

PROJETO DE UMA PLANTA DE COGERAÇÃO PARA UM HOSPITAL –

Thiago Prado Veiga

tpradoveiga@gmail.com

Resumo. O objetivo deste trabalho é o de fazer um estudo técnico sobre a instalação de uma central de cogeração para um hospital público e propor um projeto básico. Para atingir esta meta iremos situar a quadro de centrais de cogeração no Brasil e seus principais aspectos técnicos, revisar os principais ciclos que compõem uma central deste tipo. A primeira análise feita foi sobre a implantação do sistema de paralelismo na central de cogeração. A legislação que rege os Produtores independentes de Energia e os AutoProdutores também é discutida. Após é feito um estudo de várias alternativas propostas e a escolha da melhor alternativa levando-se em conta os requisitos técnicos do projeto. Por fim é realizada uma análise do investimento requerido para a implantação da central. Os resultados obtidos foram a possibilidade de uma produção de vapor de 0,29 ton/h no caso da simulação com micro turbinas e 1,49 ton/h no caso do motor, além claro de atender a demanda elétrica do hospital..

Palavras chave: cogeração, hospital, paralelismo, viabilidade econômica.

1. Introdução

Num sentido amplo, a conservação de energia engloba não apenas a diminuição da quantidade de energia primária, necessária para propiciar o consumo de um mesmo nível de energia útil, mas também a construção de um estilo de desenvolvimento que implique mais baixo perfil de demanda de energia da energia útil para um mesmo padrão de satisfação das necessidades sociais.

A prática da cogeração não se encontra limitada pelo desenvolvimento de novas máquinas térmicas, uma vez que simplesmente apresenta uma proposta de geração diversa do conceito atualmente vigente quanto à produção de energia. Este fato não impede, no entanto, que novas formas de geração sejam paulatinamente incorporadas no processo de expansão das centrais de cogeração tão logo se mostrem competitivas com o estado atual de conhecimentos em geração de energia.

No Brasil o uso de centrais de cogeração é feito principalmente na indústria petroquímica, sucro-alcooleira e de papel e celulose. Até o presente momento 3,3% do total de eletricidade gerada no Brasil é fruto de cogeração e suas plantas representam 4,4% do total instalado no país. Porém, segmentos como shopping centers, hospitais, hotéis e escolas ainda tem poucas instalações de cogeração. A tabela 1 mostra a atual distribuição de plantas de cogeração no país.

Tabela 1- Centrais de cogeração no Brasil (Fonte: ANEEL)

Relatório de Acompanhamento das Centrais de Cogeração no Brasil Centrais de Cogeração Qualificada na ANEEL – Junho de 2006

Setores	BRASIL - Cogeração qualificada na ANEEL					
	São Paulo		Demais		Brasil	
	MW	nº	MW	nº	MW	nº
Sucro-alcooleira	447,4	14	44,9	3	492,3	17
Papel e Celulose	198,6	5	117,0	1	315,6	6
Alimentos e bebidas	47,1	3	31,9	4	78,9	7
Química	24,8	3	16,3	2	41,1	5
Madeira	9,8	1	-	-	9,8	1
Têxtil	8,8	1	-	-	8,8	1
Supermercado	4,6	3	-	-	4,6	3
Edifício comercial	2,8	1	-	-	2,8	1
Hotel	2,4	2	-	-	2,4	2
Petroquímica	-	-	74,4	1	74,4	1
Siderurgia	-	-	66,3	1	66,3	1
Shopping center	2,9	1	16,3	3	19,2	4
Parque gráfico	-	-	5,2	1	5,2	1
Estúdios produção TV	-	-	5,0	1	5,0	1
Universidade	-	-	3,3	1	3,3	1
Cerâmica	-	-	4,1	1	4,1	1
Aeroporto	-	-	0,8	1,0	0,8	1
Total	749,2	34	385,4	20	1.134,6	54

Fonte: ANEEL, inclui apenas cogeração qualificada

2. Aspectos básicos dos sistemas de cogeração

Um projeto de central de cogeração adequado em termos conceituais é aquele que não só atende as demandas operacionais prescritas pelo processo, mas também consegue garantir o nível de excedentes planejado, nos períodos ajustados pelo processo, com confiabilidade e eficiência.

