

Caracterização de *biochar* de resíduos de laranjeira e seu efeito no crescimento inicial de *Handroanthus impetiginosus*

Beatriz Sousa Barbosa¹; Marília Shibata²; Cassio Rafael Costa dos Santos³; Adriene de Oliveira Bastos¹; Mari Lucia Campos⁴; Jonnys Paz Castro³

¹Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras/MG, Brasil; ²Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas/RS, Brasil; ³Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Capitão-Poço/PA, Brasil; ⁴Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages/SC, Brasil, - barbosasbeatriz@gmail.com

Resumo: *Biochar* nas composições de substratos, tem ganhado destaque por atenderem as necessidades nutricionais das plantas. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi caracterizar o *biochar* proveniente de resíduos de laranjeira e avaliar o seu efeito como componente de substrato no crescimento de mudas de ipê-roxo. Foram realizadas análise química e difração de Raios X do *biochar*. Para a produção de mudas de ipê, o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com duas doses de *biochar* nas concentrações de 0% e 10%. Ao final do experimento, 90 dias após o transplântio foram obtidos a altura, diâmetro do colo, massa seca da raiz, da parte aérea e índice de qualidade de Dickson. O tratamento com a dose de 10%, forneceu os melhores resultados sobre os parâmetros avaliados e apresentou boas propriedades para utilização como componente de substratos na produção de mudas de ipê roxo.

Palavras-chave: Condicionador de solo; Espécies florestais; Resíduos orgânicos.

Characterization of biochar from orange tree waste and its effect on the initial growth of *Handroanthus impetiginosus*

Abstract: Biochar in substrate compositions has gained prominence for meeting the nutritional needs of plants. Therefore, the objective of this work was to characterize biochar from orange tree waste and evaluate its effect as a substrate component on the growth of ipê-roxo seedlings. Chemical analysis and X-ray diffraction of the biochar were carried out. For the production of ipê seedlings, the experimental design adopted was in randomized blocks, with two doses of biochar at concentrations of 0% and 10%. At the end of the experiment, 90 days after transplanting, height, stem diameter, root and shoot dry mass and Dickson quality index were obtained. Treatment with a dose of 10% provided the best results on the evaluated parameters and presented good properties for use as a component of substrates in the production of purple ipê seedlings.

Keywords: Soil conditioner; Forest species; Organic waste.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura gera grandes quantidades de resíduos orgânicos, sendo considerada um dos setores com maior contribuição para as emissões de gases do efeito estufa no planeta (Barros *et al.*, 2020). Dentre esses resíduos gerados em grande quantidade e que necessitam de uma alternativa para sua destinação, estão os resíduos oriundos da citricultura provenientes dos plantios (caule, folhas, ramos),

onde a maioria não são reaproveitados, sendo assim descartados, gerando perdas econômicas e risco ao meio ambiente (Sugimoto, 2018).

Um exemplo de alternativa para esses resíduos vegetais é a produção de *biochar* (Lira *et al.*, 2015; Cabrini *et al.*, 2020). O *biochar* é um termo em inglês para denominação da palavra biocarvão, obtido em um processo conhecido como pirólise (Mangrich *et al.*, 2011), onde a biomassa é colocada em ambientes com a ausência parcial ou total do oxigênio e em temperaturas que variam de 300 a 500 °C, resultando em uma mistura de sólidos (biocarvão ou carvão vegetal), líquidos e gases (Danish, 2019).

O *biochar* vêm sendo testado como componente de substrato, para serem utilizados no processo de produção de mudas de espécies florestais (Oliveira, 2019). A utilização do *biochar* como substratos tem se destacado pois, além de fornecer condições ambientais favoráveis às mudas, atendendo as necessidades nutricionais das plantas, tornam-se também uma alternativa adequada para a destinação correta dos resíduos (Barros *et al.*, 2019).

