

1

Introdução

1.1

Considerações iniciais

As formas de fornecimento de energia para atender à demanda da sociedade não são sustentáveis. No mundo atual, existe uma tendência a se projetar sistemas energéticos cada vez mais eficientes, que aproveitem ao máximo a fonte energética primária utilizada [1]. Neste sentido, um conceito cada vez mais presente é a geração de energia de forma descentralizada. Outros fatores que têm impulsionado este modo de geração são as questões ambientais e o amadurecimento das tecnologias aplicadas para este tipo de geração. No Brasil, o último racionamento de energia ocorrido também contribuiu para que consumidores de pequeno e médio porte aumentassem o interesse em alternativas energéticas que viessem a eliminar o problema de metas de consumo e encargo emergencial de energia [2]. Cabe ressaltar que os custos atuais de geração de energia elétrica utilizando novas tecnologias são superiores aos custos de geração das usinas hidrelétricas. Porém, novas tecnologias que estão sendo desenvolvidas podem se tornar uma ferramenta útil para as concessionárias de distribuição de energia atenderem a consumidores em regiões remotas e também para aumentos de carga, principalmente em regiões nos extremos do sistema elétrico, quando se consideram os custos de perdas técnicas e os investimentos em transmissão e distribuição [3]. Comumente conhecida como *geração descentralizada ou distribuída de energia (GD)*, refere-se, esta, ao uso de qualquer tecnologia de conversão de energia primária próxima à fonte consumidora de energia elétrica. Portanto, independe de redes de transmissão, distribuição, do tipo de combustível, do porte e da tecnologia que é utilizada. Dentre as novas tecnologias que estão sendo mais promovidas para o atendimento de pequenas cargas em geração distribuída, fornecendo eletricidade, calor e frio, destacam-se as microturbinas a gás (MTG).

As MTG estão disponíveis para atender ao mercado, tanto para operação interligada à rede elétrica, como para operação isolada. São apropriadas na GD, devido a possuírem uma série de características que as fazem diferentes dos demais sistemas, como flexibilidade nos métodos de conexão com a rede elétrica da concessionária local, fácil adaptabilidade às características da rede elétrica, possibilidade de operação com várias unidades em paralelo de modo a suprir cargas elétricas mais elevadas, habilidade de fornecer potência estável e confiável com um nível baixo de emissões, por exemplo, de Nox [1].

As microturbinas podem operar com uma grande variedade de combustíveis gasosos, entre eles o gás liquefeito de petróleo, o gás natural e o biogás e, com pequenas modificações, operarem com combustíveis líquidos, como a gasolina, o álcool e o próprio óleo diesel [2]. Além disso, se considerarmos a possibilidade de aumentar o uso do Gás Natural (GN) na matriz energética nacional e a ampliação da malha de gasodutos no território brasileiro, a viabilidade de implementação destes equipamentos apresenta-se como uma oportunidade. A cogeração é uma outra forma de melhorar a viabilidade do uso das microturbinas, o que foi testado na PUC-RIO para fornecimento de energia elétrica e aquecimento de água dos chuveiros do seu ginásio desportivo. Daí o interesse na avaliação dessa tecnologia para atender ao mercado. Os Recursos para viabilizar a avaliação que será apresentada nesse trabalho foram obtidos através do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico, em observância à Lei nº 9991, de 24/01/2000, e a resolução ANEEL nº 271, de 19/07/2000. A materialização ocorreu pelo Instrumento Particular de Prestação de Serviços nº 4500122899/2004 entre a Fundação Padre Leonel Franca e a LIGHT Serviços de Eletricidade S.A., para execução do projeto P&D – 035/2004, no valor de R\$ 367.600,00 (trezentos e sessenta e sete mil e seiscentos reais).