Em termos de projeto, faz-se necessário definir também, uma vez estabelecido o ciclo, a disposição dos componentes da central. Quando projetados para atender primeiramente à demanda térmica, sendo os rejeitos dela usados para suprir a demanda eletromecânica, diz-se que o ciclo opera em regime inferior ou *bottoming*; se por outro lado, o atendimento à demanda eletromecânica se faz primeiramente em relação à demanda térmica, diz-se que o ciclo opera em regime superior ou *topping*.

Os principais ciclos utilizados nas centrais de cogeração são:

- Ciclo Rankine
- Ciclo Brayton
- Ciclo combinado
- Ciclo Diesel

No caso do hospital que será estudado, além destes ciclos citados acima iremos utilizar um ciclo de refrigeração por absorção na planta de cogeração para produção de água gelada (7°C). Isso faz com que se utilize três tipos de ciclo numa mesma planta, o que chamamos de ciclo tri-combinado de cogeração.

Os índices potência/calor gerados variam segundo faixas, de acordo com variações tecnológicas e com o ciclo adotado. A tabela 2 apresenta as faixas usuais atualmente praticadas.

Tabela 2- Faixa de produção da razão potência/calor gerado em ciclos térmicos- regime *topping* (Fonte: Balestieri (2002))

Ciclo a Vapor	Ciclo a Gás	Ciclo Combinado	Ciclo Diesel
0,1 a 0,3- contrapressão	0,30 a 0,80	0,60 a 1,50	0,80 a 2,40
0,4 a 1,5-condensação			

3. Cogeração e as emissões

Além dos benefícios de redução do consumo de energia e aumento da eficiência energética que a cogeração pode trazer, ela é uma alternativa efetiva de redução das emissões de CO₂ nas plantas de geração de energia. O principal aspecto que acarreta este benefício é a redução da entrada de combustível no ciclo e a eficiência elevada do mesmo.

Dos projetos registrados na CDM (Clean Development Mechanism), a maioria estão localizados no Brasil e Índia com respectivamente 26 e 23 projetos. O Brasil representa cerca de 14% da redução de emissões e a Índia 36%. Outros países com projetos ativos significativos são Chile com 4 projetos e 10% do total de redução de emissões e Malásia com 7 projetos e 29% da redução. A tendência em países como Brasil e Índia é de estabilização neste crescimento, já que a indústria de açúcar principalmente já está estabilizada e não tende a se desenvolver nos próximos anos.

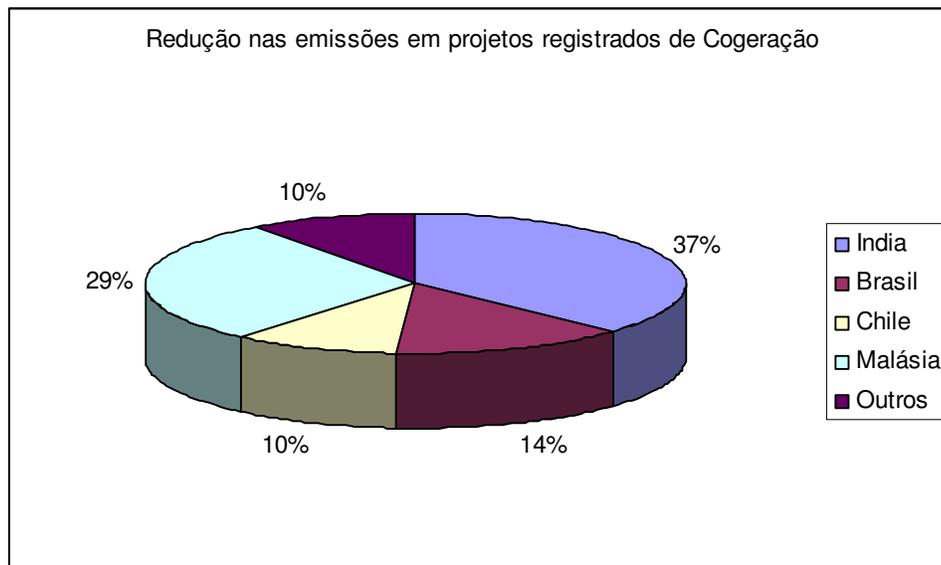


Fig. 3- Distribuição dos projetos nos países emergentes (Fonte: WADE-2006)

