

MUDANÇA TECNOLÓGICA DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS PARA GÁS NATURAL: UM ESTUDO DE CASO

Flávio Fernandes¹ (Prog. Int. Pós-Grad. em Energia-IEE/USP), Daniel Fainguelernt² (Technion Israel Institute of Technology), Rodrigo Garcia da Silva Viana³ (Pontifícia Universidade Católica SP), Alexander Kunikata⁴ (Centro Universitário da FEI)

¹Rua Nebraska, 489 – ap.: 81 – bairro: Nebraska – CEP 04560-011 – São Paulo, fernandes.flavio@uol.com.br

²Rua Tabapuã, 821 –cj.: 33 – bairro: Itaim Bibi – CEP 04533-013 – São Paulo, fainguelernt@uol.com.br

³Rua Júlio César Moreira, 783 – bairro: Jd. Rodolfo Pirani – CEP 08310-160 São Paulo, vnrdrg@yahoo.com

⁴Rua Domingos de Moraes, 1457 – apto: 31 – bairro: Vl. Mariana – CEP 04009-003 São Paulo, lexk_k@yahoo.com.br

RESUMO:

A forma mais eficaz e de baixo custo de expandir o consumo de gás natural (GN) no Brasil é intensificar seu uso no setor industrial, aproveitando os clientes atuais das concessionárias, uma vez que atualmente os empresários estão com grande receio de optar pelo GN após as políticas adotadas pelo governo boliviano e a aceitação do aumento de preço negociada de forma impositiva.

A entrada do gás natural em nossa matriz energética é superficial, especialmente no setor industrial, ou seja, o GN deslocou energéticos que utilizam a combustão como fonte de energia: óleo combustível, diesel e gás liquefeito de petróleo (GLP).

Nossas indústrias, desenvolvidas na época que se tinha um baixo preço na energia elétrica, foram fomentadas a direcionar seus processos produtivos para o uso da energia elétrica; única forma de amortizar os altos investimentos do governo em hidrelétricas. Desta forma, existe um grande potencial de substituição da energia elétrica no setor industrial, principalmente quando o uso final é a obtenção de calor ou geração de vapor, quer seja pela queima direta do GN ou pela co-geração.

Este artigo analisa a mudança tecnológica de equipamentos elétricos industriais por outros que utilizam gás natural (GN).

Analisa o tipo de uso final em que esta substituição é possível e viável sob o ponto de vista econômico e financeiro. Para tal, faz um levantamento das diferentes tarifas de energia elétrica e tarifas do gás natural praticadas pelas concessionárias na região da grande São Paulo e cidades vizinhas, compreendidas no quadrilátero entre: Campinas, Sorocaba, São José dos Campos e Santos.

Aborda características dos processos produtivos, mostrando as limitações da substituição proposta.

Faz ainda uma avaliação econômica e financeira de um caso real, para exercitar a abordagem proposta neste artigo técnico. Neste estudo de caso, analisa a performance do equipamento elétrico de forma comparativa com uma modernização da opção elétrica e com a substituição tecnológica para o gás natural.

Finaliza com uma comparação econômica e financeira entre a opção da queima direta do GN e a co-geração.

Gás Natural-1, Eletrotermia-2, Mudança Tecnológica-3.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem uma matriz energética atípica se comparado com o resto do mundo, como apresentado no trabalho de FERNANDES (2004), com uma grande parcela de energia elétrica oriunda de hidrelétricas. O aumento da capacidade de geração elétrica capitaneada pelo Estado, se por um lado garantia a continuidade do crescimento brasileiro no período desenvolvimentista, abordado por SANTOS (2004), por outro lado fomentou a utilização de energia elétrica no sistema produtivo, principalmente no uso final da eletrotermia, através de tarifas diferenciadas, com o objetivo de amortizar os investimentos realizados.

Apresenta-se um estudo de caso de um equipamento elétrico com uso eletrotérmico: estufa elétrica convectiva, com menos de dois anos de uso; onde é feita uma avaliação da performance atual através de um analisador de qualidade de energia e também é pesquisado uma série de alternativas para melhorar a eficiência do mesmo, ainda com o uso da energia elétrica, juntamente com o fabricante da estufa.

Devido às últimas ocorrências na Bolívia, com mudanças no valor do royalty cobrado pelo GN e a ameaça de nacionalização dos ativos da Petrobrás naquele país, constata-se um receio por parte do empresário brasileiro em mudar a tecnologia utilizada atualmente de um fornecedor de insumo, no caso energia elétrica, para outro, no caso GN ou GLP. O empresário busca adicionar a opção a gás, permitindo a flexibilização de se usar um energético ou outro e assim ter maior poder de negociação com as concessionárias de distribuição de energia elétrica, GN, ou distribuidoras de GLP. Desta forma, é feita a análise de viabilidade para se adicionar a opção de

um sistema de combustão a GLP e GN, comparando-se os custos de operação de cada tipo de energético, segundo preços apresentados nos sites das concessionárias ou praticados pelo mercado, no caso do GLP.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Eletrotermia: processos eletrotérmicos são caracterizados pela ação da corrente elétrica unicamente para a produção de calor. Tal geração se dá pela relação entre corrente elétrica e potência elétrica dissipada numa carga.

$$(Equação 1) \quad P = Z.I^2$$

Onde P é a potência dissipada, Z é a impedância do equipamento e I é a corrente elétrica.

