



Efeito da adubação no sequestro de carbono de um povoamento de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake em solo arenizado do bioma Pampa

Lucas José Mendes¹

Grasiele Dick²

Jocimar Caiafa Milagre³

Pedro Henrique Rodrigues Borges⁴

Elias Frank de Araújo⁵, Mauro Valdir Schumacher⁶

¹UFSM (mendes.lucas@acad.ufsm.br), ²UFSM (grasidick@hotmail.com), ³UFSM (jocimar.milagre@acad.ufsm.br), ⁴UFSM (engftalpedrohrborges@outlook.com), ⁵CMPC (efaraujo@cmprcs.com.br), ⁶UFSM (mauro.schumacher@ufsm.br)

RESUMO: O carbono (C) estocado na biomassa das plantações florestais depende do crescimento de cada espécie, que é influenciado pela disponibilidade de nutrientes no solo. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da adubação no sequestro de C de um povoamento de *Eucalyptus urophylla* com sete anos de idade estabelecido em solo arenizado no bioma Pampa. Foram realizadas medições da altura total e diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores e estimativas da biomassa e o estoque de C em dois tratamentos com doses e fontes de adubação diferentes (T1 – fosfato natural, cloreto de potássio (KCl) e menores doses de N-P₂O₅-K₂O e T2 – superfosfato triplo, KCl, micronutrientes e Cálcio (Ca) e maiores doses de N-P₂O₅-K₂O). Maiores valores de biomassa de madeira do tronco e estoque de C foram encontrados em T2. Os resultados demonstraram o aumento no potencial de sequestro de C conforme incremento na adubação e apontam para a possibilidade de uso econômico da espécie em área altamente degradada pelo processo de arenização no bioma Pampa.

Palavras-chave: eucalipto, mudanças climáticas, plantações florestais, silvicultura

Introdução

As plantações florestais estão presentes em cerca de 9,93 milhões de hectares do território brasileiro e são representadas principalmente pelas espécies de eucalipto e pinus. O gênero *Eucalyptus* ocupa cerca de 75,8% da área plantada e traz uma variedade de benefícios econômicos, sociais e ambientais (IBÁ, 2022). A expansão de áreas com plantações de eucalipto está associada ao seu rápido crescimento, alta produtividade e adaptabilidade a diferentes habitats (Freitas et al., 2020).

As plantações florestais também proporcionam, de maneira eficaz, o armazenamento de CO₂ presente na atmosfera por meio do processo fotossintético (Diao et al., 2022). O C estocado na biomassa aérea das plantações florestais depende do crescimento de cada espécie, que pode ser influenciado por diferentes fatores. Dentre os fatores mais importantes que influenciam o crescimento dos plantios estão as características edafoclimáticas do local, espaçamento, manejo e a adubação utilizada (Freitas et al., 2020).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da adubação no sequestro de C



das árvores de um povoamento de *Eucalyptus urophylla* com sete anos de idade estabelecido em solo arenizado no bioma Pampa.

Material e métodos

Área de Estudo

O experimento foi realizado em área degradada pelo processo de arenização no município de Maçambará, RS, Brasil. O município está inserido no bioma Pampa e o clima é do tipo Cfa (subtropical úmido com verão quente). A temperatura média e a precipitação acumulada anual são 19,10 °C e 1.916 mm, respectivamente (Alvares et al., 2013). O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico, com baixo teor de matéria orgânica (MO) e sem agregados estruturais.

Delineamento Experimental e Análise dos Dados

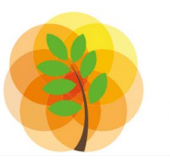
A área de estudo consiste em um experimento de *E. urophylla* (Clone AEC 0144) implantado em solo arenizado. Para a instalação do experimento foram realizadas atividades de controle de formigas cortadeiras, subsolagem, adubações e plantio e replantio de mudas no espaçamento de 3 m x 2 m. Foram estabelecidos dois tratamentos (T1 e T2) com diferentes doses e fontes de adubação (Tabela 1). Em cada tratamento foram delimitadas aleatoriamente três parcelas de 1.800 m² com 300 árvores cada.

Tabela 1. Adubação realizada em plantio de *Eucalyptus urophylla* estabelecido em solo arenizado no município de Maçambará, RS.

