

# SEQUESTRO DE CARBONO EM DIFERENTES TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NA UNIDADE DEMONSTRATIVA DO IFSULDEMINAS – CAMPUS INCONFIDENTES

Débora Silva Carvalho<sup>1</sup>  
Lilian Vilela Andrade Pinto<sup>2</sup>

## Tecnologia Ambiental

### *Resumo*

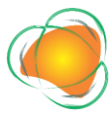
A restauração florestal desempenha um papel crucial na mitigação das mudanças climáticas, pois as florestas possuem a capacidade de absorver e armazenar o CO<sub>2</sub> através da fotossíntese e da biomassa vegetal. Para quantificar a biomassa e o sequestro de carbono surgiram diferentes metodologias, como os métodos direto e indireto, que facilitam o monitoramento dessas variáveis em áreas de restauração. Nesse contexto, este estudo realizado na Unidade Demonstrativa do IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes, teve como objetivo quantificar o sequestro de carbono e determinar qual técnica de restauração florestal (plantio de mudas, semeadura direta: Muvuca, regeneração natural assistida (RNA)) aos três anos da implantação seria mais promissora para a restauração da Mata Atlântica. Para isso, avaliou-se o volume e biomassa total do fuste, estoque de carbono, CO<sub>2</sub> total sequestrado e densidade de indivíduos. Os resultados mostraram que, o plantio de mudas possui maior potencial de produção de biomassa, estoque e sequestro de carbono quando comparado aos indivíduos desenvolvidos pela muvuca; os indivíduos estabelecidos espontaneamente foram mais eficientes na produção de biomassa, estoque e sequestro de carbono na RNA; os indivíduos remanescentes presentes nas técnicas de plantio de mudas e muvuca promoveram produção de biomassa, estoque de carbono e CO<sub>2</sub> sequestrado semelhantes, apesar da alta diferenciação no número de indivíduos; e o sequestro de carbono no plantio de mudas, na muvuca e na RNA foi de 25,5, 15,7 e 23,8 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Até o momento as três técnicas de restauração mostram-se promissoras para a recuperação de florestas estacionais semidecíduais do bioma mata atlântica.

**Palavras-chave:** Estoque de carbono; Floresta estacional semidecidual; Mata Atlântica.

---

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia de Ambiental – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, [debora.carvalho515@gmail.com](mailto:debora.carvalho515@gmail.com)

<sup>2</sup>Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, [lilian.vilela@ifsuldeminas.edu.br](mailto:lilian.vilela@ifsuldeminas.edu.br)



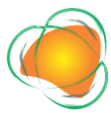
## INTRODUÇÃO

A mudança climática global é um tema de crescente preocupação e interesse em escala mundial (IPCC, 2000). A aceleração dessas mudanças é evidente, e as taxas de emissão de gases de efeito estufa (GEE) têm contribuído significativamente para esse cenário preocupante (RIBEIRO *et al.*, 2010). A intensificação dessas emissões vem se agravando devido a atividades antrópicas como a queima de combustíveis fósseis e práticas agrícolas, que levam ao aumento desenfreado nas concentrações desses gases na atmosfera (RIBEIRO *et al.*, 2010). Essas concentrações elevadas de GEEs têm implicações diretas nas alterações climáticas globais, e para combater esse problema, é fundamental compreender e utilizar a capacidade dos ecossistemas terrestres de mitigar os efeitos negativos dessas emissões (KEITH *et al.*, 2019).

Entre os ecossistemas relevantes, as florestas desempenham um papel de extrema importância, pois possuem a capacidade de atuar como "sumidouros de carbono" (CAVALLET & PAULA, 2007). Elas absorvem dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) do ar por meio do processo de fotossíntese e o convertem em biomassa acima do solo, contribuindo para a redução das concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico, sendo este um serviço ecossistêmico fundamental na mitigação do efeito estufa (KEITH *et al.*, 2019).