A ausência da China nesta descrição feita acima é marcante. Isto é resultado do retardo por parte do governo chinês em implementar e esclarecer a CDM o seu desejo de acompanhar essa tendência. Por isso os projetos chineses representam uma pequena parcela do total (cerca de 20 projetos do total de 326 registrados). A importância que a China tem na economia mundial faz com que se espere que esse número cresça assim que sua política de investimento no setor fique clara e objetiva.

4. Demandas térmica e elétrica do hospital

O hospital em que será feito o estudo para a implantação da planta de cogeração possui uma demanda de energia elétrica, vapor para processos de limpeza e água gelada para refrigeração de ambiente. Todas essas demandas estão detalhadas na tabela 4.

Tab.4- Demanda elétrica e térmica do hospital

Demanda elétrica (380V trifásico e 220V bifásico)	Demanda térmica para aquecimento	Demanda térmica para refrigeração
-200kW-(dois transformadores com capacidade de 225kVA e 500kVA)	-1000 kg _{vapor} /h a 8kgf/cm ² (vapor saturado)	-160 TR (água gelada) T _{entrada} =12°C T _{saída} =7°C

Estas demandas são relativamente pequenas se comparadas com as plantas de cogeração instaladas normalmente nas indústrias. Porém a viabilidade da implantação desta configuração depende de fatores econômicos como tempo de retorno do investimento, custos operacionais e de implantação, além de alguns aspectos técnicos.

5. A possibilidade de paralelismo na central de cogeração

O paralelismo de sistemas industriais de cogeração de energia elétrica e vapor com a rede pública é um assunto muito discutido entre profissionais de órgãos reguladores, concessionárias de energia elétrica e setor privado. A questão torna-se mais instigante quando trata-se do fornecimento de energia e do futuro do setor de energia elétrica no Brasil.

A princípio, pode parecer que as vantagens previstas da geração própria de energia elétrica podem ser alcançadas operando-se isoladamente da rede pública. Porém, na prática, considerações econômicas e de confiabilidade favorecem a operação em paralelo. Dentre essas considerações podemos citar:

- a Otimização da operação do sistema termoeletrico pela possibilidade de se operar os turbogeradores de acordo com o consumo de energia térmica comprando da rede a energia elétrica suplementar para a indústria ou até mesmo exportando os excedentes de geração para concessionária.
- Regulação automática da potência ativa e do fator de potência no ponto de interligação.

- Possibilidade de se isolar o sistema da central de cogeração da rede pública quando ocorre falha desta última, garantindo o fornecimento de energia elétrica ao menos para cargas prioritárias. Também em caso de falha na geração própria, não haverá interrupção do fornecimento de energia elétrica.

No caso do hospital em especial, procuramos otimizar a geração de energia elétrica e térmica, diminuindo assim os custos envolvidos na geração e viabilizando o investimento a ser feito.

As duas principais vantagens do paralelismo neste caso específico são:

- A devolução do excedente de energia elétrica gerada para a rede pública, de acordo com as leis estabelecidas pela ANEEL.
- Modulação da geração própria de acordo com a tarifa de energia elétrica (horário fora de ponta- geração mínima para atender consumo de energia térmica, horário de ponta- aumento da geração através da utilização de toda capacidade instalada).

6. Paralelismo e a legislação existente

Toda legislação publicada até janeiro de 1998 contempla a regulação da implantação de grandes projetos de geração de energia elétrica (maiores do que 50 MW), relegando a um plano secundário a cogeração, tida como a forma mais eficiente de produção de energia elétrica. As leis, decretos e portarias que, de alguma forma, mencionaram especificamente a cogeração, foram publicadas até 1989. De lá para cá, nota-se uma preocupação exclusiva com a regulamentação com a atividade de Produtor Independente de Energia e do Autoprodutor de grande porte.

