

COMUNICADO TÉCNICO - Nº 16

DOI: 10.36524/ 9788582635698



PRODUÇÃO DE BIOCARVÕES PARA UTILIZAÇÃO COMO CONDICIONADORES DO SOLO



Bruno Fazolo Repposi
Otacílio José Passos Rangel
Renato Ribeiro Passos
Maurício Novaes Souza
Danilo Andrade Santos



Alegre, ES
Junho/2022



Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Espírito Santo

R. Barão de Mauá, nº 30 – Jucutuquara

29040-689 – Vitória – ES

www.edifes.ifes.edu.br | editora@ifes.edu.br

Reitor: Jadir José Pela

Pró-Reitor de Administração e Orçamento: Lezi José Ferreira

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional: Luciano de Oliveira Toledo

Pró-Reitora de Ensino: Adriana Pionttkovsky Barcellos

Pró-Reitor de Extensão: Lodovico Ortlieb Faria

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: André Romero da Silva

Coordenador da Edifes: Adonai José Lacruz

Conselho Editorial

Aline Freitas da S. de Carvalho, Aparecida de Fátima M. de Oliveira, Eduardo Fausto K. Cid, Felipe Z. Saiter, Filipe F. Ghidetti, Gabriel D. Carvalho, Jamille Locatelli, Marcio de S. Bolzan, Mariella B. Andrade, Ricardo R. Costa Rosana V. da Silva, Rossanna dos Santos S. Rubim, Viviane B. L. Alvarenga.

Revisão de texto:	Projeto gráfico:	Diagramação:	Capa:	Imagem de capa:
Ana Paula Candido G. Berilli	PPGA	Autores	Autores	A lavoura. Biocarvão promove crescimento de quase 30% na produção agrícola. Disponível em: < https://alavoura.com.br/colunas/panorama/biocarvao-promove-crescimento-de-quase-30-na-producao-agricola/ >. Acesso em: 20 de maio de 2022.
Sávio da Silva Berilli				Biocarvão promove crescimento de quase 30% na produção agrícola

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P964 Produção de biocarvões para utilização como condicionantes do solo /
Bruno Fazolo Repossi... [et.al] . – Alegre: Edifes Acadêmico, 2022.
14 f. il.

ISBN: 978-85-8263-569-8
formato: livro digital (e-book PDF)
veiculação: digital

1. Ecologia agrícola – Pesquisa. 2. Agricultura – Sustentabilidade. 3. Solos – Usos. 4. Solos – Resíduos orgânicos. I. Repossi, Bruno Fazolo. II. Título

CDD: 630.2745

elaborada por Aline Kuplich – CRB-6/ES 540

DOI: 10.36524/ 9788582635698

Esta obra está licenciada com uma Licença Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Brasil.



Produção de biocarvões para utilização como condicionadores do solo

Bruno Fazolo Repposi, Biólogo, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agroecologia no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Alegre, Alegre - ES. E-mail: brunofazolo2@gmail.com

Otacílio José Passos Rangel, Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, Alegre - ES. E-mail: otaciliorangel@gmail.com

Renato Ribeiro Passos, Agrônomo, Dr. Professor da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) - Campus Alegre, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: renatoribeiropassos@hotmail.com

Maurício Novaes Souza, Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, Alegre - ES. E-mail: mauricios.novaes@ifes.edu.br

Danilo Andrade Santos, Agrônomo, Dr. em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) - Departamento de Produção Vegetal (DPV) – Campus Alegre, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: danilo_as@live.com

O que são biocarvões?

Biocarvões são produtos e subprodutos obtidos a partir da pirólise de biomassas de origem vegetal e, ou, animal, ricas em carbono, em ambiente sobre concentração reduzida ou ausente de oxigênio e destinados ao uso como condicionador de solos (MAIA; MADARI; NOVOTNY, 2011).