Dentro das florestas, a fixação do carbono como biomassa está diretamente relacionada com o porte e tamanho, em que quanto maior a árvore, maior é sua biomassa e, conseqüentemente, maior a quantidade de carbono armazenado (ABREU, 2012). Nesse contexto, as florestas nativas desempenham um papel crucial no ciclo do carbono, prestando um promissor serviço ambiental de mitigação dos impactos ambientais provenientes dos GEE's, pois estocam quantidades consideráveis de carbono tanto nas árvores quanto no solo, superando a quantidade presente na atmosfera (IPCC, 2000).

Estudos científicos têm demonstrado que ao restaurar ecossistemas degradados, ocorre o aumento do estoque de carbono na biomassa vegetal, além da promoção da ciclagem de nutrientes e melhoria da qualidade do solo, fatores de extrema importância para a restauração das florestas nativas e seu ecossistema como um todo (BRANCALION *et al.*, 2019; KEITH *et al.*, 2019)- As etapas de avaliação e monitoramento desempenham um



papel essencial no acompanhamento da trajetória de restauração de áreas degradadas, fornecendo informações valiosas sobre a sustentabilidade da área em recuperação e auxiliando na identificação de ações corretivas quando há evidências de declínio (BRANCALION *et al.*, 2012). No contexto dos estudos de biomassa florestal, existem dois métodos principais: direto e indireto. O método direto envolve procedimentos de campo, como o corte, separação e pesagem dos componentes da biomassa, sendo trabalhoso, demorado e oneroso (WATZLAWICK, 2003). Já o método indireto utiliza modelos alométricos, que são desenvolvidos a partir das relações entre variáveis de fácil obtenção, como diâmetro e alturas das árvores, e as variáveis dependentes, como o peso da matéria seca e a quantidade de carbono (ABREU, 2012).

Os modelos alométricos que consideram tanto o diâmetro quanto à altura das árvores fornecem estimativas mais precisas de biomassa. Embora os modelos matemáticos para estimativa de biomassa sejam aproximações da realidade, eles desempenham um papel importante na previsão de elementos mensuráveis e são amplamente utilizados nas ciências exatas e naturais (VOGEL *et al.*, 2006).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho consistiu em quantificar o sequestro de carbono e determinar qual técnica de restauração florestal aos três anos da implantação seria mais promissora para a restauração da Mata Atlântica.

## METODOLOGIA

A unidade demonstrativa de restauração florestal, objeto deste estudo, fica situada no município de Inconfidentes – MG, nas coordenadas 22°18'22.64''S 46°19'49.30''O. O município situa-se em domínio de floresta estacional semidecidual, bioma mata atlântica, na bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu, afluente da bacia hidrográfica do Rio Grande.

A área possui um total de 1,54 ha e foi implementada em dezembro de 2019 na Fazenda Escola do IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes. Os tratamentos (Regeneração natural assistida, Plantio de mudas e Muvuca de sementes) foram implantados de forma aleatorizada em quatro repetições (blocos), totalizando 24 unidades



amostrais com cerca de 1280 m<sup>2</sup>. Em cada unidade amostral foram demarcadas uma parcela de 25m x 4m, totalizando 12 parcelas amostrais (Figura 1), nas quais realizou-se a determinação da densidade de indivíduos (número de indivíduos por hectare) e a quantificação do sequestro de carbono aos 3 anos da implantação.

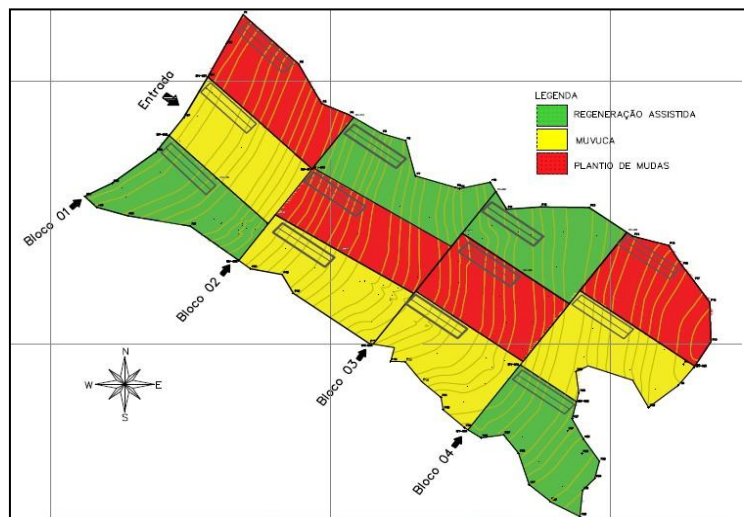
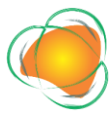


Figura 1. Unidade demonstrativa do *Campus* Inconfidentes mostrando os quatro blocos, as 12 unidades amostrais e as 12 parcelas amostrais.

