

## P08, “Avaliação de Emissões da Usina Híbrida e Impactos no Programa Renovabio”, Ciclo 2017/2018

Alexandre F. Schoubek<sup>1</sup>, Celso R. Bertinotti<sup>2</sup> & Leandro Furtado<sup>3</sup>

1,2, Gas Brasileiro Distribuidora

3, PUC Rio – Departamento de Engenharia Mecânica

**Resumo:** Ciclos termodinâmicos híbridos são amplamente utilizados em usinas com cogeração no exterior tendo como principais combustíveis resíduos sólidos urbanos (waste-to-energy) e gás natural. Como mostrado por diferentes pesquisadores, é possível elevar a eficiência térmica dessas plantas utilizando gases quentes da exaustão de uma turbina a gás para fornecer energia ao ciclo a vapor. Ao aplicar estes sistemas híbridos em usinas de açúcar e etanol, o ganho de eficiência é traduzido em aumento da quantidade de vapor produzido para a mesma quantidade de bagaço queimado originalmente, permitindo geração de energia elétrica excedente em ciclos com condensação, além da operação da usina no período da entressafra. Neste trabalho será mostrado que, embora haja a inserção de um combustível fóssil (gás natural) no ciclo a vapor da usina, é possível reduzir as emissões específicas em kgCO<sub>2</sub>eq/MWh devido ao seu baixo consumo aliado a elevada geração de energia elétrica. Além desta análise, serão apresentados os índices de emissões das principais fontes geradoras de energia elétrica brasileira com o objetivo de situar as usinas híbridas entre as demais fontes. Por último, serão apresentados os possíveis benefícios de uma usina híbrida participante do programa governamental RENOVABIO.

**Palavras-chave:** geração de energia elétrica, usina híbrida, cogeração bagaço de cana.

### Introdução

Estudos recentes mostram, sob o ponto de vista energético e econômico, a viabilidade de usinas de açúcar e álcool híbridas consumindo bagaço e gás natural para produção de vapor de processo e eletricidade (Ribeiro et al, 2017). Com a tendência global em limitar e reduzir os índices de emissões de gases de efeito estufa (GEE), na geração de eletricidade, deve-se questionar o impacto das emissões ao inserir o gás natural no setor sucroenergético. Guerra et al (2014) compararam configurações de diversas usinas e concluíram que um dos maiores desafios deste setor é torna-las economicamente viáveis durante todo o ano, visto que só há produção de açúcar e etanol durante a safra. O aumento da eficiência da usina e, conseqüentemente, a disponibilidade de bagaço em períodos além da safra, viabiliza a geração de eletricidade também na entressafra.

O consumo de gás natural (GN) pode se apresentar como solução viável referente a esta questão além de permitir a mitigação de kgCO<sub>2</sub>eq/MWh ao ser utilizado em ciclos termodinâmicos híbridos (consumindo bagaço e gás natural). Portanto, para avaliar o potencial

de aplicação das configurações híbridas neste quesito, o trabalho propõe as seguintes análises:

- Avaliação das emissões específicas, em kgCO<sub>2</sub>eq/MWh, para três usinas convencionais e híbridas projetadas pela empresa WTERT Brasil, comparando os respectivos casos e apresentando a capacidade de mitigação de emissões de CO<sub>2</sub>eq relacionadas à energia elétrica gerada na usina.
- Pesquisa na literatura existente, apresentando os níveis de emissões das principais fontes brasileiras de geração de energia elétrica para então situar a emissão da usina híbrida.
- A partir da proposta do programa RenovaBio, realização de uma análise conceitual quanto aos benefícios do modelo híbrido para as usinas que vierem aderir ao Programa.

Deve-se ratificar que o aumento da geração de energia elétrica a partir dos produtos da cana-de-açúcar é necessário para o desenvolvimento do país. A eletricidade

gerada a partir do bagaço da cana-de-açúcar tem, como características fundamentais: (i) sua competitividade em termos de custos, e (ii) a capacidade de completar a demanda energética relativamente ao déficit causado com alterações nos regimes de chuva.

Portanto, identifica-se, no setor sucroalcooleiro um segmento a ser desenvolvido, não no sentido de substituir a biomassa, mas sim, potencializando seu uso mediante configurações consumindo gás natural.

## Desenvolvimento

O parceiro tecnológico selecionado para desenvolvimento do projeto de P&D foi a PUC Rio a partir de trabalhos envolvendo ciclos híbridos já desenvolvidos em cursos de mestrado e doutorado.

**A-) Seleção de 3 Usinas para avaliação de emissões:** Dentre os estudos de viabilidade técnica-econômica que a *Gas Brasileiro* realizou com Usinas parceiras, selecionar 3 casos representativos para avaliação das emissões comparativas.

