

## ESTRUTURA DE BIOENGENHARIA DE SOLO APLICADA A TRILHAS DE MOBILIDADE EM UMA ÁREA VERDE URBANA

ADMILSON ÍRIO RIBEIRO<sup>1</sup>, IVAN CATTANI MALHEIRO<sup>2</sup>, IVANDO SEVERINO DINIZ<sup>3</sup>, EVERTON LUIS DE SOUZA BRITO MARCON<sup>4</sup>, ANDRÉ H. ROSA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Professor Doutor ICT UNESP Sorocaba [admilson@sorocaba.unesp.br](mailto:admilson@sorocaba.unesp.br)

<sup>2</sup> Engenheiro Ambiental ICT UNESP Sorocaba [ivan2\\_ps@hotmail.com](mailto:ivan2_ps@hotmail.com)

<sup>3</sup> Professor doutor. ICT UNESP Sorocaba [ivando@sorocaba.unesp.br](mailto:ivando@sorocaba.unesp.br)

<sup>4</sup> Engenheiro Ambiental ICT UNESP Sorocaba [evertonluis.marcon@gmail.com](mailto:evertonluis.marcon@gmail.com)

<sup>5</sup> Professor Doutor ICT UNESP Sorocaba [ahrosa@sorocaba.unesp.br](mailto:ahrosa@sorocaba.unesp.br)

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Os resíduos de poda em pequenas propriedades e quintais periurbanos podem ter usos múltiplos: desde a lenha na queima direta, como fonte de energia até mesmo sua utilização como adubos orgânicos. No entanto, o volume do material gerado das podas pode apresentar uma dificuldade de manejo ou mesmo de destinação. Nessa inserção, as técnicas mecanizadas de produção de biocarvão principalmente in loco podem diminuir o volume de material vegetal para aterros sanitários. Assim, o presente trabalho teve como objetivo projetar e desenvolver um sistema de produção de biocarvão para produção local em pequenas propriedades e quintais periurbanos. O desenvolvimento foi realizado com material reciclável e os parâmetros analisados foram dados relativos a sua própria funcionalidade. O protótipo apresentou potencial de utilização devido a análise estatística da densidade do carvão gerado. Mesmo com o sucesso da funcionalidade do protótipo, foram levantados alguns questionamentos sobre pontos de otimização termomecânicos para melhoria da eficiência na produção de biocarvão em pequenas propriedades e quintais periurbanos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pirolisador ; biocarvão ; resíduo de poda

## SOIL BIOENGINEERING STRUCTURE APPLIED TO MOBILITY TRAILS IN AN URBAN GREEN AREA

**ABSTRACT:** Pruning waste in small farms and peri-urban backyards can have multiple uses: from firewood in direct burning, as an energy source even its use as organic fertilizers. However, the volume of the material generated from the pruning can present a difficulty of handling or even of destination. In this insertion, the mechanized techniques of biochar production mainly in loco can reduce the volume of vegetal material for sanitary landfills. Thus, the present work aimed to design and develop a biochar production system for local production in small farms and peri-urban backyards. The development was carried out with recyclable material and the parameters analyzed were data related to its own functionality. The prototype presented potential of use due to statistical analysis of the density of the coal generated. Even with the success of the prototype functionality, some questions about thermomechanical optimization points were raised to improve efficiency in the production of biochar in small properties and peri-urban backyards.

**KEYWORDS:** pyrolyzer; biochar; pruning waste

## INTRODUÇÃO

Segundo a NBR 10.004/2004 os resíduos de poda são classificados como resíduos sólidos classe II, ou seja, não perigosos. Caso ocorra a disposição deste tipo de resíduo em lugares abertos, como aterros sanitários, ele poderá causar uma série de problemas, pois além de diminuir a capacidade do aterro, ele pode se misturar com outros resíduos preexistentes, causando impactos ambientais negativos no solo, água e ar (CORTEZ et al., 2008). Nesse sentido, a produção local de biocarvão se apresenta como uma alternativa para esta questão, pois viabiliza um melhor manejo dos resíduos com grande potencial de ser aplicado na agricultura rural ou urbana.

