

# **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA PALHA DE CANA DE AÇÚCAR: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

M. M. SANTOS<sup>1</sup>, T. T. FRANCO<sup>1</sup> e M. D. BERNI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química

<sup>2</sup> NIPE, Universidade Estadual de Campinas

E-mail para contato: ma.mugnol@gmail.com

**RESUMO** – A cadeia produtiva da cana de açúcar tem focado grande interesse no aproveitamento integral dos seus principais subprodutos: a palha e o bagaço. Atualmente a palha não está consolidada como combustível ou alternativa para etanol de segunda geração. Este trabalho teve como objetivo levantar o estado da arte quanto à caracterização físico-química da palha de cana de açúcar. Com extensa pesquisa bibliográfica foram levantados, estudados e analisados informações de caracterização elementar físico-química disponíveis na literatura, sobretudo em periódicos indexados. De uma forma geral, os estudos disponíveis mostram os dados e informações bastante aleatórios sem guardar aderência entre os mesmos, ou seja, apresentam-se composição e comportamentos diferentes para cada um dos componentes da palha baseados. Neste trabalho foi aprofundada a análise dos resultados de teor de cinzas, comparando parâmetros para encontrar a origem da variação entre seus resultados. Baseado nas pesquisas a que se teve acesso, pode-se afirmar que ainda é necessário reproduzir esse estudo para as demais análises e resultados encontrados durante o levantamento de dados para assegurar a palha de cana de açúcar como uma possível biomassa para a produção de biocombustíveis de segunda geração ou como combustível térmico.

## **1. INTRODUÇÃO**

Devido à sua grande produção agrícola o Brasil dispõe de uma quantidade considerável de resíduos agrícolas e agroindustriais cujo bioprocessamento pode ser de grande interesse econômico e social. Entre estes resíduos, o mais expressivo em quantidade é a palha gerada na fase agrícola pós-colheita da cana de açúcar, pois para cada tonelada de cana são produzidas cerca de 145 kg base seca de sacarose, 140 kg base seca de bagaço e 140 kg base seca palha (Almeida, 2008). A palha consiste na ponteira e nas folhas da planta da cana-de-açúcar, com grande potencial de geração de produtos com alto valor agregado, uma vez que cerca de 30% da energia total da planta está contida neste material (Almeida, 2008). Com a introdução de legislação ambiental rígida que proíbe qualquer queima deste material no Estado de São Paulo, a partir de 2015 a palha está se tornando mais disponível.

A palha pode ser utilizada como insumo em biorrefinarias instaladas nas próprias usinas e destilarias na produção de materiais de maior valor agregado tais como resinas e

filmes de polímeros, plásticos recicláveis, dispersantes, flocculantes, além de outros usos mais tradicionais, como na produção de papel e na geração de energia elétrica e térmica renovável.

O levantamento de dados sobre as características físico-químicas da palha da cana-de-açúcar é de extrema importância para facilitar análise de viabilidade de uso das tecnologias disponíveis para o aproveitamento deste insumo.

## 2. METODOLOGIA

As atividades foram focadas no levantamento de resultados obtidos por diferentes autores para análises físico-químicas da palha da cana-de-açúcar. A principal fonte de dados foi o banco de publicações do ISI Web of Knowledge, denominado Web of Science, acessada via portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) ([www.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos.capes.gov.br)), a partir de parâmetros de busca tendo como chave: biorrefinaria, bioenergia, bioprodutos, materiais lignocelulósicos e eficiência energética. Sites de organizações representativas do setor de açúcar e bioetanol, como a UNICA, também foram consultados. A partir dos trabalhos aos quais se teve acesso foram elaboradas tabelas comparativas das análises, contendo os resultados das mesmas, local de onde a amostra é proveniente (quando disponível) assim como as metodologias utilizadas por cada autor (quando citadas). Realizou-se a comparação dos métodos utilizados pelos autores, mais especificamente para a determinação do teor de cinzas da palha de cana de açúcar.