Fonte: Autores (2023)

### Determinação do sequestro de carbono

Para os indivíduos com DAP superior a 5 cm realizou-se a medição da altura total, fazendo uso de vara telescópica e a circunferência à altura do peito (CAP). Os indivíduos que apresentaram o fuste bifurcado tiveram todos os fustes medidos e o diâmetro equivalente calculado (SOARES; PAULA; SOUZA, 2011). Posteriormente, fez-se a estimativa do volume de biomassa lenhosa total com casca (SCOLFORO *et al.*, 2008, p. 86) do estrato arbóreo (VT) (Equação 1) com base no diâmetro a altura do peito (DAP) e na altura total, peso da matéria seca (PS) (Equação 2) para classe diamétrica de 5-10 cm para Região da Bacia dos rios Grande e Piracicaba (SCOLFORO *et al.*, 2008, p. 110), o volume de carbono (Equação 3) e o CO<sub>2</sub> total (Equação 4) foram calculados através das equações encontradas em Souza *et al.* (2011). Para o volume de carbono, a equação foi adaptada, em que alterou-se o valor médio de 0,50 para 0,4823, valor indicado para classe



diamétrica 5-23 cm na área de abrangência da Bacia dos rios Grande e Piracicaba (SCOLFORO *et al.*, 2008, p. 205), sendo esta a classe que enquadra os indivíduos amostrados na UD e a indicada para fitofisionomia da Floresta Estacional Semidecidual.

Equação 1:

$$VT = \ln(-9,7394993677 + 2,3219001043 * \ln(DAP) + 0,5645027997 * \ln(H))$$

Equação 2:

$$PS = \ln(-10,9532786932 + 2,5464820134 * \ln(DAP) + 0,4667754371 * \ln(H))$$

Equação 3:

$$CTotal = 0,4823 * PS$$

Equação 4:

$$CO_2Total = 3,67 * CTotal$$

Em que: DAP= diâmetro a 1,30 m do solo (cm); H = altura total (m); VT= Volume total de biomassa (m<sup>3</sup>); PS= Peso da matéria seca total (t.ha<sup>-1</sup>); CTotal= estoque de carbono total (t.ha<sup>-1</sup>); CO<sub>2</sub>Total = sequestro de dióxido de carbono total (t.ha<sup>-1</sup>).

Quanto aos indivíduos do estrato regenerativo, àqueles com DAP inferior a 5 cm e altura superior a 50 cm, fez-se a medição da altura total utilizando a vara telescópica e a medição do diâmetro a 10 cm de altura do solo (DAS). A ausência na literatura de uma equação para calcular a biomassa lenhosa total com casca do estrato regenerativo, sendo de extrema relevância o conhecimento desta variável para áreas em fase inicial de restauração, fez com que fosse utilizado a equação 1 ajustada para DAS (Equação 5).

Equação 5:

$$VT = \ln(-9,7394993677 + 2,3219001043 * \ln(DAS) + 0,5645027997 * \ln(H))$$

Em que: DAS= diâmetro a 10 cm do solo (cm); H= altura total (m).

A partir da biomassa lenhosa total com casca do estrato regenerativo (VT), calculou-se o peso da matéria seca (PS) (Equação 2), o volume de carbono (Equação 3) e o CO<sub>2</sub> total (Equação 4).

Os valores dos indicadores foram apresentados em três tabelas, sendo agrupados em indivíduos plantados (para as técnicas de plantio de mudas e muvuca de sementes), espontâneos (indivíduos arbóreos nascidos de forma espontânea dentro das parcelas



amostrais nos diferentes tratamentos) e remanescentes (indivíduos que já estavam na área das parcelas antes da implantação do experimento).