O que nos interessa no caso da implantação de paralelismo no hospital, é a legislação sobre os Produtores Independentes de Energia e Autoprodutores, justamente a categoria em que se encaixa o hospital que está sendo estudado.

Várias portarias foram publicadas desde 1989, tais como a portaria do antigo DNAEE (atual ANEEL) nº283 de 31/12/1985 que regula o fornecimento de energia elétrica de emergência, a portaria nº220 de 24/10/1991 que regulamenta a aquisição de energia elétrica excedente de Autoprodutores em contratos de longo prazo, até a lei nº9074 de 07/07/1995 que estabelece normas para concessões de serviços públicos e dá outras providências:

Art.11- Produtor Independente de Energia (PIE)= Pessoa Jurídica ou Consórcio autorizado a produzir energia elétrica destinada ao comércio de tudo ou parte da energia elétrica produzida.

Art.12- O PIE pode comercializar energia elétrica com:

- a- Concessionária
- b- Consumidores de energia que:
 - Possuam carga superior a 10000kW, ligados em tensão maior ou igual a 69 kV;
 - Após Setembro de 1999 a carga mínima passará para 3000kW;
 - Após Setembro de 2004 os limites acima podem ser reduzidos;
 - Novas instalações em qualquer nível de tensão, com carga superior a 3000kW;
- c- Consumidores de energia elétrica integrantes de complexo industrial ou comercial, aos quais forneça vapor ou outro insumo oriundo de cogeração;
- d- Qualquer consumidor em condições ajustadas com a concessionária;
- e- Qualquer consumidor que não tenha sido atendido pela concessionária após 180 dias de sua solicitação formal.

Art.15- Consumidores com carga superior ou igual a 10000kW, atendidos em tensão superior ou igual a 69kV, podem optar por contratar seu fornecimento de energia elétrica com PIE, respeitando os contratos em vigor.

Art.16- Novos consumidores com carga superior a 3000 kW, atendidos em qualquer nível de tensão, podem escolher livremente o seu fornecedor de energia elétrica.

Art.18- Permite a formação de consórcios para exploração de energia elétrica.

Entre todas as portarias e leis relatadas anteriormente, a Minuta de Decreto sobre cogeração de 05/08/1997 é a mais clara e completa legislação sobre os PIE e AP. Além disso ela favorece a implantação do sistema de cogeração no hospital em questão, incentivando esse tipo de investimento através de abertura de linhas de financiamento e facilitando a aprovação da mesma por parte da ANEEL. Ela também incentiva a utilização da interligação do sistema com a rede pública de energia elétrica e a venda de energia elétrica para as concessionárias.

7. A venda da energia elétrica excedente

Em 03 de Julho de 2006, a Agência Nacional de Energia Elétrica publicou a Resolução Homologatória nº356, que homologa as tarifas de fornecimento de energia elétrica e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição- TSUD, referentes à Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo. Essa resolução tem validade de um ano e traz uma série de informações como por exemplo o preço médio da energia vendida pelos PIE à concessionária.

Existem dois tipos de avaliar o preço da energia elétrica enviada a rede pública de energia: na Data de Referência Anterior (DRA), valorados pelo preço médio de repasse do reajuste tarifário anterior e na Data do Reajuste em Processamento (DRP), que se aplica aos contratos firmados antes de 16/03/2004 e leva em conta além da energia vendida em leilões, a energia comprada da binacional Itaipu.

Se o hospital do projeto gerar 1 MW de potência excedente e a turbina funcionar 24h por dia, aplicando a tarifa média ponderada dos leilões (DRP) que é de R\$ 66,15/MWh teremos ao final de 1 ano o valor V de:

$$V = 1MW \times 24h \times 365dias \times R\$66,15 / MWh \quad (1)$$

$$V = R\$579.474,00$$

Esse valor pode ajudar na amortização do investimento a ser feito na implantação do sistema de cogeração e no custo de manutenção da mesma. Além dessa alternativa de vender a energia excedente para a concessionária, o hospital também pode optar por repassar essa energia para uma instalação com grande demanda de energia no próprio município onde o hospital está localizado, pagando somente o custo da utilização da rede de distribuição.