Em equipamentos puramente resistivos, podemos substituir Z por R, que é uma resistência pura, sem componentes complexas (potência reativa).

A eletrotermia é realizada por fornos elétricos, que podem ser dos seguintes tipos;

Fornos a arco, nos quais o calor é produzido pela passagem da corrente elétrica num espaço entre dois eletrodos, ou entre a extremidade de um eletrodo e a carga.

Fornos à Resistência, onde o calor é produzido pela passagem de corrente elétrica através de uma carga ou de resistências que irradiam o calor para a carga.

Fornos de indução, onde o calor é produzido através de um enrolamento, também por efeito Joule.

Fornos mistos que são misturas dos tipos citados acima.

Fornos a Plasma, onde o calor é produzido por tochas de plasma.

Também existem alguns outros tipos, como *fornos de aquecimento dielétrico*, *por raios infravermelhos*, *por feixes de elétrons*, *por ondas ultra-sônicas*, *por laser* e outros ainda.

A utilização de fornos elétricos tem algumas vantagens em relação a fornos combustíveis. Dentre essas podemos citar:

As temperaturas alcançadas com fornos elétricos são maiores e mais uniformes.

Geralmente requer menos espaço físico.

Certos produtos só podem ser obtidos com forno elétrico.

O rendimento do forno elétrico é significativamente maior.

Alguns exemplos de processos eletrotérmicos são:

Fusão e Tratamento térmico de materiais e de leitos metálicos

Cozedura de cerâmica e de refratários

Tratamento de vidro

Reaquecimento elétrico

Soldadura elétrica

Dentre esses alguns são exclusivamente executáveis através do uso de energia elétrica, mas outros também podem ser obtidos com fornos à combustível.

3. METODOLOGIA

Identifica-se um equipamento que utiliza a energia elétrica com fins térmicos.

Analisa-se sua performance e procedimentos de funcionamento. Para tal, realiza-se medições de qualidade de energia utilizando um medidor da LEM / Minipa, modelo: Analyst 3 Q, com certificado de calibração do IPT (número 60920-101 e 60921-101 de 14/02/2005), dentro do prazo de validade do mesmo (que é de dois anos, segundo fabricante).

Na seqüência, contata-se o fabricante do equipamento, onde informações sobre as características do equipamento e possível mudança tecnológica para o gás natural ou adição deste são discutidos.

Em seguida é feita a verificação, junto ao fabricante, se existe alguma atualização (ou modernização) tecnológica a ser feita, ou seja, se existe melhoria de eficiência no funcionamento para a tecnologia elétrica existente. Estes três pontos são representados na Figura 1 a seguir.

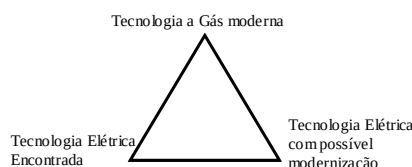


Figura 1 – Metodologia Técnica Adotada

Finalmente é feita uma análise da técnica e econômico-financeira (com pay back). Utiliza-se US\$1,00 = R\$2,00.

3.1 Características da estufa elétrica convectiva analisada:

Este equipamento entrou em operação em 2004.

As especificações do equipamento analisado são as que se seguem na Tabela 1:

Tabela 1: Especificações Técnicas do Equipamento

Descrição
capacidade de aquecer peças de até 300 mm de altura.
temperatura de trabalho variando de 180°C a 210°C.
temperatura de projeto variando de 250°C a 300°C.
potência instalada das resistências elétricas de 168,0 kW.
- divididas em 3 bancos: 72,0 kW, 48 kW e 48 kW.
- acionamento por contactores.
- contactores comandam cada metade dos bancos.
resistências elétricas de 2,0 kW, de inox, com 5,4 W/m ² .
ligação elétrica trifásica, tipo estrela, com 440V.
ligação elétrica para controles bifásica, com 220 V.
3 ventiladores para convecção / recirculação (3,0 CV).
2 ventiladores para exaustão (1,0 CV).
tempo de aquecimento: entre 60 e 90 min.

O equipamento deste caso é uma estufa de convecção, onde resistências elétricas aquecem o ar que é recirculado dentro do equipamento por 3 ventiladores para evitar superaquecimento das resistências e para homogeneizar a temperatura no interior da estufa.

Por uma esteira passam peças que necessitam ser aquecidas para que a resina existente no papel utilizado possa ser vaporizada.

Esta resina vaporizada é retirada da estufa através de 2 ventiladores de exaustão.

