



Biomassa: Caracterização Química e energética de diferentes espécies para fins energéticos.

Beatriz de Oliveira Centamori¹

Juliana Esteves Fernandes Cieslinski²

Energias Renováveis e possibilidades de aplicação.

Resumo

O trabalho busca comparar o potencial energético produzido por resíduos produzidos por duas espécies diferentes de biomassa a fim de definir qual dos materiais é mais benéfico para a produção energética. Para a análise foi utilizado material moído de cascas de eucalipto e palha de milho, as amostras passaram por Análises Químicas Imediatas conforme a ASTM E-870-82(2019) e Análises Calorimétricas por meio de um calorímetro.

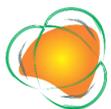
Palavras-chave: palha de milho; casca de eucalipto; energia renovável.

¹Discente em Engenharia de Produção – UNESP, Instituto de Ciência e Engenharia de Itapeva, beatriz.centamori@unesp.br

²Prof^a. Dr^a em UNESP, Instituto de Ciência e Engenharia de Itapeva, Unidade Acadêmica de Engenharia, juliana.cieslinski@unesp.br

Realização





INTRODUÇÃO

As atividades humanas desempenham um papel significativo nas emissões de carbono lançadas na atmosfera, resultando em impactos na saúde pública, bem-estar das comunidades e meio ambiente. Essas emissões são provenientes de uma variedade de atividades, como a queima de biomassa e combustíveis fósseis, processos industriais e atividades agropecuárias, que visam atender aos padrões e avanços de consumo e produção da sociedade, que variam por uma combinação de fatores culturais e tecnológicos (CIESLINSKI, 2014).

O Brasil é mundialmente reconhecido por sua capacidade de produção de bioenergia, frequentemente evidenciada pela exportação de commodities agrícolas, o que resulta na geração de biomassa, entretanto, apesar da produção e exportação dessas commodities sejam estratégicas, é importante considerar as probabilidades e possibilidades de agregar valor à biomassa como uma oportunidade para o avanço do conhecimento técnico-científico e para a redução dos impactos ambientais. Para isso deve-se explorar o potencial energético para um uso mais eficiente da biomassa, por meio do desenvolvimento de tecnologias e processos que agreguem valor aos produtos derivados da biomassa, promovendo assim um uso mais sustentável e consciente dos recursos disponíveis (EMBRAPA, 2011).

Segundo GOLDEMBERG (2009) a utilização de biomassa apresenta projeções otimistas para o futuro, com previsões de representar no fim do século 21 de 10 a 20% de toda a energia usada pela humanidade. Tornando as pesquisas e os investimentos na área atrativos e necessários para os próximos anos.

É essencial a análise das propriedades físico-químicas para obtenção da noção do potencial energético, principalmente para os processos de conversão termoquímica, como o poder calorífico. (MACEDO, 2008)

Neste contexto o processo de combustão comum, realizados na pressão atmosférica, os teores de materiais voláteis, cinzas e carbono fixo produzidos por uma determinada biomassa são bastante próximos do resultado obtido pela análise imediata.

Realização



METODOLOGIA

4.1. MATERIAIS

Os materiais selecionados para esta análise foram a palha de milho (*Zea mays*) e as cascas de eucalipto (*Eucalyptus spp.*).

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Análise Química Imediata

Foram realizadas as Análises Químicas Imediatas conforme a ASTM E-870-82(2019) para a caracterização dos materiais, determinando os teores de umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo.

Também foi realizada a determinação de seus poderes caloríficos superiores, por meio de um sistema calorífico.

Para o preparo da biomassa para as análises foi utilizado o processo de moagem e peneiramento utilizando um moinho de facas (Figura 1), sendo considerado o material (Figura 2) que passou pela peneira de 35 mesh (0,500 mm) e ficou retido na peneira de 60 mesh (0,250 mm).

