

## ESTUDO DA APLICAÇÃO DO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DO COCO PARA BIOENERGIA

Luíza Zin Almas (IC), Maisa Tonon Bitti Perazzini (PQ)<sup>1</sup>  
*<sup>1</sup>Universidade Federal De Itajubá*

### Palavras-chave:

Bioenergia. Biomassa. Cascas de coco. Sustentabilidade

### Introdução

A bioenergia é uma energia renovável gerada a partir da biomassa, como resíduos agrícolas e urbanos, oferecendo uma alternativa sustentável aos combustíveis fósseis e ajudando a reduzir emissões de gases poluentes (IRENA, 2012). No Brasil, ela desempenha um papel importante, especialmente com o etanol de cana-de-açúcar. A biomassa, incluindo a casca de coco, que é o material de estudo deste trabalho, pode ser convertida em energia por combustão, digestão anaeróbica ou pirólise, gerando eletricidade, calor ou biocombustíveis, contribuindo para um ciclo energético mais limpo e eficiente (SOARES, E. F.; ALMEIDA, J. R.; PEREIRA, L. A., 2022.).

A casca de coco (Figura 1) é um resíduo abundante no Brasil, com alto potencial energético devido à sua composição lignocelulósica. Seu aproveitamento evita o descarte inadequado, reduz a degradação ambiental e promove a economia circular. O estudo visa caracterizar a casca de coco como biomassa, explorando seu potencial energético e propondo soluções sustentáveis para seu uso, em resposta ao descarte de cerca de 7 milhões de toneladas desse resíduo anualmente no Brasil (BRASIL, 2021).

Figura 1 - estrutura do coco verde



### Metodologia

A picnometria foi empregada para determinar a densidade real do material, utilizando líquidos de densidades já conhecidas (querosene = 0,830 g/mL ; metanol = 0,792 g/mL; heptano = 0,684 g/mL). A densidade (aparente) de leito (densidade de Bulk) foi determinada através da medição da massa do material em um volume conhecido, enquanto o ângulo de repouso foi medido para avaliar o comportamento do material em repouso. Também foram feitas análises das dimensões das partículas, utilizando o programa ImageJ. Esses métodos permitiram uma análise detalhada das propriedades físicas da casca de coco, essenciais para seu uso como biomassa.

Inicialmente, a casca de coco foi separada em casca, fibra e pó. Após mais estudos e análises, verificou-se que há diferentes tipos de de categoria ainda dentro das já descritas, sendo definidas então como: material fibroso (CH1), material particulado grosseiro (CH2), material particulado médio (CH3), material particulado fino (CH4) e partículas irregulares de diferentes tamanhos (ECH) (Figura 2).

Figura 2 - divisões da casca do coco



## Resultados e discussão

### Picnometria

As Tabelas 1 a 3 mostram os dados obtidos pela picnometria, referentes à densidade das partículas, que foram determinadas utilizando querosene, metanol e heptano, respectivamente.

Tabela 1 - dados da picnometria com Querosene

Picnometria com Querosene	
Partículas	Densidade média [g/mL]
Fibra úmida	1,1463
Casa úmida	1,1435
Pó úmido	1,0715
Pó seco	1,4639
Fibra seca	0,8711

Tabela 2 - dados da picnometria com Metanol

Picnometria com Metanol	
Partículas	Densidade média [g/mL]
CH1	0,9171
CH2	1,0048
CH3	0,9794
CH4	1,1259
ECH	1,1135

Tabela 3 - dados da picnometria com Heptano

Picnometria com Heptano	
Partículas	Densidade média [g/mL]
CH1	0,9836
CH2	1,0012

Os resultados da picnometria com querosene, metanol e heptano mostraram variações nas densidades da casca de coco. Amostras secas apresentaram densidades maiores,

como no caso do querosene, enquanto as amostras úmidas apresentaram valores menores devido à presença de água, que aumenta o volume, mas não a massa do sólido de forma proporcional. Com o metanol, os valores de densidade foram mais baixos. O heptano, por ser o menos denso dos líquidos, resultou nas menores densidades, especialmente para partículas menores como CH4.

Esses resultados são consistentes com a literatura, onde resíduos lignocelulósicos como bagaço de cana e casca de arroz têm densidades entre 0,9 e 1,4 g/mL. Isso confirma o potencial da casca de coco para uso como biomassa, com características semelhantes a outros resíduos agrícolas.

### Densidade de Leito (Densidade de Bulk)

As Tabelas 4 e 5 apresentam os dados obtidos no experimento da densidade de bulk, contendo, respectivamente, as densidades antes de iniciar a compactação da matéria, e depois de compactada.

Tabela 4 - dados de densidades antes da compactação

Partículas	Densidade média [g/mL]
CH1	0,027
CH2	0,091
CH3	0,076
CH4	0,172
ECH	0,358

Tabela 5 - dados de densidades após a compactação

Partículas	Densidade média [g/mL]
CH1	0,055
CH2	0,185
CH3	0,202
CH4	0,248
ECH	0,434

É possível observar que a densidade de todas as

partículas se elevou após a realização do experimento. Isso ocorre devido ao rearranjo das partículas e à redução do espaço vazio entre elas, resultando em uma massa total maior para o mesmo volume.

