

P109 – Análise Técnico-Econômica de uma Micro-Turbina a GN de 200Kw: Estudo de Caso no Setor Industrial - Ciclo 2010/2011

Paulo Henrique de Mello Sant'Ana¹, Marcelo Modesto da Silva¹, Clésio Lirâncio Landini¹, Daniel Leandro da Silva¹, Felipe Marcílio Cavaleiro¹, Lucas Tarallo¹

1 UFABC

Resumo – O gás natural proveniente dos novos campos de exploração do pré-sal pode ser uma alternativa viável na substituição da eletricidade para o setor industrial nos próximos anos. Com a exploração do gás no campo do Mexilhão, na Bacia de Santos, há uma expectativa no aumento da oferta para São Paulo – que representa o maior estado consumidor do gás produzido no país (ANIBAL, 2011). Esse energético poderá ser utilizado em sistemas de cogeração, onde a partir de uma fonte energética, no caso o gás natural, é possível produzir eletricidade e calor. Segundo Bajay, Gorla e Bordoni (2009) a cogeração, não é um tema novo, mas como sua eficiência está associada à tecnologia, é importante investigar o estágio tecnológico atual e como se dá sua inserção no setor industrial onde residem maiores potenciais de eficiência térmica e elétrica. Das várias tecnologias para cogeração, as vantagens ambientais e energéticas, aliada a uma crescente atratividade a nível econômico, possivelmente, tornarão as microturbinas a gás forte alternativa à penetração num mercado até hoje dominado pelos motores de combustão interna. (ROMERO, PAVANI e NASCIMENTO, 2011).

Palavras-chave: gás natural, micro-turbina, indústria, viabilidade econômica, cogeração

Introdução

Avanços tecnológicos em diferentes setores econômicos requerem uma crescente disponibilidade de energia elétrica e térmica, com qualidade, versatilidade e segurança de suprimento. O aumento na competitividade global industrial inspira a busca por ganhos de eficiência nas mais diversas formas. A cogeração com microturbinas a gás natural foi estudada por sua utilização racional de insumos energéticos. O gás natural é um insumo energético compatível com a tecnologia e apresenta uma perspectiva de oferta crescente para São Paulo nos próximos anos justificada pela proximidade com campo de Mexilhão, situado na bacia de Santos, classificado em 2012 como o 6º maior poço produtor de gás natural do Brasil.

A metodologia proposta neste trabalho permite estudar a relação do consumo de combustível versus potência elétrica e térmica, de maneira a subsidiar a avaliação da viabilidade econômica através da metodologia ACCV, considerando a vida útil dos equipamentos e seus respectivos custos de operação em diferentes cenários de preços de energia elétrica e gás natural. Os resultados indicam que microturbinas inseridas em processos industriais com forte demanda térmica tendem a se tornar viáveis dentro de

cenários prospectivos para as tarifas de energia elétrica e gás natural.

Desenvolvimento

Este trabalho apresenta uma proposta metodológica de análise técnica econômica e o risco financeiro para o investimento em cogeração através das microturbinas Capstone C30 HPNG e Turbec T100 CHP associadas a um sistema de secagem por tambor. A metodologia proposta foi subdividida em quatro etapas alinhadas com os objetivos específicos conforme segue:

ETAPA 1

Nesta etapa foi realizada a simulação de um ciclo de Brayton (Figura 1) para os parâmetros de operação das microturbinas com base nas especificações disponíveis nos catálogos dos fabricantes, utilizando-se os softwares Thermoflex® e Microsoft Excel®. Os objetivos principais foram aferir os dados de produção de eletricidade de cada modelo de microturbina, estimar o consumo de gás natural, estimar a disponibilidade de calor e com base no calor disponível estimar o consumo de gás natural no secador por tambor.

