

# GASEIFICAÇÃO DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO<sup>1</sup>

Edgardo Olivares GÓMEZ<sup>2</sup>, Caio Glauco SANCHEZ<sup>3</sup>, Electo Silva LORA<sup>4</sup>,  
Luís Augusto Barbosa CORTEZ<sup>5</sup>

**RESUMO:** Este trabalho apresenta os resultados da avaliação energética preliminar do protótipo de um gaseificador com reator de leito fluidizado de 280 kW<sub>th</sub> utilizando “pellets” de bagaço de cana-de-açúcar como combustível. O projeto foi desenvolvido na Faculdade de Engenharia Agrícola FEAGRI-UNICAMP em colaboração com o Departamento de Engenharia Térmica e Fluidos da Faculdade de Engenharia Mecânica FEM-UNICAMP. O desempenho do sistema de gaseificação foi estudado a partir da análise dos resultados experimentais e dos modelos de correlação dos principais parâmetros operacionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gaseificação, bagaço de cana-de-açúcar, leito fluidizado

**ABSTRACT:** This work describes the results of the previous energetic analysis of a 280 kW<sub>th</sub> fluidized-bed reactor gasifier using sugar cane bagasse pellets. The project was developed in the Faculty of Agricultural Engineering FEAGRI-UNICAMP in collaboration with the Thermal and Fluids Engineering Department of the Faculty of Mechanical Engineering FEM-UNICAMP. The performance of the gasification system was studied on the basis of the experimental results analysis and correlation models of the principal operating parameters.

**KEYWORDS:** Gasification, sugar cane bagasse, fluidized-bed

**INTRODUÇÃO:** Para a conversão energética via gaseificação do bagaço de cana-de-açúcar e outros biocombustíveis polidispersos a maioria dos programas de pesquisa têm-se direcionados ao uso de reatores de leito fluidizado. Porém, para configurar de maneira viável a alternativa da gaseificação destes sub-produtos neste tipo de reator, visando o desenvolvimento de equipamentos industriais eficientes operando através dos sistemas de cogeração BIG/GT-CC é preciso ainda aprofundar-se no estudo desta tecnologia, realizando a avaliação de instalações em escala de planta piloto.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O reator de leito fluidizado apresenta característica modular e foi construído de aço carbono e revestido internamente com uma camada de isolamento térmico refratário até a altura do free-board. O seu diâmetro interior é de 417 mm e suas diferentes partes estão interligadas através de flanges. Utilizou-se ar como agente de gaseificação e uma placa de distribuição com borbulhadores tampados (bubble cap). O alimentador de bagaço de cana empregado foi do tipo rosca-sem-fim com diâmetro da rosca de 150 mm e passo variável. A vazão de combustível foi regulada usando o variador de

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à FEAGRI-UNICAMP. Bolsa FAPESP.

<sup>2</sup> M. Sc. em Engenharia Agrícola, Estudante do Curso de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola, DCR/FEAGRI/UNICAMP, CP-6011, CEP 13083-970, Campinas-SP, Fone (019)788-2033.

<sup>3</sup> Professor Doutor, DETF/FEM/UNICAMP, CP-6011, CEP 13083-970, Campinas-SP, Fone (019)257-1284.

<sup>4</sup> Professor Doutor, Departamento de Energia/FEM/UNICAMP, CP-6011, CEP 13083-970, Campinas-SP, Fone (019)235-2944.

<sup>5</sup> Professor Doutor, DCR/FEAGRI/UNICAMP, CP-6011, CEP 13083-970, Campinas-SP, Fone (019)788-2033.

velocidade da rosca. Um ciclone fez a separação de uma parte das partículas de carvão presentes no gás de saída. O gás combustível de saída foi queimado num queimador a GLP com chama piloto. Os balanços de massa e energia correspondente a cada ensaio foram realizados utilizando a metodologia de cálculo descrita por Sanchez (1994). Trabalhou-se com a vazão de ar fixa em 110,4 Nm<sup>3</sup>/h, as taxas de alimentação de combustível de 133,8 kg/h, 153,1 kg/h e 167,3 kg/h correspondentes as temperaturas médias do leito variando na faixa de 663°C e 913°C e fator de ar variando entre 0,17 e 0,22.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 mostra a dependência entre o poder calorífico inferior do gás e o fator de ar. Comprovou-se que na faixa de fator de ar estudada não foram encontradas, estatisticamente, diferenças significativas (nível de significância de 5%) entre os valores médios do poder calorífico, e sem, uma grande variação nas observações com resíduos elevados para um fator de ar de 0,22. Na Figura 2 mostra-se a relação existente entre as perdas de energia e o fator de ar. O valor tão baixo do coeficiente de correlação indica que não existe dependência entre as perdas ao meio ambiente ( $q_{macicl}$ ) e o fator de ar. O maior valor médio obtido desta perda foi de 66,5% correspondente com um fator de ar de 0,19. O gráfico das perdas com a entalpia sensível do gás saindo do ciclone ( $q_{gscicl}$ ) e com o carbono no resíduo ( $q_{carcicl}$ ) em função do fator de ar apresentam um comportamento com tendência de variação crescente no primeiro e de variação decrescente no segundo. Em ambos casos isto foi devido a um aumento da temperatura média do leito com o aumento de fator de ar. A análise da interdependência entre a eficiência a frio e a quente do gaseificador e o fator de ar é mostrada no gráfico da Figura 3. A tendência sempre crescente da curva de ajuste, na faixa de fator de ar estudado, origina os maiores valores destes parâmetros (29,2% e 33,4% respectivamente) para o maior valor do fator de ar obtido experimentalmente. Uma tendência similar foi encontrada por Baptista (1986) durante a gaseificação de “pellets” de bagaço de cana em leito fluidizado.