**B-) Análise de emissões, modo convencional e modo híbrido:** Calcular as emissões de CO<sub>2</sub> do modo convencional e do modo híbrido em relação aos respectivos inputs térmicos aplicados de cada fonte, e consequente geração de energia elétrica excedente (MWhe).

**C-) Revisão biográfica dos níveis de emissões das diferentes fontes geradoras E.E brasileiras:** A Entidade Executora deverá realizar uma ampla revisão biográfica referente aos níveis de emissões das principais fontes brasileiras empregadas na geração de energia elétrica, envolvendo emissões à montante e à jusante.

**D-) Situar a usina híbrida em relação as demais fontes geradoras:** A partir dos produtos gerados nas etapas B e C, situar as emissões da usina híbrida em relação a outras fontes e avaliar o seu impacto no contexto de emissões atmosféricas.

**E-) Análise com base no Programa Renovabio:** A partir das conclusões envolvendo ganhos de eficiência e impactos em termos de emissões, avaliar como e em quanto

o conceito híbrido impacta em termos de pontuação / classificação da Usina à luz dos critérios definidos pelo Programa Renovabio.

**F-) Elaboração do relatório final e apresentação de resultados:** Elaboração e aprovação do relatório final emitido pela Entidade Tecnológica com todo conhecimento gerado pelo projeto.

## Resultados

A três usinas escolhidas para o trabalho, foram selecionadas em virtude de suas diferentes condições de projetos, envolvendo variações termodinâmicas, consumo de vapor e bagaço, geração de energia, além das respectivas capacidades de investimento. Para inserir o ciclo híbrido nas usinas foram utilizadas as premissas de acordo com as informações das próprias usinas. Deve se ratificar, embora não seja foco deste trabalho, que os três projetos termodinâmicos elaborados pela WTERT-Brasil consideraram os aspectos econômicos (como preços do gás e de venda da energia, além de impostos e custos dos equipamentos) e ainda assim, todos apresentaram alta viabilidade econômica com a solução híbrida.

Os resultados mostram uma redução das emissões de CO<sub>2</sub>eq por energia elétrica gerada para as 3 usinas estudadas. Sabendo-se que a moagem é a mesma para o caso híbrido e convencional de cada usina, as emissões correspondentes a cana-de-açúcar é igual nos dois casos. Os resultados mostram uma redução das emissões de CO<sub>2</sub>eq por energia elétrica gerada para as 3 usinas estudadas. Isto ocorre devido ao baixo percentual da energia do gás natural queimado, limitado devido ao modelo adotado com uma turbina a gás pequena e baixa queima suplementar.

## Conclusões e Contribuições

Foi possível obter resultados abrangentes em relação a configurações convencionais de usinas de açúcar e álcool brasileiras, e consequentemente, mostrar o potencial de redução das emissões em kgCO<sub>2</sub>eq/MWh utilizando o gás natural para diferentes cenários. O aumento de eficiência dessas usinas, ao utilizar uma segunda fonte (gás natural) em um ciclo regenerativo com

reaquecimento externo, também se torna viável sob o aspecto das emissões de CO<sub>2</sub>, mesmo ao consumir um combustível fóssil.

Embora estas sejam maiores em valores absolutos em relação às usinas convencionais, as emissões específicas de cada usina são reduzidas devido à maior quantidade de energia elétrica gerada e ao ganho de eficiência proporcionado pelo uso do ciclo híbrido com gás natural.

Em relação ao programa Renovabio, os benefícios ao aderir ao programa estão fortemente relacionados à produção e venda de etanol. As três usinas escolhidas, apesar de não apresentarem vantagens em relação à produção de etanol, devem valorizar o aumento da exportação de energia elétrica, que será traduzida, sob o ponto de vista econômico, em melhores taxas de retorno.

O ranking das principais fontes geradoras de energia elétrica e os respectivos índices de emissões de CO<sub>2</sub> mostrou a capacidade de mitigação das usinas sucroenergéticas operando com gás natural. O produto etanol tem grande capacidade de mitigação ao substituir o consumo dos combustíveis fósseis.

Porém, ainda que haja aumento das emissões pelo uso do gás natural, a usina continuará com grande potencial de mitigação de CO<sub>2</sub> relacionada à produção deste biocombustível.

O país ativa usinas térmicas onde se emite quantidades elevadas de CO<sub>2</sub>eq/MWh. Portanto, o aumento da exportação da eletricidade das usinas híbridas, produzida com custo e emissões específicas inferiores a estas fontes, se tornará mais um instrumento para a redução das emissões na matriz energética brasileira.

## Referência

Furtado, Leandro; Parise, Alberto; Guerreiro, Sérgio – Relatório Final do Estudo de Avaliação das Emissões de Usina Híbrida e Impactos no Programa RenovaBio, 2019