Formulação	Quantidade (g planta ⁻¹)	
	T1	T2
Superfosfato triplo	-	300
Fosfato natural	250	-
KCl	165	165
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O 06-30-06	60	192
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O 22-00-18	132	312
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O 10-25-25	-	137
FTE (micro e Ca)	-	198

Onde: *FTE = Fertilizante composto pelos elementos S, B, Cu, Mn, Mo, Zn e Ca.

Em junho de 2022 foram realizadas as medições da altura total (m) e diâmetro à altura do peito – DAP (cm) das árvores do povoamento aos sete anos de idade. Os dados de altura e DAP foram



utilizados para os cálculos de área basal (AB), volume com casca (Vc) e incremento médio anual (IMA). Foi considerado o fator de forma 0,48 para a obtenção do Vc (m³) (Trugilho et al., 2010); a densidade da madeira com casca de 0,425 t/m³ para a quantificação da biomassa de madeira do tronco (Brasil, 2004); e a porcentagem de 47% para quantificar o estoque de C (Eggleston et al., 2006).

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett para avaliação da normalidade dos erros e da homogeneidade de variâncias, respectivamente. Para verificar se houve diferença significativa entre os tratamentos foi aplicada a ANOVA (teste F, p<0,05). Todas as análises estatísticas foram realizadas no *software* R.

Resultados e discussão

Maiores valores médios para DAP ($13,22 \pm 1,35$ cm) e altura ($14,88 \pm 1,71$ m) foram encontrados em T2, no qual mais de 70% dos indivíduos possuem DAP maior que 12,5 cm e 65% têm entre 13,5 e 16,5 m de altura (Figura 1). Por outro lado, em T1 o DAP médio foi de $10,02 \pm 1,88$ cm, com mais de 90% dos indivíduos com menos de 12,5 cm, e a altura média foi de $11,36 \pm 1,97$ m, com 88% menores que 13,5 m.

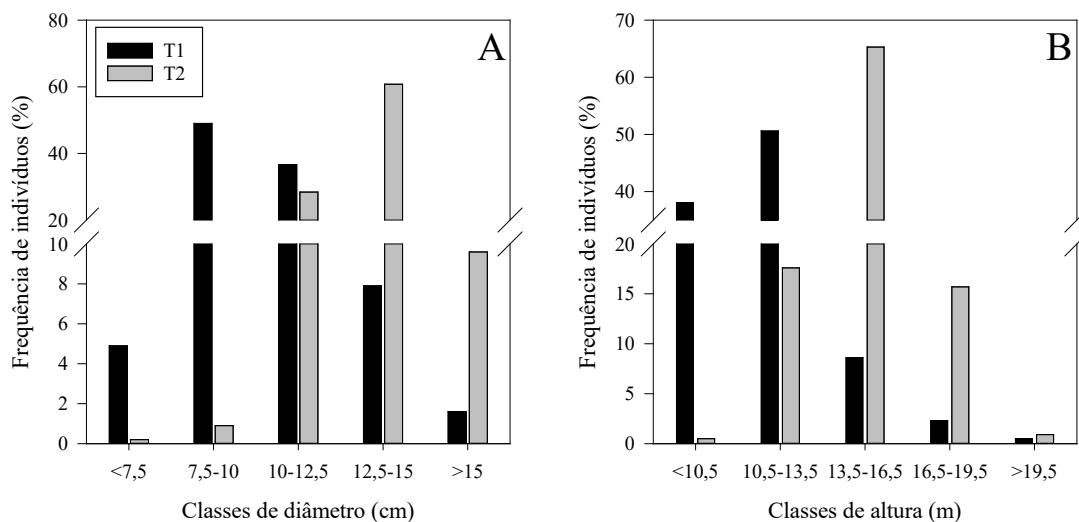


Figura 1. Distribuição em classes de diâmetro (A) e altura (B) dos indivíduos de *Eucalyptus urophylla* nos tratamentos T1 e T2 com sete anos de idade estabelecido em solo arenizado, Maçambará, RS.

O maior crescimento em T2 resultou em maiores valores de AB, Vc e IMA quando comparado com T1 (Tabela 2). Conseqüentemente, a biomassa e estoque de C da parte aérea foram superiores em T2. Estudos demonstram que a biomassa aérea das árvores representa aproximadamente 80 a 87% do total de C armazenado no eucalipto (Ribeiro et al. 2015; Viera e Rodríguez-Soalleiro, 2019). A maior biomassa e estoque de C das árvores em T2 estão relacionados com a aplicação de superfosfato



triplo, micronutrientes e Ca e maiores quantidades de N-P₂O₅-K₂O (Tabela 1).