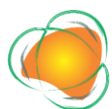
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os indivíduos plantados (Tabela 1) foram contabilizados uma densidade total de 9.025 indivíduos por hectare. No plantio de mudas, a densidade de indivíduos com DAP  $\geq 5$  cm foi de 225 e com DAP  $< 5$  cm foi de 1425. Na muvuca de sementes, apenas 25 indivíduos ultrapassaram o DAP de 5 cm e outros 7350 tiveram o DAP  $< 5$  cm. O volume do fuste e a biomassa total para o plantio de mudas foi de  $13,3024 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  e  $3,1948 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  respectivamente, sendo superior aos valores observados na muvuca de sementes que teve o volume do fuste foi de  $3,9535 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  e a biomassa de  $0,7459 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Quanto ao estoque de C e  $\text{CO}_2$  sequestrado, o plantio de mudas também foi mais eficiente, com valores de estoque de carbono de  $8,8468 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  e  $10,0095 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$ , enquanto a muvuca de sementes teve seus valores de estoque de carbono de  $2,3922 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  e  $2,5316$  de  $\text{CO}_2$  fixado.

Tabela 1: Dados por hectare calculados para os indivíduos plantados.

<b>DADOS DE PLANTIO (ha)</b>					
	Volume do Fuste ( $\text{m}^3$ )	Biomassa Total do Fuste (t)	Estoque de C (t)	$\text{CO}_2$ (t)	Densidade (ni)
<b>PLANTIO - Diâmetro <math>\geq 5</math>cm</b>					
Plantio de mudas	2,3966	0,9029	0,4355	1,5981	225
Muvuca de sementes	0,2897	0,1083	0,0522	0,1916	25
<b>PLANTIO - Diâmetro <math>&lt; 5</math>cm</b>					
Plantio de mudas	10,9058	2,2919	8,4114	8,4114	1425
Muvuca de sementes	3,6638	0,6376	2,3400	2,3400	7350
<b>PLANTIO – TOTAL</b>					
Plantio de mudas	13,3024	3,1948	8,8468	10,0095	1650
Muvuca de sementes	3,9535	0,7459	2,3922	2,5316	7375

Comparando as duas técnicas de plantio é possível notar que o plantio de mudas se



sobressai diante da muvuca de sementes aos 3 anos da implantação, apresentando indicadores com valores superiores para todas as variáveis abordadas, exceto para a densidade de indivíduos. No entanto, é importante ressaltar que a muvuca de sementes leva um tempo maior para o seu desenvolvimento, pois a germinação das sementes varia de espécie para espécie e ainda há o tempo que as plântulas leva para atingirem o tamanho das mudas produzidas em viveiro (altura entre 30 e 60 cm, diâmetro do coleto maior que 3mm) e que foram transferidas para o solo. Esse fator pode ter contribuído para que a técnica de plantio tenha se mostrado mais eficiente no sequestro de carbono, mesmo a muvuca tendo apresentado uma maior densidade de indivíduos.

Quanto aos indivíduos espontâneos (regeneração natural após a implantação do experimento) (Tabela 2), a muvuca de sementes é a que possui maior densidade de indivíduos, sendo 25 indivíduos de diâmetro  $\geq 5$  cm e 7150 indivíduos com diâmetro  $< 5$  cm, totalizando 7.175 indivíduos por hectare.

Tabela 2. Dados por hectare calculados para os indivíduos espontâneos.

<b>INDIVÍDUOS ESPONTÂNEOS (ha)</b>					
	Volume do Fuste (m <sup>3</sup> )	Biomassa Total do Fuste (t)	Estoque de C (t)	CO <sub>2</sub> (t)	Densidade (ni)
<b>ESPONTÂNEOS - Diâmetro <math>\geq 5</math>cm</b>					
Plantio de mudas	0,6319	0,2420	0,1167	0,4283	75
Muvuca de sementes	0,3009	0,1170	0,0564	0,2071	25
Regeneração Natural Assistida	9,2055	4,3907	2,1176	7,7717	50
<b>ESPONTÂNEOS - Diâmetro <math>&lt; 5</math>cm</b>					
Plantio de mudas	4,3403	1,5894	0,7666	2,8133	2275
Muvuca de sementes	3,9367	1,3276	0,6403	2,3500	7150
Regeneração Natural Assistida	13,3123	7,5027	3,6185	13,2800	1550
<b>ESPONTÂNEAS – TOTAL</b>					
Plantio de mudas	4,9722	1,8314	0,8833	3,2416	2350
Muvuca de sementes	4,2376	1,4447	0,6968	2,5571	7175