3.2 Informações Obtidas com o Fabricante da Estufa:

Segue resumo das informações coletadas junto ao fabricante da estufa*:

* Diretores da empresa fabricante: Reginaldo Donadio e Cícero Prado (fone 11 55645600)

a) A mudança tecnológica de uma estufa elétrica para gás é possível de ser feita, mas não é viável economicamente para o GLP, segundo a experiência do fabricante. O motivo é que o custo de operação do GLP é similar ao custo da energia elétrica. A mudança tecnológica se torna viável quando se usa GN.

b) Quando a estufa é originalmente projetada para funcionar com a queima de gás, seu custo de capital aumenta em 5%, se comparado com o custo de capital da estufa elétrica. Este aumento decorre do acréscimo de material para garantir que a chama não entre em contato com os gases voláteis que saem dos produtos aquecidos na estufa. O princípio de funcionamento é: a combustão aquece um trocador de calor e este aquece o ar no interior da estufa. Isto significa que as dimensões externas de uma estufa a gás são maiores.

c) É possível adicionar a tecnologia de combustão de gás em uma estufa originalmente elétrica. Mas o investimento necessário representaria 55% custo de capital de uma estufa nova, cerca de US\$ 25.000,00 para a estufa analisada, cujo custo de capital é cerca de US\$ 45.000,00.

d) É possível produzir uma estufa com ambas as tecnologias, ou seja, funcionaria com gás ou energia elétrica. O custo de capital é similar ao custo de uma estufa a gás, cabendo aqui adicionar os itens elétricos que aumenta em 3% o custo final, totalizando US\$ 48.600,00 em um equipamento novo.

e) Para se estimar o consumo de gás de uma estufa, são utilizados os seguintes parâmetros: para o GLP o valor de PCS de 11.000 kcal/kg, sendo este um valor indicado por CORNER (2007) e para o GN o PCS de 9.400 kcal/Nm³, de acordo com COMGAS (2007) e de 8.400 kcal/Nm³, valor de PCS adotado pelo autor, conhecedor deste valor utilizado por especialistas em projetos de equipamentos a GN.

f) Alternativas como utilizar o GLP ou GN somente para a partida não é viável, pois o investimento necessário para a mudança recai na condição já descrita de 55% do custo de uma estufa nova.

g) Com relação ao aumento da eficiência da atual estufa analisada, vários pontos podem ser modificados:

i. Automação da estufa, com o propósito de reduzir a demanda exigida na partida, ou seja, fazer a partida acontecer no momento mais adequado ao início do uso efetivo da estufa (colocação da carga de peças). Entraria também a substituição dos contactores por tiristores, totalizando um custo de US\$14.000,00.

- iii. Alteração do procedimento utilizado na partida da estufa, onde não existe a necessidade de ser acionada a exaustão no primeiro momento. É obrigatório apenas o funcionamento da recirculação forçada, com a finalidade de evitar o superaquecimento das resistências e evitar uma possível combustão dos gases voláteis residuais.
- iv. Alteração do procedimento utilizado na partida da estufa, onde as portas de entrada e saída podem ser fechadas parcialmente e não deixadas abertas completamente, como foi constatado. O fechamento completo não é permitido, por razões de segurança. Mas o fechamento parcial adequado a cada tipo de produto que está sendo aquecido é possível e resulta em economia de energia. Obs.: as portas existentes possuem ajustes manuais de abertura e fechamento parcial.

4. RESULTADOS

4.1 Estufa na situação inicial:

Inicia-se o ensaio com a estufa desligada e na temperatura ambiente de 22°C. Instala-se o analisador de qualidade de energia no quadro de distribuição de energia elétrica dedicado à estufa. Liga-se a estufa, acionando todas as resistências, recirculação e exaustão ao mesmo tempo. No decorrer do tempo, registra-se as temperaturas dos bancos de resistências através dos termômetros existentes na própria estufa. Faz-se o levantamento da curva de aquecimento da estufa, juntamente com a análise da qualidade de energia. A integração utilizada no equipamento de medição foi de 15 minutos, simulando o medidor da concessionária. Na Figura 2, observa-se a queda da potência ao longo do tempo.

