

Caracterização química e gaseificação em leite fluidizado borbulhante de bagaço de cana e engaço de dendê

Amanda Assunção Rosa¹, Albert Reis dos Anjos², Anna Letícia Montenegro Turtelli Pighinelli³, Rafael Benjamin Werneburg Evaristo⁴, Fabricio Machado⁵, Rossano Gambetta⁶

Resumo

Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial do bagaço de cana e do engaço de dendê como matérias-primas para a gaseificação, bem como mostrar resultados obtidos em suas gaseificações. Verificou-se que ambas as biomassas apresentaram um elevado poder calorífico superior (PCS) equivalente a 18,3 kJ/kg para o engaço e 17,5 kJ/kg para o bagaço em decorrência dos altos teores de voláteis e carbono fixo. Em relação aos dados obtidos nas gaseificações usando ar ou vapor d'água como agente gaseificante, observou-se um melhor resultado para o vapor, gerando uma mistura gasosa composta por quase 50% de gás combustível.

Introdução

O consumo energético mundial nunca foi tão alto quanto no presente, o que é consequência de uma série de fatores, como o modo de vida atual e o fato de que a população global é cada vez maior (MORTENSEN, et al., 2011). O fato de o mundo apresentar uma alta dependência de combustíveis fósseis como sua principal fonte de energia tem gerado problemas ambientais e uma séria crise energética (MOHAMMED et al., 2011).

Nesse contexto, tem crescido a busca por uma descentralização da matriz energética mundial e as fontes renováveis de energia surgem como uma alternativa viável para a amenização do problema (MOHAMMED et al., 2011). A

¹ Química, mestranda em Tecnologias Químicas e Biológicas, Universidade de Brasília, amanda.rosa@colaborador.embrapa.br

² Engenheiro de Energia, mestrando em Tecnologias Químicas e Biológicas, Universidade de Brasília, albert.anjos@colaborador.embrapa.br

³ Engenheira Agrícola, doutora em Engenharia Agrícola, analista da Embrapa Agroenergia, anna.pighinelli@embrapa.br

⁴ Graduando em Química Tecnológica, Universidade de Brasília, rafaelwerneburg@hotmail.com

⁵ Engenheiro Químico, doutor em Engenharia Química, Universidade de Brasília, fmachado@unb.br

⁶ Engenheiro Químico, doutor em Engenharia Química, pesquisador da Embrapa Agroenergia, rossano.gambetta.embrapa.br

biomassa consiste na quarta maior fonte de energia do mundo e ainda oferece vantagens substanciais como a redução da emissão de gases de efeito estufa e a contribuição para um desenvolvimento socioeconômico e ambientalmente sustentável (SARKER et al., 2015; KHAN et al., 2009).

Define-se biomassa como um material biológico proveniente de organismos vivos ou recentemente vivos (KHAN et al., 2009). Inclui-se nessa definição os resíduos tanto urbanos quanto agroindustriais, como é o caso do bagaço de cana e do engaço de dendê. Essas biomassas podem ser usadas como matéria-prima para a síntese de produtos químicos, para a conversão em combustível para o setor de transportes e para a geração de energia e calor. Essas conversões podem ser realizadas por meio de processos bioquímicos, como fermentação e digestão, ou por meio de processos termoquímicos, como combustão, pirólise e gaseificação (LAKSMONO et al., 2013).

Morrin et al. (2012) definem o processo de gaseificação como a conversão termoquímica de matéria orgânica em um produto gasoso por meio de uma oxidação parcial a elevadas temperaturas. O produto gasoso obtido é conhecido como gás de síntese e consiste em uma mistura de H_2 e CO , com concentrações mais baixas de CO_2 , vapor d'água, CH_4 e outros hidrocarbonetos leves e N_2 a depender do agente gaseificante utilizado. O gás de síntese pode ser utilizado diretamente para a combustão ou para a síntese de combustíveis e produtos químicos de elevado valor agregado.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial do bagaço de cana e do engaço de dendê como matérias-primas para a gaseificação, bem como mostrar resultados obtidos em suas gaseificações.

