feijão guandu beneficiou o desenvolvimento da restauração, reduzindo o estiolamento e promovendo um maior sequestro de dióxido de carbono, especialmente nas espécies pioneiras. A poda do feijão guandú aos 3 anos da implantação favoreceu a restauração florestal pela técnica de semeadura direta (muvuca: mistura de sementes nativas com espécies leguminosas em berços seguindo o espaçamento de 1 x 1 m).

Palavras-chave: Muvuca de sementes; Estiolamento.; Restauração florestal; Dióxido de carbono.

1 Graduada em Engenharia Ambiental - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes, allanacabral159@gmail.com

2 Prof. Dr. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, lilian.vilela@ifsuldeminas.edu.br



INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um bioma que possui enorme biodiversidade de espécies e por concentrar 70% da população brasileira tem o desmatamento como o maior desafio para a sua conservação, restando apenas 24% da área de cobertura original (INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS e SOS MATA ATLÂNTICA, 2023). De acordo com o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (BRASIL, 2017), na mata atlântica há 6,2 milhões de hectares que necessitam ser recuperados segundo a atual legislação, sendo 1,4 Mha nas áreas de APP e 4,8 Mha nas áreas de reserva legal.

De acordo com a Lei Nº 9.985 (BRASIL, 2000) a restauração consiste em: “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original”. Para a restauração existem duas metodologias, a restauração passiva que consiste em isolar a área protegendo dos fatores degradantes (RODRIGUES et al., 2010) e a restauração ativa, onde há maior intervenção, pois há a introdução de espécies, o que acelera o processo (DESIMONE, 2011).

Muvuca é o nome dado a uma técnica ativa de restauração em que é feito o plantio direto com sementes variadas a fim de revitalizar o banco de sementes do solo e promover o surgimento gradual das plantas. Conforme o Guia da Semeadura (2020) as espécies arbóreas escolhidas são semeadas em conjunto com leguminosas arbustivas como feijão guandu, feijão de porco, crotalárias, entre outras, com o objetivo de melhorarem o solo até o crescimento das espécies pioneiras.

O Feijão guandu (*Cajanus cajan*) é uma leguminosa que contribui para a recuperação ambiental com a cobertura do solo no início do processo, realiza a fixação de nitrogênio e aumento da biomassa (BELTRAME e RODRIGUES, 2008). O sombreamento do feijão guandu, além de evitar o crescimento de ervas daninhas, pode também afetar o crescimento das espécies arbóreas na muvuca, podendo algumas arbóreas sofrerem com o estiolamento, fato observado na Unidade Demonstrativa de Restauração Florestal do IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes.



Alongamento do caule das plântulas pela ausência de luz é o que define o estiolamento (VENÂNCIO, 2010). A autora, ainda explica que conforme aumenta o sombreamento, a razão da luz Vermelho (V) e Vermelho Escuro (VE) diminui. Nas plantas de sol, quanto maior a proporção de VE, maior a taxa de estiolamento, enquanto que as plantas de sombra mostram pouca ou nenhuma redução na taxa de alongamento dos caules. De acordo com Biase (1996), esse processo é muito eficiente para a propagação de plantas, porém, em um processo de restauração ele prejudica pois não há engrossamento suficiente do caule da muda, ficando com diâmetro abaixo do esperado tornando a mais frágil. No estudo de Poggiani et al. (1992) foi analisado o possível estiolamento de três mudas florestais, onde um aumento na altura foi notado após o sombreamento de 80%, assim como o diâmetro do caule se apresentou menor em áreas sombreadas. Com o exposto, esta pesquisa teve como objetivo geral avaliar o crescimento e o sequestro de carbono das espécies arbustivas-arbóreas sob sombreamento e após a poda do feijão guandu. Os objetivos específicos foram: i) avaliar o impacto da poda do feijão guandu no crescimento dos indivíduos arbóreos-arbustivos; ii) investigar a redução do estiolamento nas mudas devido à poda do feijão guandu; e iii) comparar o sequestro de dióxido de carbono entre espécies pioneiras e não pioneiras, com e sem a poda do feijão guandu.