---

Regeneração Natural Assistida	22,5179	11,8933	5,7362	21,0517	1600
-------------------------------	---------	---------	--------	---------	------

---

Quando comparado os valores do volume do fuste e a biomassa total do fuste dos indivíduos espontâneos nas três técnicas de restauração florestal observa-se que a regeneração natural assistida (RNA) é a mais eficiente, com um resultado de 22,5179 m<sup>3</sup> e 11,8933 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Logo, a técnica que mais se destacou também no estoque de carbono e no CO<sub>2</sub> sequestrado foi a RNA, obtendo resultados de 5,7362 t.ha<sup>-1</sup> e 21,0517 t.ha<sup>-1</sup>. Assim, os indivíduos espontâneos da técnica de restauração florestal RNA se mostraram mais eficientes na produção de biomassa e consequentemente melhores na fixação e estocagem de carbono. Apesar de ter um menor número de indivíduos dentro da área, as espécies encontradas nessas parcelas apresentaram um rápido crescimento se comparados aos indivíduos presentes nas técnicas de plantio.

No que concerne aos indivíduos remanescentes, àqueles que já estavam presentes antes da implantação do experimento (Tabela 3), as parcelas de plantio de mudas contiveram um maior número de indivíduos e apresentaram os melhores resultados para as diferentes variáveis calculadas. Em relação ao volume total do fuste e a biomassa total, observou-se no plantio de mudas valores de 15,3852 m<sup>3</sup> e 6,9072 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente, enquanto que os valores do estoque de C e de CO<sub>2</sub> foram de 3,3313 t.ha<sup>-1</sup> e 12,2260 t.ha<sup>-1</sup>. Os remanescentes florestais presentes nas técnicas de plantio de mudas e muvuca de sementes apresentaram uma biomassa total com baixa diferenciação, apesar da discrepância no número de indivíduos. Isso pode ser explicado pelo conceito apresentado por Oliveira *et al.*, (2017) que traz relação da biomassa com o porte e tamanho das árvores, onde quanto maior a árvore, maior a biomassa total encontrada, logo maior é a quantidade de carbono armazenado. Isso explica porque os indivíduos com DAP superior a 5 centímetros apresentaram melhores valores nos indicadores estudados; mesmo com menos indivíduos, ainda mostraram melhores resultados quando comparados aos de diâmetro inferior.

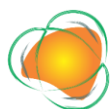
Tabela 3. Dados por hectare calculados para os indivíduos remanescentes, indivíduos presentes na área antes da implantação das técnicas de restauração.

---

**DADOS DE REMANESCENTES (ha)**

---





	Volume do Fuste (m <sup>3</sup> )	Biomassa Total do Fuste (t)	Estoquede C (t)	CO <sub>2</sub> (t)	Densidade (ni)
<b>REMANESCENTE - Diâmetro ≥ 5cm</b>					
Plantio de mudas	5,1560	2,2034	1,0627	3,9000	150
Muvuca de sementes	3,5851	1,5300	0,7379	2,7082	75
Regeneração Natural Assistida	2,3299	0,9782	0,4718	1,7315	100
<b>REMANESCENTE - Diâmetro &lt; 5cm</b>					
Plantio de mudas	10,2292	4,7038	2,2687	8,3260	400
Muvuca de sementes	9,4402	4,4858	2,1635	7,9401	150
Regeneração Natural Assistida	1,4522	0,5605	0,2703	0,9921	275
<b>REMANESCENTE – TOTAL</b>					
Plantio de mudas	15,3852	6,9072	3,3313	12,2260	550
Muvuca de sementes	13,0253	6,0159	2,9015	10,6483	225
Regeneração Natural Assistida	3,7821	1,5387	0,7421	2,7236	375