A produção de mudas de espécies florestais nativas independentes da sua finalidade, exige que uma série de tecnologias sejam desenvolvidas para maximizar a qualidade das mudas (Araújo, 2016). Contudo, as espécies nativas com grande potencial produtivo, como o *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, popularmente conhecido como ipê-roxo (Carvalho, 2003; Lorenzi, 2008), ainda necessitam de informações silviculturais quanto à fase de produção de mudas.

Com isso, o objetivo desse trabalho foi caracterizar o *biochar* proveniente de resíduos de laranjeira e avaliar o seu efeito como componente de substrato no crescimento de mudas de ipê roxo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Produção do biochar

Para a produção do *biochar*, foi coletada a biomassa lenhosa (caule e ramos) resultante do desbaste dos plantios de laranja que haviam sido previamente triturados na área de plantio da empresa Citropar Agropecuária, município de Capitão Poço. O material foi seco em estufa de ventilação forçada a 103 °C por 24 h, em seguida, foi inserido em um recipiente metálico (reator) de pirólise lenta e, posteriormente, colocado em um forno elétrico tipo mufla modelo 2000F/DMRP. A carbonização ocorreu com uma taxa de aquecimento de 100 °C.h⁻¹, até atingir uma temperatura final

de 450 °C por um tempo de residência de 30 minutos. Ao final do processo, o *biochar* obtido foi resfriado lentamente até a temperatura ambiente, e triturado em macro moinho de facas.

2.2 Caracterização do biochar e produção de mudas de ipê roxo

A análise dos elementos químicos (Mg, P, K, S, Mn, Fe, Cu e Zn) presentes nas amostras foi efetuada por espectrômetro de fluorescência de raios-X por energia dispersiva, Panalytical, modelo Epsilon 3®, sendo que, como amostra referência, foi utilizado NIST 2709a soil San Joaquin. A análise de difração de Raios X (DRX) foi realizada no laboratório pertencente United States Department of Agriculture (USDA ARS).

Para o teste do *biochar* como componente de substrato, foram utilizadas mudas de ipê roxo. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com duas doses de *biochar* 0% e 10% com adubação mineral, cada tratamento foi representado por uma única parcela distribuída aleatoriamente dentro de cada um dos quatro blocos, sendo que cada parcela foi constituída por um vaso e uma planta, totalizando 8 parcelas. Aos 45 dias após a germinação, as plântulas mais uniformes e vigorosas foram selecionadas e transplantadas para vasos plásticos de 3 L contendo os substratos homogeneizados. Foi realizado a calagem de acordo com os resultados da análise do solo (Tabela 1) e a recomendação de adubação para o cultivo do ipê (Vieira; Weber, 2017; Lima *et al.*, 2023).

Tabela 1. Atributos químicos e caracterização granulométrica do solo coletado (0-20 cm) antes da aplicação dos tratamentos.

pH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Al ⁺³	H+Al	CTC _{pH7}	P	M.O.	V%	m%	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	-----cmolc.dm ⁻³ -----						mg.dm ⁻³	g.kg ⁻¹	-----%-----		-----g kg ⁻¹ -----		
3,9	0,8	0,2	6	0,60	6,2	7,26	7,0	12	14	36	810	40	150

pH em CaCl₂; Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Al⁺³: cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis, respectivamente; H+Al: Acidez potencial; P: Fósforo disponível; M.O: Matéria orgânica; CTC_{pH7}: capacidade de troca catiônica potencial; V%: saturação por bases; m%: saturação por alumínio.

Ao final do experimento, 90 dias após o transplântio, foram obtidos altura total da planta (Ht), diâmetro do colo (DC), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Todos os testes estatísticos foram realizados com o software R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores médios dos elementos químicos obtidos via fluorescência de raio X são apresentados na Tabela 2. O potássio (K) obteve o maior teor entre os elementos encontrados, em seguida de fósforo (P), cobre (Cu) e magnésio (Mg).