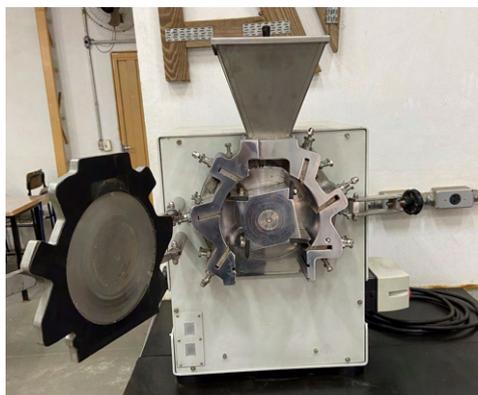


Figura 1. Moinho de facas.

Fonte: Autoria própria

Realização

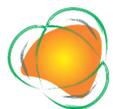


Figura 2. Material moído, palha de milho (esquerda) e cascas de eucalipto (direita).

Fonte: Autoria própria

O material moído foi pesado em uma balança e armazenado em cadinhos metálicos em uma estufa (Figura 3) por 24 horas para a secagem. Com estes dados se obtém o teor de umidade (Equação 1)

$$U(\%) = \frac{mu - ms}{ms} \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

U(%) = teor de umidade em base seca

mu = massa úmida da amostra, g

ms = massa seca da amostra, g



Figura 3. Estufa

Fonte: Autoria própria

Realização



As medições de materiais voláteis foram realizadas com o auxílio de uma mufla previamente aquecida a $850 \pm 20^\circ\text{C}$, e cadinhos cerâmicos contendo biomassa seca foram posicionados na porta por aproximadamente 3 minutos e 6 minutos na parte interna com a mufla fechada, e logo em seguida foram resfriados em um dessecador por 40 minutos, foi determinada a massa em uma balança analítica. O teor de materiais voláteis é determinado da seguinte forma (Equação 2):

$$MV(\%) = \frac{ms - mf}{ms} \times 100 \quad (2)$$

Sendo:

$MV(\%)$ = teor de materiais voláteis

ms = massa seca da amostra, g

mf = massa final da amostra, g



Figura 3. Mufla aquecida com cadinhos posicionados na porta

Fonte: Autoria própria



Figura 4. Dessecador contendo cadinhos cerâmicos

Fonte: Autoria própria

Realização



O teor de cinzas foi determinado com a mufla aquecida a 750°C. As amostras foram posicionadas no interior da mufla por aproximadamente 6 horas, e em seguida retiradas e posicionadas no dessecador por mais 40 minutos e tiveram suas massas medidas na balança. A partir destes valores foi calculado o teor de cinzas (Equação 3)

$$CZ(\%) = \frac{mr}{ms} \times 100 \quad (3)$$

Sendo:

$CZ(\%)$ = teor de cinzas

mr = massa do resíduo, g

ms = massa seca da amostra, g

Com os dados obtidos das fórmulas 2 e 3 é possível calcular o teor de carbono fixo do material (Equação 4)

$$CF(\%) = 100 - (MV + CZ) \quad (4)$$

Sendo:

$CF(\%)$ = teor de carbono fixo

4.2.2. Poder calorífico superior

A determinação do poder calorífico superior (PCS) das biomassas analisadas foi determinado com auxílio de um calorímetro que utiliza de uma bomba calorimétrica imersa em água destilada que passa por uma injeção de oxigênio via cilindro.

Realização

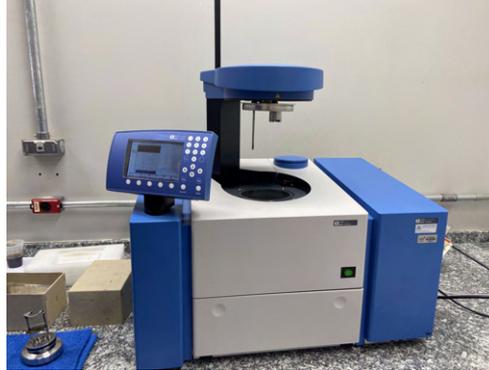


Figura 6. Calorímetro.