METODOLOGIA

A avaliação do crescimento das espécies arbustivas-arbóreas em área de restauração florestal pela técnica de Muvuca de sementes (semeadura direta) ocorreu na Unidade Demonstrativa (UD) do Campus Campus Inconfidentes, implantada em dezembro de 2019. A UD possui 1,54 ha, nos quais foram implantadas três técnicas de restauração florestal, sendo elas: Regeneração Natural, Plantio de mudas e muvuca (semeadura direta) em quatro blocos, sendo cerca de 0,5 hectares por técnica de restauração florestal. O croqui da UD pode ser observado na figura 1.

A técnica da muvuca foi implantada com 14 gramas de sementes misturadas por berço, sendo a mistura de 15 kg de leguminosas, 44 kg de sementes das 80 espécies arbóreas e arbustivas e 40 kg de

casca de café para a área de 0,5 hectares. A semeadura ocorreu em berços de 10 cm de profundidade seguindo o espaçamento de 1x1m.

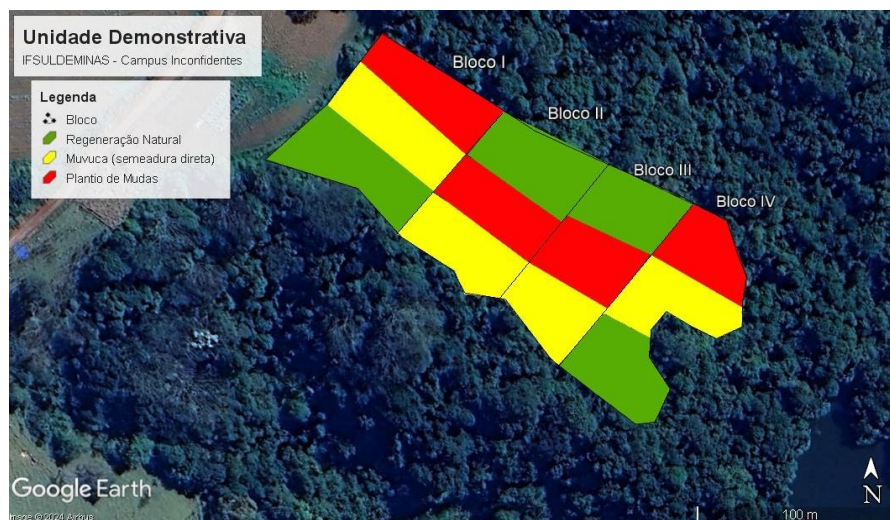


Figura 1: Croqui da Unidade Demonstrativa do Campus Inconfidentes ilustrando os 4 blocos e as 3 técnicas de restauração.

Em abril de 2023 (3 anos e 4 meses após o plantio) na técnica de muvuca de cada bloco foram delimitadas duas parcelas de 4 m de largura por 25m de comprimento, totalizando 8 parcelas e uma área amostral de 800 m². Todos os indivíduos arbóreos-arbustivos plantados (semeados na implantação da UD, conforme já descrito), emergentes (regeneração natural, emergiram na área após a semeadura) e remanescentes (indivíduos que já encontravam-se na área antes da implantação da UD) maiores que 30 cm de altura presentes nas parcelas foram identificados e tiveram a quantificação da altura total e da circunferência à altura do solo (CAS). Já os indivíduos maiores que 1,30 metros de altura passaram ainda pela medição da circunferência à altura do peito (CAP). A altura foi mensurada com uma vara telescópica de fibra de vidro de 8m e o CAS e CAP foram medidos fazendo uso de uma fita métrica (Figura 2). Os dados de CAS e CAP foram convertidos em DAS e DAP.

Após a coleta dos dados (Figura 2), em uma das parcelas de cada bloco foi realizada a poda do feijão guandu (manejo da área) de modo a garantir a entrada da luz. A poda foi realizada fazendo uso de facão, com uso de equipamentos de proteção individual (perneiras, óculos e luvas) e tomando todos os cuidados para evitar acidentes.



Figura 2: Medição da Circunferência à altura do Peito (CAP) antes da poda do feijão guandu.

Em abril de 2024, após um ano da poda do feijão guandu foram realizadas as mesmas coletas de dados realizadas em 2023. As espécies presentes foram classificadas em pioneiras e não pioneiras, de modo a estratificar as espécies em grupos ecológicos e avaliar o efeito da poda sobre os mesmos.