8. Alternativas Propostas para cogeração

Para facilitar a apresentação dos resultados de todos os arranjos propostos e a obtenção de uma melhor didática, vamos nomear todas as configurações da seguinte maneira:

1. Micro-turbina a gás TA100+Caldeira de Recuperação+Chiller 1A2(alternativa 1).
2. Micro-turbina a gás TA100+Caldeira de Recuperação+Chiller 2A3(alternativa 2).
3. Motor Combustão Interna (gás natural) + Caldeira de Recuperação + Chiller 1A2 (arranjo 7).
4. Motor Combustão Interna (gás natural)+ Caldeira de Recuperação + Chiller 2A3 (arranjo 8).

As especificações técnicas dos equipamentos citados acima são expostas de maneira detalhada abaixo.

Tabela 8.1-Relação das turbinas selecionadas

	Modelo TA100 CHP Elliot
Potência elétrica (kW)	100
Heat Rate (kJ/kWh)	13035
Vazão dos gases de exaustão (kg/s)	0,52
Consumo de combustível (kg/s-Nm ³ /h)	0,02-37,2
Temperatura dos gases de exaustão (°C)	293

Tabela 8.2-Especificações da caldeira de recuperação

Capacidade da saída da turbina(MWe)	1 a 8
Temperatura dos gases de exaustão(°C)	<600
vazão dos gases de exaustão(kg/s)	até 75
capacidade de produção de vapor(ton/h)	1 a 15
pressão do vapor(barg)	25
Pinch Point(°C)	20 a 30

Tabela 8.3-Dados nominais dos chillers de absorção.

	1A2	2A3
Capacidade (kW)	545,00	605,00
consumo de vapor (kg/h)	1290,00	1425,00
Temperatura de entrada da água (°C)	12,20	12,20
Temperatura de saída da água (°C)	6,70	6,70
vazão da água (m ³ /h)	5,33	5,90
pressão de entrada do vapor (bar)	1,51	1,65

Tabela 8.4- Dados nominais do motor de combustão interna.

Motor CATERPILLAR Modelo G3516-DM 8531	
Potência Elétrica Gerada (kW)	660
Taxa de Compressão	9:1
Consumo de Combustível (Nm ³ /h)	546,8
Vazão dos gases de exaustão (Nm ³ /h)	5516,68
Temperatura dos gases de exaustão (°C)	543

Como acontece normalmente quando tomamos um modelo para representar o que acontece na vida real, temos que assumir algumas hipóteses que simplifiquem a realidade e torne possível a correta interpretação dos resultados obtidos através destes modelos. As hipóteses adotadas para essa análise são:

1-Todos os equipamentos utilizados nos diversos arranjos de sistemas de cogeração (com exceção dos chillers de absorção) operam em carga nominal (100% Load), ou seja, operam em capacidade máxima ou dentro da faixa de operação nominal (no caso da caldeira de recuperação). Essa hipótese é adotada pois o comportamento dos equipamentos em carga parcial não é conhecido (as curvas que esses equipamentos obedecem não são fornecidas pelos fabricantes e a sua determinação foge do escopo deste trabalho).

2-No caso dos chillers de absorção (que podem não operar na sua capacidade nominal pelo fato dessa condição ser determinada pelo arranjo da turbina a gás e da caldeira de recuperação), temos que adotar uma hipótese para o seu comportamento em condições que não sejam as nominais. Um parâmetro importante para este equipamento é seu coeficiente de eficácia (COP), que mede a razão entre a capacidade de refrigeração e a quantidade de energia necessária para realizar essa transferência de energia (a vazão de vapor multiplicada pela diferença de entalpia entre a entrada e a saída de vapor no chiller) ou a razão entre a carga térmica do evaporador(Q_{ev}) do chiller e a carga térmica do gerador(Q_{ger}). Adotaremos que o COP dessas máquinas seja constante independente da capacidade que o equipamento opere.

3-Iremos satisfazer primeiramente a demanda elétrica do hospital (regime *topping*) e depois veremos qual o total de vapor que poderá ser produzido em cada arranjo.

9-Resultados obtidos

Nesse capítulo vamos explicitar os resultados encontrados das simulações efetuadas com o modelo descrito anteriormente bem como analisar estas informações obtidas. Lembrando que o modelo adotado tem como prioridade atender a demanda elétrica e ver conseqüentemente qual o resultado disso no atendimento da demanda térmica (regime *topping*).