Muitos são os resíduos e materiais orgânicos possíveis de serem utilizados, desde finos de carvoaria até resíduos da produção de biocombustíveis, entretanto, as características físico-químicas dos biocarvões são variáveis em função do material que sofreu a pirólise, da temperatura utilizada e do tipo de produção, ocorrendo mudanças em porosidade, densidade, grupos funcionais, teores dos elementos químicos, dentre outros atributos (SMIDER; SINGH, 2014; OJEDA et al., 2015; ZHANG et al., 2015; SILVA et al., 2017).

O que é pirólise?

Pirólise é um tipo de tratamento termoquímico aplicado a matérias-primas ricas em hidrocarbonetos para obtenção de um produto rico em carbono. Geralmente, os produtos da pirólise têm como finalidade o uso energético, porém este procedimento também é utilizado em refinarias e em análises químicas (NOVOTNY et al., 2015).

As temperaturas aplicadas durante o processo de pirólise para produção de biocarvões variam, comumente, de 300°C a 900°C e são aplicadas sob atmosfera com baixa concentração ou ausência de oxigênio. Em um primeiro momento o aquecimento do material promove a perda de umidade, seguida da remoção progressiva de substâncias voláteis

(NEVES et al., 2011). Com o aumento da temperatura de pirólise, os componentes do material submetido ao processo passam por uma fase de decomposição onde as hemiceluloses são degradadas em temperaturas variando entre 200°C e 260°C, as celuloses entre 240°C e 350°C e a lignina entre 280°C e 500°C. Por volta dos 500°C a etapa de pirólise primária e a degradação das substâncias citadas estão praticamente completas (*reações de craqueamento*). Acima de 500°C, a pirólise secundária (*reações de polimerização*) começa a predominar com a quebra dos produtos pirolenhosos gerados na primeira etapa, havendo uma perda considerável de oxigênio elementar, principalmente via óxidos de carbono (CO e CO₂) e um aumento nas reações que levam à condensação do carbono e sua aromatização (NEVES et al., 2011).

Portanto, existem diferentes tipos de tratamentos termoquímicos que são classificados de acordo com a temperatura utilizada, ambiente onde ocorrem e tempo de residência no tratamento, sendo eles: gaseificação, combustão e procedimentos de temperatura baixa.

A figura 1 demonstra um esquema de fácil visualização dos processos de pirólise, as temperaturas em que ocorrem e os produtos gerados com algumas de suas características.