Os valores dos dados médios das alturas e da Circunferência a Altura do Solo (CAS) e Circunferência a Altura do Peito (CAP) da primeira avaliação foram comparados com os valores médios da segunda avaliação e apresentados em valores absolutos e relativos considerando o ganho do crescimento entre os dois tratamentos (sem poda e com poda).

O sequestro de carbono foi quantificado utilizando equações alométricas encontradas na literatura especializada de Scolforo et al. (2008) e Souza et al. (2011). A ausência na literatura de uma equação para calcular a biomassa lenhosa total com casca do estrato regenerativo fez com que fosse utilizado a equação de Scolforo et al. (2008) ajustada para DAS conforme trabalho de Carvalho e Pinto (2023).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de altura, CAS e CAP dos indivíduos arbóreos-arbustivos das parcelas sem poda do feijão guandu foram de 146,4 cm, 4,8 cm e 5,8 cm, respectivamente, no primeiro ano de medição (Tabela 1). No ano seguinte, observou-se um aumento nesses valores médios para 171,6 cm, 6,2 cm e 7,1 cm, respectivamente. Ao compararmos os resultados, nota-se um incremento nos valores médios de altura, CAS e CAP, respectivamente, de 25,2 cm, 1,4 cm e 1,3 cm, indicando um desenvolvimento na restauração.

Por outro lado, na área onde o feijão guandu foi podado, inicialmente (primeira medição) os valores médios dos indivíduos arbóreos-arbustivos em altura, CAS e CAP foram de 142,2 cm, 4,9 cm e 5,7 cm, respectivamente (Tabela 1). Um ano após a medição das espécies nessa área, houve um aumento significativo nesses valores médios, chegando a 164,3 cm, 8,4 cm e 9,4 cm, respectivamente. Assim como nas parcelas sem poda do feijão guandu, foi observado um ganho nos valores médios de altura, CAS e CAP, respectivamente, de 22,1 cm, 3,5 cm e 3,7 cm. Isso evidencia um crescimento substancial nos valores, em especial no CAS e CAP, e, portanto, um progresso considerável na restauração após a poda do feijão guandu.

Tabela 1 - Dados médios de altura, circunferência a altura do solo (CAS) e circunferência a altura do peito (CAP) obtidos nas parcelas sem e com poda do feijão guandu.

Tratamento	Medição/ crescimento	Altura (cm)	CAS (cm)	CAP (cm)
Sem poda do feijão guandu	1ª (2023)	146,4	4,8	5,8
	2ª (2024)	171,6	6,2	7,1
	Crescimento	25,2	1,4	1,3
Com poda do feijão guandu	1ª (2023)	142,2	4,9	5,7
	2ª (2024)	164,3	8,4	9,4
	Crescimento	22,1	3,5	3,7



Ao analisar as diferenças no crescimento dos indivíduos arbustivos-arbóreos entre os tratamentos (sem e com poda do feijão guandu) (Figura 3 A), é possível observar que a altura das espécies na área sujeita à poda do feijão guandu não apresentou um aumento tão expressivo quanto na área sem poda. Esse fenômeno pode ser associado à ocorrência de estiolamento, um processo pelo qual as plantas esticam seus caules em direção à luz quando submetidas a condições de sombra, conforme explicado por Venâncio (2010). De acordo com Biase (1996), o estiolamento é muito eficiente para a propagação de plantas, porém, em um processo de restauração ele prejudica pois não há engrossamento suficiente do caule da muda, ficando com diâmetro abaixo do esperado tornando a planta mais frágil (Figura 3B).

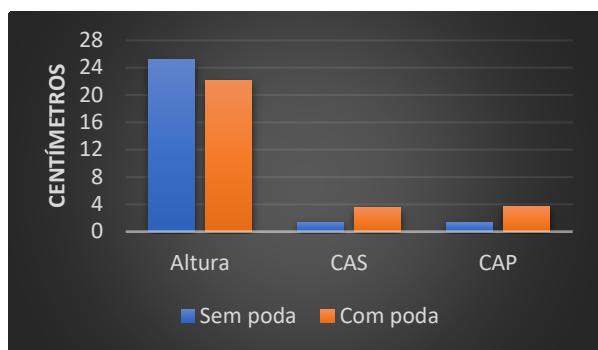


Figura 3: Comparativo entre o crescimento dos indivíduos arbóreos arbustivos nas parcelas sem e com poda do feijão guandu (A) e planta estiolada (B).

