

P-18 – Análise de impactos em equipamentos a gás abastecidos com biometano e gás natural em proporções variadas – Ciclo 2021/2022

Cesar S. Sawai¹; Adriana Garcia² & M. Noboru Arima³

1 GasBrasiliano

2 IPT

3 FIPT

Resumo – A motivação para o presente trabalho é a mudança das características físico químicas do gás fornecido pela Gasbrasiliano previsto no plano estratégico desta. Neste cenário, o gás natural boliviano, será substituído por misturas com proporções variadas de gás natural e de biometano. O objetivo do presente trabalho é avaliar os efeitos sobre o desempenho de equipamentos a combustão decorrentes de variações das proporções de gás natural e biometano na mistura combustível consumida. Foram realizados estudos teóricos baseados em índices de intercambialidade de gases combustíveis; ensaios de uma caldeira flamotubular, de um fogão doméstico e de um aquecedor de água residencial no IPT/LBE; e visitas a alguns clientes da Gasbrasiliano representativos de setores diversos. De forma geral, as oscilações entre biometano e gás natural não causarão dificuldades operacionais nos clientes da Gasbrasiliano. As dificuldades que eventualmente ocorram, devem ser consideradas como excepcionais.

Palavras-chave: biometano; caldeira; combustão; gás natural; intercambialidade

Introdução

O setor sucroenergético é um potencial gerador de biometano a partir dos resíduos de seus processos e o noroeste paulista possui alta concentração de produtores de açúcar e etanol. A GasBrasiliano contempla em seu planejamento estratégico inserir-se neste negócio e distribuir biometano em grande escala por meio de seu gasoduto. Neste cenário, o gás fornecido pela GasBrasiliano poderá oscilar entre as proporções com 100 [%] de gás natural (GN) e 0 [%] de biometano (BM) até 0 [%] de GN e 100 [%] de BM.

Apesar da Agência Nacional do Petróleo (ANP) regulamentar o BM como um combustível compatível com o GN, o BM possui características físico químicas que diferem das do GN atualmente distribuído pela GasBrasiliano. Segundo a ANP, estas diferenças não são impeditivas para injeção do BM na rede de distribuição de GN da GasBrasiliano, porém, as oscilações entre GN e BM podem provocar dificuldades operacionais nas máquinas e equipamentos dos usuários finais, afetando a qualidade ou a eficiência de seus processos. Portanto, é do interesse da GasBrasiliano manter a satisfação dos seus clientes por meio da mitigação de tais dificuldades. Neste sentido,

as informações levantadas no presente trabalho deverão auxiliar a GasBrasiliano, seus clientes, e todo o ecossistema de negócios e serviços envolvido, a adequar projetos de engenharia e procedimentos operacionais a este novo cenário.

O trabalho descrito no presente resumo técnico tem por objetivo avaliar os efeitos sobre o desempenho de equipamentos a combustão de gás decorrentes de variações das proporções de GN e de BM na mistura combustível consumida.

A referência (IPT/LBE, 2023) apresenta o relatório completo referente ao presente resumo.

Desenvolvimento

Dentre os gases combustíveis considerados nas análises, tem-se: GN1, gás natural utilizado nos ensaios; GN2, gás natural comercializado pela GasBrasiliano; BM1, biometano utilizado nos ensaios; e BM2, biometano comercializado pela GasBrasiliano. As propriedades destes gases foram calculadas em função da composição segundo a norma (NBR 15213, 2008).

A. Índices de Intercambialidade

Os índices de intercambialidade de gases combustíveis considerados foram o índice de

Wobbe, I_W ; o índice de excesso de ar, I_A ; e os índices de Weaver para potência de combustão, J_H ; para excesso de ar, J_A ; para descolamento de chama, J_L ; para retorno de chama, J_F ; para formação de fuligem, J_Y ; e para combustão incompleta, J_I . O desenvolvimento e a aplicabilidade destes índices são apresentados por (REZZONICO, 1975), (WEAVER, 1951) e (IPT/LBE, 2023).

