



Proposta de Projeto PIBIC

Revisão e simulação de sistemas de ciclos de cogeração com diferentes alternativas de motores térmicos primários integrados à Biorrefinaria Virtual de Cana-de-açúcar (BVC) do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)

Pesquisadora responsável: Dr. Edgardo Olivares Gómez

Pesquisador corresponsável: Dra. Mylene Cristina Alves Ferreira Rezende

Unidade do CNPEM: Programa de Avaliação Tecnológica (PAT) do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE).

Campinas, Maio de 2014.



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação



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 considerados (MAPA, 2009). Alguns autores se referem a este fenômeno como uma revolução energética ou terceira revolução industrial e, neste caso, o Brasil recebe atenção especial na produção de agroenergia, principalmente relacionada à indústria sucroenergética da cana-de-açúcar, pois é considerado como o maior produtor mundial desta cultura (CONAB, 2013).

Segundo Tolmasquim (2004), a segurança energética elétrica no Brasil está relacionada às diversas fontes de energia. Segundo o mesmo autor, esta diversificação das fontes de energia elétrica brasileira pode fornecer desde pequena potência elétrica até grandes potências elétricas provenientes de recursos renováveis no país, particularmente a cogeração proveniente da indústria de cana-de-açúcar.

Atualmente, os ciclos de cogeração em escala industrial 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 elétrica diante da forte dependência brasileira com as fontes hidrelétricas aliada com 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 reduzirem a disponibilidade de energia elétrica.

Sendo assim, é importante diversificar e aumentar a eficiência dos processo de cogeração a partir de biomassa. Para tanto, é necessário o estudo de cogeração com diferentes alternativas de motores térmicos primários, entre eles o ciclo Rankine avançado com parâmetros supercríticos, ciclo orgânico e motores como o Stirling e microturbina a gás.

O ciclo Rankine avançado com parâmetros supercríticos emprega o fluido de trabalho (vapor) nas condições supercríticas, isto favorece a conversão de energia e, conseqüentemente, uma maior eficiência na produção de energia elétrica quando comparada ao ciclo Rankine convencional (AVRUTSKII, 2005). Já o ciclo orgânico opera com fluidos orgânicos (R123, HFE700, entre outros), sendo que sua principal vantagem é que sua densidade energética é maior do que do vapor de água (COSTA, 2012). A grande vantagem do motor Stirling é que pode ser utilizado a partir do gás combustível da gaseificação de biomassa (LORA, 2008). E, por fim, a microturbina a gás possui grande vantagem para produção de energia elétrica em pequena escalas por possuir dimensão pequena quanto comparada aos motores térmicos convencionais (LORA, 2008), isto é, pode ser empregada em comunidades isoladas.

Estes ciclos e motores primários podem ser integrados em uma biorrefinaria para produção e exportação de energia elétrica. O conceito de biorrefinaria, de acordo com NREL (2014), é definido como uma instalação em que processos e equipamentos são integrados para a conversão de biomassa em combustíveis, energia e produtos químicos.

Diante deste cenário, são grandes os esforços de instituições públicas e privadas para encontrar soluções tecnológicas associadas à cadeia produtiva de uma biomassa específica para aumentar a eficiência do processo de cogeração. Uma opção de implementar e desenvolver uma dada tecnologia é realizar suas operações unitárias em uma plataforma de simulação como ocorre no Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM). Os principais objetivos do CTBE são desenvolver a cadeia produtiva da cana-de-açúcar que inclui o bioetanol, produtos químicos, combustíveis líquidos e energia elétrica. Para isso, o CTBE possui uma ferramenta de simulação capaz de avaliar diferentes tecnologias na esfera econômica, técnica, ambiental e social chamada de Biorrefinaria Virtual de Cana-de-Açúcar (BVC). Entre as principais vantagens de se utilizar uma plataforma de simulação da BVC estão (BONOMI et al., 2011): i) Construção do projeto de forma segura e redução do custo de produção; ii) Engenharia e otimização de processos; iii) Integração de rotas tecnológicas à indústria; iv) Análise e viabilidade técnica-econômica.

De acordo com BONOMI et al. (2011), a simulação de todos os processos em uma plataforma de simulação podem ser realizadas por meio do software Aspen Plus®, que possui pacotes termodinâmicos e de modelamentos de várias operações unitárias. Desta forma, a simulação na BVC do CTBE é capaz de representar rigorosamente uma análise de diferentes tecnologias como pode ser visto em alguns trabalhos (DIAS et al., 2013 a, b; CAVALETT et al., 2012; BONOMI et al. 2011).