Todos os cálculos efetuados e explicitados nas próximas tabelas estão detalhados no apêndice deste trabalho e foram efetuados tendo o auxílio do software EES. Vale ressaltar que os dados obtidos sobre as máquinas utilizadas nessa central foram retirados das tabelas citadas anteriormente e os seus respectivos catálogos citados nas referências.

Tabela 9.1-Resultados da alternativa 1.

		Alternativa 1-(TA100+CR+1A2)
consumo de combustível	(Nm ³ /h)	37,2
Potencia elétrica gerada	(kW)	300
PHR		1,845
Eficiência global do ciclo	(%)	47,6
Consumo específico de combustível	(kg/kWh)	0,24
Capacidade de refrigeração	(kW)	500
quantidade de vapor produzido na C.R.	(ton/h)	0,29

Tabela 9.2-Resultados da alternativa 2.

		Alternativa 2-(TA100+CR+2A3)
consumo de combustível	(Nm ³ /h)	37,2
Potencia elétrica gerada	(kW)	300
PHR		1,845
Eficiência global do ciclo	(%)	47,9
Consumo específico de combustível	(kg/kWh)	0,24
Capacidade de refrigeração	(kW)	559,3
quantidade de vapor produzido na C.R.	(ton/h)	0,29

Tabela 9.3-Resultados da alternativa 3.

		Alternativa 3(M.C.I+C.R.+1A2)
consumo de combustível	(Nm ³ /h)	546,8
Potencia elétrica gerada	(kW)	660
PHR		0,777
Eficiência global do ciclo	(%)	54,3
Consumo específico de combustível	(kg/kWh)	1,145
Capacidade de refrigeração	(kW)	500
quantidade de vapor produzido na C.R.	(ton/h)	1,493

Tabela 9.4- Resultados da alternativa 4.

		Alternativa 4(M.C.I+C.R.+2A3)
consumo de combustível	(Nm ³ /h)	546,8
Potencia elétrica gerada	(kW)	660
PHR		0,777
Eficiência global do ciclo	(%)	54,6
Consumo específico de combustível	(kg/kWh)	1,145
Capacidade de refrigeração	(kW)	559,3
quantidade de vapor produzido na C.R.	(ton/h)	1,493

10-Viabilidade econômica

As referências para os valores das variáveis inerentes a análise de viabilidade econômica não são exatas, as cotações foram realizadas de maneira informal visando apenas a obtenção de uma referência de valores de compra destes equipamentos. Porém essa cotação realizada se aproxima bem da realidade e do escopo deste projeto, que é o de fazer um estudo sobre a viabilidade técnica e econômica do tema apresentado. Já as tarifas obtidas foram extraídas da literatura existente na bibliografia, portanto não podemos afirmar ao certo qual é a veracidade destas informações. O valor da caldeira de recuperação e do chiller de absorção foram obtidos através de cotações informais junto aos respectivos fabricantes. No caso do chiller de absorção pudemos obter os valores de forma mais detalhada pois um equipamento semelhante foi vendido e está sendo fabricado na ocasião desta cotação.

Muitos dos valores estão em dólares, portanto adotamos como referência o valor de R\$1,75/US\$.

Também é importante ressaltar que do ponto de vista econômico, as alternativas 1 e 2 praticamente se equivalem, o mesmo acontece com as alternativas 3 e 4. Este fato ocorre pois a diferença de preços entre os chillers 1A2 e 2A3 é pequena (ambos possuem praticamente a mesma capacidade de refrigeração e portanto possuem quase as mesmas características construtivas).

Tabela 10.1- Tempo de retorno do investimento das alternativas 1 e 2.

