

PRODUÇÃO DE BRIQUETES A PARTIR DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE PALMITO PUPUNHA

Arantes, M. S. T.¹, Lima, E. A.², Zanoni, P. R. S.², Sá, F. P.³

¹ Estagiário Embrapa Florestas e discente de Engenharia Química UFPR, matheussamponi@ufpr.br

² Pesquisador Embrapa Florestas

³ Pós-Doutoranda Embrapa Florestas

Resumo

As biomassas representam uma importante fonte de energia limpa. O sistema de transporte e armazenamento delas, no entanto, apresenta um problema devido a baixa compactação e aos grandes volumes obtidos no campo, fazendo-se necessário o estudo de maneiras de aumentar a densidade energética proveniente destes materiais. Este trabalho buscou analisar a briquetagem da bainha externa da pupunha nas temperaturas de 90, 120 e 150 °C e nas pressões de 65, 95 e 125 bar, analisando a densidade do briquete obtido e o seu fator de coesão. Observou-se que a temperatura de operação do equipamento não apresentou influência sobre os fatores avaliados, enquanto que a pressão apresentou uma influência de caráter quadrático. Por fim, concluiu-se que a melhor condição de produção foi a de 90 °C e 65 bar, condição de maior economia energética, com uma densidade de 0,98 g/cm³ e fator de coesão de 99,6 %.

Palavras-chave. Aproveitamento de resíduos, Biomassa, Energia.

Introdução

O estudo da produção de combustíveis substitutos aos provenientes de fontes fósseis tem, atualmente, uma grande importância para a ciência e para as indústrias, devido ao viés de sustentabilidade econômico-ambiental adotado. Uma das oportunidades abordadas são as biomassas (BALASUBRAMANI, 2016).

As agroindústrias produtoras de palmito de pupunha são indústrias que descartam grande volume de biomassa, em torno de 70 % de tudo o que é colhido no campo, que representa uma potencial fonte de energia para queima em carbonizadores ou fornos.

Este descarte consiste nas partes não aproveitadas no comércio do palmito, que são a parte basal da pupunha e as bainhas externa e interna. Uma vez secas, essas partes podem ser utilizadas na geração de energia, de modo a se evitar o desperdício de materiais e, além disso, ajudar no gerenciamento de resíduos.

Para utilizar este material como combustíveis, duas opções se fazem disponíveis: a queima direta da biomassa e a produção de corpos de queima comprimidos, como os briquetes e *pellets*, que facilitam o transporte e o armazenamento. Eles apresentam um destaque positivo principalmente por apresentarem uma alta densidade energética (BALASUBRAMANI, 2016).

A produção dos briquetes é comumente realizada aplicando uma pressão sobre a amostra moída ou triturada e, além disso, fornecendo calor para que ocorra a transição vítrea da lignina, de modo a formar um corpo resistente e denso. Esta operação é influenciada por diversos fatores, como a composição dos moídos utilizados, a granulometria e a pressão utilizada no equipamento (MITCHUAL, 2013).

Este trabalho tem como objetivo avaliar a produção de briquetes a partir da bainha externa da pupunha, analisando as condições de operação da briquetadeira quanto a densidade e o fator de coesão obtidos, de modo a se obter um briquete de alta densidade e com baixo índice de quebra devido ao transporte, visando o menor gasto energético na produção.

Material e Métodos

Para a produção dos briquetes, a bainha externa da pupunha, coletada *in natura* em uma agroindústria localizada em Antonina, PR, foi primeiramente triturada utilizando um triturador (Trapp TRF 300, Brasil). A granulometria da amostra não foi controlada, obtendo-se diversos tamanhos de bainha picada.

Posteriormente, o sólido picado foi alocado em um secador solar e deixada secando por 40 dias. A umidade média em base úmida foi calculada para 5 amostras após a secagem, utilizando uma balança analítica (Marte AY220, Brasil) e uma estufa (FANEM 315 SE, Brasil) a 110 °C. A umidade foi obtida a partir da razão de água para a massa de sólido úmido inicialmente amostrado.