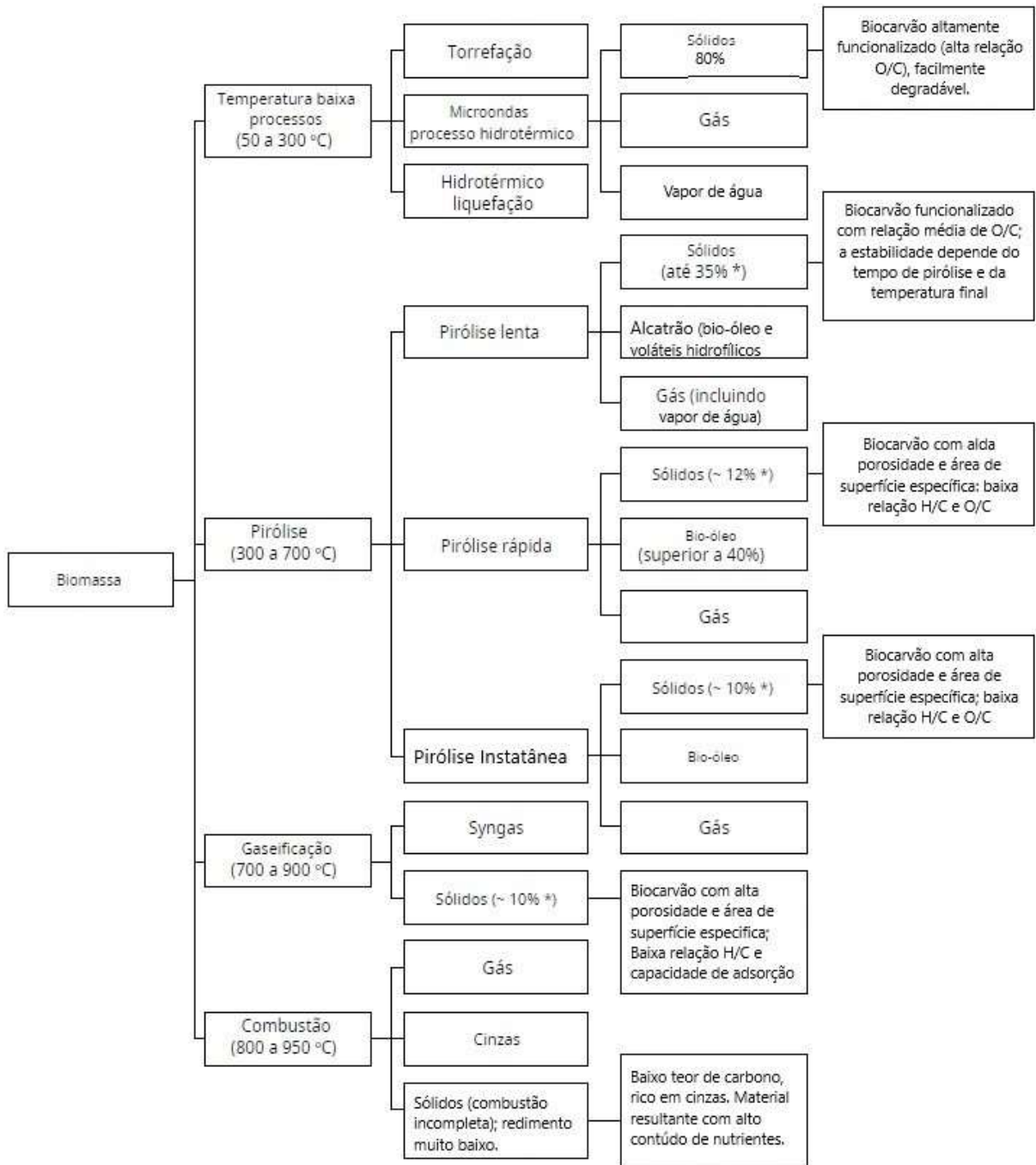


Figura 1. Esquema demonstrando diferentes os processos de pirólise dentro das faixas de temperatura e os rendimentos de material sólido.

Fonte: Adaptado de Novotny et al. (2015).

A pirólise de materiais que contém hidrocarbonetos gera produtos em três estados da matéria: i) o gás formado é composto principalmente de hidrogênio, metano e monóxido de carbono; ii) o componente líquido ou bio-óleo é formado principalmente de álcoois, óleos, alcatrões e ácidos, e por este fator tem sido estudado por empresas produtoras de

biocombustíveis por suas características parecidas com o petróleo (LAIRD et al., 2009; NOVAK et al., 2010; LEHMANN; JOSEPH, 2012); e iii) o produto sólido, chamado de biocarvão ou biochar, tem sido estudado como alternativa para modificar atributos físicos, químicos e biológicos dos solos onde é utilizado (LEHMANN et al., 2006).

A reação de pirólise normalmente ocorre em reatores preparados para este procedimento. A adição de gás nitrogênio nos reatores de pirólise é importante para que haja a expulsão do oxigênio e do gás carbônico do seu interior, favorecendo a formação do biocarvão e reduzindo a produção de cinzas. A pirólise geralmente é dividida em dois tipos, a lenta e a rápida, que levam a formação de quantidades e tipos de biocarvões diferentes.

A pirólise lenta é a mais utilizada para gerar o produto sólido (biocarvão) e é assim chamada porque o tempo de residência do material no reator é de horas ou até dias. Neste processo, o rendimento da produção de biocarvão varia entre 20 a 40% (biomassa adicionada/biocarvão produzido). As temperaturas empregadas na pirólise lenta oscilam entre 300 e 700°C, e quanto maior a temperatura utilizada menor o rendimento de biocarvão. Normalmente em baixas temperaturas e menor tempo de residência o biocarvão formado é altamente funcional, pois não houve tempo para degradação total de algumas moléculas (como o alcatrão) e, neste caso, muitos grupos funcionais hidroxila e carboxila permanecem ativos. Este tipo de biocarvão geralmente é empregado quando a função desejada da adição deste material é o incremento imediato da CTC do solo (PETTER et al., 2010; NOVOTNY et al., 2015).