Viabilidade Econômica (alternativa 1 e alternativa 2)		
Turbina (R\$/unidade)		100.000
Quantidade de turbinas		3
Potência gerada (kW)		300
Preço Total do conjunto (R\$)		300.000,00
Caldeira de Recuperação		1.500.000,00
Chiller	Equipamento	600.000,00
	Civil	400.000,00
	Montagem +periféricos	350.000,00
	Parte elétrica	400.000,00
Capital Total Investido		3.550.000,00
Custos		
Consumo (Nm ³ /h)		37,2
Consumo (Nm ³ /mês)		26.784,00
Preço (R\$/Nm ³)		0,11
Combustível (R\$/mês)		2.812,32
Mão-de-obra +manutenção (R\$/mês)		2.000,00
Total de Custos		4.812,32
Receita		
Preço MWh exportado (R\$)		66,15
Exportação de energia(R\$/mês)		4.762,80
Preço da tarifa de energia elétrica (média entre a tarifa de ponta e fora de ponta-R\$/MWh)		150,00
Demanda de energia elétrica(MW)		0,76
Economia proveniente da geração própria de eletricidade		82.080,00
Total de Receita		86.842,80
Tempo de retorno do investimento (meses)		43,28
Tempo de retorno do investimento (anos)		4,00

Já no caso da planta de cogeração utilizar um motor de combustão interna para gerar eletricidade, teremos a seguinte descrição do investimento a ser feito:

Tab. 10.2- Tempo de retorno do investimento para as alternativas 3 e 4.

Viabilidade Economica (alternativa 3 e alternativa4)		
Motor a combustão interna (R\$/motor)		500.000
Quantidade de motores		3
Potência gerada (kW)		660
Preço Total do conjunto (R\$)		1.500.000,00
Caldeira de Recuperação		1.500.000,00
Chiller	Equipamento	600.000,00
	Civil	400.000,00
	Montagem +periféricos	350.000,00
	Parte elétrica	400.000,00
Capital Total Investido		4.750.000,00
Custos		
Consumo (Nm ³ /h)		546,8
Consumo (Nm ³ /mês)		393.696,00
Preço (R\$/Nm ³)		0,11
Combustível (R\$/mês)		41.338,08
Mão-de-obra +manutenção (R\$/mês)		2.000,00
Total de Custos		43.338,08
Receita		
Preço MWh exportado (R\$)		66,15
Exportação de energia(R\$/mês)		21.908,88
Preço da tarifa de energia elétrica (média entre a tarifa de ponta e fora de ponta-R\$/MWh)		150,00
Demanda de energia elétrica(MW)		0,76
Economia proveniente da geração própria de eletricidade		82.080,00
Total de Receita		103.988,88
Tempo de retorno do investimento (meses)		78,32
Tempo de retorno do investimento (anos)		7,00

11-Conclusão

Neste trabalho tivemos a oportunidade de estudar e pesquisar os principais aspectos que conduzem um projeto de uma central de cogeração. Primeiro realizamos um levantamento sobre a história desta técnica de geração de energia, depois foi efetuado um estudo sobre a condição da cogeração no Brasil e no mundo. Foram analisados os seus principais parâmetros e realizada uma revisão dos principais tópicos da Termodinâmica que envolvem os fenômenos inerentes ao assunto.

Depois foi levantada a primeira possibilidade para viabilizar a implantação deste tipo de central através da possibilidade de paralelismo com a rede pública. A conclusão obtida é que existe grande possibilidade de ocorrência além de ser cada vez mais utilizada atualmente.

Então foi realizado um levantamento de diferentes composições de plantas de cogeração que atendam diversas possibilidades de satisfazer não só a demanda do hospital como gerar uma receita maior para o mesmo. Quatro diferentes configurações foram testadas, duas com mini-turbinas e duas com um motor de combustão interna sendo que ambas são movidas a gás natural.

Todas as quatro possibilidades se mostraram satisfatórias, porém as alternativas 1 e 2 não conseguem satisfazer a demanda térmica do hospital, daí torna-se necessária uma outra solução para esse problema.

Já as alternativas que envolvem o motor (alternativas 3 e 4) se mostraram satisfatórias e atendem perfeitamente as necessidades do hospital em questão. A única desvantagem é o tempo de retorno deste investimento que é um pouco maior do que as outras duas alternativas, mas mesmo assim continua possível de ser realizado.

Portanto de acordo com a análise aqui realizada, o projeto se torna viável tanto do ponto de vista técnico quanto econômico.

