

## **EFEITOS DA TORREFAÇÃO NA BIOMASSA FLORESTAL E AGRÍCOLA PARA FINS ENERGÉTICOS**

**Sorane Moraes de Sousa<sup>1</sup>, Nathália Rodrigues da Silva<sup>1</sup>, Amanda Stephany Dutra de Oliveira<sup>1</sup>,  
Renata Carvalho da Silva<sup>2</sup>, Raquel Marchesan<sup>3</sup>**

### **Resumo**

Nos métodos de produção agrícola e florestal, a geração de resíduos pode se transformar em um desperdício quando não são reaproveitados, uma vez que estes nem sempre são convertidos em uma nova geração de renda para as empresas produtoras, principalmente quando incinerados de forma incorreta ou inadequada. Uma alternativa para amenizar esse problema seria a torrefação que é um processo termoquímico de conversão que vem ganhando destaque no pré-tratamento da biomassa para fins energéticos. Essa prática reduz a umidade da biomassa originando um material hidrofóbico. Além disso, apresenta diversas vantagens como: Diminuição do custo de transporte e armazenamento.

Este trabalho teve como objetivo analisar o efeito da torrefação na biomassa gerada em indústrias madeireiras e agroindustriais visando melhorar sua qualidade para a utilização em fins energéticos. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi-TO, no laboratório de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais. Foram realizados 4 tipos de materiais diferentes: sabugo de milho, palha de milho, pinus e a combinação dos três (sabugo de milho x palha de milho x pinus), com 5 repetições cada. A aplicação da torrefação a 200 °C em forno mufla nas composições de biomassas favoreceu o aumento do teor de carbono fixo e a redução do teor de materiais voláteis em relação aos materiais onde não teve o processo de torrefação. Também observou um aumento no teor de cinzas, sendo que em alguns tratamentos o resultado ficou superior ao valor recomendado de 1,5%. O tratamento que melhor se adequou para uso energético foi o material em mistura pinus x sabugo de milho x palha de milho) com aplicação da torrefação, pois o mesmo

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Florestal - Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi. 1, e-mail([soranemoraes@hotmail.com](mailto:soranemoraes@hotmail.com))

<sup>1</sup> Engenheira Florestal pela Univesidade Federal do Tocantins

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Florestal - Universidade Federal do Tocantins, campus de Gurupi

<sup>2</sup> Mestra em Ciências Florestais – Universidade Federal do Tocantins

<sup>3</sup> Professora Doutora da Universidade Federal do Tocantins

apresentou baixos teores de cinzas e resultou na diminuição dos materiais voláteis e aumento do carbono fixo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agroindústrias. Análise química imediata. Carbono fixo.

## Introdução

Nos métodos de produção agrícola e florestal, a geração de resíduos pode se transformar em um desperdício quando não são reaproveitados, uma vez que estes nem sempre são convertidos em uma nova geração de renda para as empresas produtoras.

É importante destinar uma atenção especial a minimizar e se reutilizar os resíduos, de modo a se estabelecer novos usos de produtos e subprodutos agroindustriais em substituição aos recursos não renováveis. De acordo com Moraesa et al. (2017) as biomassas que são produzidas no país demandam avaliações mais precisas em relação ao seu potencial de utilização como produtos energéticos.

É de grande importância que exista a exploração e pesquisa de recursos energéticos em um país, pois assim ele se torna menos vulnerável a possíveis problemas futuros com suprimento e abastecimento de energia (SOUZA et al., 2016).

A torrefação é um processo termoquímico de conversão que vem ganhando destaque no pré-tratamento da biomassa para fins energéticos (MARCEDO et al., 2014), um processo de tratamento térmico que se desenvolve na fase

endotérmica da pirólise, entre 200 °C e 300 °C, em atmosfera inerte (PRINS ET AL., 2006; ALMEIDA et al., 2010).

Esse processo apresenta diversas vantagens como: Diminuição do custo de transporte e armazenamento (USLU et al., 2008), densidade energética superior ao seu estado natural (PRINS et al., 2006, CHEN et al., 2012) e melhora a moabilidade da biomassa (IBRAHIM et al., 2013, ARIAS et al., 2008, PHANPHANIICH et al., 2011).

No intuito de valorizar os componentes da biomassa para uso energético, faz-se necessário estudar os fatores que comprometem o seu rendimento, nesse contexto, o trabalho teve por objetivo analisar o efeito da torrefação na biomassa gerada em marcenarias e agroindustriais da região sul do Tocantins, visando melhorar sua qualidade para a utilização em fins energéticos.

## Metodologia

A. O presente trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal do Tocantins, no laboratório de tecnologia de produtos florestais.

B. Para a realização deste trabalho foram utilizados resíduos de *Pinus taeda* (PI),

sabugo de milho (*Zea mays* L.) (SM) e palha de milho (*Zea mays* L.) (PM) coletados em marcenárias e áreas agrícolas no município de Gurupi – TO, escolhidos pelo fato da quantidade de resíduos oriundos desses produtos na região. Após a determinação da composição, parte dos materiais foi levada a mufla para o processo de torrefação a uma temperatura de 200°C pelo período de 2 horas. Tanto os materiais sem torrefação, quanto os materiais torrefados foram submetidos a AQI (Análise química imediata) para a determinação do material volátil, carbono fixo e teor de cinzas.

C. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com arranjo fatorial 4x2, considerando dois fatores: composição do material e tratamentos das partículas. Foi realizado o teste de normalidade pelo programa Statgraphics Centurion XVI.I. Constatando os dados normais, foi testada a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett e em seguida aplicada a Análise de Variância (ANAVA) para verificar a existência ou não de diferenças entre os fatores. Havendo a interação entre os fatores fez-se o desdobramento do teste de Tukey no programa SISVAR 5.6.

