

AVALIAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA

Patrícia Freitas Candine^{1*}, Amanda Zapacosta Mazali², Jéssica Caetano Dias Campos³, Maria Joselma de Moraes⁴, Marilene Silva Oliveira⁵

¹Mestranda no Programa de Engenharia Agrícola, (PG), UEG/Anápolis-GO, patricia_candine@hotmail.com.

²Mestranda no Programa de Engenharia Agrícola, (PG), UEG/Anápolis-GO.

³Mestranda no Programa de Engenharia Agrícola, (PG), UEG/Anápolis-GO.

⁴ Profª DSc em Engenharia Agrícola, (PQ), UEG/Anápolis-GO.

⁵Pos-doutoranda em Química, (PQ), UEG/Anápolis-GO.

Resumo: Os resíduos agroindustriais ou biomassa armazenam uma grande quantidade de energia e são descartados diariamente no meio ambiente, mas estes resíduos podem ser aproveitados para fornecer energia. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar alguns resíduos agroindustriais (casca de laranja, bagaço de laranja, casca de pequi) in natura quanto ao seu poder energético, visando produção de energia térmica. A caracterização das diferentes biomassas deu-se por meio das seguintes análises: Teor de umidade (%); Teor de cinzas (%); Teor de materiais voláteis; Teor de carbono fixo (%); Análise elementar (%), Análise termogravimétrica; Granulométrica e Poder calorífico superior (MJ/kg). Sendo que todas as análises foram obtidas seguindo as normas brasileiras da ABNT NBR 8112 e 8633. Os resultados obtidos para cada resíduo foram submetidos a uma análise de variância pelo teste F e as comparações das médias pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. Dos materiais analisados os que apresentaram maior poder calorífico e voláteis foram resíduos proveniente do pequi com percentuais em torno de 17MJ/kg e 85% respectivamente, o mesmo também apresentou menor teores de cinza.

Palavras-chave: cascas; laranja; teor de voláteis

Introdução

Os frutos de laranja são descritas como as principais espécies de citros cultivados no Brasil, onde seu cultivo incide da extração e exportação do suco, devido ao fluxo constante de informações sobre suas qualidades e benefícios nutricionais, a demanda por este produto está aumentando continuamente (ROSA et al 2016) sendo de grande importância para economia mundial.

O pequi é muito utilizado na culinária e na indústria agrícola para extração de óleos e produção de licores, fármacos, sendo uma espécie de base econômica extrativista que alimenta diversas famílias e serve como alternativa de renda tanto

para o meio rural quanto para o meio urbano (SANTOS et al., 2013). Sendo composto por casca, polpa e semente, onde a casca do pequi maduro representa cerca de 84% do peso.

Esses aumentos de produção têm gerado grandes acúmulos de resíduo agroindustrial. Portanto a utilização desses resquícios como fontes energéticas são bastantes promissoras devido ao aproveitamento de alternativas consideradas economicamente viáveis devido ao baixo custo de obtenção desses produtos os quais seriam descartados (TOVAR et al 2015). Evitando assim a contaminação ambiental decorrentes do seu acúmulo na natureza.

A biomassa é matéria-prima para a bioenergia, cujas transformações até o uso final da energia podem transitar pelas formas de biocombustíveis (biodiesel e álcool/etanol), biogás (resíduos agrícolas ou urbanos), carvão vegetal ou mesmo blocos aglomerados de resíduos vegetais (do inglês, bricks) para serem queimados e aproveitados como energia térmica em ciclos termodinâmicos a vapor (SILVA e SILVA 2016).

Diante do exposto esta pesquisa destina-se a verificar a viabilidade técnica do aproveitamento dos resíduos agroindustriais para fins energéticos, em processo de conversão térmica.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no laboratório de Secagem e Armazenamentos de Produtos Vegetais, no laboratório de Química, e no laboratório de Solos do Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas- Henrique Santillo, Universidade Estadual de Goiás, na cidade de Anápolis – Goiás.

A biomassa utilizada neste trabalho foi a laranja e, constituída de cascas e bagaço após a extração e venda do suco, e a casca de pequi. Os resíduos da casca + bagaço da laranja utilizadas neste estudo foram obtidas da lanchonete local da Universidade Estadual de Goiás, na cidade de Anápolis – Goiás, das quais esses resíduos eram descartados em lixo após a extração do suco. As amostras de pequi foram obtidas em feiras livres de Anápolis – GO.