Em contrapartida, foi constatado que a Circunferência a Altura do Solo (CAS) e a Circunferência a Altura do Peito (CAP) foram maiores na área com poda em comparação com a área sem poda. Esses resultados sugerem que a prática de poda pode influenciar positivamente o desenvolvimento das espécies arbustivas-arbóreas, possivelmente mitigando o estiolamento induzido pela sombra. Portanto, o valor de altura observada na área com poda pode indicar uma redução na necessidade de esticamento das plantas em busca de luz, o que pode resultar em um crescimento mais robusto e equilibrado, como evidenciado pelo aumento da CAS e da CAP.

Essa relação entre poda, estiolamento e crescimento das plantas é crucial para compreender os efeitos das práticas de manejo florestal na produtividade e na saúde dos ecossistemas. Ao promover a



poda adequada, os silvicultores podem potencialmente minimizar os efeitos negativos do estiolamento e promover um crescimento mais saudável e vigoroso das plantas, contribuindo assim para o sucesso da restauração florestal.

Ao realizar a poda do feijão guandu, permitindo a entrada da luz, observou aumento significativo do número de indivíduos de espécies não pioneiras (NP) (3500), em comparação com as parcelas sem poda do feijão guandu (-500) (Tabela 2) ao longo de um ano de monitoramento em uma área com quatro anos da implantação da restauração florestal. Esses resultados diferem aos dizeres de Sampaio et al. (2021) que salientam que a abertura de clareiras em áreas florestais promove o estabelecimento de espécies pioneiras. Outro dado relevante, é que o ganho do sequestro de dióxido de carbono das espécies pioneiras foi superior aos das espécies não pioneiras e que foi significativamente superior com a poda do feijão guandu (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de indivíduos (Ni) na 1ª e 2ª avaliação, Ganhos do Ni, do estoque de Carbono, do sequestro de dióxido de carbono por grupo ecológico (Pioneira:P e Não Pioneira: NP) e total por hectare.

Tratamento	Medição	Pioneira (P)	Não pioneira (NP)	Total (P+NP)
Sem poda do feijão guandu	1ª (2023)	9400	8600	18.000
	2ª (2024)	12000	8900	20.900
	Ganho de Ni	2600	300	2.900
	Ganho de estoque C	2,44	0,07	2,51
	Sequestro de CO2	8,96	0,24	9,20
Com poda do feijão guandu	1ª (2023)	9400	5900	15.300
	2ª (2024)	8900	9400	18.300
	Ganho de Ni	-500	3500	3000
	Ganho de estoque C	22,78	0,06	22,84
	Sequestro de CO2	83,61	0,22	83,83

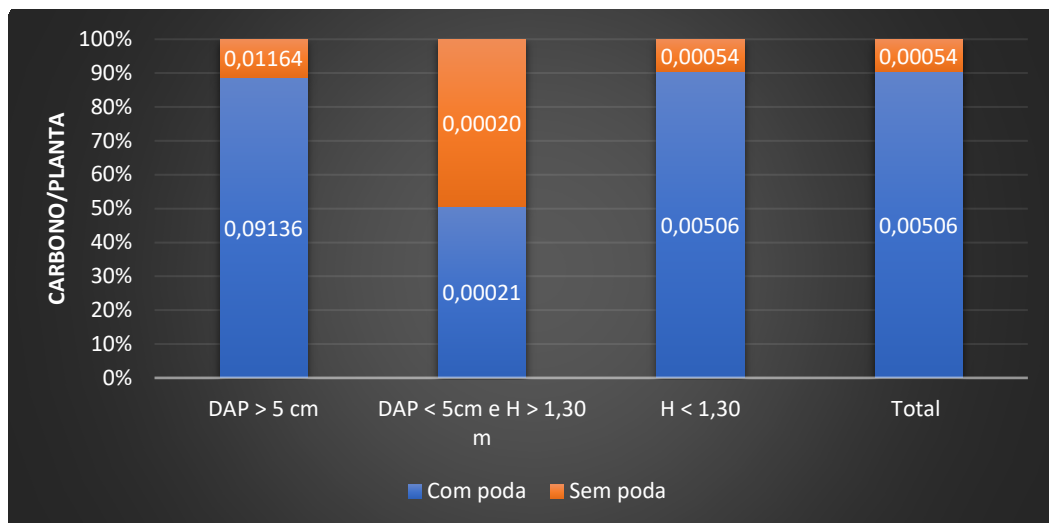
Para realizar a análise do estoque de carbono nas áreas sujeitas à poda e sem poda, as espécies foram categorizadas em grupos de indivíduos com $DAP \geq 5$ cm (grupo 1), $DAP < 5$ cm e altura maior que 1,30 metro (grupo 2) e altura inferior a 1,30 metro (grupo 3). A Figura 4 apresenta o estoque médio de carbono por planta, revelando que as plantas do grupo 1 obtiveram os melhores resultados,