Borges *et al.* (2017), trabalhando em áreas de restauração florestal (10 anos de plantio) com espécies do bioma Mata Atlântica, no litoral do Paraná, encontrou o valor de 21,24 t.ha<sup>-1</sup> de biomassa para florestas secundárias em estágio inicial. Já Miranda (2011) também avaliando a produção de biomassa nos plantios de áreas de restauração florestal, no sudoeste paulista, com idades de 6 e 17 anos obteve 15,9 t.ha<sup>-1</sup> e 221,5 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Tomando como referência os valores de biomassa observados por Miranda (2008) em áreas restauradas aos seis anos pode-se considerar que aos três anos da implantação das técnicas de restauração florestal na Unidade Demonstrativa do Campus Inconfidentes os valores de biomassa total dos indivíduos estão dentro do esperado, tendo sido observado valores de 11,9 t.ha<sup>-1</sup> no plantio de mudas, de 8,2 t.ha<sup>-1</sup> na muvuca desementes e de 13,4 t.ha<sup>-1</sup> na regeneração natural assistida (Figura 2).

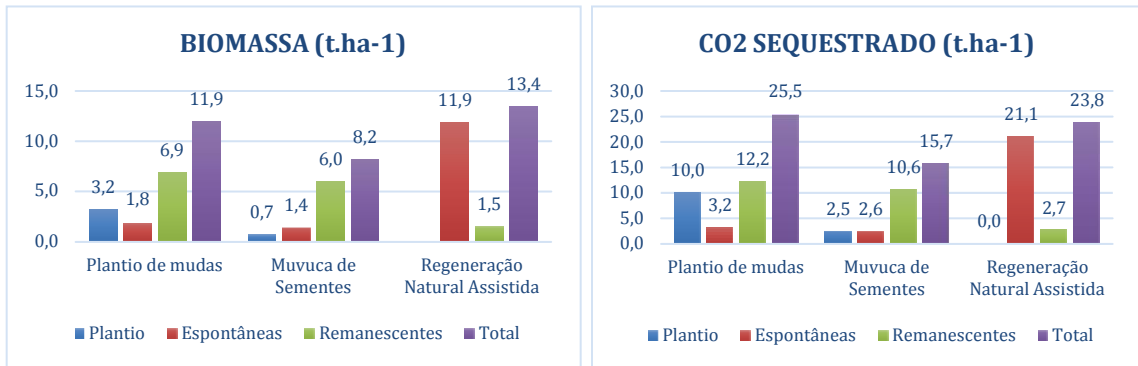
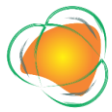


Figura 2. Biomassa ( $t.ha^{-1}$ ) e Sequestro de Carbono ( $t.ha^{-1}$ ) por indivíduos plantados, espontâneos, remanescentes e total em diferentes técnicas de restauração florestal da Unidade Demonstrativa do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes.

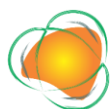
Destacamos que os resultados de sequestro de carbono obtidos no plantio de mudas foi de  $25,5 t.ha^{-1}$ , na sementeira direta (muvuca) foi de  $15,7 t.ha^{-1}$  e na regeneração natural assistida foi de  $23,8 t.ha^{-1}$  (Figura 2). Consideramos estes resultados relevantes uma vez que não há relatos na literatura sobre o sequestro de carbono na fase inicial da restauração florestal em fitofisionomia de floresta estacional semidecidual do bioma mata atlântica.

## CONCLUSÕES

Aos três anos de implantação, considerando os indivíduos plantados, a técnica de plantio de mudas foi a que apresentou maior potencial de produção de biomassa e maior estoque e sequestro de carbono mesmo com um menor número de indivíduos quando comparado à técnica de sementeira direta (muvuca).

Quanto aos indivíduos estabelecidos espontaneamente, àqueles que se estabeleceram dentro das parcelas de regeneração natural assistida se mostraram mais eficientes na produção de biomassa, estoque e sequestro de carbono, quando comparados àqueles estabelecidos nas técnicas de plantio de mudas e muvuca de sementes.

Ademais, os indivíduos remanescentes presentes nas técnicas de plantio de mudas e muvuca de sementes promoveram produção de biomassa, estoque de carbono e  $CO_2$  sequestrado semelhantes, apesar da alta diferenciação no número de indivíduos.