12. Referências

- Giacaglia, Giorgio E. O-Cogeração por ciclos de turbinas a gás -São Paulo : Fdte/EPUSP, 1987.
- Balestieri, José Antonio Perrella-Planejamento de centrais de cogeração : projeto , operação e expansão-Guaratinguetá : UNESP, 1997.
- Oddone, Domingos Carlos-Cogeração : uma alternativa para produção de eletricidade-São Paulo, 2001.
- Guimarães, Pedro Henrique Monteiro Pacheco-Estudo de viabilidade de um ciclo de cogeração-São Paulo : EPUSP, 1998.
- Gissoni, Humberto de Camargo-Projeto de uma central de utilidades para o hospital universitário-São Paulo : EPUSP, 1997.
- Educogen Tool- The European Association for the promotion of cogeneration-2001.
- Balestieri, José Antonio Perrella-Cogeração : geração combinada de eletricidade e calor-Florianópolis : Editora da UFSC, 2002.
- Teixeira, Flavio Neves- Cogeração- Núcleo de Estudos de Sistemas Térmicos.
- WADE-World Alliance for Decentralized Energy(2006) .
- Richard E. Sonntag, Claus Borgnakke, Gordon J. Van Wylen-Fundamentals of thermodynamics(2003).
- Vasconcellos, Alexandre-Paralelismo de sistemas industriais autogeradores e rede pública: aspectos técnicos da integração dos sistemas e perspectivas futuras- Boletim Informativo- Figener S/A Engenheiros Associados.
- Vasconcellos, Alexandre;Vicent, Fábio- análise de estabilidade de sistemas de cogeração através de modelo termoeletrico integrado- Boletim Informativo- Figener S/A Engenheiros Associados.
- Legislação sobre cogeração inibe investimentos- Boletim Informativo- Figener S/A Engenheiros Associados.
- www.figener.com.br (Acessado em 07/06/2007).
- www.aneel.gov.br (Acessado em 12/06/2007).
- P.Arcuri,G.Florio,P.Fragiacomo-A mixed integer programming model for optimal design of trigeneration in a hospital complex-Department of Mechanical Engineering-University of Calabria-December 2005.
- Centrais Termoeletricas a gás- Prof. Dr. Guenter Krieger-PME 2517-Geração Termoeletrica e Cogeração -notas de aula.
- Araújo Rocha, Ana Maura- Análise experimental em chamas difusivas pulsadas de gás natural- Tese de Mestrado-INPE-2003.
- <http://www.globalmicroturbine.com/Site/Microturbine/Microturbine.html> (acessado em 06/12/07) .
- <http://www.elliottmicroturbines.com/> (acessado em 06/12/07).
- Catálogo de caldeiras-Aalborg- www.aalborg.com (acessado em 15/09/2007).
- Catálogo de chillers-York- www.york.com (acessado em 15/09/2007).
- Catálogo motor combustão interna Caterpillar- www.cat.com (acessado em 02/11/2007).
- R. Gonzáles P.; S. Nebra P.; A. Walter S.; W. Galarza S.- Análise da viabilidade econômica e financeira para sistemas de cogeração- estudo de caso: HC-UNICAMP.
- Dos Santos Zaroni Pinto, Petterson; Martinet Cardoso Martone, Leonardo- Análise da viabilidade econômica e financeira para a implantação de sistemas de cogeração- Escola Federal de Engenharia de Itajubá.

Cogeneration plant project to an hospital

Thiago Prado Veiga

tpradoveiga@gmail.com

Abstract. The objective of this work is to make a technical study about a cogeneration central to a public hospital and consider a basic project. To reach this aim we will point out the scenario of cogeneration plants in Brazil and the main technical aspects, revisate the main cycles of this kind of central. The first analysis done was about the implantation of parallelism system at cogeneration central. The legislation about Independent Producers of energy is also discussed. Eight alternatives of cogeneration are proposed and a technical analyses is done about this alternatives. The best arrange is simulate by the economics point of view and a conclusion about the viability of the project is pointed out. The results obtained are the producing of 0,29 ton/h of steam operating with turbines and 1,49 ton/h operating with gas motor.

Keywords. Cogeneration, Hospital, parallelism, economical viability.