### Resultados e Discussões

Conforme apresentado na Tabela 1, observa-se que houve diferença estatística na interação dos fatores, em se tratando de materiais voláteis.

**Tabela 1. Valores médios de interação entre as composições e os tratamentos de torrefação para material volátil.**

Parâmetro	Material	s/torrefaçã o	c/torrefaçã o	F da interaçã o
MV(%)	Pinus+sabugo+palha	86,75 aB (1,18)	78,13 bB (2,37)	35,56*
	Pinus	88,26 aAB (1,01)	80,32 bA (0,95)	

Sabugo	86,51 aB (1,44)	68,75 bC (2,23)
Palha	89,37 aA (0,85)	77,19 bB (1,29)

A aplicação da torrefação teve uma influência positiva, diminuindo o teor de materiais voláteis em todas as composições. De acordo com Brito et al. (1977) há uma relação positiva entre carbono fixo da biomassa (Tabela 2) e o rendimento energético, no entanto teores de materiais voláteis relacionam-se de maneira negativa a esse rendimento.

**Tabela 2. Valores médios de interação entre as composições e os tratamentos de torrefação carbono fixo (CF%).**

Parâmetro	Material	s/torrefaçã o	c/torrefaçã o	F da interaçã o
CF(%)	Pinus+sabugo+palha	12,24 bA (8,81)	20,4 aB (9,25)	25,74*
	Pinus	11,63 bA (7,25)	19,75 aB (7,17)	
	Sabugo	11,77 bA (10,83)	28,65 aA (5,71)	
	Palha	9,39 bB (8,24)	21,15 aB (4,61)	

Existe uma relação positiva entre carbono fixo da biomassa e o rendimento. O teor de carbono fixo influencia no aumento do poder calorífico superior dos materiais, que segundo Parikh et al. (2005) é um parâmetro excelente para se avaliar o potencial energético de combustível de biomassa.

**Tabela 3. Valores médios de interação entre as composições e os tratamentos de torrefação para teor de cinzas (C%).**

Parâmetros	Material	s/torrefação	c/torrefação	F da interação
Cinzas(%)	Pinus+sabugo+palha	1,01 bC (6,88)	1,47 aC (2,28)	25,74*
	Pinus	0,14 bD (13,72)	0,33 aD (3,48)	
	Sabugo	1,73 bA (5,36)	2,60 aA (7,95)	
	Palha	1,24 bB (4,87)	1,65 aB (2,80)	

Segundo Gonçalves et al. (2009), o ideal é que o teor de cinzas não ultrapasse 1,5%, pois esse é um material indesejado quando se diz respeito a produção energética.

As composições sem torrefação obtiveram-se resultado menor para o teor de cinzas.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que a aplicação da torrefação a 200 °C em um forno mufla em todas as composições da biomassa favoreceu o aumento do teor de carbono fixo e a redução do teor de materiais voláteis em relação ao material não torrefado. Porém, o teor de cinzas da palha de milho e sabugo de milho s (1,65% e 2,60%, respectivamente), teve um valor superior ao valor ideal de teor de cinzas que é de 1,5%. Já, as composições de pinus e a mistura (PI x SM x PM) obtiveram valores dentro do recomendado.

O material da mistura (PI x SM x PM) com aplicação da torrefação foi o mais indicado para fins energéticos, pois o mesmo apresentou baixos teores de cinzas e resultou na diminuição dos matérias voláteis e aumento do carbono fixo.

## Referências

Associação brasileira de normas técnicas. **NBR 8112**: Carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro: ABNT, 1983a. 6p.

GONCALVES, J. E.; Sartori, M. M. P.; Leão, A. L. Energia de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de Eucalyptus grandis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.657-661, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n5/v13n05a21.pdf>> Acesso em: 12 de set. 2018.

IBRAHIM RHH, DARVELL LI, JONES JM, WILLIAMS A. Physicochemical characterisation of torrefied biomass. *J Anal Appl Pyrolysis* 2013; 103:21–30.

MACEDO, L.A. Influência da composição da biomassa no rendimento em condensáveis da torrefação de resíduos vegetais. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 34, n. 80, p. 417-424, out./dez. 2014. Disponível em

<<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/747/399>> Acesso em 14 de nov. 2018.

MACEDO, L. A. Influência da composição da biomassa no rendimento em condensáveis do processo de torrefação. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEEF, DM, 189/2012, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 49p.

MORAESA, S. L. et al. Cenário brasileiro da geração e uso de biomassa adensada, **Revista IPT | Tecnologia e Inovação** v.1, n.4, abr., 2017. Disponível em: <<http://revista.ipt.br/index.php/revistaIPT/article/view/37>>. Acesso em: 10 de set. 2018

PHANPHANICH, M. Mani S. Impact of torrefaction on the grindability and fuel characteristics of forest biomass. *Bioresour Technol* 2011; 102:1246–53.

ROSA, M. F. et al. Valorização de resíduos da agroindústria. In: Simpósio internacional sobre gerenciamento de resíduos agropecuários e agroindustriais, 2., 2011, Foz do Iguaçu. **Palestras...** Concórdia, SC: Sbera, 2011. Disponível em <<http://www.sbera.org.br/2sigera/obras/p12.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.

SOUZA S. N. M. et al. Potencial de energia primária de resíduos vegetais no Paraná – **4o Encontro de Energia no Meio Rural**, Cascavel Paraná, 2016. Disponível em <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC000000022002000200042&script=sci\\_arttext](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC000000022002000200042&script=sci_arttext)> Acesso em: 08 de ago. 2018.