Já os biocarvões produzidos em temperatura mais altas (próximas dos 700°C) e maior tempo de residência no reator de pirólise apresentam menor atividade química, porém são mais porosos e atuam, preferencialmente, na melhoria estrutural no solo (NOVOTNY et al., 2015).

A pirólise rápida (300-700°C), assim como a gaseificação (700-900°C) e a combustão (800-950°C) são métodos para decomposição do material orgânico, porém, como são processos que ocorrem com taxas de aquecimento elevadas e com tempo de residência muito baixo, a produção de biocarvão é muito baixa, sendo, nestes casos, a produção de bio-óleo e gás muito maiores (NOVOTNY et al., 2015).

Também existem processos com temperaturas mais baixas (50-300°C), porém os sólidos formados têm alto teor de moléculas de carbono de cadeia aberta que são facilmente degradadas, desta forma, permanecendo por um tempo muito curto no solo (PETTER et al., 2010; NOVOTNY et al., 2015).

Efeitos dos biocarvões no solo

Para uma substância ser considerada um condicionador ela deve promover a melhoria de propriedades físicas, físico-químicas ou da atividade biológica do solo (LEHMANN; JOSEPH, 2012).

Dentre as principais características dos biocarvões que reforçam sua atuação como condicionadores de solos estão sua alta porosidade e área superficial específica, associada à sua estrutura aromática, seus grupos funcionais ácidos, formados por meio da oxidação biológica lenta, que resultam em acúmulo e persistência do carbono no solo, geração de cargas elétricas, retenção e disponibilidade de nutrientes (MADARI et al., 2006). Estas características podem causar efeitos sobre a biota (LEHMANN; JOSEPH, 2012), atributos físicos (MUKHERJEE; LAL, 2013) e químicos do solo (GUL et al., 2015), modificando propriedades, tais como: estrutura, porosidade, diâmetro dos poros, densidade, pH do solo, disponibilidade de nutrientes, aumento do teor de matéria orgânica e redução da concentração de metais pesados (HOSSAIN et al., 2010; PETTER, 2010; SOHI et al., 2010; SMIDER; SINGH, 2014; OJEDA et al., 2015; PUGA et al., 2015; PALANSOORIYA et al., 2019).

Estudos recentes vêm confirmando a capacidade do biocarvão de interagir com o solo. Yu et al. (2017) compararam a capacidade de retenção de água com a composição química do biocarvão produzido em temperatura de pirólise de 500°C. Os autores observaram que a aplicação da dose de 10% de biocarvão em peso (biocarvão/solo), produzido com resíduos de *Panicum virgatum*, aumentou a capacidade de retenção de água do solo arenoso em 228%, sugerindo que este biocarvão é eficiente para melhorar a capacidade de retenção de água em solos arenosos.

Igalavithana et al. (2017) avaliaram o impacto das propriedades físicas do biocarvão provenientes do resíduo do milho seco, produzido a uma temperatura de pirólise de 500°C, na capacidade de retenção de água de um solo arenoso. O estudo mostrou um aumento da capacidade de retenção de água com a adição de biocarvão, sendo que este apresentou uma superfície livre de grupos hidrófilos. Os autores concluíram que biocarvões, geralmente, apresentam uma estrutura microporosa e uma superfície hidrofílica que retém água em solos que apresentam textura arenosa.

O trabalho de Šimanský et al. (2016), aplicando biocarvão de lodo de fibra de papel e cascas de grãos na cultura de cevada (*Hordeum vulgare* L.), cultivada em um Haplic Luvisol (WRB, 2006), demonstrou que o biocarvão trouxe aumentos significativos na agregação do solo, além disso, como consequência, observou-se uma melhora na estrutura do solo e em atributos deste que favoreceram a fertilidade.