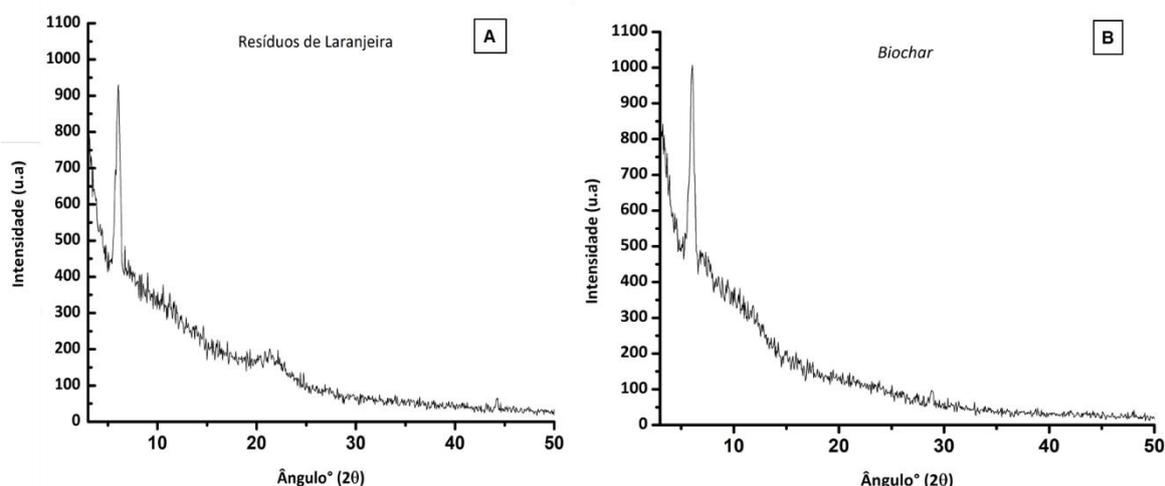
Tabela 2. Teores de elementos químicos do *biochar* obtidos por fluorescência de raios-X.

Material	Mg	P	K	S	Mn	Fe	Cu	Zn
----- g.Kg ⁻¹ -----								
<i>biochar</i>	17,11	35,82	153,05	4,19	0,29	7,96	26,03	1,04

A presença significativa dos nutrientes Mg, P e K, ressaltam a capacidade do *biochar* em ser utilizado como um tipo específico de adubo orgânico no solo. Os resultados corroboram com os encontrados por Martins (2018) e Sousa e Figueiredo (2016), que também obtiveram a presença desses macronutrientes em *biochar* provenientes de cama de aviário e lodo de esgoto, respectivamente.

A técnica de difração de Raios X (DRX) é largamente utilizada para a determinação precisa de estruturas cristalinas e amorfas dos materiais (Miranda, 2018; Vieira, 2021), na figura 1 estão representados os difratogramas obtidos para o resíduo da laranjeira (A) e o *biochar* (B).

Figura 1. Difratograma DRX do resíduo da laranjeira (A) e do *biochar* (B).

