

Projeto PIBIC 2015/2016

Revisão do estado da arte, simulação e avaliação técnica, econômica e ambiental de ciclos de cogeração com turbina a gás integrados a uma biorrefinaria de cana-de-açúcar

Responsável: Dr. Manoel Regis Lima Verde Leal – Gestão e Articulação - GEA

Corresponsável: Dra. Mylene Cristina Alves Ferreira Rezende - Divisão de Avaliação Integrada
de Biorrefinarias - AIB

Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM)

Campinas, 25 Maio de 2014.

Introdução e Síntese do Estado da Arte

Com o passar dos anos, novos desenvolvimentos e tecnologias nas áreas relacionadas com a conversão de energia, o uso de resíduos e de fontes renováveis, limpas e sustentáveis têm sido estudadas (MAPA, 2009). Alguns autores se referem a este fenômeno como uma revolução energética ou terceira revolução industrial e, neste caso, o Brasil tem recebido atenção especial ao setor de agroenergia, principalmente relacionada à indústria sucroenergética da cana-de-açúcar, uma vez que é considerado o maior produtor mundial desta cultura (CONAB, 2013; LEAL, 2007).

Segundo Tolmasquim (2004), a segurança energética no Brasil está relacionada às diversas fontes de energia podendo fornecer desde baixas até altas potências elétricas provenientes de recursos renováveis no país.

Atualmente, os ciclos de cogeração no setor sucroalcooleiro são baseados em ciclos Rankine convencionais a vapor (BONOMI et al., 2011). A fim de aumentar a eficiência do processo de cogeração, é preciso diversificar a matriz energética diante da forte dependência brasileira com as fontes hidrelétricas e as mudanças climáticas no Brasil e no mundo (ALISSON, 2013). Estima-se que o clima no Brasil nas próximas décadas deverá ser mais quente e que a ocorrência de chuvas será reduzida (ALISSON, 2013), forçando as hidrelétricas a reduzirem a disponibilidade de energia elétrica (EMBRAPA, 2015). Além disso, questões socioambientais têm forçado uma redução de volume e área dos reservatórios, tornando as hidrelétricas cada vez mais vulneráveis às variações do regime de chuva.

Para contornar esta situação alarmante, é importante diversificar e aumentar a eficiência dos processos de cogeração a partir de biomassa (LEAL, 2007). Uma rota que tem atraído bastante atenção recentemente é a rota termoquímica, especificamente, a gaseificação de biomassa pois, além de poder utilizar um material lignocelulósico residual abundante em biorrefinarias de cana-de-açúcar, pode ser utilizada para produção de calor e potência (do termo em inglês Combined Heat and Power) (ASADULLAH, 2014).

Um sistema de cogeração pode ser definido como a produção simultânea de várias formas de energia em uma potência de saída, normalmente associada à potência mecânica ou elétrica (NAJJAR, 2000). Além disso, para aumentar a eficiência de produção de energia elétrica é possível utilizar ciclos combinados de cogeração empregando turbina a gás e diferentes configurações de caldeiras de recuperação (GRISI et al., 2012), quando o gás é proveniente da gaseificação de biomassa, o ciclo integrado chama-se BIG-GT (Biomass Integrated Gasification Gas Turbine) (HASSUANI et al., 2005).

Um dos grandes entraves para a construção de plantas para produção de energia elétrica em escala comercial por meio de ciclos combinados de cogeração utilizando turbina a gás está na

viabilidade técnica e econômica. Por outro lado, a escolha desta tecnologia depende de muitos fatores tais como a disponibilidade de matéria-prima, conhecimento da tecnologia, políticas locais, questões socioambientais no que se refere à Análise de Ciclo de Vida (ACV) e, também, as características e demandas do produto final no mercado consumidor (AHRENFELDT et al., 2013).

Diante deste cenário, este projeto visa realizar a avaliação técnica, econômica e ambiental de ciclos combinados de cogeração empregando diferentes ciclos de turbinas a gás e caldeiras de recuperação de calor, a partir do gás de síntese da gaseificação de matéria lignocelulósica disponível em uma biorrefinaria de cana-de-açúcar por meio da Biorrefinaria Virtual de Cana-de-Açúcar (BVC), desenvolvida pelo Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM).