Materiais utilizados para produzir biocarvões

Para a produção de biocarvão indica-se o uso de matérias ricas em carbono e de difícil destinação, tais como a palha de café, que no estado do Espírito Santo é produzida em altos volumes e que pode ser fonte de proliferação da mosca dos estábulos (*Stomoxys calcitrans*).

A equipe de estudo em biocarvões do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - Campus de Alegre e do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAIE – UFES) tem avaliado biocarvões de diferentes materiais tais como bagaço de cana-de-açúcar, palha de café, colmo de capim-elefante, caules de eucalipto, finos de carvão, casca de eucalipto e bagaço de malte (Figura 2). Entretanto, outros resíduos que podem ser utilizados são aqueles provenientes de processos industriais como lodo de fibra de papel e lodo de curtume.



Figura 2. Matérias-primas e produtos finais de diferentes resíduos da agricultura.

Fonte: os autores.

Técnicas de produção do biocarvão

O procedimento para produção do biocarvão foi simplificado no fluxograma da figura 3.

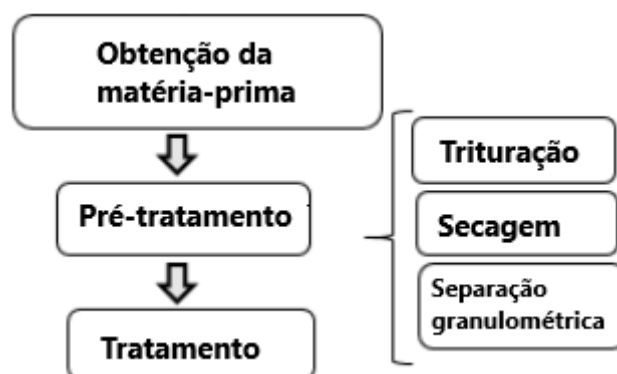


Figura 3. Fluxograma do procedimento de produção do biocarvão.

Fonte: Adaptado de Pires (2017).

O processo de pré-tratamento tem a finalidade de homogeneizar a matéria-prima para que esta seja igualmente afetada pelo tratamento que será realizado.

Após a realização do pré-tratamento poderá, então, ser realizado o tratamento termoquímico escolhido sobre a matéria-prima. Este tratamento pode ser realizado em forno mufla, forno com atmosfera controlada ou em reator de pirólise.

Na figura 4 é apresentado um exemplo de pré-tratamento e do biocarvão formado após o tratamento térmico.



Figura 4. Demonstração do pré-tratamento, do material após do tratamento e do biocarvão produzido.

Fonte: Adaptado de Pires (2017).

Forno mufla

O equipamento chamado de forno mufla (Figura 5) pode ser utilizado como fonte de energia para produção de biocarvão. Seus limitantes são a pouca capacidade de produção por batelada, já que geralmente esse equipamento tem pequena área interna, e atmosfera não controlada.



Figura 5. Forno mufla.

Fonte: os autores.

Forno com atmosfera controlada

Equipamento com possibilidade de controle da atmosfera interna e de temperatura (Figura 6). Este forno tem como limitante sua baixa produção por batelada.



Figura 6. Forno com atmosfera controlada.

Fonte: os autores.

Reator de pirólise

Equipamento preparado para produzir maiores quantidades de biocarvão por batelada e com atmosfera controlada, com baixa concentração ou ausência total de oxigênio (Figura 7).



Figura 7. Reator de pirólise localizado na área experimental do CCAE-UFES, Alegre-ES.

Fonte: os autores.

Considerações finais

Na produção do biocarvão podem ser utilizadas matérias-primas de baixo custo, fácil acesso e manejo. As características do biocarvão são altamente influenciadas pela matéria-prima, temperatura de sua produção e técnica empregada.