Segundo Kumar et al. (2016), a densidade de biomassa pode variar entre 0,1 g/mL e 0,5 g/mL, dependendo do tipo de material e das condições de compactação. Os resultados obtidos nas Tabelas 4 e 5 estão dentro desse intervalo e refletem um aumento esperado na densidade devido à compactação. Além disso, a compactação de materiais orgânicos pode resultar em um aumento de 20% a 50% na densidade (Singh et al., 2018), o que corrobora os resultados observados nas tabelas.

### Ângulo de Repouso

A Tabela 8 apresenta os dados dos diâmetros e alturas obtidos de cada partícula no experimento do ângulo de repouso.

Tabela 8 - dados obtidos do ângulo de repouso

Partículas	Médias	
	Diâmetro [mm]	Altura [mm]
CH1	65,51	100
CH2	97,26	97
CH3	99,16	76
CH4	104,21	57
ECH	95,68	48,63

Neste experimento, foi possível constatar que a altura formada pelas partículas diminuiu, enquanto que seu diâmetro tende a aumentar. Isso acontece pois partículas maiores possuem menor coesão e atrito, enquanto partículas menores tendem a se espalhar mais, formando montes mais baixos, mas com maior diâmetro, devido à maior coesão e atrito interno.

### Dimensões da Partícula

A Tabela 9 apresenta os dados obtidos das dimensões das partículas, tais como a área, o perímetro (perim.), largura (larg.), altura, circunferência (circ.) e solidez.

Tabela 9 - dimensões das partículas

	CH1	CH2	CH3	CH4	ECH
Área	0,071	0,037	0,173	0,327	24,339
Perím.	0,965	0,608	1,629	2,011	23,694
Larg.	0,285	0,191	0,474	0,530	63,607
Altura	0,289	0,183	0,493	0,519	92,406
Circ.	0,801	0,877	0,746	0,710	6,100
Solidez	0,852	0,901	0,850	0,860	1,585

Esses resultados indicam uma diversidade significativa no tamanho e forma das partículas. As partículas ECH possuem a maior área e altura, o que reflete sua natureza mais irregular e variada em comparação com as outras amostras, e também possuem maior solidez, o que sugere que elas são mais densas e compactas. Já as partículas menores como CH1 e CH2, tendem a ser menos sólidas.

Essas variações de dimensões e formas influenciam diretamente as propriedades físicas da biomassa, como a densidade de leito e o comportamento no ângulo de repouso. Partículas maiores e mais irregulares tendem a apresentar maior volume de poros, impactando o fluxo de ar e o empacotamento da biomassa, o que pode influenciar sua eficiência em processos como a combustão ou digestão anaeróbica.

### Conclusões

Com base nos resultados obtidos, a casca de coco demonstrou ser uma biomassa promissora para geração de bioenergia, especialmente por sua abundância no Brasil e alto potencial energético devido à sua composição lignocelulósica (López et al., 2018).

Os experimentos de picnometria, densidade de leito (bulk), ângulo de repouso e dimensões das partículas mostraram que o material possui características físicas adequadas para uso em processos de conversão energética, como a pirólise e a combustão direta. Isso indica que a casca de coco, assim como os resíduos dos trabalhos comparados, são adequados para processos de conversão energética.

O estudo também revela que as partículas menores de casca de coco (CH4 e ECH) apresentam maior

densidade após compactação, o que sugere que elas podem ser mais eficientes em processos que requerem compactação ou densidade elevada, como briquetagem ou pellets para combustão. Além disso, as análises do ângulo de repouso mostraram que partículas menores têm maior tendência a se espalhar, o que pode influenciar a escolha de tecnologias de manuseio e armazenamento para evitar perdas.

## Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora, Prof<sup>ª</sup> Maisa Tonon Bitti Perazzini, pela orientação, fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa; e ao mestrando Leandro Oliveira, pelo apoio e ensinamento. Agradeço também à Unifei pelos recursos e à FAPEMIG pelo financiamento, que possibilitou a realização deste trabalho.

## Referências

**IRENA.** *Bioenergy: A Renewable Energy Option*. Abu Dhabi: Agência Internacional de Energia Renovável, 2012.

**SOARES, E. F.; ALMEIDA, J. R.; PEREIRA, L. A.** Biomassa: utilização da casca de coco na geração de energia. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 10, n. 1, p. 45-58, 2022.

**BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Diagnóstico do descarte de resíduos agrícolas no Brasil*. Brasília, 2021.

**LÓPEZ, L.; GONZÁLEZ, J.; RIVERA, J.** Characterization of coconut shell biomass for energy production. *Renewable Energy*, v. 128, p. 460-469, 2018.

**SANTOS, J. C.; SILVA, A. G.; OLIVEIRA, J. P.** Potencial energético de resíduos agroindustriais para produção de bioenergia. *Revista Brasileira de Energia*, v. 24, n. 2, p. 145-158, 2019.

**KUMAR, P.; RAVI, K.; RATHORE, N. S.** Biomass densification: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 55, p. 135-142, 2016.

**SINGH, R.; MISHRA, P. K.; PRASAD, R.** Recent trends and future perspectives in the utilization of lignocellulosic biomass for biofuel production: A review. *Biomass Conversion and Biorefinery*, v. 8, n. 4, p. 765-774, 2018