

CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DE ACEROLA VISANDO A CONVERSÃO TERMOQUÍMICA

G. A. N. BARBOSA¹, G. S. SEHNEM¹, G. D. R. NOGUEIRA¹, C. R. DUARTE¹ e M. A. S. BARROZO¹

¹ Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química
E-mail para contato: g.n.barbosa@hotmail.com; gabisella@hotmail.com

RESUMO – A biomassa apresenta uma grande vantagem na perspectiva ambiental, por auxiliar na redução dos impactos ambientais e dos poluentes presentes na atmosfera. O Brasil é considerado um dos maiores produtores agrícolas mundiais, e com isso gera-se uma grande quantidade de resíduos, que podem ser reutilizados, como biomassa, para a produção de energia, combustíveis líquidos, sólidos e gasosos, dentre outros materiais. A acerola é um produto presente na produção agrícola nacional, por ser bem adaptado ao clima brasileiro e apresentar alto valor nutritivo e energético para a alimentação. A caracterização do resíduo da acerola foi obtida pelos procedimentos de análise imediata, regidos pelas normas da ASTM, de análise somativa, regidos pela Embrapa, e de análise elementar. Os teores de cinzas encontrados foram de 3,25%, umidade de 80,84%, carbono fixo de 21,42% e voláteis de 75,33%. Já o teor de carbono encontrado foi de 47,48% juntamente com um teor de lignina insolúvel de 29,85%. Com os testes realizados considerou-se o resíduo de acerola uma potencial biomassa a ser utilizado em processos de conversão térmica, como a carbonização hidrotérmica (HTC).

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores agrícola do mundo, e devida à alta produtividade gera-se uma grande quantidade de resíduos. Diversas pesquisas buscam soluções para a reutilização desses resíduos, como biomassa percussora para a obtenção de energia renovável (Brasil, 2009).

Durante o processamento de frutas para a produção de sucos, geleias e polpas congeladas, diversas partes são desprezadas, dentre elas as cascas, sementes e o bagaço, originando um volume grande de resíduos. Além de gerar problemas ambientais, os resíduos constituem perda de matérias-primas e energia, requerem investimentos expressivos em tratamentos para controlar a poluição. Dependendo da fruta, a produção de resíduos pode chegar a até 50% da matéria-prima, e se for empregada uma tecnologia adequada, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários. (Nunes *et al*, 2015).

A biomassa apresenta a vantagem de gerar um baixo impacto ambiental e reduzir de forma significativa às emissões de gases tóxicos na atmosfera. A partir da biomassa diversos produtos podem ser gerados, tais como, energia, combustíveis líquidos, sólidos e gasosos,

químicos, energia elétrica e materiais avançados. Como fonte de energia renovável, na literatura já se encontra diversos processos e estudos sobre técnicas de utilizar os resíduos gerados pelas grandes indústrias. (Oliveira *et al*, 2014).

A solução para reduzir esse volume foi agregar valor aos subprodutos e apresentar um destino para esse material. Pois apesar de este ser biodegradável ele necessita de um tempo de decomposição, transformando-se, assim, em um possível poluente ambiental. Esses subprodutos podem apresentar um grande fator energético e nutritivo. Destacando-se a acerola, uma fruta de fácil cultivo e grande fonte de nutrientes e vitaminas, com produção média de 59,3 kg/planta ano. (Marques, 2013).

Assim, o objetivo do trabalho foi caracterizar o resíduo de acerola através de análise imediata, tais como teores de umidade, cinzas, voláteis e carbono fixo, análise elementar e somativa, para obter as características dessa biomassa com o intuito de geração de energia, através de processos, como a carbonização hidrotérmica (HTC).

2. MATERIAL E MÉTODO

As amostras de resíduos agroindustriais de acerola, ilustrada na Figura 1, foram adquiridas junto à indústria de processamento Fruteza, localizada no município de Dracena - SP. As quais foram separadas em porções pequenas, etiquetadas e congeladas em freezer doméstico no Laboratório de Sistemas Particulados (LSP) da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia.

Figura 1 - Resíduo de acerola.



Antes da realização das análises, as amostras congeladas foram retiradas do freezer e colocadas em geladeira até o seu descongelamento pelo período de 24h. Após o descongelamento, as amostras foram secas em estufa com temperatura de 105 °C.

A primeira etapa de caracterização do resíduo da acerola foi a análise imediata, na qual consistia a determinação dos teores de umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo.