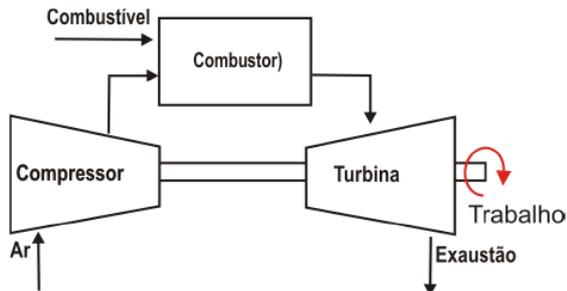


Figura 1 - Ciclo de Brayton representado por uma turbina (Ciclo simples de uma turbina a gás)

ETAPA 2

Nesta etapa foi realizada uma pesquisa das tarifas históricas de energia elétrica e gás natural a partir dos dados disponíveis na ANEEL e ARSESP respectivamente, conforme classes de consumo dos equipamentos. O objetivo desta etapa foi simular previsões tarifárias com base nas tarifas históricas para um horizonte de 15 anos utilizando-se o software Microsoft Excel® e a partir destas previsões foram simuladas projeções tendenciais, otimistas e pessimistas utilizando-se o software @RISK®.

ETAPA 3

Nesta etapa foi realizada a estimativa dos resultados operacionais monetários das microturbinas fornecendo calor para um sistema de secagem por tambor (Figura 3), utilizando-se o software Microsoft Excel®. O objetivo desta etapa foi estimar ano a ano os valores monetários para a energia elétrica gerada e gás natural consumido pelas microturbinas e a despesa evitada com o gás natural no secador.

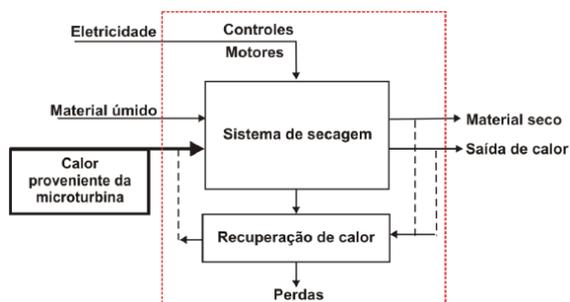


Figura 2 - Sistema de secagem por tambor

ETAPA 4

Nesta etapa foi estimado o fluxo de caixa para o período de 15 anos considerando as projeções otimistas, tendências e pessimistas.

O objetivo desta etapa foi calcular os indicadores CCV e TIR.

Resultados

Para elaborar as análises desse trabalho, foram utilizados o software Thermoflex® e as informações dos catálogos fornecidos pelos fabricantes. De acordo com os dados de catálogo, a microturbina Capstone C30 HPNG possui temperatura de saída dos gases de combustão de 275 °C, o fluxo mássico de gases de 0,31 kg/s, eficiência próxima a 28 % para a temperatura ambiente considerada, pressão de saída do compressor de 4,14 bar, o mesmo valor de pressão considerado para a entrada do combustível na câmara de combustão. A partir dos resultados finais gerados pelo software, obteve-se, para um fluxo mássico de combustível correspondente a 0,00217 kg/s, uma temperatura de saída dos gases de exaustão iguais a 257 °C, eficiência 27,7%, potência gerada 30,09 KW para a C30 HPNG. A modelagem para a turbina T100 CHP da Turbec foi realizada da mesma forma que a C30 HPNG, mas com métodos diferentes para o equilíbrio do programa, pois as informações são diferentes. A Tabela 1 resume os valores obtidos para cada microturbina com ciclo simples.

Microturbina	Capstone C30 HPNG	Turbec T100 CHP
W (Potência) (kW)	30,09	100,5
Consumo de combustível (kg/s)	0,00217	0,015
Vazão de entrada de ar (kg/s)	0,3080	0,8
Temperatura máxima (°C)	496,4	766,2
Vazão de gases de saída (kg/s)	0,31	0,815
Temperatura dos gases na saída da turbina (°C)	257,0	652
Q (Calor disponível) (kW)	31,00	166,00

Tabela 1 - Comparação de resultados entre as microturbinas

A utilização do software Thermoflex® permitiu a simulação das condições de operação de dois modelos de microturbinas a gás, a Capstone C30 HPNG e a Turbec T100 CHP. A simulação permitiu aferir os dados de produção de eletricidade de cada modelo de microturbina e estimar qual a disponibilidade de calor para microturbina. A produção de eletricidade entre as microturbinas é diferente, uma vez que o modelo Capstone C30 HPNG tem capacidade de 30 kW de potência, enquanto a Turbec T100 CHP tem 100 kW de potência. Segundo (MODESTO, SANT'ANA, et

al., 2012) esta diferença se reflete no consumo de combustível menor (0,0027 kg/s) do modelo C30 HPNG em comparação com o modelo T100 CHP (0,007 kg/s) e na disponibilidade de calor dos gases de combustão de 31 kW para o modelo C30 HPNG e de 166 kW no modelo T100 CHP. Porém, é de se ressaltar que o modelo C30 HPNG possui uma eficiência energética de 24,7%, sendo melhor que a eficiência energética de 14,8% do modelo T-100.