O biocarvão contém alta taxa de carbono e pode ser aplicado no solo com o objetivo de melhorar suas propriedades físico-químicas, assim como eram as “terras pretas dos índios”. O biocarvão ou “biochar” é produzido basicamente pelo aquecimento de matéria orgânica em ambientes com pouco ou zero oxigênio e este processo é conhecido como pirólise. Enquanto a combustão (queima na presença de ar) permite reter nas cinzas 2 a 3% de carbono, a pirólise aumenta este teor para mais de 50% (MANGRIC et al., 2011). Este processo é extremamente interessante para o meio ambiente, pois com o sequestro de maior quantidade de carbono, evita-se o lançamento de gás carbônico na atmosfera.

A utilização do biocarvão como condicionante do solo e adubo orgânico é altamente desejável para o setor florestal brasileiro, pois, com o aumento do seu valor agregado, o biocarvão vegetal pode ser utilizado de maneira inovadora na agricultura e é considerado um mecanismo de desenvolvimento limpo, visto que tem capacidade de transferir o carbono da atmosfera para um compartimento mais estável (BENITES et al., 2009). Assim, o presente trabalho teve como objetivo projetar e desenvolver um sistema de produção de biocarvão para produção local em pequenas propriedades e quintais peri urbanos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

A área escolhida para o estudo é o município de Sorocaba (SP) e situa-se entre as coordenadas 23021' e 23035' de Latitude Sul e 47017' e 47036' de Latitude Oeste. Possui área de 449 km<sup>2</sup> e uma população de aproximadamente 586.625 habitantes, sendo 98% considerada urbana (IBGE, 2013). O protótipo do pirolisador foi desenvolvido e avaliado dentro das dependências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Sorocaba, localizada na Av. Três de Março, número 511.

### *Modelagem do pirolisador por meio do desenho computacional*

As ferramentas computacionais modernas causam uma grande redução de tempo e custo nos projetos dos sistemas de manufaturas flexíveis. Tais ferramentas visam garantir ao projetista maior liberdade no projeto, sem a necessidade da construção de inúmeros protótipos. Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado o software *Solid Edge* que é um software CAD (computer-aided design), com ferramentas 3D,

### *Construção: protótipo do pirolisador*

Por meio da utilização do *Solid Edge*, foram estabelecidas as dimensões e formas para a construção do protótipo. A base do protótipo começou a ser desenvolvida a partir de um tambor de aço de 200 litros, comumente utilizado para acondicionamento de resíduos

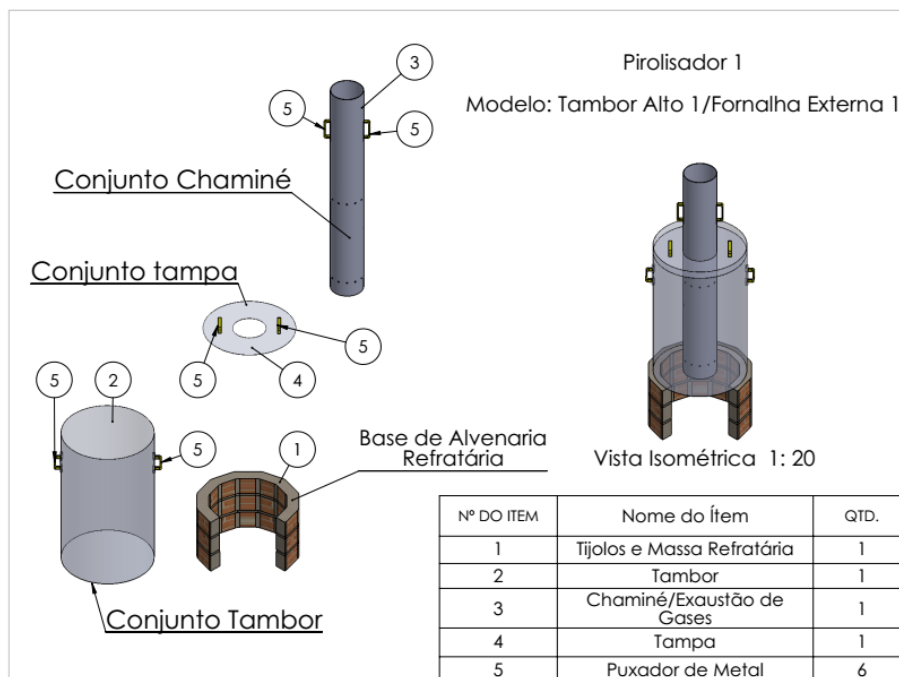
industriais. Foram definidas duas áreas do pirolisador: o forno de queima na parte inferior e o forno de pirólise na parte superior.