B. Ensaios

As **Figuras 1** e **2** apresentam, respectivamente, a foto da caldeira flamotubular e a foto do fogão e do aquecedor utilizados nos ensaios. O gás combustível utilizado por estes equipamentos foi o gás misto (GM) dosado por um misturador de GN e BM. As frações molares de BM no GM, X_{BM} , dosadas foram 0 [%], 25 [%], 50 [%], 75 [%], 100 [%]. Os ensaios foram executados nas instalações do IPT/LBE, com equipe e instrumentação própria; e os equipamentos ensaiados são de propriedade deste laboratório.



Figura 1 – Foto da caldeira flamotubular ensaiada.



Figura 2 – Foto do fogão e do aquecedor ensaiados.

Foram executados ensaios para avaliação da ignição e da estabilidade de chama com diferentes composições de GMs, assim como, para a determinação da potência de combustão, \dot{Q}_c , da eficiência térmica, η_t , e das emissões de CO , X_{CO} .

C. Visitas

Nos dias 10 e 11 de maio de 2023, as equipes da GasBrasiliiano e do IPT/LBE visitaram algumas indústrias para divulgar os resultados parciais do presente trabalho e para levantar uma pequena amostra das tecnologias de combustão existentes entre os principais clientes da GasBrasiliiano. Foram visitadas indústrias do setores cerâmico; alimentos (biscoitos); petroquímico; e vidro.

Resultados

Os valores de poder calorífico superior (PCS) dos gases GN1, GN2, BM1 e BM2 são 39,55; 38,83; 33,59 e 36,17 [MJ/m^3] respectivamente. A faixa de I_W usada nos ensaios é limitada pelos valores referentes ao GN1 e ao BM1: 49,5 e 42,9 [MJ/m^3] respectivamente; e a faixa comercializada pela GasBrasiliiano está entre 49,5 e 47,6 [MJ/m^3], referentes ao GN2 e ao BM2 respectivamente. Os valores de PCS e de I_W referentes ao GN1, GN2 e BM2 atendem a especificação (ANP, 2008). Porém, propositalmente, os valores referentes ao BM1 estão abaixo desta especificação. Isto possibilitou ensaios em condições mais severas do que as que serão encontradas na prática. A **Figura 3** apresenta a linearidade existente entre X_{BM} e I_W .

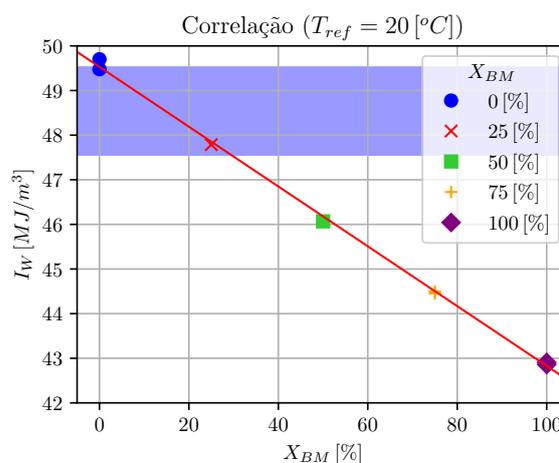


Figura 3 – Correlação entre o índice de Wobbe, I_W , e a fração molar de BM, X_{BM} .

A **Figura 4** apresenta a linearidade existente

entre I_W e \dot{Q}_c obtida nos ensaios da caldeira. Este gráfico mostra que a substituição de GN2 por BM2 ocasionará uma redução de cerca de 4 [%] no valor de \dot{Q}_c . Este resultado é equivalente ao obtido nos ensaios do fogão e do aquecedor e, também, está coerente com o previsto pela análise por meio do índice J_H . A redução de \dot{Q}_c pode ser uma desvantagem em relação à potência máxima, e uma vantagem em relação à potência mínima do equipamento.

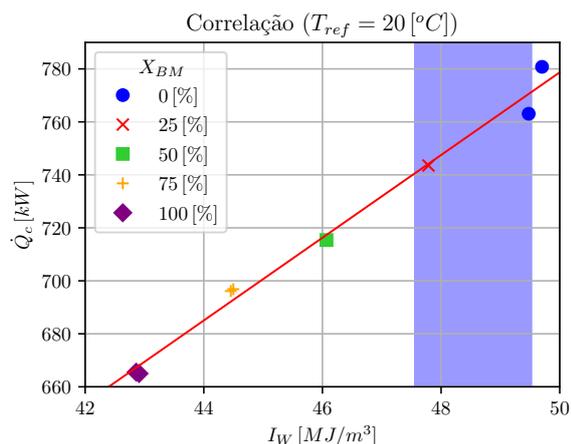


Figura 4 – Correlação entre o índice de Wobbe, I_W , e a potência de combustão da caldeira, \dot{Q}_c .