com valores de 0,01164 C/planta na área sem poda e 0,09136 C/planta nas áreas com poda (valor 784% maior). As plantas do grupo 2 e 3 não apresentaram diferenças significativas no estoque de carbono.

Independente do tamanho das plantas, ou seja, não mais considerando a separação das mesmas em grupos, foi comparado os níveis de CO₂ por planta entre áreas com e sem poda do feijão guandu e os dados revelaram um desempenho significativamente melhor na área sujeita à poda, com um valor médio de 0,00506 C/planta (937% maior) , em comparação com 0,00054 C/planta na área sem poda.

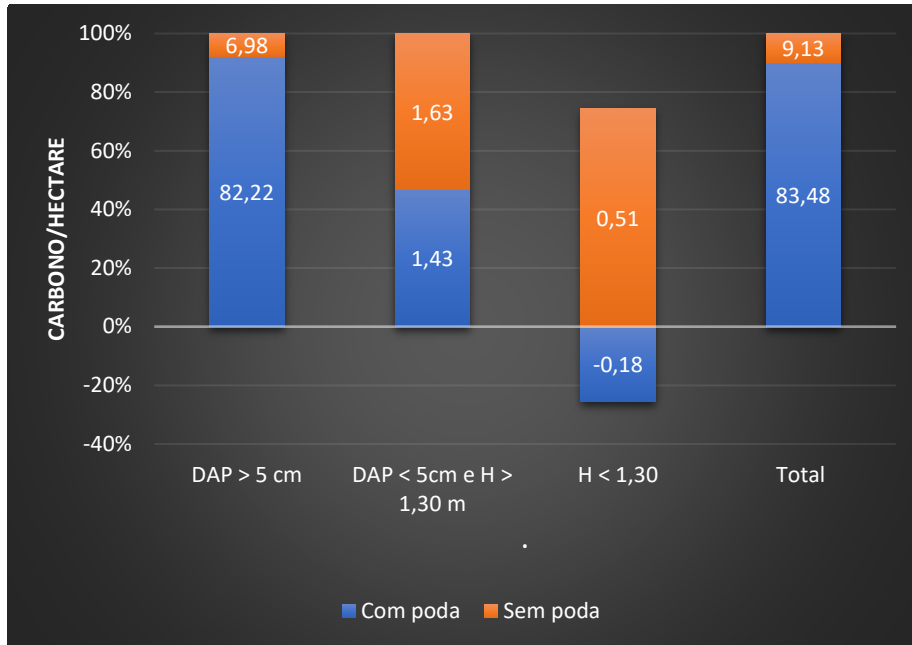
Figura 4: Estoque de carbono por planta nas parcelas sem e com poda do feijão guandu.



Ao avaliar o sequestro de dióxido de carbono (CO₂) por ano em áreas de restauração florestal utilizando a técnica de muvuca de sementes, com e sem manejo do feijão guandu, observamos valores significativamente diferentes: 83,48 C/ha e 9,13 C/ha, respectivamente (Figura 5). Uma observação relevante na figura é o valor negativo de -0,18 CO₂/ha na área com manejo do feijão guandu, indicando uma perda líquida de carbono ao longo de um ano. Esta variação pode ser atribuída ao fato de que, na primeira medição, havia uma maior proporção de indivíduos pertencentes ao grupo 3 (altura menor que 1,30 m), enquanto na segunda medição esses indivíduos passaram para o grupo 2, sugerindo uma mudança dinâmica na estrutura da área.