Fonte: Autoria própria

As amostras moídas de cada biomassa foram colocadas uma por vez em um cadinho de quartzo, que foi inserido na bomba calorimétrica. No reservatório da bomba, foi adicionada água destilada e em seguida oxigênio a uma pressão de 30 bar (a partir de um cilindro com pureza de 99,9%). Em seguida, um fio de algodão foi conectado a um fio de níquel, que atuou como uma resistência, estabelecendo a ligação entre os dois eletrodos responsáveis pela condução da eletricidade. Essa eletricidade foi transformada em uma faísca para a ignição da amostra no momento do contato com o oxigênio. A bomba foi vedada e introduzida na cápsula localizada dentro do sistema calorimétrico. Após 5 minutos, o poder calorífico superior foi lido diretamente na tela do sistema calorimétrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dois tipos de biomassa utilizados neste estudo foram previamente caracterizados por Análise Química Imediata quanto à sua umidade (U), materiais voláteis (MV), cinzas (CZ), carbono fixo (CF) e também seu poder calorífico superior.

Para a análise de umidade foram separados cadinhos de alumínio, que foram posicionados no dessecador pelo período estipulado. Os valores obtidos e calculados do teor de umidade podem ser visualizados na Tabela 1:

Realização



Tabela 1. Teor de umidade das amostras de Eucalipto e Palha de Milho

Material	U
1. Eucalipto	14,05%
2. Milho	11,33%

Umidade é um fator crucial para a determinação da qualidade e possibilidade de uso de uma biomassa, pois é um fator limitante, biomassas com umidade acima de 50% são incapazes de atingir a energia necessária para a combustão sem o auxílio de uma fonte externa, segundo KLAUTAU (2008).

Pode-se observar pelos resultados obtidos que o teor de umidade retido na palha de milho é inferior em comparação aos resultados apresentados pelo eucalipto, com esta primeira análise é esperado que a palha de milho tenha resultados melhores na produção de calor.

Para a análise de materiais voláteis (MV), teor de cinzas (CZ) e carbono fixo(CF) foram separadas em torno de 2 gramas de material em cadinhos cerâmicos para cada material, todos os cadinhos foram pesados previamente e após cada etapa do experimento para a obtenção dos dados necessários para os cálculos. Os resultados podem ser observados na tabela 2:

Tabela 2. Teores de materiais voláteis (MV), cinzas (CZ) e carbono fixo (CF) de cada cadinho analisado

Material	MV(%)	CZ(%)	CF(%)
1. Eucalipto	75,34%	6,13%	18,52%
2. Milho	80,58%	1,67%	17,75%

Realização



As quantidades de materiais voláteis estão de acordo com a literatura, pois estão dentro da faixa de 75% a 85%, o que acentua a taxa de emissão de gases na combustão dos materiais, reduzindo o tempo de residência no aparelho de queima, afetando a durabilidade da combustão, entretanto, o teor elevado facilita o processo de ignição e auxilia na estabilidade da chama produzida, conforme dito por AMORAS (2019).

Em relação aos resultados obtidos no teor de cinzas, pode-se observar uma grande diferença nos valores dos dois materiais, com os valores do eucalipto em torno de 6% e do milho 1,7%. Quanto menor o teor de cinzas obtido, melhor será o poder calorífico do material, segundo Carvalho (2021) o ideal seria que o teor de cinzas adicionados à caldeira seja <4% para evitar deterioração precoce dos equipamentos, mostrando que apenas as amostras de palha de milho seriam utilizadas sem danos ao maquinário.

Os resultados para cinzas do eucalipto na literatura foram 8,56% para CARVALHO (2021) e 4,92% para FILHO (2020), demonstrando que os resultados obtidos nesta prática estão entre os valores esperados. A variação nos resultados obtidos nas pesquisas podem ser relacionadas a maturidade da planta e impurezas presentes no material coletado.

Os resultados para a palha de milho foram menores que os da literatura, os resultados obtidos por SANTOS (2016) e ZAMBRZYCKI (2013) foram de 2,62% e 1,91% respectivamente, a diferença pode estar contida na diferença entre as fases de desenvolvimento da planta coletada para a análise.