Os ensaios realizados na caldeira, no fogão e no aquecedor mostram que o efeito da substituição de GN2 por BM2 sobre a eficiência térmica destes equipamentos é desprezível.

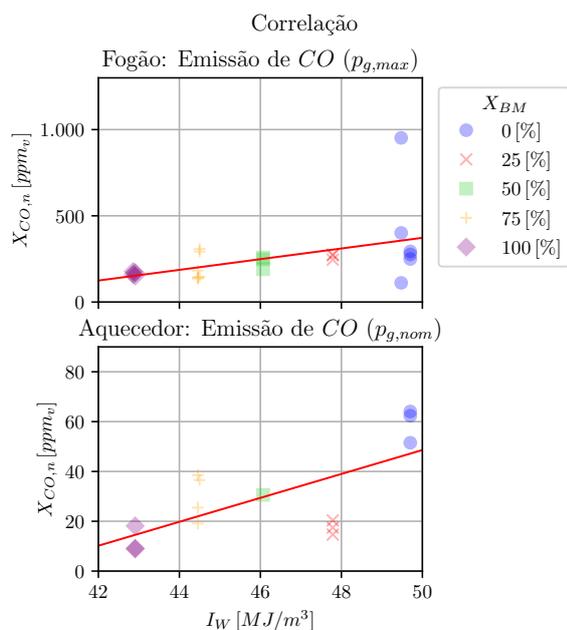


Figura 5 – Correlação entre o índice de Wobbe, I_W , e a emissão e acúmulo de CO do fogão e do aquecedor.

Os ensaios no fogão e no aquecedor mostram que a redução de I_W , ou aumento de X_{BM} , reduz a emissão de CO, vide **Figura 5**. Ou seja, o aumento da proporção de BM no GM reduz a tendência de combustão incompleta e de formação de fuligem. Este resultado está coerente com as análises obtidas pelos índices J_I e J_Y .

Conclusões e Contribuições

As análises teóricas baseadas em índices de intercambialidade de gases combustível e os ensaios da caldeira, do aquecedor e do fogão realizados no IPT/LBE mostram que, de forma geral, as oscilações entre biometano e gás natural não causarão dificuldades operacionais nos clientes da GasBrasiliiano. As dificuldades que eventualmente ocorram, devem ser consideradas como excepcionais.

Como sugestões para trabalhos futuros, tem-se: o desenvolvimento de índices de intercambialidade e a execução de ensaios para outras tecnologias de combustão, por exemplo, fornos de fusão de vidro; e a realização de palestras e treinamentos para divulgação das tecnologias de combustão de gases combustíveis, assim como, dos resultados do presente trabalho.

Referências

- IPT/LBE. **Análise de desempenho em equipamentos a gás abastecidos com mistura de biometano e gás natural em proporções distintas**. [S.l.: s.n.], 2023. Relatório Técnico 170 237-205.
- NBR 15213. Gás Natural - NBR 15213 - Cálculo de propriedades físico-químicas a partir da composição. **ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 2008.
- REZZONICO, G. Tecnologia de La Combustion: Aplicaciones Domesticas. In: SALVI, Giuliano (Ed.). **La Combustion - Teoria Y Aplicaciones**. 2^a. [S.l.]: Editorial Dossat, S.A., 1975. cap. vi, p. 550–564.
- WEAVER, Elmer R. Formulas and Graphs for Representing the Interchangeability of Fuel Gases. **Journal of Research of the National Bureau of Standards**, v. 46, n. 3, mar. 1951. Research Paper 2193.
- ANP. Resolução ANP N^o 16 de 17/06/2008. **DOU - Diário Oficial da União**, n. 115, p. 69–71, 2008. ISSN 1677-7042.