O uso agrícola dos biocarvões como condicionadores dos solos apresenta-se como uma alternativa promissora quando a sociedade se depara com o dilema existente entre a demanda pela produção de alimentos, a preservação ambiental e a conservação do solo e da água. Por meio de sua atuação na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo o emprego dos biocarvões na recuperação de solos degradados emerge como uma possibilidade de aumento da produção de alimentos sem a necessidade de abertura de novas áreas de plantio.

Busca-se, ainda, um equilíbrio energético entre a produção dos biocarvões e a utilização das matérias-primas *in natura* diretamente sobre o solo. A favor dos biocarvões apresentam-se questões legais que impedem a aplicação indiscriminada de determinados resíduos orgânicos no solo; o aumento da recalcitrância do carbono, o que implica na possibilidade de aumento dos teores de matéria orgânica do solo; e a fragilidade dos solos tropicais, altamente dependentes da matriz orgânica para expressar todo seu potencial produtivo.

Referências

- BERTOLA, M.; MATTAROZZI, M.; SANANGELANTONI, A.M.; CARERI, M.; VISIOLI, G. PGPB colonizing three-year biochar-amended soil: towards biochar-mediated biofertilization. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 19, p. 1-10, 2019.
- GUL, S.; THOMAS, B.W.; SACHDEVA, V.; DENG, H. Physico-chemical properties and microbial responses in biochar-amended soils: mechanisms and future directions. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, v. 206, p. 46-59, 2015.
- HOSSAIN, M. K.; STREZOV, V.; CHAN, K. Y.; NELSON, P.F. Agronomic properties of wastewater sludge biochar and bioavailability of metals in production of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Chemosphere**, v. 78, n. 9, p. 1167-1171, 2010.
- IGALAVITHANA, A. D.; OK, Y. S.; NIAZI, N. K.; RIZWAN, M.; AL-WABEL, M. I.; USMAN, A. R. A.; MOON, D. H.; LEE, S. S. Effect of corn residue biochar on the hydraulic properties of sandy loam soil. **Sustainability (Switzerland)**, v. 9, n. 2, p. 1–10, 2017.
- LAIRD, D.A.; BROWN, R.C.; AMONETTE, J.E.; LEHMANN, J. Review of the pyrolysis platform for coproducing bio-oil and biochar. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, vol. 3, n. 5, p. 547–562, 2009.
- LEHMANN, J.; RONDON, M. Bio-char soil management on highly weathered in the wet tropics. In: UPHIFF, N.; BALLI, A.; FERNANDES, E.; HERREN, H.; HUSSON, O.; LAING, M.; PALM, C.; PRETTY, J.; SANCHEZ, P.; SANGINGA, N.; THIES, J. **Biological approaches to sustainable soil systems**. Boca Raton: CRC Press; p. 517-530. 2006.
- LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biochar for environmental management: science and technology**. 2. ed. London: Earthscan, 976 p. 2012.

MADARI, B. E.; COSTA, A. R. Da.; CASTRO, L. M. De.; SANTOS, J. L. S.; BENITES, V. de M.; ROCHA, A. de O.; MACHADO, P. L. O. de A. **Carvão vegetal como condicionador do solo para arroz de terras altas (cultivar Primavera): um estudo prospectivo**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 6, 2006. (Comunicado técnico, 125)

MAIA, C. M. B. F.; MADARI, B. E.; NOVOTNY, E. H. Avanços na pesquisa do biochar no Brasil. **Dynamic Soil, Dynamic Plant**, v. 5, p. 53-58, 2011.

MUKHERJEE, A.; LAL, R. Biochar impacts on soil physical properties and greenhouse gas emissions. **Agronomy Journal**. v. 3. p. 313-339, 2013.

NOVAK, J.M.; BUSSCHER, W.J.; WATTS, D.W.; LAIRD, D.A.; AHMEDNA, M.A., NIANDOU, M.A.S. Short-term CO₂ mineralization after additions of biochar and switchgrass to a Typic Kaniudult. **Geoderma**, vol.154, n. 3-4, p. 281–288, 2010.