Uma vez determinada a umidade da bainha picada, o processo de briquetagem foi iniciado utilizando um briquetadeira (Lippel LB 32, Brasil).

Foram testadas nove condições de produção de briquetes, a partir da combinação das pressões e temperaturas mostradas na Tabela 1, definidas a partir de um estudo prévio. Para cada condição estudada, 4 briquetes de (25 ± 1) g foram produzidos.

Tabela 1. Fatores e níveis avaliados no processo de produção de briquetes.

Temperatura (°C)	Pressão (bar)
90	65
120	95
150	125

Os briquetes obtidos foram analisados quanto ao seu retorno em comprimento, sua densidade e o fator de coesão, além da avaliação visual preliminar quanto a presença de defeitos de produção.

Para as avaliações, cada briquete teve seu diâmetro medido e sua altura medida em 4 pontos no dia de produção e no dia seguinte, utilizando um paquímetro digital (Fowler IP67, EUA).

Os briquetes foram pesados utilizando a balança analítica em 3 momentos: no dia de produção, no dia seguinte a produção, antes do teste de fator de coesão e, por fim, após o teste de fator de coesão.

O teste estatístico de Tukey foi realizado para comparar a média das alturas do dia de produção com a média do dia posterior para cada briquete, de modo a se observar se houve retorno em comprimento.

O volume de cada briquete foi calculado, considerando a altura média obtida no dia de produção e um formato cilíndrico.

A densidade do briquete foi calculada utilizando os dados de massa do dia de produção e o volume calculado e, por fim, para cada condição analisada, calculou-se a densidade média.

Um teste ANOVA foi aplicado nos dados obtidos de densidade e condições de obtenção dos briquetes, de modo a se avaliar se os fatores pressão e temperatura apresentam influência sobre a densidade do briquete.

Por fim, para o teste de fator de coesão, utilizou-se um friabilômetro (Marconi MA 791, Brasil) por 6 minutos e com rotação de 25 rpm para cada briquete. O fator de coesão foi calculado, então, a partir da razão entre a massa do briquete após o teste e a massa antes do teste, representando a porcentagem não quebrada do corpo de prova.

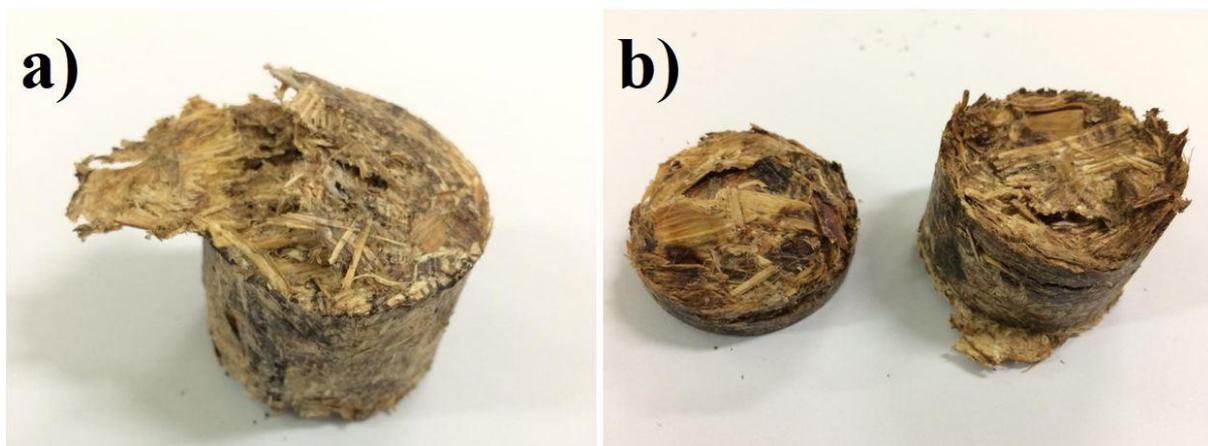
O teste ANOVA foi aplicado utilizando os dados de fator de coesão como feito previamente para os dados de densidade, de modo a se avaliar a influência da temperatura e da pressão.