Para a determinação do teor de voláteis utilizou-se como base o método ASTM E872-82, em que as amostras eram submetidas à temperaturas em torno de 950 °C por um intervalo de tempo de 7 min.

A determinação do teor de cinzas consistia num procedimento em que a amostra era aquecida em mufla em uma temperatura média de 700 °C por um intervalo de 4h obedecendo aos métodos da ASTM E1534-93. Já a determinação de umidade foi realizada através do método de secagem em mufla de acordo com a norma ASTM E871-82. E, para a determinação do teor de carbono fixo, utilizou-se a diferença conforme a norma ASTM Standard D3172.

A segunda etapa de caracterização do resíduo da acerola foi a análise elementar, que consiste na determinação dos teores dos compostos elementares, tais quais: carbono, hidrogênio, nitrogênio e enxofre. O equipamento utilizado foi o CHNS/O 2400 da Perkin Elmer, e o teor de oxigênio encontrado na amostra foi determinado pela Equação 1:

$$\%O = 100 - (\%C + \%H + \%N + \%S) \quad (1)$$

Por fim, foram realizadas as análises somativa, nas quais as quantificações dos extrativos e ligninas foram realizadas segundo as normas T204 cm-97 e T222 om-02 da Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI), respectivamente. Já as determinações dos percentuais de celulose e hemicelulose seguiram os procedimentos sugeridos pela Empraba (Moraes *et al*, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo e a caracterização do resíduo de acerola foram realizados com foco principal para a posterior conversão térmica visando combustíveis sólidos e líquidos através da carbonização hidrotérmica (hidrochar).

O resíduo de acerola apresentou um alto teor de umidade, o qual foi de $80,84 \pm 1,31\%$ em base úmida, sendo que em comparação com Silva (2015), o encontrado foi de $79,38\% \pm 1,46$. Assim, nesses processos em que a secagem prévia do material torna-se desnecessária (carbonização hidrotérmica) pode-se representar um importante ganho econômico. Na Tabela 1, encontram-se os dados obtidos pela análise imediata do resíduo de acerola:

Tabela 1 – Análise imediata do resíduo de acerola.

Componentes	Valor (%) ± Desvio Padrão
Umidade	80,84±1,31
Cinzas	3,25±0,15
Teor de matéria volátil	75,33±0,72
Teor de carbono Fixo (Base seca)	21,42±0,65

O teor de cinzas para o resíduo de acerola encontrado foi de $3,25 \pm 0,15$ %, e o descrito por Silva (2014) foi de 3,04%. Este valor se aproxima ao de precursores tradicionais para a produção de carvão como as madeiras de Angico-Vermelho, Jurema-Preta e Jurema-Vermelha (Santos *et al.*, 2012).

O baixo teor de cinzas é uma das características que devem ser consideradas na escolha do material precursor para a produção de carvão, pois as cinzas são constituintes inorgânicos que não participam da produção de energia e são resíduos após a reação de combustão (Couto *et al.*, 2009). As cinzas em doses elevadas podem prejudicar e até mesmo limitar a aplicação industrial do carvão gerado (Macêdo, 2012).

Já na Tabela 2, encontram-se os valores obtidos pela análise elementar, sendo os teores de oxigênio, carbono, hidrogênio, enxofre e nitrogênio. Essa análise se faz necessária principalmente para determinação da fonte de carbono presente na amostra de biomassa.

Tabela 2 – Análise elementar do resíduo de acerola.

Elemento	Valor (%) \pm Desvio Padrão
Carbono (C)	47,48 \pm 0,18
Hidrogênio (H)	6,00 \pm 0,10
Nitrogênio (N)	1,66 \pm 0,27
Enxofre (S)	0,03 \pm 0,02
Oxigênio (O)	44,87 \pm 0,29

Observaram-se altos valores de carbono na composição elementar do resíduo de acerola. Soares (2011) verificou teores de carbono na composição da madeira híbrida de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* para composição de carvão proveniente de madeiras de eucaliptos, entre 43,97% e 45,60% dependendo da idade de corte. Tal madeira rendeu carvões com teor de carbono entre 81,28% e 79,81%.

Segundo Couto *et al.* (2009), matérias-primas com o teor de carbono acoplado ao baixo teor de cinzas constituem bons precursores para a produção de carvão, ilustrando uma boa perspectiva para os resultados posteriores para o resíduo de acerola.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados para a análise dos subcomponentes do resíduo de acerola provenientes da análise somativa para componentes como extrativos, ligninas e celuloses:

Tabela 3 - Análise de subcomponentes para o resíduo de acerola.