Figura 5: Estoque de carbono por hectare na área com poda e sem poda.



A prática de poda demonstrou impactos significativos no processo de sequestro de carbono em áreas de restauração florestal. A entrada adicional de luz resultante da poda favoreceu não apenas o crescimento em diâmetro das plantas, mas também reduziu o estiamento, promovendo uma estrutura mais robusta e saudável. Essas condições otimizadas de crescimento contribuíram diretamente para um aumento observável no sequestro de carbono, destacando a importância da poda como uma estratégia eficaz para melhorar a eficiência do processo de restauração florestal e mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

CONCLUSÕES

A poda do feijão guandu favoreceu o aumento da CAS (circunferência à altura do solo) e do CAP (circunferência a altura do peito) e, como consequência, reduziu o estiamento, possibilitando



um melhor desenvolvimento das mudas. O sequestro de dióxido de carbono das espécies pioneiras foi superior aos das espécies não pioneiras e foi significativamente superior com a poda do feijão guandu.

A poda do feijão guandú aos 3 anos da implantação favoreceu a restauração florestal pela técnica de semeadura direta (muvuca: mistura de sementes nativas com espécies leguminosas em berços seguindo o espaçamento de 1 x 1 m).

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica, ao IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes pelos materiais disponibilizados e área para estudo e à The Nature Conservancy (TNC) pela implantação da Unidade Demonstrativa no *Campus* Inconfidentes.

REFERÊNCIAS

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

BIASI, L. A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. *Ciência Rural*. Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 309-314, 1996.

BRASIL. Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2017.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2000.

CARVALHO, D. S.; PINTO, L. A. V. Sequestro de carbono em diferentes técnicas de restauração florestal na Unidade Demonstrativa do IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. 2023. 12. Tecnologia Ambiental - Congresso Nacional do Meio Ambiente, Poços de Caldas.



DESIMONE, S. A. Balancing Active and Passive Restoration in a Nonchemical, Research-Based Approach to Coastal Sage Scrub Restoration in Southern California. *Ecological Restoration*, Vol. 29, No. 1/2, p. 45-51, 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS E SOS MATA ATLÂNTICA (Brasil). Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica. São Paulo: [s. n.], 2023. Relatório Técnico. Disponível em: https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2023/05/SOSMAAtlas-da-Mata-Atlantica_2021-2022-1.pdf. Acesso em: 20 fev. 2024.

POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E. S. Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento de três espécies florestais. In: *Anais - 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas*, 1992, Piracicaba.

ROCHA, Gustavo Barros et al. **Guia de semeadura direta: para restauração de florestas e cerrados** [livro eletrônico]. 1. ed. São Paulo: Agroicone Ltda, 2020. (Caminhos da semente).

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G.; ATTANASIO, C. M. Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. *Pesquisa Florestal Brasileira*, [S. l.], n. 55, p. 7, 2010. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/113>. Acesso em: 26 fev. 2024.

SAMPAIO, A. B.; RIBEIRO, K. T.; VIEIRA, D. M.; SILVA, D. C. B. **Guia de restauração ecológica para gestores de unidades de conservação**. 1. ed. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes, 2021.

SCOLFORO, J. R. S.; RUFINI, A. L.; MELLO, J. M.; TRUGILHO, P. F.; OLIVEIRA, A. D.; SILVA, C. P. C. Equações para o peso de matéria seca das fisionomias, em Minas Gerais. In: SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; ACERBI JR., F. W. (Eds.). *Inventário Florestal de Minas Gerais-Equações de volume, peso de matéria seca e carbono para diferentes fisionomias da flora nativa*. Lavras: UFLA, 2008. Cap. 3, p. 103-114.

SOUZA, A. L.; BOINA, A.; SOARES, C. P. B.; VITAL, B. R.; GASPAR, R. O.; LANA, J. M. Estoque e crescimento em volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono em Floresta Estacional Semidecidual. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.6, p.1277-1285, 2011.

VENANCIO, Maria Manuela Hashimoto. Classificação do grupo sucessional de espécies nativas por análise do processo de estiolamento de plântulas. 2010. 73 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado e licenciatura - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2010.