## 3. ESTADO DA ARTE DA CARACTERIZAÇÃO DE BIOMASSA

O presente trabalho focou na construção de um banco de dados contendo resultados da caracterização da palha de cana-de-açúcar a partir de trabalhos e artigos indexados aos quais se teve acesso. As análises estudadas e o número de trabalhos encontrados para cada estão reunidos na Tabela 1 que segue abaixo.

Tabela 1 – Análises estudadas no presente trabalho e número de publicações estudadas para cada

Análise	Número de publicações estudadas
Cinzas	7
Umidade	2
Extrativos	3
Voláteis	3
Carbono Fixo	3
Poder Calorífico	4
Lignina	6
Análise Elementar	4

É necessário ressaltar que a origem das amostras de palha de cana-de-açúcar assim como as variedades da planta são diferentes entre si, sendo essa uma das possíveis fontes das diferenças encontradas nos resultados das análises. Na Tabela 2 estão descritas a origem de cada amostra de cada autor que especificou a mesma em seu trabalho.

Tabela 2 - Origem das amostras de palha de cana-de-açúcar da literatura analisada

Referência	Origem da Amostra
MARABEZI, K (2009)	Usina Ipiranga, São Carlos - SP (2007)
GEORGES, F. (2011)	Empresa Dom Braga, Dois Irmãos - RS (2011)
MIRANDA, I.C. (2009)	Região de Campinas - SP (2008)
PITARELO, A.P. (2007)	Indústria Sucroalcooeira Melhoramentos S/A, Jussara – PR
CARVALHO, D.M. (2012)	Variedade UFV/RIDESA RB867515 (5 meses de idade). Centro de Pesquisa e Experimentação de Cana-de-açúcar do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa - MG (2010)
SEYE, O. <i>et al</i> (2000)	Não especificada
PAULA, L.E.R. <i>et al</i> (2011)	Lavras - MG (2011)
SUÁREZ, J.A. <i>et al</i> (2000)	Saccharum officinarum

Para análise mais aprofundada e comparativa entre os resultados, escolheu-se a análise de teor de cinzas, pois altos teores desse componente interferem na eficiência de processos realizados na palha para a sua utilização como fonte energética (Pitarelo, 2007). Observam-se na Tabela 3 os resultados obtidos por diferentes autores para o teor de cinzas em base seca da palha da cana de açúcar.

Tabela 3 - Teor de cinzas com base na massa seca

%	±	Método	Referência
7,91	0,02	TAPPI 211 om-93	CARVALHO, D.M. (2012)
7,00	-	ASTM E1534-93	SEYE, O. <i>et al</i> (2000)
11,70	-	TAPPI T221 om-93	PITARELO, A.P. (2007)
4,97	-	TAPPI T211 om-93	MARABEZI, K. (2009)
4,32	-	M11/77 ABTCP 1974; NBR 8112 ABNT	PAULA, L.E.R. <i>et al</i> (2011)
12,48	-	TAPPI T211 om-93	GEORGES, F. (2011)
9,30	-	ASTM D 1762-82	SUÁREZ, J.A. <i>et al</i> (2000)

Nota-se que o resultado varia de 4,32% a 12,48%. A proveniência da amostra usada por cada autor é uma das possíveis explicações para a variação dos resultados obtidos. Segundo Almeida (2008) teores elevados de cinzas na palha da cana-de-açúcar podem ser decorrentes do manuseio da palha durante a colheita e o transporte, sendo esse outro possível fator que contribuiu para a obtenção de valores divergentes de cinzas.

Outra possível explicação para esses resultados seria o uso de diferentes metodologias, portanto a partir das metodologias apresentadas disponíveis a acesso construiu-se a Tabela 4 para efeitos comparativos.