Objetivos

O presente projeto tem como principal objetivo revisar e apresentar o estado da arte e simular sistemas de cogeração com diferentes alternativas de motores térmicos primários integrados na Biorrefinaria Virtual de Cana-de-açúcar (BVC) do Laboratório Nacional de Ciências e Tecnologias do Bioetanol (CTBE). Neste projeto serão revisados e simulados em Aspen Plus® quatro ciclos de cogeração não convencionais: i) Ciclo Rankine avançado com parâmetros supercríticos; ii) Ciclo orgânico; iii) Motor Stirling; iv) Microturbina a gás.

Metodologia

O presente projeto possui como metodologia as seguintes etapas listadas abaixo:

Etapa 1: Revisão do estado da arte sobre as tecnologias de sistemas de ciclo de cogeração não convencionais como o ciclo Rankine avançado supercrítico, ciclo orgânico, ciclo com motor Stirling e ciclo com microturbinas a gás. Para tanto, serão utilizadas referências bibliográficas da literatura tais como bases de dados como Compendex, Web of Scielo, SciELO, JCR, entre outras que podem ser acessadas pelo Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM).

Etapa 2: Familiarização com o software de simulação Aspen Plus®. Nesta etapa o estudante aprenderá recursos básicos do funcionamento da plataforma de simulação. Neste caso, haverá a simulação de ciclos básicos de cogeração como ciclo Rankine convencional a vapor.

Etapa 3: Simulação em Aspen Plus® dos ciclos de cogeração não convencionais como o ciclo Rankine avançado supercríticos, ciclo orgânico, motor Stirling e microturbinas a gás integrados à Biorrefinaria Virtual de Cana-de-açúcar. A saber, o cenário proposto pela BVC para o processo de integração considera uma planta de etanol de primeira geração (1G).

Etapa 4: Análise e discussão dos resultados simulados como Grupo de Termoconversão (GT) do CTBE.

Etapa 5: Relatório parcial e final

Cronograma de execução do projeto

Etapa	Ano 2014						Ano 2015					
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2		X	X	X								
3				X	X	X	X	X	X	X	X	
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5					X							X

Resultados Esperados

É esperado que este projeto consolide os ciclos de cogeração com diferentes alternativas de motores térmicos primários na BVC do CTBE no CNPEM e na comunidade científica nacional e internacional a partir de uma biorrefinaria de cana-de-açúcar para produção de etanol.

Referências

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

AVRUTSKII, G.D.; SAVENKOVA, I.A.; LAZAREV, M.V.; AKULENKO, V.V.; SHAVARTS, A.L.; IVANOV, S.A. Development of engineering solutions for creation of turbine plant for power unit with supercritical steam parameters. Power Technology and Engineering, Vol. 39, No. 6, pp. 342-346, 2005.

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). Relatório técnico, Brazilian Center of Research in Energy and Materials (CNPEM), 2011.

CAVALETT, O.; JUNQUEIRA, T.L.; DIAS, M.O.; JESUS, C.D.F.; MANTELATTO, P.E.; CUNHA, M.P.; FRANCO, H.C.J.; CARDOSO, T.F.; FILHO, R.M.; ROSSELL, C.E.V. e BONOMI, A.M.F.L.J. Environmental and economic assessment of sugarcane first generation biorefineries in Brazil. Clean Technologies and Environmental Policy, v. 14, 399–410, 2012.

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

COSTA, J.M. Ciclo Orgânico de Rankine. Seminário – Divulgação dos resultados do projeto COMFORTABLE. Coimbra, Portugal. Março. 2012. URL: <http://www.cogenportugal.com/eventos/ev39/ORC_JMC_v1_rev26.02.pdf>

DIAS, M.O.; JUNQUEIRA, T.L.; CAVALETT, O.; CUNHA, M.P.; JESUS, C.D.F.; MANTELATTO, P.E.; ROSSELL, C.E.V.; FILHO, R.M.. e BONOMI, A.M.F.L.J. Cogeneration in integrated first and second generation ethanol from sugarcane. Chemical Engineering Research & Design, v. 91, 1411–1417, 2013a.

DIAS, M.O.; JUNQUEIRA, T.L.; CAVALETT, O.; PAVANELLO, L.G.; CUNHA, M.P.; JESUS, C.D.; FILHO, R.M.. e BONOMI, A.M.F.L.J. Biorefineries for the production of first and second generation ethanol and electricity from sugarcane. Applied Energy, v. 109, 72–78, 2013b.

LORA, E.E.S.; COBAS, V. R. M.; PAULA, R.B. Outras tecnologias para a geração de eletricidade em pequena escala a partir da biomassa: motor Stirling, células a combustíveis, microturbinas. In: CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.E.S. GÓMEZ, E.O. Biomassa para energia. Editora Unicamp. p. 732. 2008

NREL. What is biorefinery? 2014. Acesso em 08/01/2014.

URL: <<http://www.nrel.gov/biomass/biorefinery.html>>

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.