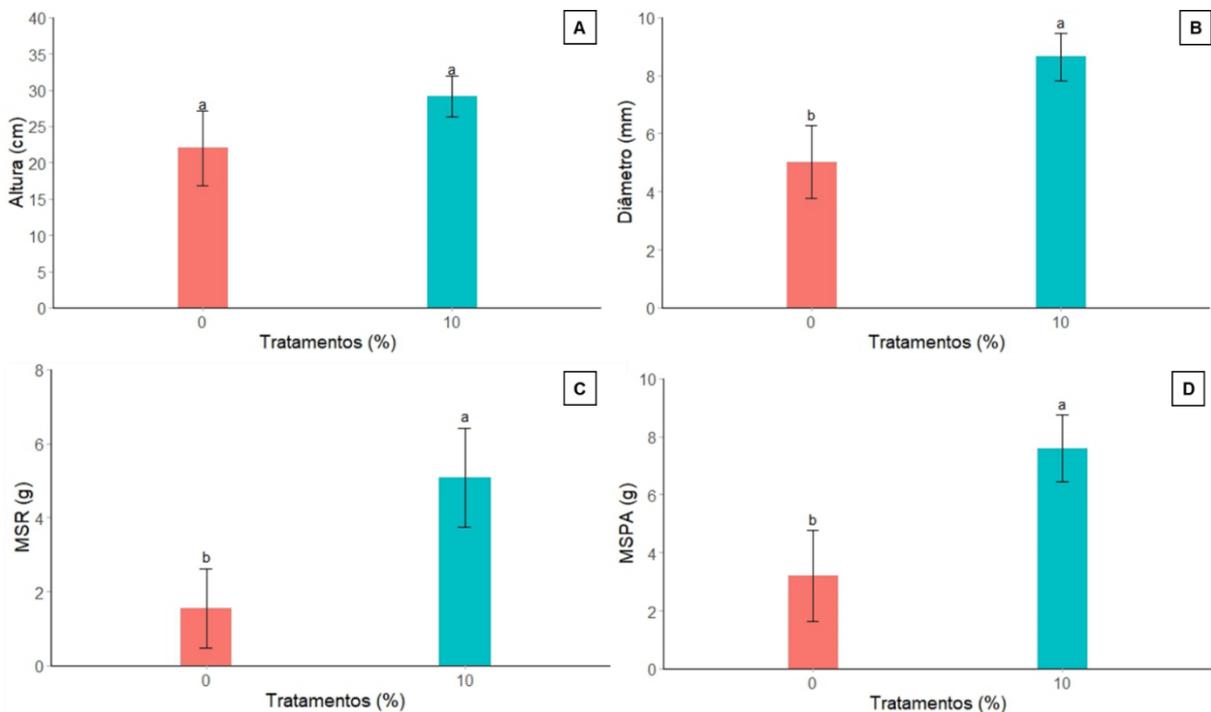


As análises de DRX revelaram características predominantemente amorfa, tanto para o resíduo da laranjeira, quanto para o *biochar*. Compostos cristalinos como quartzo, grafite, hematita e calcita, são encontrados em fases a partir de 20,0° (2θ) (Vieira, 2021), no entanto, houve diminuição na intensidade do pico após 10,0° o que sugere diminuição na cristalinidade (transição para uma estrutura mais amorfa). O

desaparecimento mais intenso das fases correspondentes as regiões cristalinas, foram observados no difratograma do *biochar* (Figura B), podendo estar associado ao processo de pirólise que provoca à decomposição dessas regiões cristalinas (De Souza *et al.*, 2020).

Para o teste do *biochar* como componente de substrato na produção de mudas de ipê roxo, houve diferença significativa para todas as variáveis analisadas (Figura 2 e 3), com exceção da variável altura (Figura 2A).

Figura 2. Avaliação das mudas de *H. impetiginosus* aos 90 dias após o transplante em função das doses de *biochar*. (A) altura, (B) diâmetro do colo, (C) MSR e (D) MSPA.



Não houve diferença significativa para a variável altura, com médias de 30,3 cm e 20,3 cm, para os tratamentos 0 e 10% *biochar*, respectivamente. Siqueira (2022), obteve as melhores médias nos tratamentos que tinham em sua composição 20 e 30% *biochar* adicionados a substrato comercial, com médias que variaram de 3,74 e 5,82 cm aos 120 dias após a semeadura. Esses resultados foram bem inferiores aos encontrados no presente estudo, com menos tempo de avaliação, o que indica, possivelmente uma alta eficiência do *biochar* a base dos resíduos da laranja.