Em seguida, as amostras foram desembaladas e homogenizadas e retirou-se 3 amostra em torno de 50 g para determinar o teor de água inicial. Posteriormente as amostras foram secas em uma estufa com circulação forçada na temperatura de $35 \pm$

5 °C, até atingir o teor de água final próximo a 10 % b.u. Após serem retirados da estufa os tratamentos foram triturados e peneirados em um conjunto de peneiras, coletando apenas as partículas que passaram pela peneira nº5 (4 mm), e depois foram embaladas em embalagem plásticas e armazenadas na câmara fria para posteriormente serem destinadas a realização das análises físicas e químicas do combustíveis, que foram:

a) Teor de água final - o teor de água da biomassa para todas as etapas foi determinado de acordo com padronização da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), pela norma NBR 8112/86 (ABNT, 1986).

c) Massa específica aparente - a massa específica aparente da biomassa foi determinada por meio de uma balança com um cilindro de volume e massa conhecida.

d) Poder calorífico superior (PCS). Posteriormente foi avaliado a composição elementar segundo metodologia de Parikhet al. (2007).

e) Análises químicas imediatas - foram realizadas de acordo com a padronização da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), pela norma NBR 8112/86, as quais foram: teor de cinzas (TZ), teor de sólidos voláteis (SV) e carbono fixo (CF) (ABNT, 1986).

f) Análise termogravimétrica (TGA/DTG) -. A massa da amostra foi de 6,492 mg para o pequi utilizando uma taxa de aquecimento de 10°C/min, em atmosfera de oxigênio e nitrogênio, com fluxo de 20 mL/min e aquecimento de 25 a 1000°C para oxigênio e de 30 a 700°C para nitrogênio mudando para oxigênio de 700 a 900°C, utilizou-se um aparelho TGA/DTG da Perkin Elmer.

Resultados e Discussão

A tabela 1 apresenta os resultados encontrados para a análise de variância das variáveis analisadas para os resíduos estudados. Podemos observar de acordo que o CV(%), para os dados de voláteis, cinzas e poder calorífico se mantiveram abaixo dos 10% segundo a classificação de Pimentel Gomes (1985) indica uma baixa dispersão dos dados e segundo a classificação de Ferreira, F.V. (1991) todos os coeficientes se apresentaram menor ou entre 10% e 15% o que indica uma ótima precisão do experimento. Observa-se também que os resíduos diferenciam entre si, a 5% de probabilidade, para as análises de voláteis, cinzas, carbono fixo e poder

calorífico. Apresentando o maior coeficiente de variação para o carbono fixo. A tabela 2 apresenta a análise das médias pelo teste de Tukey a 5%, demonstrando que a casca de laranja difere dos demais no teor de voláteis, carbono fixo e poder calorífico, e a casca de pequi diverge das demais para o teor de cinzas.

Tabela 1- Análise de variância das variáveis analisadas em função do tipo de resíduos.

	Voláteis		Cinzas		Carbono fixo		Poder calorífico	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Trata	2	16,211144	2	6,066300	2	27,333211	2	1,05241
		*		*		*		1*
Resíduo	6	0,766589	6	0,544467	6	0,970011	6	0,03756
Total	8		8		8		8	
CV(%)	1,0		5,64		9,57		1,18	
	2							

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 2. Análise das médias dos teores de voláteis, cinzas e carbono fixo e o valor do poder calorífico superior para os diferentes resíduos .

	Voláteis	Cinzas	Carbono fixo	Poder calorífico superior
Casca de laranja	88,19 a	4,89 a	06,92 b	15,56 b
Casca de pequi	84,76 b	2,50 b	12,74 a	16,69 a
Bagaço de laranja	83, 77 b	5,02 a	11,21 a	16,39 a

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% ($p < 0,05$)

As curvas de TG/DTA para as amostras apresentam 3 estágios de perda de massas em atmosfera de nitrogênio, sendo que a terceira etapa de perda de massa não está bem definida. O primeiro estágio de perda de massa ocorre em

temperaturas inferiores a 100 °C, e está relacionado a perda de umidade e dos compostos voláteis. O segundo estágio, que ocorre em temperaturas entre 200 e 400 °C, podem estar relacionado a queima da matéria orgânica, as quais são a hemicelulose e a celulose. E um estágio final de 400 a 900 °C o qual está relacionado a queima da lignina. Pereira et. al. afirma que a primeira perda de massa média é de 6,47% devido à secagem da biomassa. O segundo estágio de 250 a 300 °C tem uma perda de massa média de 17,42% relacionado à degradação das hemiceluloses. As perdas de massas de 32,09 e 15,83% em média, para a degradação da hemicelulose e celulose ocorre nas faixas de temperatura de 300 a 350 °C e 350 a 400 °C devido estrutura da celulose apresentar monômeros a degradação necessita de uma maior quantidade de energia para a despolimerização da cadeia de celulose, e acima de 400 °C a perde de massa relacionado a queima da lignina. Os dados de TG confirmam as análises do teor de cinzas, pois o pequi tem menor teor de cinzas e maior poder calorífico.