Resultados e Discussão

A análise de umidade do material apontou um teor de umidade de 15 % em base úmida, valor próximo da faixa recomendada para produção de briquetes.

O primeiro fator analisado foi a presença de defeitos nos briquetes assim que finalizado o processo; a Figura 1 mostra os dois defeitos observados: a expansão radial na extremidade e a quebra.

Figura 1. Defeitos observados nos briquetes produzidos: a) expansão radial na extremidade; b) quebra.



Fonte: Arantes, 2019.

A expansão radial nas extremidades, assim como a quebra do briquete, ocorre no momento de retirada da contrapressão da briquetadeira e é resultante da expansão do vapor de água que estava presente no material triturado.

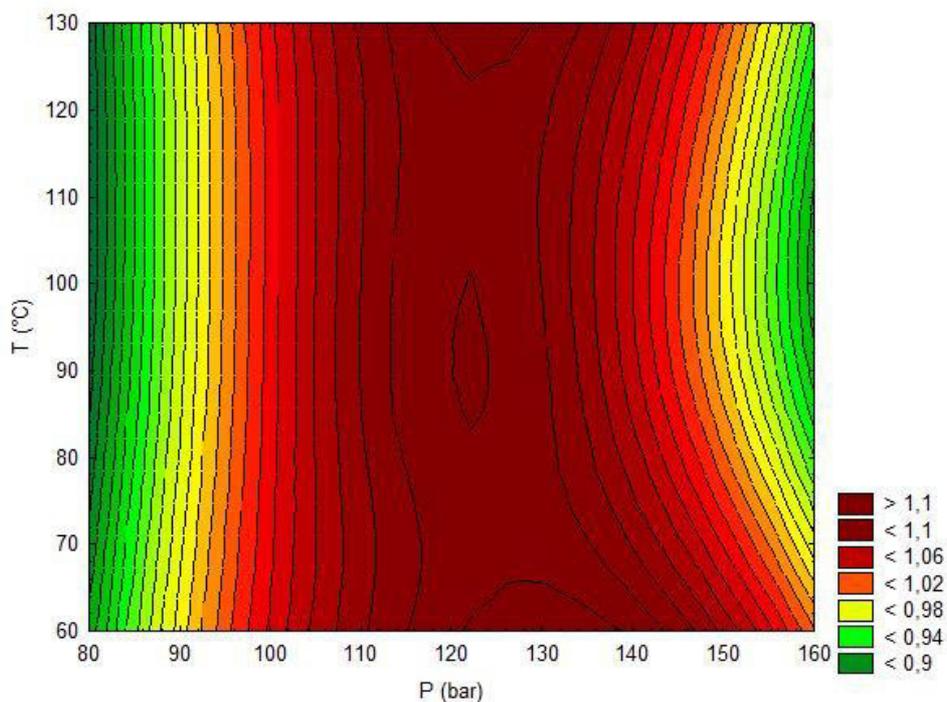
A Tabela 2 mostra as condições em que se observaram os defeitos de quebra e expansão.

Pode-se observar que nas temperaturas de 90 e 120 °C, a expansão radial na extremidade ocorreu somente na pressão de 125 bar, enquanto que na temperatura de 150 °C, a expansão é observada em todas as pressões analisadas. A quebra, por sua vez, ocorreu somente em uma das condições estudadas: a 150 °C e 95 bar. Pode-se concluir que nas temperaturas menores, não há a evaporação total da umidade presente na amostra, devido ao baixo tempo de residência no equipamento, gerando uma menor pressão interna que na condição de 150 °C, o que promove a menor quantidade de defeitos nos briquetes.

Tabela 2. Defeitos observados para cada condição de briquetagem.

Temperatura (°C)	Pressão (bar)		
	65	95	125
90	-	-	Expansão radial.
120	-	-	Expansão radial.
150	Expansão radial.	Expansão radial; Quebra.	Expansão radial.

Figura 2. Superfície resposta da densidade (g/cm³) em função da temperatura e da pressão.