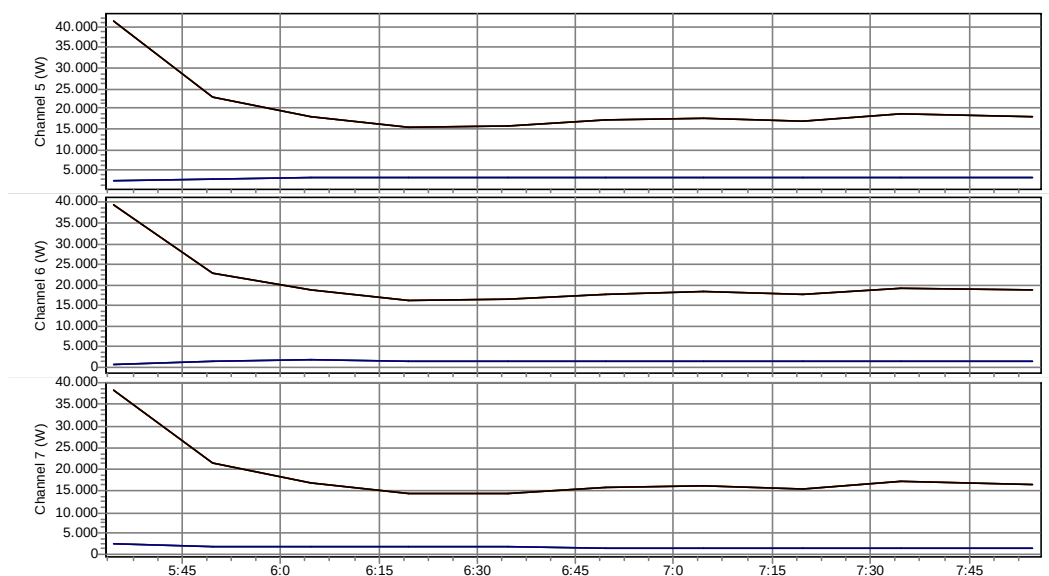


Figura 2 – Gráficos das potências [W] x tempo nas três fases [hora]

Na ordenada da Figura 2 tem-se a potência utilizada [W] em cada fase, medido pelo equipamento através dos canais 5, 6 e 7. Na abscissa tem-se o horário em que foram realizadas as medições, com intervalos de 15 minutos. A potência total da estufa é a somatória da potência das três fases. A alimentação da estufa é feita por uma instalação tipo estrela. As resistências funcionam on / off, ou seja, quando acionadas pelos respectivos contactores demandam potência máxima.

No início do ensaio constata-se que existe um pico de demanda, onde a potência total registrada é a soma de: 41.393 W + 39.353 W + 38.273 W, que resulta no valor de 119 kW.

Obs.1: Esta medida não atingiu o máximo de 168kW porque os bancos de resistências comandados por contactores ciclam durante os 15 minutos de integração da primeira medida. O fato das resistências começarem a ciclar nos primeiros 15 minutos, sendo que a estufa não estava operando em regime permanente, é um indicio de que a mesma está super dimensionada. Constata-se que o sistema de controle por contactores on / off, mesmo dividindo cada banco em duas partes, gera uma perda de energia, pois não permitem que a rampa de aquecimento seja uma rampa mais suave, evitando o pico de demanda ao ligar a estufa.

Obs.2: É possível ver em cada fase uma curva menor, com menos de 5.000 W cada uma. Estas curvas são da energia reativa produzida pela estufa convectiva.

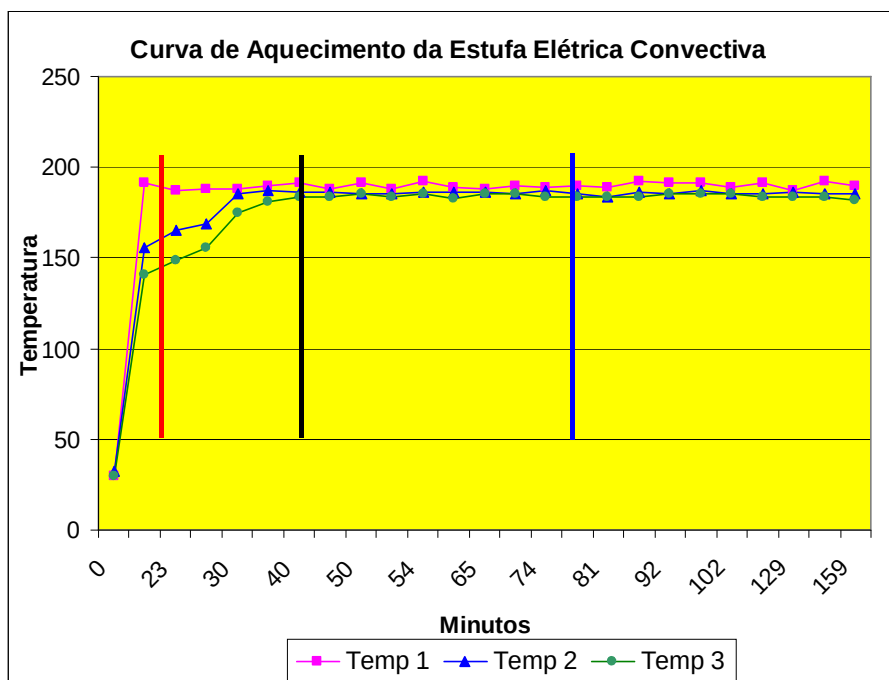


Figura 3 – Curva de aquecimento da estufa [°C] x o tempo [min]

O painel de controle de temperatura estava configurado para as temperaturas de 190°C, 180°C e 180°C nos bancos de resistências denominadas de Temp 1, 2 e 3; respectivamente. Pela Figura 3, constata-se que a temperatura do banco 1 atinge o regime permanente após cerca de 20 minutos (barra vermelha) de ligada a estufa. Os bancos 2 e 3, após os 40 minutos (barra preta). A carga a ser aquecida na estufa é introduzida após 80 minutos (barra azul).