Tabela 4 – Principais definições dos métodos utilizados para determinação do teor de cinzas

Método	Temperatura (°C)	Tempo	Massa de Amostra/ Característica	Resultados (%)	Amostra especificada no método
TAPPI T211	525 ± 25	Até ser verificada a ausência de pontos pretos na amostra	No mínimo 1 g de amostra já seca	4,97/ 7,91/ 11,70/ 12,48	Wood, pulp, paper and paperboard (madeira, celulose, papel e papelão)
ASTM D1762	750 ± 5	6h	1 g de amostra úmida	9,30	Wood Charcoal (carvão de madeira)
ASTM E1534	580 a 600	Até estabilizar o peso da amostra	2 g de amostra úmida	7,00	<b>Particulate Wood Fuels</b> (combustíveis de madeira particulados)
NBR 8112 ABNT	700 ± 10	Até ser verificada a queima completa	1 g de amostra já seca	4,32	Carvão Vegetal

Primeiramente nota-se que nenhum dos métodos utilizados na bibliografia pesquisada é específico para palha de cana-de-açúcar. Devido à inexistência de método normatizado para tal material cada autor utilizou o método com o qual julgou que melhor se adequava a amostra. Os que utilizaram a TAPPI 211 consideraram a palha com um material celulósico semelhante à madeira, papel e polpa, enquanto os demais compararam com combustíveis derivados da madeira, como o carvão vegetal.

Ao analisar a Tabela 3 percebe-se que autores que utilizaram o método descrito na norma TAPPI 211 obtiveram resultados que diferiam entre si na faixa de 4,97% - 12,48%. Verifica-se que valores obtidos pelas metodologias ASTM D1762 e ASTM E1534 estão dentro da faixa obtida pelos autores que utilizaram a norma TAPPI 211, indicando que o método não é um dos fatores que causaram essa variação.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho analisou-se mais a fundo os resultados de diferentes bibliografias para o teor de cinzas presente na palha da cana-de-açúcar, no entanto ainda é necessário reproduzir esse estudo para as demais análises e resultados encontrados durante o

levantamento de dados para assegurar a palha de cana de açúcar como uma possível biomassa para a produção de biocombustíveis de segunda geração ou como combustível térmico.

## 5. AGRADECIMENTOS

A PRPG e ao CNPq pelo apoio financeiro na execução deste artigo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.B.B. Bio-óleo a partir da pirólise rápida, térmica ou catalítica, da palha da cana-de-açúcar e seu co-processamento com gasóleo em craqueamento catalítico. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- CARVALHO, DM. Caracterização físico-química e polpação etanol/soda do bagaço e da palha de cana-de-açúcar. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- GEORGES, F. Caracterização da palha da cana-de-açúcar do rio grande do sul e de seus produtos de pirólise. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- MARABEZI, K. Estudo sistemático das reações envolvidas na determinação dos teores de lignina e holocelulose em amostras de bagaço e palha de cana-de-açúcar. Dissertação (Mestre em Ciências Físico-Químicas) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.
- MIRANDA, I.C. Aproveitamento energético a partir de resíduos de biomassa: bagaço e palha de cana-de-açúcar. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- PAULA, L.E.R.; TRUGILHO, P.F.; NAPOLI, A; BIANCHI, M.L. Characterization of residues from plant biomass for use in energy generation. *Cerne*, Lavras, v.17, n.2, p.237-246, abr./jun. 2011.
- PITARELO, A.P. Avaliação da susceptibilidade do bagaço e da palha de cana-de-açúcar à bioconversão via pré-tratamento a vapor e hidrólise enzimática. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- SEYE, O; CORTEZ, L.A.B.; GOMEZ, E.O. Estudo cinético da biomassa a partir de resultados termogravimétricos.. In: *Encontro De Energia No Meio Rural*, 3., 2000, Campinas. Proceedings online... Available from:

<[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022000000200022&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000200022&lng=en&nrm=abn)>. Acesso em Dec. 2014.

SUÁREZ, J.A.; LUENGO, C.A.; FELFLI, F.F.; BEZZON, G; BEATÓN, P.A.  
Thermochemical Properties of Cuban Biomass. *Energy Sources*, Taylor & Francis, 22:851– 857, 2000.