Elemento	Valor (%) \pm Desvio Padrão
Extrativos	6,01 \pm 1,78
Lignina insolúvel	29,85 \pm 1,82

Lignina Solúvel	1,58±0,13
Holocelulose	54,92±0,52
Hemicelulose	29,85±1,82
Alfacelulose	27,23±7,64

A combinação de hemicelulose com alfacelulose é chamada de holocelulose. A hemicelulose se diferencia da alfacelulose pelo fato de que as hemiceluloses possuem unidades de açúcares diferentes de cinco ou seis átomos de carbono (Santos *et al*, 2012) e a alfa-celulose é a holocelulose não degradada. A diferença básica entre a celulose degradada e a não degradada é o tamanho da molécula e o número de resíduos de glicose presentes (Pereira, 2010).

A composição biomássica do material precursor para a produção de carvão está diretamente ligada à estrutura microporosa do produto final, portanto é de extrema utilidade a análise desta composição. A lignina é a principal fonte de carbono puro da matéria, enquanto a celulose compõe as frações voláteis da biomassa. Reed e Williams (2004) estudando diversas biomassas com teores de subcomponentes significativamente diferentes obtiveram maiores rendimentos de carvão para biomassas com teores de lignina mais altos.

4. CONCLUSÃO

Os testes determinaram um alto teor de carbono presente na análise elementar do resíduo de acerola, comparando-o com fontes tradicionais da carbonização. Assim, o resíduo da acerola renderia um carvão com alto teor de carbono e conseqüentemente alto poder calorífico superior. Associando-se aos altos teores de lignina, o que poderá apresentar maiores rendimentos em carvão.

Assim, todos os resultados realizados neste trabalho validam a possibilidade da utilização do resíduo da acerola como precursor de geração de energia, sendo a carbonização hidrotérmica (HTC), um exemplo de processo a ser aplicado.

5. REFERÊNCIAS.

- BRASIL, Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*, 2009. Disponível em: www.aneel.gov.br. Acesso em 14/03/2017 às 14h15.
- COUTO R. O; VALGAS A. B; BARA M. T. F; PAULA J. R. *Caracterização físico-química do pó das folhas de Eugenia dysenterica dc. (Myrtaceae)*. Rev Eletr Farm. 2009.
- MACÊDO, L. P. M. P. *Viabilidade da produção de carvão ativado a partir de resíduos alternativos*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica De Pernambuco, 2012.
- MARQUES, T. R. *Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola: farinhas e barras de cereais*, 2013. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

- MORAES, J. A. P. V; NOGUEIRA, R. J. M. C; BURITY, H. A. et al. *Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.4, p.463-470, 2002.
- NUNES, J. S; DA SILVA, F. B; GOMES, J. P; DA SILVA, W. P. *Caracterização físico-Química da farinha resíduo de polpa de acerola*. Congresso Técnico Científico de Engenharia e da Agronomia – CONTECC, 2015. Universidade Federal de Campina Grande.
- OLIVEIRA, I. B; SANTOS, M. C. G; BARIN, G. B; BARRETO, L. S. *Influência da carbonização hidrotérmica e do tratamento por microondas na morfologia de materiais carbonáceos obtidos de lignina*. Tese - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2014.
- PEREIRA, A. L. S. *Extração de nanocelulose de fibras vegetais*. Trabalho de conclusão de curso em Graduação em Engenharia Química - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- REED, A. R.; WILLIAMS, P. T. *Thermal processing of biomass natural fiber wastes by pyrolysis*, International Journal of Energy Research, v. 28, p. 131-145, 2004.
- SANTOS, H. C. M; PAES, J. B; LIMA, C. R; OLIVEIRA, E. *Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)*, Pelotas, v. 03, n. 01, p. 01-10, Maio de 2012.
- SILVA, P. B. *Secagem de Resíduos de Frutas em Secador Roto-Aerado*. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.
- SILVA, D. I. S. *Estudo da transferência de calor e massa na secagem em leito fixo visando o aproveitamento de resíduo de acerola (Malpighia Emarginata dc)*. Tese (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.
- SOARES V. C. *Comportamento térmico, químico e físico da madeira e do carvão de Eucalyptus urophylla X Eucalyptus grandis em diferentes idades*. Tese (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.