Constata-se também que não houve mudança significativa das potências com a introdução dos produtos a serem aquecidos após os 80 min. A saída do primeiro produto aquecido da estufa ocorreu após 98 min (o tempo de passagem de cada peça pelo interior da estufa ocorre em 18 min). Neste período onde as potências estavam próximo de um regime permanente, as potências máximas e mínimas registradas foram:

Fase 1: de 16.917 W a 18.836 W (variação de 1.919 W);

Fase 2: de 17.637 W a 19.436 W (1.799 W);

Fase 3: de 15.657 W a 17.277 W (variação de 1.620 W).

A média em cada fase destes seis valores multiplicado por três resulta em 52,9 kW, que é a potência estimada da estufa quando opera em um regime próximo ao permanente.

4.2 Estufa com up grade elétrico:

A estufa recebe uma mudança tecnológica com relação a energia elétrica, com a automação e colocação de tiristores; totalizando os US\$14.000,00.

Repete-se o ensaio, desligando a exaustão, com as portas fechadas e com a metade do banco 1 desligado. A potência total registrada é a soma de: 28.872 W + 27.210 W + 25.791 W, que resulta no valor de 81,9 kW, ou seja, 31% de redução da demanda na partida da estufa, que antes atingia 119 kW.

Com duas horas de ensaio, as potências registradas somam: 16.894 W + 15.647 W + 15.059 W, que resulta no valor de 47,6 kW, ou seja, 10% de redução do valor original de 52,9 kW.

Na Figura 4 podemos ver que a rampa inicial ficou menos acentuada. Outro ponto interessante foi que o aumento da energia reativa foi discreto, frente à redução de demanda e consumo proporcionada.

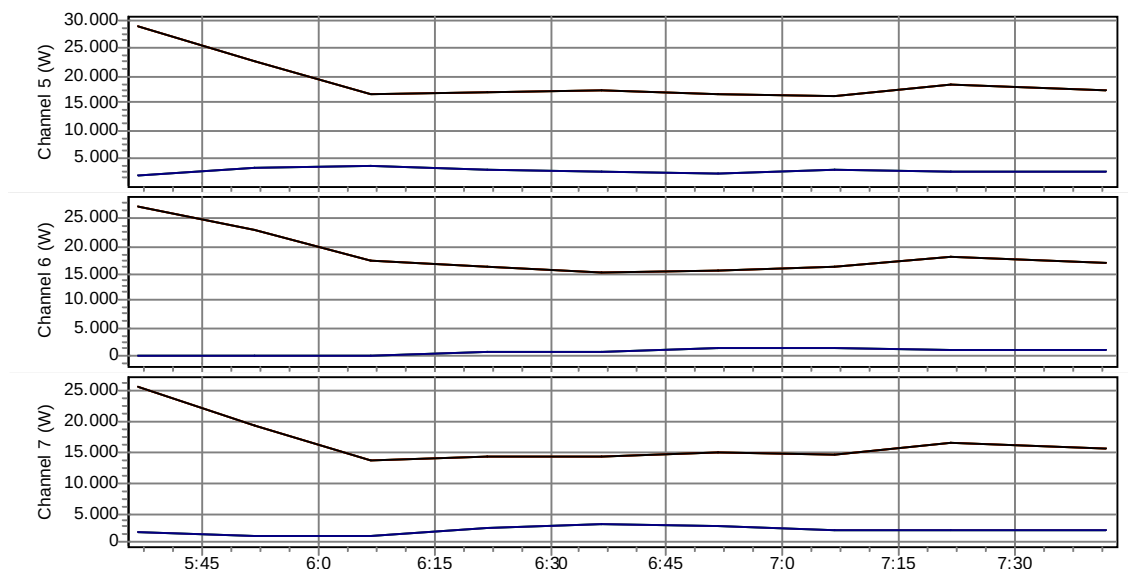


Figura 4 – Curva de aquecimento da estufa [°C] x o tempo [min] com alteração proposta

4.3 Análise Técnica, Econômica e Financeira das Opções Levantadas:

Dividimos aqui a análise em quatro grandes blocos:

- I) situação atual;
- II) mudança tecnológica da parte elétrica desta estufa analisada por tecnologia mais avançada;
- III) mudança tecnológica para combustão de gás.

Ao analisar os valores apresentados tem-se que confrontá-los com os preços teto praticados pelas concessionária dentro da área proposta.



Figura 5 – Mapa de distribuição das concessionárias de energia elétrica no Estado de São Paulo

Constata-se que no quadrilátero proposto encontra-se 5 concessionárias de energia elétrica, sendo elas: AES Eletropaulo, Bandeirantes, CPFL, Piratininga e Elektro. Ressalta-se que todas tinham as tarifas praticadas para clientes A4, B3, mas nem todas informam em seus sites os valores para A3, A2 e A1.

Na Figura 6 podemos ver que as concessionárias de gás natural da mesma área encontram-se a Comgás e a Gás Natural. Ressalta-se que apenas a Comgás tinha os valores das tarifas teto praticadas para o setor industrial.