Objetivos

O presente projeto tem como principal objetivo revisar o estado da arte e simular os ciclos combinados de cogeração empregando diferentes configurações com turbinas a gás e caldeiras de recuperação de calor, a partir do gás de síntese já obtido em um cenário avaliado pela AIB para produção de eletricidade através da rota termoquímica integrada a uma biorrefinaria de cana-de-açúcar. Além disso, será realizada a avaliação técnica, econômica e ambiental das diferentes configurações propostas empregando a BVC do CTBE.

Metodologia

A metodologia a ser empregada no projeto está descrita nas etapas a seguir:

Etapa 1: Extensiva revisão do estado da arte sobre as tecnologias de sistemas de ciclo combinado de cogeração com diferentes configurações de caldeiras de recuperação de calor e de turbinas a gás, a partir de gás de síntese, identificando as iniciativas existentes no Brasil e no mundo, tais como, o Projeto BRA/96/G31, os trabalhos divulgados pelo IEA (International Energy Agency), além de identificar os gargalos das tecnologias, tais como, investimentos, economia de escala, entre outros;

Etapa 2: Proposição e simulação de esquemas simplificados de ciclos combinados de cogeração, empregando ciclos simples de turbinas a gás e de caldeiras de recuperação de calor;

Etapa 3: Simulação de esquemas detalhados de ciclos combinados de cogeração, empregando ciclos avançados de turbinas a gás e de caldeiras de recuperação de calor, compondo a rota termoquímica para produção de energia elétrica integrada a uma biorrefinaria de cana-de-açúcar;

Etapa 4: Avaliação técnica, econômica e ambiental dos cenários usando a ferramenta BVC do CTBE;

Etapa 5: Relatório parcial e final.

Cronograma de execução do projeto

Etapa	Mês/Ano											
	08/2015	09/2015	10/2015	11/2015	12/2015	01/2016	02/2016	03/2016	04/2016	05/2016	07/2016	08/2016
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2		X	X	X	X							
3						X	X	X	X	X	X	
4							X	X	X	X	X	
5					X							X

Resultados Esperados

O projeto visa à obtenção de informações técnicas, ambientais e econômicas segundo o escopo da BVC referentes às diversas configurações de ciclos combinados de cogeração e das diferentes alternativas de ciclos de turbinas a gás e de caldeiras de recuperação de calor para produção de eletricidade através da rota termoquímica integrada a uma biorrefinaria de cana-de-açúcar.

Referências

AHRENDELFT, J.; THOMSEN, T. P.; HENRIKSEN, U.; CLAUSEN, L. R. Biomass gasification cogeneration – A review of state of the art technology and near future perspectives. *Applied Thermal Engineering*, vol. 50, 1407-1417, 2013.

ALISSON, E. Mudanças no clima do Brasil até 2100. Setembro 2013. URL: <<http://agencia.fapesp.br/17840>>. Último acesso: 30/04/2014.

ASADULLAH, M. Barriers of commercial power generation using biomass gasification gas: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 29, 201-215, 2014.

BONOMI, A.; MARIANO, A.P.; JESUS, C.D.F.D.; FRANCO, H.C.J.; P., C.M.; DIAS, M.O.D.S.; CHAGAS, M.F.; CAVALETT, O.; MANTELATTO, P.E.; FILHO, R.M.; JUNQUEIRA, T.L. e CARDOSO, T.D.F. *The Virtual Sugarcane Biorefinery (VSB)*, 2011.

CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, terceiro levantamento, safra 2013/2014. Relatório técnico, CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, Dezembro 2013.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Entendendo a crise hídrica. URL: <<https://www.embrapa.br/agua-na-agricultura/observatorio-safra-2014-2015>>. Último acesso: 21/05/2015.

GRISI, E.F.; YUSTA, J.M.; DUFO-LÓPEZ, R. Opportunity costs for bioelectricity sales in Brazilian sucro-energetic industries. *Applied Energy*, vol. 92, 860-867, 2012.

HASSUANI, S. J.; LEAL, M. R. L. V.; MACEDO, I. C. Biomass power generation: sugar cane bagasse and trash. Publicado pela PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, 217p. Piracicaba, 2005.

LEAL, M.R.L.V. The potential of sugarcane as an energy source. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.*, v. 26, 23-34, 2007.

MAPA, Anuário estatístico da agroenergia. Relatório, MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. Brasília.

TOLMASQUIM, M. T. In: Lora, E. E. S.; Nascimento, M. A. R. Geração termelétrica – Planejamento, projeto e operação. Capítulo Prefácio. Vol. 1. P. 631.