Materiais e métodos

As caracterizações foram realizadas na Embrapa Agroenergia e na Central Analítica do Instituto de Química da Universidade de Brasília (UnB). As biomassas utilizadas são provenientes de projetos da Embrapa Agroenergia. Ambas foram moídas e peneiradas até um tamanho médio equivalente a 0,5 mm. Várias análises foram feitas com o fim de averiguar o potencial do bagaço de cana e do engaço de dendê como matérias-primas para a gaseificação.

Análises imediatas

Os teores de umidade, cinzas, carbono fixo e voláteis foram obtidos seguindo a norma ASTM D 5142-02a num analisador termogravimétrico da marca LECO modelo TGA 701.

Poder calorífico superior

Os dados de poder calorífico superior (PCS) foram obtidos utilizando uma bomba calorimétrica da IKA, modelo C-2000.

Fluorescência de raios X por energia dispersiva (FRX/EDX)

Os dados de fluorescência de raios X por energia dispersiva (FRX/EDX) foram obtidos utilizando um espectrômetro da Shimadzu, modelo EDX-720, que analisa a faixa de elementos que vai do sódio (^{11}Na) ao urânio (^{92}U), com tubos de raios X com alvo de ródio.

Gaseificador

Os experimentos de gaseificação foram realizados num gaseificador de leito fluidizado da marca PID Eng & Tech. O processo foi realizado a 800 °C.

Análise dos gases gerados na gaseificação

Os gases gerados no processo de gaseificação foram analisados por um analisador de gases em linha da marca SICK, modelo GMS800.

Resultados e discussão

Por meio das análises imediatas, obtêm-se os teores de umidade, cinzas, carbono fixo e voláteis. Essa análise é relevante para o processo de gaseificação, uma vez que quanto maiores os teores de voláteis e carbono fixo de uma determinada biomassa, maior será seu poder calorífico superior. Na Tabela 1, encontram-se os valores obtidos para as análises imediatas. Observou-se que os teores de voláteis e carbono fixo em base seca para ambas as biomassas foram altos, o que indica que elas geram grande quantidade de energia em sua queima. Tal fato é corroborado pelos valores de PCS obtidos: $18,3 \pm 0,1$ kJ/kg para o engajo de dendê e $17,5 \pm 0,1$ kJ/kg para o bagaço de cana.

Tabela 1. Resultado das análises imediatas do engaço de dendê e do bagaço de cana.

Amostra	Umidade	Voláteis	Carbono Fixo	Cinzas
Engaço de dendê	6,18 ± 0,01	72,62 ± 0,27	15,93 ± 0,41	5,27 ± 0,22
Bagaço de cana	8,91 ± 0,01	75,36 ± 0,07	13,35 ± 0,16	2,38 ± 0,22

A caracterização dos materiais inorgânicos por meio da análise de FRX/EDX também é bastante importante, principalmente para o engaço de dendê, no qual o teor de cinzas é relativamente alto (aproximadamente 5,3%). Nesse caso, o alto teor de potássio — que corresponde a aproximadamente 60% das cinzas — influenciará diretamente o processo de gaseificação, uma vez que a presença desse metal diminui o ponto de fusão das cinzas, causando aglomeração do leito e formação de depósitos nas paredes do reator, o que em última instância pode interferir na estabilidade do leito fluidizado (KHAN et al., 2009).