Figura 6 – Mapa de distribuição das concessionárias de gás natural no Estado de São Paulo

Tendo como base as informações levantadas nos sites das distribuidoras, e tendo como base um valor de conversão de energia de gás natural para energia elétrica variando de uma relação de 1:1 até 1:0,5, tem-se os gráficos abaixo para energia elétrica e gás natural

Tabela 2: Valores Mensais (sem impostos) de equipamento utilizando 70 kW por 18h e 22 dias

dias/mês	kWh/m³	kWh/m³	kWh/m³	kWh/m³	kWh/m³	kWh/m³	kWh/m³
22	10,932	9,767	9,767	9,767	9,767	9,767	9,767
Rendimento	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Consumo (kWh)	27720	27720	27720	27720	27720	27720	27720
Volume (m³h)	2.535,7	2.838,1	3.153,5	3.547,7	4.054,5	4.730,2	5.676,3
Comgás							
Classe 5	4.393,35	4.917,39	5.463,77	6.146,74	7.024,84	8.195,65	9.834,78
Classe 6	2.866,49	3.208,40	3.564,89	4.010,50	4.583,43	5.347,34	6.416,80
Classe 7	2.016,54	2.257,07	2.507,85	2.821,33	3.224,38	3.761,78	4.514,13
Classe 8	1.903,10	2.130,11	2.366,78	2.662,63	3.043,01	3.550,18	4.260,21
Classe 9	1.801,06	2.015,89	2.239,88	2.519,86	2.879,85	3.359,82	4.031,78
Classe 10	1.724,57	1.930,27	2.144,75	2.412,84	2.757,53	3.217,12	3.860,55
Classe 11	1.690,70	1.892,37	2.102,63	2.365,46	2.703,39	3.153,95	3.784,74
ELEKTRO	10.279,96	9227,0759	8.174,19	8108,0048	8.041,82	7542,8787	7.043,94
PIRATININGA	9.118,49	8469,8964	7.821,30	7706,0795	7.590,86	7302,9201	7.014,98
BANDEIRANTES	8.978,23	7955,0912	6.931,95	6827,226	6.722,50	6452,3228	6.182,15
CPFL	8.461,53	8151,9522	7.842,37	7813,4133	7.784,45	7476,8841	7.169,32
ELETROPAULO	8.131,66	7697,3134	7.262,96	7155,3286	7.047,69	6943,3658	6.839,04

As informações da Tabela 2 foram obtidas das seguintes consultas: COMGÁS (2007), ELEKTRO (2007), PIRATININGA (2007), BANDEIRANTE (2007), CPFL (2007) e ELETROPAULO (2007).

Não foram encontradas informações a respeito das tarifas praticadas pela GÁS NATURAL (2007) em seu site. Mesmo encontrando as mesmas em CSPE (2007) o autor optou por não apresentá-la neste trabalho.

A tabela 2 mostra várias informações importantes, que auxiliam a entender a complexidade de se afirmar se uma mudança tecnológica é viável ou não.

Foi adotado o valor de PCS do GN apresentado em COMGÁS (2007), considerando uma taxa de conversão de 1:1, depois alterando o PCS pelo valor de 8.400 kcal/m³ e na sequência fixando-se o PCS neste último valor e variando a taxa de conversão de energia em 0,9; 0,8; 0,7; 0,6 e 0,5; ou seja, um equipamento a GN com um rendimento térmico de 50% em relação ao elétrico, utilizado como referência.

Os valores das tarifas elétricas variam significativamente dentro da mesma tarifa, se comparadas entre as concessionárias.

No GN, utilizando-se somente valores da COMGÁS (2007), temos faixas de consumo, onde a indústria que possuir maior consumo paga menos pelo metro cúbico.

Todas estas informações são visualizadas na Figura 7 a seguir:

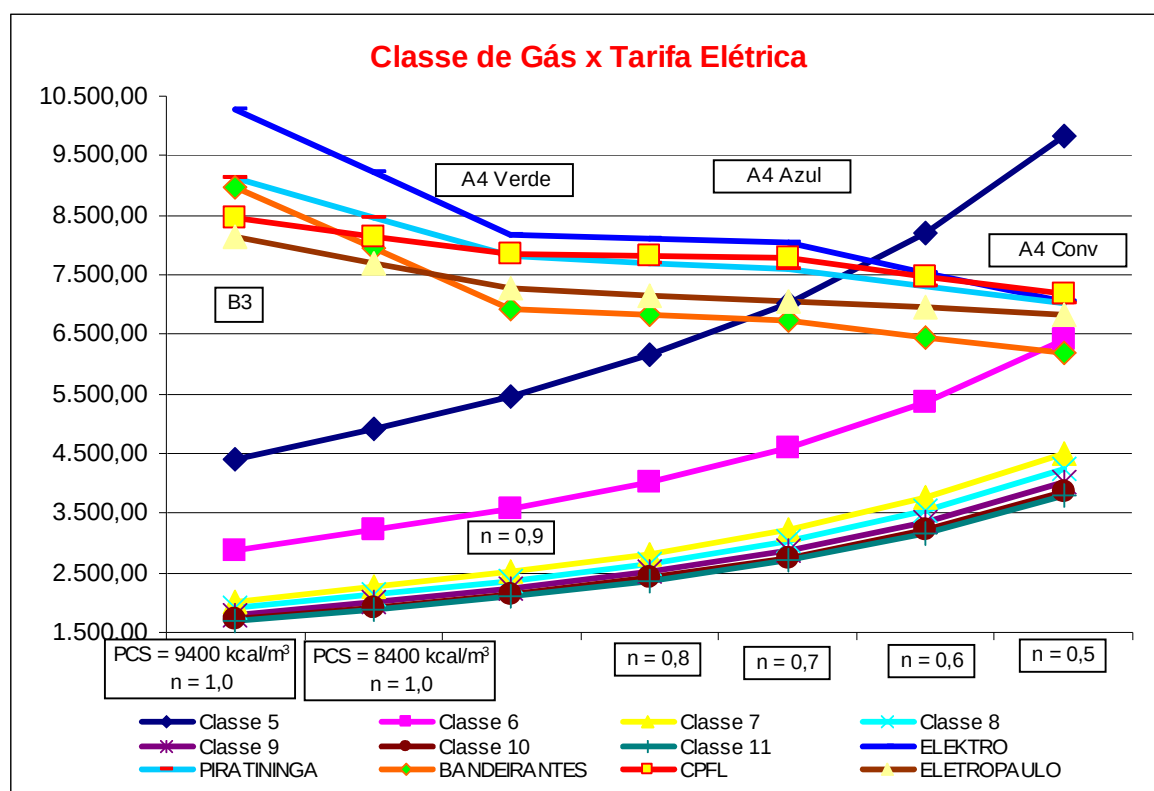


Figura 7 – Gráfico do custo mensal de energia elétrica e gás natural

Observa-se que a mudança tecnológica é possível se a indústria tiver tarifa B3 ou A4. Nestas condições, mesmo com uma taxa de conversão térmica baixa, o gás natural possui custo menor, exceto para baixos consumos. O mesmo ocorre com o GLP, em preços praticados de R\$ 2,00 / kg, segundo BRANCACCI (2007).

Para os cálculos da Tabela 2 e Figura 7 foram utilizados uma demanda fixa de 70 kW por 18 horas diárias e por 22 dias de um mês padrão.

O investimento necessário para a conversão é de US\$ 25.000,00 (ou R\$ 50.000,00). Considerando um custo médio de energia elétrica de R\$ 7.000,00 por mês de energia elétrica e um consumo de GN da faixa 6, com 90% de rendimento, traria um diferencial de cerca de R\$ 3.500,00 por mês, ou seja, teria um pay back de 14,3 meses.

A mesma situação, considerando agora um custo mensal de R\$ 10.500,00 com energia elétrica traria um diferencial de cerca de R\$ 7.000,00 por mês, onde o pay back seria de 7,1 meses.

A mesma situação para uma indústria que está com tarifa A3, ou A2 ou no mercado livre, não seria viável a mudança.

Considera-se as propostas feitas pelo fabricante, com um custo de capital de US\$ 14.000,00; para automação da estufa.

Para um consumo mensal de R\$ 7.000,00 (sendo 30% demanda e 70% consumo) a redução de 31% na demanda e 10% no consumo totaliza R\$ 1.141,00 de redução mensal, que tem um pay back de 24,5 meses.

A mesma situação para um consumidor B3, que tem um custo mensal de R\$ 10.500,00; onde só interessa o consumo, teria uma redução mensal de R\$ 1.050,00, que tem um pay back de 26,7 meses.

4.4 Co-geração:

Onde a co-geração entra para ganhar quando se fala em custos operacionais: em usuários que aproveitam o calor gerado pelos produtos da combustão e o. Indústrias fabricantes de refrigerante e cerveja.

Se não se tem uso para o CO₂ gerado, começa a afetar o cálculo de viabilidade da opção co-geração. Se o calor gerado também não puder ser utilizado, será impossível a viabilidade da co-geração.

No caso em questão existe a necessidade de calor, mas um calor seco, sem vapor de água. Os produtos da combustão não podem entrar em contato direto com o papel. Um trocador de calor deve ser utilizado para o aquecimento seco, mas isto faz com que o rendimento do equipamento seja baixo.

Desta forma, mesmo com tarifas menores para a co-geração, esta é inviável, se comparado a eficiência térmica total.

5. CONCLUSÃO

A estufa analisada, apesar de ser relativamente nova, não contém automação que lhe permite uma performance melhor. Considerando o custo de capital e de operação, constata-se que o de operação é preponderante.

A mudança tecnológica, ou acréscimo da tecnologia de combustão nem sempre compensa. Vários fatores influenciam nos cálculos, como a quantidade total de gás a ser consumida pela empresa, o poder de negociação com as concessionárias (utilizados os valores tetos, entretanto, no mercado industrial, descontos são praticados no gás e na energia elétrica). Existe a resistência por parte da empresa de mudar a tecnologia, sendo que o que se busca é acrescentar outra tecnologia para permitir flexibilidade de utilização de energéticos diferente e com isto aumentar o poder de negociação com as concessionárias.