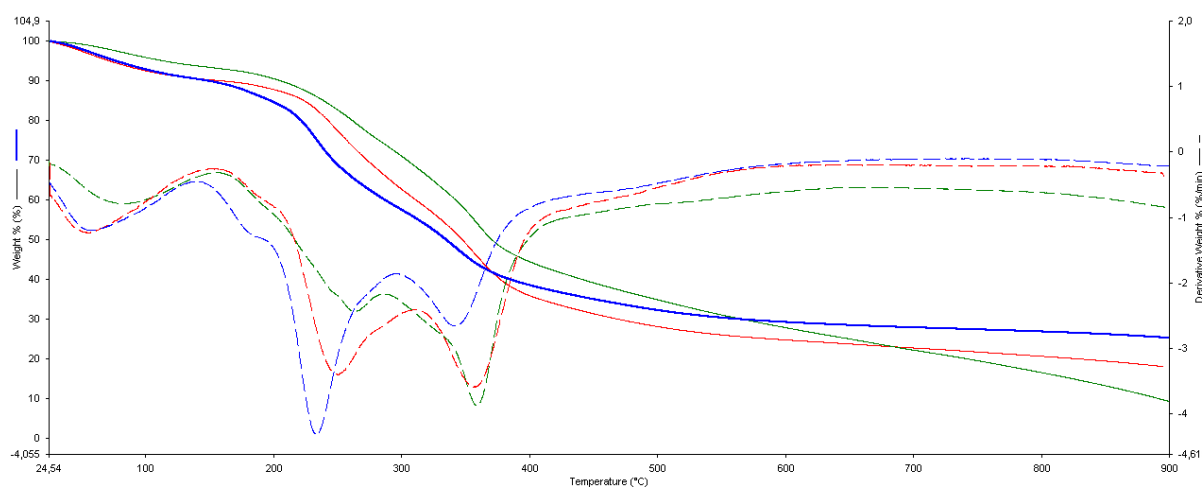


Figura 1- Curvas TG/DTA para as amostras de bagaço de laranja (azul), casca de laranja (vermelho) e de casca de pequi (verde) em atmosfera de nitrogênio à 10 °C/min.

Considerações Finais

Os resíduos agroindustriais utilizados nesse trabalho apresentaram potencial para serem utilizados como insumo energético para geração de energia térmica por meio do processo de combustão direta. Os valores do poder calorífico superior

(PCS) encontrado, forma semelhantes aos das principais biomassa utilizadas nos processos de combustão na atualidade

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Estadual de Goiás e a Capes pelo apoio na execução deste trabalho.

Referências

- ALEXANDRINO, A.M.; FARIA, H.G.; SOUZA, C.G.M.; PERALTA, R.M. Aproveitamento do resíduo de laranja para a produção de enzimas lignocelulolíticas por *Pleurotus ostreatus* (Jack:Fr). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.27, n.2, p. 364-368, Abr.-Jun. 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8112**: carvão vegetal – análise imediata. Rio de Janeiro, 1986.
- GABIA, A.A.; SANTOS, T.R.G.; WILCKEN, S.R.S. Comportamento de *Tylenchulus semipenetrans* em laranjeira ‘Pera Rio’ enxertada em limoeiro ‘Cravo’. **Summa Phytopathology**. Botucatu, v.42, n.3, p.243-248, 2016.
- OLIVEIRA, M. E. B; GUERRA, N. B.; BARROS, L. M.; ALVES, R. E. **Aspectos Agrônômicos e de Qualidade do Pequi**. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza. 2008.
- PARIKH, L.; CHANNIWALA, S.A.; GHOSAL, G.K. A correlation for calculating elemental composition from proximate analysis of biomass materials. **Fuel**, v. 6, p. 1710-1719, 2007.
- ROSA, C.I.L.F.; CLEMENTE, E.; OLIVEIRA, D.M.; TODISCO, K.M.; COSTA, J.M.C. Effects of 1-MCP on the post-harvest quality of the orange cv. Pera stored under refrigeration. **Revista Ciência Agronômica**. Ceará-Fortaleza, v.47, n.4, p. 624-632, Out-Dez, 2016.
- SANTOS, F. S.; SANTOS, R. F.; DIAS, P. P.; ZANÃO JR, L. A.; TOMASSONI, F. A cultura do pequi (*Caryocar brasiliense* CAMB), **Acta Iguazu**, v2, n3, p46-57, 2013.
- SILVA, R.L.; SILVA, A.M.P. Bioenergia da Biomassa Residual: Potencial Energético da Combustão da Casca de Arroz em Dourados-MS e Região. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**. v.5, p.91-105, 2016.

TOVAR, T.C.; BOLÃNOS, E.Q.; BENITEZ, L.T.; BOLIVAR, W.M. Absorção de Cromo Hexavalente em soluções acuosas por cascas de laranja (*Citrus sinensis*). **Revista Produção + Limpa**. Caldas, v.10, n.01, p. 9-21, Janeiro-Junho, 2015.