**CONCLUSÕES:** Os resultados obtidos do poder calorífico inferior do gás (valor médio de 4 MJ/Nm<sup>3</sup>) estão próximos dos valores obtidos por outros pesquisadores (Rensfelt, 1988) quando gaseifica-se biomassa em leito fluidizado. Embora este valor seja aceitável a eficiência a frio e a quente do gaseificador foi pequena devido as elevadas perdas de energia ao meio ambiente. As elevadas perdas ao meio ambiente devem-se, provavelmente, a três razões principais: perdas de calor através das paredes metálicas não isoladas do reator, impossibilidade da medição real da taxa de alimentação de combustível e perdas por conceito de carbono não gaseificado na forma de fuligem e alcatrão.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

BAPTISTA, M.A.C. **Gaseificação de bagaço de cana: um estudo experimental.** IPT, São Paulo, 1986.

SANCHEZ, C. G. **Estudo da volatilização e da gaseificação de biomassa em leito fluidizado.** Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Mecânica FEM-UNICAMP, Campinas, junho de 1994.

RENSFELT, E. **Cogeneration using gasification and diesel engines.** Studsvik Energiteknik AB, Technical Bulletin, 1988.

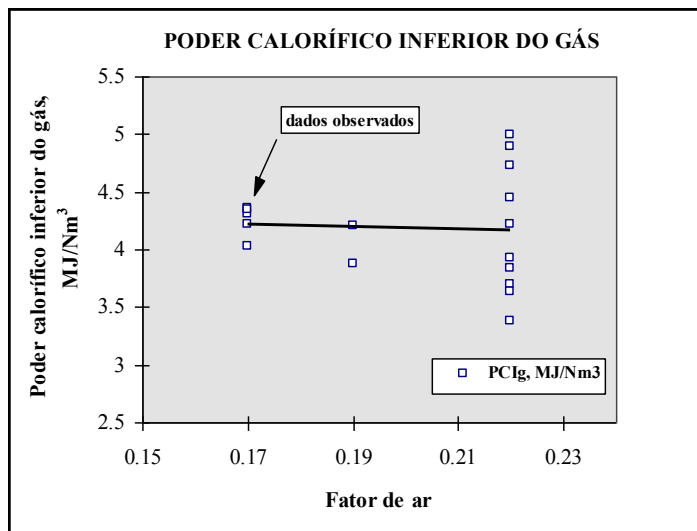


Figura 1- Poder calorífico inferior do gás em função do fator de ar

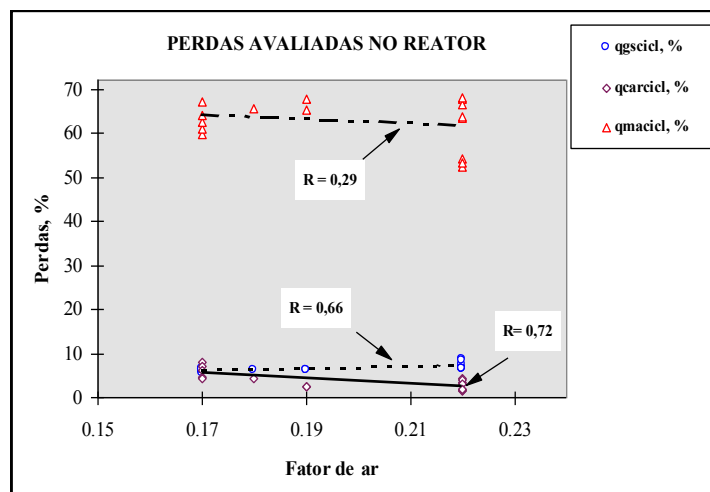


Figura 2- Perdas de energia no gaseificador em função do fator de ar

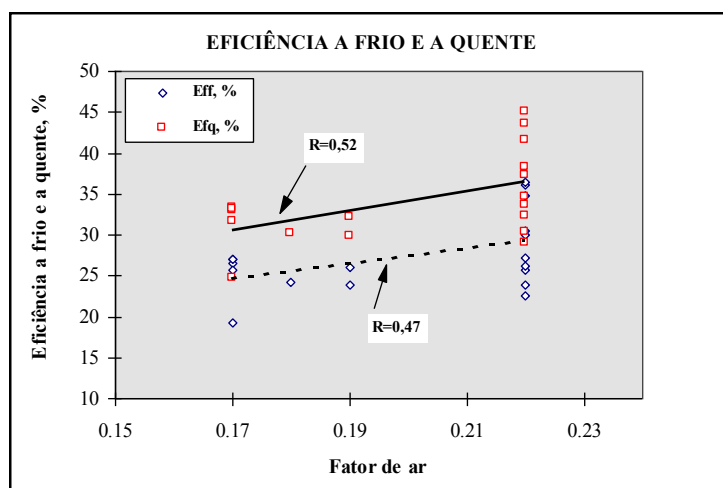


Figura 3- Eficiência a frio e a quente do gaseificador em função do fator de ar