Outro ponto de extrema relevância na viabilidade da mudança tecnológica é em qual tipo de tarifa elétrica e classe de consumo de GN que a indústria está, além do local físico, pois existem diferenças tarifárias consideráveis quando se tratam de concessionárias diferentes, para uma mesma banda tarifária. De qualquer modo, a mudança tecnológica só é viável se apresentar uma redução significativa nos custos mensais, fato que só é possível quando temos indústrias na tarifa B3 e A4.

A abordagem técnica enfatizando a situação atual versus a situação com possível modernização elétrica e a situação com a mudança tecnológica para o GN permite uma melhor relação de custo benefício para o empresário decidir.

Pela experiência deste caso, constata-se que o empresário está muito reticente em mudar de tecnologia, principalmente por ao GN, devido aos acontecimentos com a Bolívia e a tendência de aumento dos preços. O empresário busca o mesmo que se busca em um carro, ou seja, o flex fuel, ou traduzindo para este caso, o flex energetic.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao fabricante do equipamento (Anpraco) pelas informações e à Sofape por permitir a divulgação deste trabalho. Os auxílio e informações do Fernando Corner e Josemar Brancacci.

Agradecemos a ANP, pelo patrocínio, sem o qual não seria possível a realização do mesmo.

7. REFERÊNCIAS

AES ELETROPAULO (2007). Site da AES Eletropaulo, consulta feita em 16/05/2007, no <http://www.eletropaulo.com.br>

BANDEIRANTE (2007). Site da Bandeirante, consulta feita em 16/05/2007, no <http://www.bandeirante.com.br>

BRANCACCI, J. (2007). Entrevista realizada em 28/05/2007, com sócio proprietário da Orbitek, que comercializa equipamentos Robur (bomba de calor a gás associada a refrigeração por absorção), em projetos implantados conjuntamente com a Ultragaz.

COMGÁS (2007), Companhia de Gás de São Paulo. Site da Comgás, consulta feita em 24/05/2007, no www.comgas.com.br.

CORNER, F. P. (2007). Entrevista realizada em 06/06/2007, com especialista em combustão de GLP, consultor da Krona, que atualmente trabalha para o grupo Ultragaz.

CSPE (2007). Site da CSPE, consulta feita em 24/05/2007, no <http://www.cspe.sp.gov.br>

CPFL (2007). Site da CPFL, consulta feita em 16/05/2007, no <http://www.cpfl.com.br>

ELEKTRO (2007). Site da Elektro, consulta feita em 16/05/2007, no <http://www.elektro.com.br>

FERNANDES, F.; SANTOS, E. M. “*Reflexões sobre a história da matriz energética brasileira e sua importância para a definição de novas estratégias para o gás*”. Artigo apresentado no Rio Oil&Gas, outubro/2004.

FERNANDES, F.; SANTOS, E. M. “Situação de Oferta e Demanda de Gás Natural no Cone Sul”. Artigo apresentado no X CBE, outubro/2004.

GÁS NATURAL(2007). Site da Gás Natural, consulta feita em 24/05/2007, no <http://www.gasnaturalsps.com.br>

PIRATININGA (2007). Site da Piratininga, consulta feita em 16/05/2007, no <http://www.cpflpiratininga.com.br>

SANTOS, E. M.; *Energia, gás natural & sustentabilidade*. Tese de livre docência, 2004.

TECHNOLOGICAL CHANGES FROM ELECTRIC MACHINES TO NATURAL GAS: ONE CASE STUDY

ABSTRACT:

The most efficient and of low cost form to expand the natural gas consumption (NG) in Brazil is to intensify its use in the industrial sector, using to advantage the current customers of the concessionaries, nowadays the entrepreneur are with a big distrust to opt to the (NG) after the adopted politics from the Bolivian government and the acceptance of the increase of price negotiated in a negative way.

The entrance of the natural in our energy matrix is superficial, mainly in industrial sector; in an other words the (NG) dislocated energy that uses combustion as energy source: combustible oil, diesel and liquefied petroleum gas (LPG).

Our industries, developed in a time that the electric energy had a low price, it had been indirectly forced to direct its productive processes for the use of the electric energy; the only way to low down the high investments of the government in hydroelectric. On this way, there is a great potential of substitution of the electric energy in the industrial sector, specially when the final use is to get heat or vapor generation, trough the direct burn of (NG) or trough the co-generation.

This Article analyses the technological change of industrial electric equipments to others that uses natural gas (NG).

It analyses the kind of final use that the substitution is possible and viable under the economic and financial point of view. On this way, makes a research of the different electric energy tariffs and natural gas tariffs used by the concessionaries in the region of the great São Paulo and neighboring cities inside of the quadrilateral between: Campinas, Sorocaba, São José dos Campos and Santos.

The research gets characteristics of the productive processes, bringing information about the substitution proposal.

It also gets an economic and financial evaluation of a real case, to exercise the proposed boarding on this technical article. On this study of case, it analyses the electric equipment performance to compare with a electric option modernization and with a technological substitution to natural gas.

It finalizes with an economic and financial comparison between the direct burn option of the (NG) and the co-generation.

Natural Gas-1, Electrictherm -2, Technological Change -3.

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.