Os valores de teor de carbono fixo foi aproximado entre as dois materiais, entretanto, ambos os valores foram superiores aos analisadas na literatura, sendo 13,90% e 12,19% obtidos por SANTOS (2016) e ZAMBRZYCKI (2013) respectivamente para a palha de milho e 15,34% e 16,67% obtidos por CARVALHO (2021) e FILHO (2020) respectivamente para as cascas de eucalipto.

Para as análises do poder calorífico foram separadas amostras de cada material, os resultados obtidos pelo calorímetro podem ser observados na tabela 3

Realização



Tabela 3. Poder calorífico dos materiais

Material	U(%)	PCS (J/g)
1. Eucalipto	14,05%	15460
2. Milho	11,33%	17698

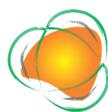
Os resultados neste trabalho apresentaram menores valores de poder calorífico comparados aos obtidos pelos autores estudados para a casca de eucalipto, sendo 18000 J/g a 10,2% e 15062,4 J/g a 25% obtidos por DORNELLES (2021) e FILHO (2020) respectivamente. Os valores da palha de milho obtidos ficaram entre os valores referência de 16125 J/g a 2,82% e 18258 J/g a 0% obtidos por SANTOS (2016) e ZAMBRZYCKI (2013) respectivamente.

Os valores obtidos pelo eucalipto estão mais próximos de valores obtidos com umidade elevada, com a possibilidade de contato com umidade no meio das etapas. Os valores obtidos do milho, por outro lado, foram satisfatórios mesmo com a presença relativamente elevada de umidade .

CONCLUSÕES

Conforme os resultados obtidos pode se observar que a amostra de palha de milho apresentou resultados mais atraentes e adequados para a produção de energia, com valores maiores de materiais voláteis, menores de teor de cinzas, também apresentando resultados mais elevados de PCS.

Realização



REFERÊNCIAS

AMORAS, Bruna Bárbara Maciel. **Utilização de resíduos de biomassa do Distrito Federal para fins energéticos**. Orientador: Vale, Ailton Teixeira do. 2019. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

CARVALHO, N. R. DE . et al.. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA BIOMASSA USADA COMO COMBUSTÍVEL SÓLIDO EM UMA CALDEIRA**. Química Nova, 2021.

Cieslinski, Juliana Esteves Fernandes. **Estudo da emissão e do controle dos gases e particulados provenientes da queima de biomassa** Orientador: Prof. Dr. Gustavo Ventorim. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Brasília, 2014.

DORNELES, Ricardo Henrique Thomé. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO RESÍDUO FLORESTAL DO EUCALIPTO PARA PROCESSAMENTO TERMOQUÍMICO. SIEPEX - Salão Integrado do Ensino, Pesquisa e Extensão da UERGS**, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 10, 2021.

EMBRAPA, 2011, Brasil. **BIORREFINARIAS**. EMBRAPA AGROENERGIA. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em:
<ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/48750/1/biorrefinaria-modificado-web.pdf>

FILHO, Ricardo André Dal Molin. **VIABILIDADE DE QUEIMA DE CASCA DE EUCALIPTO EM FORNOS DE CIMENTO**. Orientador: Prof. Dr. Fábio Minoru Yamaji. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais.) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, Sorocaba, 2020.

GOLDEMBERG, José. Biomassa e energia. **Química Nova**, São Paulo, ano 2009, v. 32, n. 3, p. 582-587, 17 mar. 2009.

KLAUTAU, J. V. P. **Análise Experimental de uma Fornalha a lenha de Fluxo Concorrente Para Secagem de Grãos**. 2008. Dissertação (mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) PPGERHA, UFPR. Curitiba: 2008.

SANTOS, Mayara Patricia de Oliveira; OHARA, Monalisa Ayumi. **Estudo cinético da pirólise da biomassa palha de milho verde**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016.

ZAMBRZYCKI, Geraldo Cesar; DO VALE, Ailton Teixeira; DE SIQUEIRA DANTAS, Vandui Francisco. Potencial energético dos resíduos da cultura do milho (*Zea mays*). **Evidência**, v. 13, n. 2, 2013.

Realização