A utilização do software Microsoft Excel® permitiu a simulação do consumo de gás natural no secador a partir do calor disponível nos dois modelos de microturbinas a gás, a Capstone C30 HPNG e a Turbec T100 CHP. Apesar do consumo mensal de gás natural por kW de calor gerado nas microturbinas ser o mesmo (69,7 m³/mês) o volume total difere em função da disponibilidade de calor no modelo T-100 ser maior que no modelo C30 HPNG, resultando em um maior volume de gás natural que pode ser economizado no secador por tambor em operação conjunta com a microturbinas T100 CHP.

Ao se analisar o estudo de viabilidade econômica para a microturbina C30 HPNG, a redução de 20% na tarifa da energia elétrica proporcionou impacto negativo nos indicadores VPL, TIR e PBD contribuindo para o aumento do risco no investimento. Na projeção otimista, o VPL passou de R\$259.369,77 para R\$57.267,15, a TIR passou de 25,9% para 13,98% e o PBD passou de 3,91 anos para 6,33 anos. Os mesmos indicadores calculados para as projeções tendenciais e pessimistas apontam para a inviabilidade do projeto. Desta forma, mesmo com a redução da tarifa de energia elétrica, desde que considerada a projeção tarifária otimista de energia elétrica e gás natural, as análises econômicas demonstram um horizonte favorável para o investimento de capital na microturbina C30 HPNG.

Já se considerando a viabilidade econômica para a microturbina T100 CHP, a redução de 20% na tarifa da energia elétrica proporcionou impacto negativo nos indicadores VPL, TIR e PBD contribuindo para o aumento do risco no investimento, porém, não inviabilizando o investimento mesmo para a projeção pessimista das tarifas de energia elétrica e gás natural. Na projeção pessimista, o VPL passou de R\$418.074,62 para R\$150.278,88, a TIR passou de 20,76% para 14,25 ficando acima da TMA fixada em 10% e o PBD passou de 5,33 anos para 7,01 anos ficando dentro do horizonte de planejamento do investimento,

neste caso um período máximo de 15 anos. Desta forma, considerando a redução em 20% na tarifa de energia elétrica e a projeção pessimista as análises econômicas demonstram um horizonte favorável para o investimento de capital na microturbina T100 CHP.

Conclusões e Contribuições

Com a exploração do gás no campo do Mexilhão, na Bacia de Santos, há uma expectativa no aumento da oferta do energético para São Paulo – o que pode contribuir com projetos de eficiência térmica no setor industrial que tem apresentado resultados bastante modestos, quando comparados com as experiências internacionais. Os quatro fatores apontados como importantes na ACCV realmente influenciam o resultado da análise, principalmente na microturbina C30 HPNG que apresenta potencial térmico menor que a T100 CHP.

A redução da tarifa de energia elétrica aumentou o risco no investimento em ambas microturbinas, e de maneira muito mais acentuada na microturbina C30 HPNG, apresentando viabilidade econômica somente na projeção otimista. A cogeração com microturbinas apresenta uma viabilidade potencialmente maior quando sua energia térmica é utilizada em processos industriais em relação à energia elétrica produzida. Este trabalho estudou a viabilidade técnica e econômica com avaliação de riscos financeiros para a introdução de microturbinas a gás para operarem em cogeração em conjunto com secadores de tambor e oferece uma contribuição sobre como utilizar o gás natural de maneira mais racional.

Referências

- Anibal, J. (2011). Acesso em 04 de 04 de 2011, disponível em Secretaria de Energia de São Paulo: <http://www.secretariadeenergia.sp.gov.br>
- Bajay, S. V., Gorla, F. D., & Bordoni, O. F. (2009). Os segmentos industriais energointensivos de maiores potenciais técnicos de conservação de energia no Brasil. *Revista Brasileira de Energia*, 15 N° 1, 89-107.
- Romero, J. F., Pavani, A. P., & Nascimento, C. F. (2011). *Disciplina - Geração distribuída*

(Anotações de aula - não publicada). UFABC,
Santo André