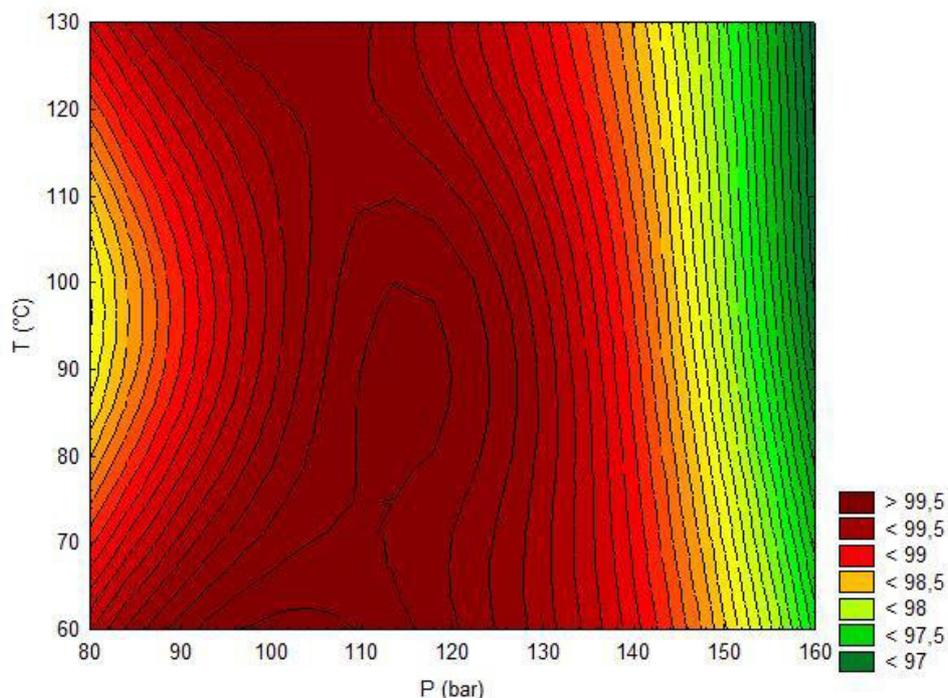
Fonte: Arantes, 2019.

A partir do teste de Tukey, observou-se que as alturas medidas no dia de produção e no dia seguinte não apresentam diferenças significativas. Para a avaliação da densidade, adotou-se como parâmetro a densidade calculada com os valores de altura e massa do dia de produção.

A densidade média de cada condição estudada pode ser analisada na superfície resposta disposta na Figura 2.

Pôde-se observar, a partir do teste ANOVA e da superfície resposta, que a temperatura de operação, na faixa de estudo deste trabalho, não apresentou influência sobre a densidade dos briquetes, enquanto que a pressão teve uma influência com caráter quadrático. O mesmo ocorre com o fator de coesão, cuja superfície resposta está disposta na Figura 3.

Figura 3. Superfície resposta do fator de coesão (%) em função da temperatura e da pressão.



Fonte: Arantes, 2019.

Conclusões

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que a melhor condição de produção dos briquetes de bainha externa de pupunha é a 90 °C e 65 bar devido aos fatores apontados abaixo:

- Não se tem defeitos aparentes nesta condição;
- A densidade e o fator de coesão dos briquetes em condições mais extremas, apesar de apresentarem diferença significativa, não apresentam uma melhora física significativa comparado aos obtidos na condição mais branda;
- É uma condição mais branda de operação da máquina, apresentando um menor gasto energético para a produção dos briquetes, além de um menor desgaste do equipamento.

A briquetagem se mostrou muito eficiente para a compactação do resíduo analisado, obtendo-se briquetes de densidade em torno de 1.000 kg/m^3 e com um fator de coesão alto, com valores superiores a 97 %, o que representa um potencial baixo de quebra devido ao transporte.

Referências Bibliográficas

BALASUBRAMANI, P. *et. al.* (2016). Biomass briquette manufacturing system model for environment. *Journal of Alloys and Compounds*. V. 686, pp. 859-865.

MITCHUAL, S. J. *et. al.* (2013). Effect of species, particle size and compacting pressure on relaxed density and compressive strength of fuel briquettes. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*.