1.2

Estado da arte

O desenvolvimento necessário para as microturbinas se concentra no aumento da eficiência, redução dos custos, e flexibilidade do uso de combustíveis. Adicionalmente, a tecnologia precisa ser testada e demonstrada para aplicações comerciais. Elas enfrentam barreiras inerentes ao seu estágio de desenvolvimento

e também aquelas que as outras tecnologias de geração distribuída vêm sofrendo, considerando-se que o setor elétrico foi estruturado com base nos sistemas de geração de grande porte e centralizado. As principais barreiras à penetração das microturbinas são [4, 5]:

O custo de capital elevado. Apesar dos fabricantes apontarem valores da ordem de US\$ 350 a 600 por kW, na prática, os preços são bem superiores. A confiabilidade das microturbinas ainda está em fase de teste, ou seja, o estágio atual de desenvolvimento não permite creditar 100% de confiabilidade aos modelos que vem sendo comercializados;

A conexão com a rede também ainda carece ser testada e aprovada, para que a geração distribuída possa ser um reforço efetivo à energia da rede;

As taxas de conexão, tarifas de pedágio dos sistemas de transmissão e distribuição e energia de “backup” são as barreiras impostas pelas concessionárias num mercado onde as regras ainda não estão bem definidas, e;

A competição com tecnologias mais maduras como os motores alternativos à combustão interna.

Recentemente algumas empresas dos EUA, Inglaterra e Suécia lançaram no mercado unidades comerciais. Entre elas pode-se citar a AlliedSignal, Elliott Energy Systems, Capstone, a Ingersoll-Rand Energy Systems Recuperators & Power Weorks™, Turbec, Browman Power e ABB Distributed Generation & Volvo Aero Corporation [6].

A microturbina da AlliedSignal tem configuração de um eixo, trabalha com ciclo Brayton aberto regenerativo, os mancais são pneumáticos, possui um conversor (CC/CA) 50;/60Hz e o compressor e a turbina são do tipo radial de simples estágio. O recuperador é de aço inox e sua efetividade de transferência de calor é de 80 a 90%. Além de trabalhar com óleo diesel e gás natural, a microturbina pode queimar nafta, metano, propano, gasolina e gás sintético. Estima-se que o nível de ruído seja de 65dB. Um protótipo comercial de 75kW foi projetado para um rendimento de 30% com custo instalado estimado de US\$ 22,500 a US\$30,000.

A Elliot Energy System lançou no mercado o modelo de microturbina TA-45 de 45kW, o modelo TA-80 de 80kW e recentemente o modelo TA-200 de 200kW. O modelo TA-45 apresenta mancais lubrificadas a óleo e um sistema de

partida em 24V. Os três modelos podem gerar energia em 120/208 e 240V e podem trabalhar com diferentes combustíveis.

A ABB Distributed Generation e a Volvo Aero Corporation estabeleceram uma “joint venture” para desenvolver uma nova geração de microturbinas. A MT-100 apropriada, para cogeração, operando com gás natural gera 100kW de eletricidade e 152kW de energia térmica. Assim como nas turbinas de outros fabricantes a MT-100 possui um conversor de frequência que permite que o gerador opere com rotação variável. Entretanto, uma das principais particularidades desta microturbina é que ela possui um sistema que controla a vazão do fluido de trabalho da microturbina e do compressor, designado “controle da geometria das palhetas”. Este dispositivo permite que a microturbina opere com melhor eficiência em cargas parciais [6]. Para efeito desse trabalho utilizaremos a turbina da Capstone C-30(Recuperated) LPNG que apresentou as melhores condições comerciais no momento da aquisição.

1.3

Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho elétrico e térmico das MTG quando associada com uma caldeira de recuperação para ser utilizada num sistema de cogeração e, além disto, apresentar os resultados dos cálculos de incerteza dos parâmetros analisados. Adicionalmente se avalia o mercado potencial de energia elétrica da microturbina testada na área da concessionária LIGHT SESA.

1.4

Estruturação

O presente trabalho encontra-se estruturado em 8 capítulos O primeiro refere-se a introdução ao tema e o objetivo da tese. No segundo capítulo são apresentados os fundamentos teóricos. No terceiro capítulo é apresentado o procedimento experimental utilizado. No quarto capítulo descreve-se o comissionamento da microturbina. No quinto capítulo são apresentados os resultados do desempenho na produção da energia elétrica e térmica do sistema de

cogeração em carga máxima e em carga parcial, bem como o desempenho da planta de cogeração em função das variações de carga e das condições ambientais. No sexto capítulo é apresentada a estimativa do mercado deslocado da concessionária LIGHT SESA pela adoção de consumidores da autoprodução de energia elétrica com a microturbina. No sétimo capítulo são apresentadas as principais conclusões e recomendações do trabalho. O oitavo capítulo apresenta as referências bibliográficas.