NOVOTNY, E. H.; MAIA, C. M. B. de F.; CARVALHO, M. T. de M.; MADARI, B. E. Biochar: pyrogenic carbon for agricultural use – a critical review. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 321-344, 2015.

OJEDA G.; MATTANA, S.; ÀVILA, A.; ALCANIZ, J. M.; VOLKMANN, M.; BACHMANN, J. Are soil-water functions affected by biochar application? **Geoderma**, v. 249, p. 1-11, 2015.

PALANSOORIYA, K. N.; WONG, J. T. F.; HASHIMOTO, Y.H.; HUANG, L.; RINGKLEBE, J.; CHANG, S.X.; BOLAN, N.; WANG, H.; OK, Y.S. Response of microbial communities to biochar-amended soils: a critical review. **Biochar**, v. 1, p. 3-22, 2019.

PIRES, I. C. de S. A. **Produção e caracterização de biochar de palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.)**. Dissertação de Mestrado em Ciências dos Materiais – Área de concentração Materiais Funcionais e Polímeros de Fontes Renováveis da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Sorocaba, p. 45, 2017.

PETTER, F.A. **Biomassa carbonizada como condicionador de solo: aspectos agrônômicos do seu uso em solos de Cerrado**. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

PUGA A. P.; ABREU, C. A.; MELO, L. C. A.; BEESLEY, L. Biochar application to a contaminated soil reduces the availability and plant uptake of zinc, lead and cadmium. **Journal of Environmental Management**, v. 159, p. 86-93, 2015.

SILVA, I. C. B.; BASÍLIO, J.J.N.; FERNANDES, L.A.; COLEN, F.; SAMPAIO, R.A.; FRAZÃO, L.A. Biochar from different residues on soil properties and common bean production. **Scientia Agricola**, v. 74, n. 5, p. 378-382, 2017.

ŠIMANSKÝ, V.; HORÁK, J.; IGAZ, D.; JONCZAK, J.; MARKEWICZ, M.; FLEBER, R.; RIZHIYA, E.Y.; LUKAC, M. How dose of biochar and biochar with nitrogen can improve the parameters of soil organic matter and soil structure? **Slovak Academy of Sciences**, v. 71, n. 9, p. 989-995, 2016.

SOHI, S. P.; KRULL, E.; BOL, R. A review of biochar and its use and function in soil. **Advances in Agronomy**, v. 105, p. 47-82, 2010.

SMIDER B.; SINGH B. Agronomic performance of a high ash biochar in two contrasting soils. **Agriculture, Ecosystems e Environment – Journal**, v. 191, p. 99-107, 2014.

ZHANG, H.; VORONEY, R.P.; PRICE, G.W. Efeitos da temperatura e das condições de processamento nas propriedades químicas do biochar e sua influência nas transformações de C e N do solo. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 83, p. 19-28, 2015.

YU, O. Y.; HARPER, M.; DOMERMUTH, D. Characterization of biochar and its effects on the water holding capacity of loamy sand soil: comparison of hemlock biochar and switchblade grass biochar characteristics. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, v. 36, p. 1474–1479, 2017.

**Comunicado
Técnico, Nº 16**

*Exemplares digitais deste
comunicado técnico podem
ser obtidos em:*

*Programa de Pós-
Graduação em
Agroecologia (PPGA)*

*Instituto Federal do Espírito
Santo -Campus de Alegre*

*Rodovia ES 482, km 47, Cx.
Postal-47, Distrito de Rive,
Alegre-ES*

Telefone: (28) 3564-1808

www.ppga.alegre.ifes.edu.br

**Comissão
Editorial do
PPGA**

*Otacilio José Passos
Rangel, Ana Paula
Candido Gabriel
Berilli, Aparecida de
Fátima Madella de
Oliveira, Danielle
Inácio Alves, Jeane
de Almeida Alves,
Jéferson Luiz Ferrari,
Maurício Novaes
Souza, Monique
Moreira Moulin, Pedro
Pierro Mendonça*

**Editoração
eletrônica**

PPGA