Tabela 2. Variáveis calculadas em povoamento de *Eucalyptus urophylla* aos sete anos de idade estabelecido em solo arenizado, em Maçambará, RS.

Variável	T1	T2
AB (m ² ha ⁻¹)	13,61 ± 5,33 b	23,11 ± 4,62 a
Vc (m ³ ha ⁻¹)	79,29 ± 50,29 b	168,80 ± 53,45 a
IMA (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	11,33 ± 7,18 b	23,95 ± 7,87 a
Biomassa (Mg ha ⁻¹)	33,70 ± 21,37 b	71,24 ± 23,42 a
Estoque de C (Mg ha ⁻¹)	15,83 ± 10,05 b	33,48 ± 11,00 a

Valores são apresentados como médias ± desvio padrão. Letras distintas na linha indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F (p<0,05).

Dentre os nutrientes fornecidos pela adubação, o fósforo (P) é um dos principais responsáveis pelo crescimento do eucalipto. A adubação com P, além de promover o crescimento, melhora a absorção do nitrogênio (N), P e potássio (K) e aumenta a produção de biomassa (Xu et al., 2002). O K influencia positivamente na produtividade do eucalipto por aumentar a área foliar (Faria et al., 2002) possibilitando maior sequestro de CO₂ pelo processo fotossintético. Já os micronutrientes estão alocados em baixas concentrações, mas exercem papéis fundamentais no crescimento e reprodução do eucalipto (Medeiros et al., 2021).

Apesar da grande quantidade de areia presente nesse tipo de solo afetar a disponibilidade de água e o transporte de nutrientes (Reichert et al., 2016), a adubação permitiu o cultivo do eucalipto nessas áreas. Além de aumentar a estocagem de C na biomassa aérea, o estabelecimento do eucalipto em áreas arenizadas permite aumentar o estoque de C orgânico no solo (Mendes, dados não publicados) e pode representar um potencial de uso econômico da espécie em solo arenizado.

Conclusão

A adubação aumentou a produção da biomassa de madeira do tronco e o estoque de C em plantação de *E. urophylla* em área altamente degradada pelo processo de arenização no bioma Pampa.

Referências bibliográficas

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. <http://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

BRASIL. Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: MCT, 2004.

DIAO, J. et al. Active forest management accelerates carbon storage in plantation forests in Lishui, southern China. Forest Ecosystems, v. 9, p. 100004, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2022.100004>



EGGLESTON, S. et al. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies, 2006.

FARIA, G. E. de et al. Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica. Revista *Árvore*, v. 26, p. 577-584, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622002000500008>

FREITAS, E. C. S. et al. Modeling of eucalyptus productivity with artificial neural networks. *Industrial Crops and Products*, v. 146, p. 112149, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112149>

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. Relatório Anual Ibá 2022. São Paulo: FGV, 2022.

MEDEIROS, P. L. et al. Efficiency of micronutrients and sodium use of a *Eucalyptus* clone as a function of planting density in short-rotation cropping. *Australian Forestry*, v. 84, n. 2, p. 73-81, 2021. <https://doi.org/10.1080/00049158.2021.1906567>

REICHERT, J. M. et al. Land use effects on subtropical, sandy soil under sandyzation/desertification processes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 233, p. 370-380, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.09.039>

RIBEIRO, S. C. et al. Aboveground and belowground biomass and carbon estimates for clonal eucalyptus trees in Southeast Brazil. *Revista Árvore*, v. 39, p. 353-363, 2015. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000200015>

TRUGILHO, P. F. et al. Estimativa de carbono fixado na madeira de um clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*. *Cerne*, v. 16, p. 33-40, 2010.

VIERA, M.; RODRÍGUEZ-SOALLEIRO, R. A complete assessment of carbon stocks in above and belowground biomass components of a hybrid eucalyptus plantation in Southern Brazil. *Forests*, v. 10, n. 7, p. 536, 2019. <https://doi.org/10.3390/f10070536>

XU, D. et al. Effects of P fertilisation on productivity and nutrient accumulation in a *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* plantation in southern China. *Forest Ecology and Management*, v. 161, n. 1-3, p. 89-100, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00485-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00485-6)