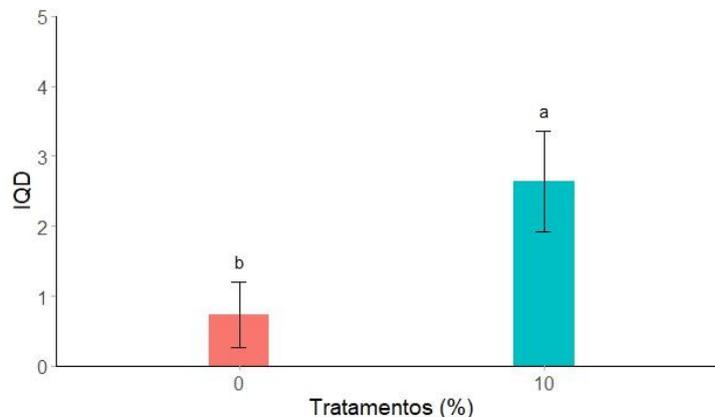
Os valores de diâmetro obtiveram médias de 5,03 e 8,64 mm para 0 e 10% *biochar* (Figura 2B), respectivamente. Davide e Botelho (2015) sugerem um valor padrão para o diâmetro do colo de 3 mm para espécies florestais nativas na fase de

expedição, o que demonstra maior eficiência *biochar* em estudo, que forneceu valores de diâmetro bem acima do recomendado.

Os maiores valores de massa seca das mudas de ipê roxo foram observados nos tratamentos com 10% *biochar*, com média de 5,08 para MSR e 7,6 g para MSPA (Figura 2C e D). Em estudo com a espécie tachi branco (*Tachigali vulgaris* L. G. Silva & H. C. Lima), também se verificou que a adição de doses de *biochar* (até 50%) proporcionaram incrementos lineares em massa seca de raiz e parte aérea (Souchie *et al.*, 2011). A maior produção de MSR e MSPA possibilita maiores chances de sobrevivência e crescimento das mudas, considerando que a parte aérea, principalmente as folhas, contribuem com os processos de metabolização de nutrientes absorvidos pelas raízes, e o bom desenvolvimento do sistema radicular contribui para melhor absorção de água e nutrientes no solo (Silva, 2019).

Quanto ao IQD, como esperado, o tratamento testemunha obteve os menores valores com média de 0,74, enquanto que a dose de 10% *biochar* proporcionou um IQD com média de 2,64 (Figura 3).

Figura 3. Índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de ipê aos 90 dias após o transplante em função das doses de *biochar*.



Dickson *et al.*, (1960) consideraram 0,20 como um valor mínimo para o IQD, e quanto maior o seu valor melhor será o padrão de qualidade das mudas (Bernardino *et al.*, 2005). Assim, o resultado positivo no tratamento com *biochar* IQD mostra o seu potencial para uso como substrato para formação de mudas de ipê roxo.

4. CONCLUSÃO

As características químicas do *biochar* mostraram-se adequadas, ao influenciar positivamente na formação de mudas de ipê roxo. Recomenda-se a aplicação da dose de 10% *biochar* pois forneceram valores superiores de biomassa seca e índice de

Qualidade de Desenvolvimento quanto comparado à testemunha. Assim, *biochar* provenientes de resíduos da laranjeira podem ser usados na produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus*.

5. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D. D. de. **Efeito do biochar de lodo de esgoto no crescimento inicial de mudas de *erythrina velutina willd.*** 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- BARROS, D. L.; DE REZENDE, F. A.; CAMPOS, A. T. Production of *Eucalyptus urograndis* plants cultivated with activated biochar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. 1-6, 2019.
- BARROS, M. V.; SALVADOR, R.; FRANCISCO, A. C.; PIEKARSKI, C. M. Mapping of research lines on circular economy practices in agriculture: From waste to energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.131, p.109958, 2020.
- BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N. de; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa MG, v.29, n. 6, p. 863-870, 2005.
- CABRINI, M. P.; NARDI, M. C. C. Produção de biocarvão de resíduos de laranja aplicado como adsorvente no tratamento de águas contaminadas com o corante fucsina básica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 101028-101035, 2020.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. 1. ed. Brasília: Embrapa Florestas, 2003.
- DANISH, S.; TAHIR, F. A.; RASHEED, M. K.; AHMAD, N; ALI, M. A; KIRAN, S.; IRSHAD, I; & BUTT, B. Effect of foliar application of Fe and banana peel waste biochar on growth, chlorophyll content and accessory pigments synthesis in spinach under chromium (IV) toxicity. **Open Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 381-390, 2019.
- DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Fatores que afetam a qualidade de mudas destinadas aos projetos de restauração de ecossistemas florestais. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (org.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras: UFLA, 2015. p. 181–274.
- DE SOUZA, A. T.; DE MOURA, R. R.; CASTRO, B. C. Síntese, caracterização e avaliação de biocarvão produzido a partir de resíduos de indústrias frigoríficas como potencial energético e possível substrato para plantas. In: **Colloquium Exactarum**. ISSN: 2178-8332. 2020. p. 89-101.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce na white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, p. 10-13, 1960.
- LIMA, D. do S. de S.; RIBEIRO, G. M. dos S.; BARBOSA, B. S., DA SILVA, R. T. L.; DOS SANTOS, C. R. C.; SHIBATA, M. Crescimento de mudas de *Handroanthus*

impetiginosus submetidas a diferentes condições de capacidade de campo do solo. **Editora Licuri**, p. 73-88, 2023.

LIRA, T. S.; XAVIER, T. P.; BENEVIDES, L. C. Estimativa de parâmetros cinéticos da pirólise do bagaço de laranja. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 5482-5489, 2015.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MANGRICH, A. S.; MAIA, C. M. F.; NOVOTNY, B. H. Biocarvão: as terras pretas de índios e o sequestro de carbono. **Ciência hoje**, v. 47, p.281, 2011.

MARTINS, C. C. **Biochar, composto orgânico e potássio nas características químicas e lixiviação de nutrientes em espodossolos e no cultivo de mucuna preta e moringa**. 2018. 126p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2018.

MIRANDA, N. T. **Investigação das condições operacionais para produção de bio-óleo e biochar a partir de bagaço de cana-de-açúcar por meio de simulação e aplicação em planta piloto**. 2018. Dissertação (Mestrado em engenharia química) - Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2018.

OLIVEIRA, C. L. F. de. **Substratos e manejo de recipientes para produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex Dc.) Mattos para arborização urbana**. 2019. 41 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

SIQUEIRA, E. S. **Uso de biochar na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais**. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2022.

SILVA, R. R. RÊGO, A. B. M. L.; AGUIAR, B. A. C. FREITAS, G. A.; RÊGO, P. L.; SOUZA, P. B. Qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. cultivadas em substratos alternativos, em função de adubação complementar. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.5, p. 67- 76, 2019.

SOUCHIE, F. F.; MARIMON JUNIOR, B. H.; PETTER, F. A.; MADARI, B. E.; MARIMON, B. S.; LENZA, A. Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C. Lima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 811-821, 2011.

SOUSA, A. A. T. C.; FIGUEIREDO, C. C. Sewage sludge biochar: effects on soil fertility and growth of radish. **Biological Agriculture & Horticulture**. v.32, p.127-138, 2016.

SUGIMOTO, L. **Resíduos da laranja rendem extrato para proteção cardiovascular**. Disponível em: <https://noticias.r7.com/saude/residuos-da-laranja-rendem-extrato-para-protecao-cardiovascular-23112018>. Acesso em: 22 abr. 2023.

VIEIRA, F. de F. **Pastas cimentícias com biochar de bagaço de cana-de-açúcar: caracterização física e microestrutural**. 2021. Dissertação (Mestrado em ciências dos materiais) – Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Limeria - SP, 2021.

VIEIRA, C.; WEBER, O. Saturação por Bases no Crescimento e na Nutrição de Mudas de Ipê-Amarelo. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1-10, 2017.