Ensaio de gaseificação preliminares foram realizados usando ar ou vapor d'água como agentes de gaseificação, com o intuito de verificar o efeito de tais agentes sobre a produção dos principais constituintes do gás de síntese (H₂ e CO). A vazão de cada agente gaseificante a ser usada foi definida por meio de testes de fluidização e, assim, para o ar foi definida uma vazão de 12 L/min de ar e 15 L/min para o vapor d'água. De acordo com os resultados obtidos, o melhor agente gaseificante é o vapor d'água tanto para o engaço de dendê quanto para o bagaço de cana. Na Tabela 1, são apresentados os resultados obtidos no processo de gaseificação do bagaço de cana. Observa-se que o tipo de agente de gaseificação apresenta um efeito significativo sobre a composição dos gases gerados, de tal forma que, enquanto com vapor d'água houve uma produção de 44% de gás combustível, com ar a produção foi de apenas 11,5%. A quantidade de H₂S gerada foi desconsiderada para esses somatórios, pois embora ele seja um gás combustível, sua produção é indesejada.

Tabela 1. Composição dos gases gerados na gaseificação de bagaço de cana.

	H ₂	CO	CO ₂	CH ₄	H ₂ S
Ar	1,0%	9,0%	13,6%	1,5%	0,4%
Vapor d'água	11,7%	24,9%	6,2%	7,4%	2,1%

Conclusões

Por meio dos resultados obtidos nas caracterizações, é possível perceber que ambas as biomassas apresentam potencial para a gaseificação, porém no caso do engaço de dendê há problemas operacionais em decorrência do alto teor de potássio na sua composição, o que compromete o desempenho do processo, uma vez que a capacidade de fluidização é reduzida.

Avaliando os dados da análise dos gases, percebe-se que utilizando o vapor d'água como agente gaseificante é possível obter uma mistura gasosa composta por mais de 40% de gás combustível, o que é bastante satisfatório, visto que ainda serão realizados mais estudos a fim de otimizar a produção de H₂ e CO.

Apoio financeiro

Os autores agradecem à Capes, ao CNPq e à Finep. Particularmente, A. Rosa agradece à Capes (Capes/Embrapa, Projeto n° 086404/2014) e A. Anjos agradece ao CNPq (Projeto n° 406.812/2013-6), pela concessão de bolsas de estudo.

Referências

- KHAN, A. A.; DE JONG, W.; JANSSENS, P. J.; SPLIETHOFF, H. Biomass combustion in fluidized bed boilers: Potential problems and remedies. **Fuel Processing Technology**, Amsterdam, v. 90, n. 1, p. 21-50, 2009.
- LAKSMONO, N.; PARASCHIV, M.; LOUBAR, K.; TAZEROUT, M. Biodiesel production from biomass gasification tar via thermal/catalytic cracking. **Fuel Processing Technology**, Amsterdam, v. 106, p. 776-783, 2013.
- MOHAMMED, M. A. A; SALMIATON, A.; AZLINA, W. A. K. G. W.; AMRAN, M. S. M.; FAKHRU'L-RAZI, A. Air gasification of empty fruit bunch for hydrogen-rich gas production in a fluidized-bed reactor. **Energy Conversion and Management**, v. 52, n. 2, p. 1555-1561, 2011.
- MORRIN, S.; LETTIERI, P.; CHAPMAN, C.; MAZZEI, L. Two stage fluid bed-plasma gasification process for solid waste valorisation: technical review and preliminary thermodynamic modelling of sulphur emissions. **Waste Management**, Oxford, v. 32, n. 4, p. 676-684, 2012.
- MORTENSEN, P. M.; GRUNWALDT, J.-D.; JENSEN, P. A.; KNUDSEN, K. G.; JENSEN, A. D. A review of catalytic upgrading of bio-oil to engine fuels. **Applied Catalysis A: General**, Amsterdam, v. 407, n. 1-2, p. 1-19, 2011.
- SARKER, S.; BIMBELA, F.; SÁNCHEZ, J. L.; NIELSEN, H. K. Characterization and pilot scale fluidized bed gasification of herbaceous biomass: a case study on alfalfa pellets. **Energy Conversion and Management**, Oxford, v. 91, p. 451-458, 2015.