### Avaliação do protótipo proposto

A avaliação do protótipo foi baseada em dois pontos principais. O primeiro deles é a própria funcionalidade do pirolisador, caso contrário seria inviável praticar a produção local de biocarvão através do dispositivo proposto. O segundo ponto foi a avaliação da qualidade do biocarvão obtido identificando se a pirólise ocorreu e se a carbonização da madeira de *Eucalyptus grandis* no forno de pirólise foi eficaz. Para isso utilizou-se um ensaio de densidades da madeira e biocarvão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do software *Solid Edge* foi possível criar virtualmente desenhos 3D do pirolisador e de seus componentes. A visualização da estrutura interna foi imprescindível para guiar a construção do protótipo, pois possibilitou fazer adaptações que favoreceram a obtenção do biocarvão.



O protótipo desenvolvido teve sua avaliação positiva comprovada a partir da constatação da geração do biocarvão. Ele atendeu as expectativas de projeto de promover a geração do biocarvão. Os primeiros 20,15 quilogramas de material lenhoso inseridos no forno de pirólise tiveram sua gaseificação em 2 horas e 10 minutos e geraram 8,26 quilogramas de biocarvão. Na segunda queima foram inseridos 12,07 quilogramas de material lenhoso e após 4 horas e 02 minutos foram gerados 7,77 quilogramas de biocarvão.

Em ambas as queimas o volume do forno foi completamente preenchido. Os resultados apontam para uma redução de massa de resíduo pirolisado de 59,0% na primeira queima e de 35,6% na segunda. De acordo Brito et al, (2006) a densidade da madeira de *Eucalyptus grandis* tem seu limite entre 0,51 e 0,55 gramas por centímetro. O biocarvão gerado apresentou uma densidade com a amplitude de 0,28 a 0,35g/cm<sup>3</sup> valores semelhantes aos de (BENITES et al., 2009).

## CONCLUSÕES:

Por meio do desenvolvimento do projeto constatou-se que o protótipo atendeu ao objetivo proposto. A modelagem em desenho assistido viabilizou o entendimento da interação entre as regiões de queima e de pirólise. Os materiais escolhidos para a confecção do interior do tambor, assim como as adaptações feitas no mesmo, também demonstraram-se adequados.

A geração efetiva do biocarvão em uma produção local foi tida como promissora e revela que o pirolisador desenvolvido correspondeu as expectativas de projeto. Sua eficácia foi constatada na total transformação do resíduo de poda em biocarvão. No entanto, o protótipo ainda carece de estudos para o entendimento e otimização das variáveis térmicas.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004 - Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BENITES, V. M.; TEIXEIRA, W. G.; REZENDE, M. E.; PIMENTA, A. S. Utilização de carvão e subprodutos da carbonização vegetal na agricultura: aprendendo com as Terras Pretas de Índio. 2009

BRITO, JOSÉ OTÁVIO; NIVALDO GARCIA, JOSÉ; BORTOLETTO, GERALDO; DAS CHAGAS PESSOA, ANTONIO MARIA; MÜLLER DA SILVA, PAULO H. Densidade básica e retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, submetida a diferentes temperaturas de termorreificação CERNE, vol. 12, núm. 2, abril-junho, 2006, pp. 182-188 Universidade Federal de Lavras Lavras, Brasil

Mangrich, A. S.; Maia, C. M. B. F.; Novotny, E. H. Biocarvão – As terras pretas de índios e o sequestro de carbono. Ciência Hoje, v.47, p.48-52, 2011.

MOHAN, D.; PITTMAN, C. U.; STEELE, P. H. Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review, Energy & Fuels, 2006.

OLIVEIRA, J. B.; GOMES, P. A.; ALMEIDA, M. R. Estudos preliminares de normatização de testes de controle de qualidade do carvão vegetal. In: PENEDO, W. R. Carvão Vegetal. Belo Horizonte, CETEC, 1982.

STOBBE, A. Q. Caracterização Qualitativa Preliminar dos Componentes dos Bio-oléos de Palha de Milho e Bagaço de Casca de Acácia Negra, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/37343/000821251.pdf?sequence=1>>. Acessoem: 21 out. 2014.