Ressalta-se que estes dados são preliminares, que até o momento as três técnicas de restauração (plantio de mudas, muvuca e regeneração natural assistida) mostram-se promissoras para a recuperação de florestas estacionais semidecíduais do bioma mata atlântica e que este monitoramento é de longo prazo, com avaliações programadas para os próximos anos de modo a disponibilizar informações de sequestro de carbono em áreas iniciais de restauração do bioma mata atlântica.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela concessão da bolsa de iniciação científica e ao IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes pela estrutura e material disponibilizado para realização deste estudo.

## REFERÊNCIAS

ABREU, J. C. **Modelagem de biomassa e de nutrientes de espécies da caatinga no município de Floresta-PE**. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, PE, 2012. Acesso em: 03 de maio de 2023.

BORGES, R. A.; BROGES, A. V. P.; MALTAR, E. A.; SCHAFFER, L. H.; ANGELO, A. C.; CARPANEZZI, A.; NEVES, E. J. M.; BRITZ, R. M. Estoque de carbono em área de pastagem em restauração com espécies do bioma Mata Atlântica no Litoral do Paraná. **Revista Floresta**, UFPR, 2017.

BRANCALION, P. H. S.; NIAMIR, A.; BROADBENT, E.; CROUZEILLES, R.; BARROS, F. S. M.; ZAMBRANO, A. M. A.; BACCINI, A.; ARONSON, J.; GOETZ, S.; REID, J. L.; STRASSBURG, B. B. N.; WILSON, S.; CHAZDON, R. L. Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. **Sci Adv**. v. 5, n. 7, 2019. DOI: 10.1126/sciadv.aav3223.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração**. In: Martins, S.V. (Org.). Restauração ecológica de ecossistemas degradados. 1 ed. Viçosa: UFV, p. 262 – 293, 2012.

CAVALLET, L. E; PAULA, E. V. Estimativa de sequestro de carbono da biomassa aérea como indicador de sustentabilidade em decorrência da adequação da área de preservação permanente na sub-bacia do rio pequeno (Antonina - PR). **SciELO, Paraná**, v. 5, n. 8, p. 1-13, 2007.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Land use, land use change, and forestry special report**. Summary for Policymakers. Montreal: 2000.



IPAM. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. **REDD no Brasil: Um enfoque Amazônico**: Fundamentos, critérios e estruturas institucionais para um regime nacional de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal - REDD. 3. ed. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, 160 p., 2011.

KEITH, H.; VARDON, M.; STEIN, J. A.; LINDENMAYER, D. Contribution of native forests to climate change mitigation – A common approach to carbon accounting that aligns results from environmental- economic accounting with rules for emissions reduction. **Environmental Science and Policy**, v. 93, p. 189-199, 2019.

MIRANDA, D. L. C.; MELO, A. C. G.; SANQUETTA, C. R. Equações alométricas para a estimativa de biomassa e carbono em árvores de reflorestamento de restauração. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.679-689, 2011.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; NARDELLI, A. M. B.; SOUZA, A. L. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma capoeira da Zona da Mata Mineira. **Revista Árvore**, v.34, n.3, p.495-504, 2010.

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. Acesso em: 10 de maio de 2023.

SHIMAMOTO, C.Y.; BOTOSSO, P. C.; MARQUES, M. C. M. How much carbon sequestered during the restoration of tropical forest? Estimates from tree species in the Brazilian Atlantic forest. **Forest Ecology and Management**, v.329, p. 1-9, 2014.

SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Resolução nº 32, de 03 de abril de 2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas**. Acesso em: 14 de maio de 2023.

SOARES, C. P. B.; PAULA N. F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Ed. UFV, 278 p., 2011. Acesso em: 14 de junho de 2023.

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.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; TRUBY, P. Quantificação da biomassa em uma Floresta Estacional Decidual em Itaata, RS. **Ciência Florestal**, v.16, n.4, p.419- 425. 2006.

WATZLAWICK, L. F. **Estimativa de biomassa e carbono de Floresta Ombrófila Mista e plantações florestais a partir de dados de imagens de satélite IKONOS II**. 2003. 120p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2003.