

LIQUIGÁS



PRÊMIO GLP DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA
EDIÇÃO 2019



prêmio GLP
DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

**TÍTULO: EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA NO USO DO GLP COMO
FATOR DE REDUÇÃO NO IMPACTO AMBIENTAL**

CATEGORIA: MEIO AMBIENTE

**PRÊMIO GLP DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA
EDIÇÃO 2019**

**TÍTULO: EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA NO USO DO GLP COMO
FATOR DE REDUÇÃO NO IMPACTO AMBIENTAL**

CATEGORIA: MEIO AMBIENTE

Autores:

Adilson Heck
Alexandre Vasconcelos Rodrigues
Alyne Freitas da Silva
Elcio Augusto da Rocha Sarti
Marcos Antonio dos Santos

SUMÁRIO

1	Problema	5
2	Objetivos.....	7
3	Materiais e métodos	8
3.1	Análise térmica: defina os componentes de massa	8
3.2	Medição da energia dos componentes de massa e comparação	9
3.3	Estudo de viabilidade	9
3.4	Aplicação das estratégias	10
4	Estudo de caso: secagem de cloreto de sódio	10
4.1	Medições e análises.....	11
5	Sugestões de intervenções	14
5.1	Combater as infiltrações de ar.	14
5.2	Aumentar a desintegração do sal na sua admissão no secador	14
5.3	Uniformizar a distribuição do cloreto de sódio na alimentação do secador.....	14
5.4	Recirculação no peneirador	14
5.5	Modificação a malha de controle.....	15
5.6	Padronização da umidade de entrada e saída do cloreto de sódio.....	15
6	Resultados do estudo de caso.....	16
6.1	Substituição de dutos e desobstrução de fluxo de ar quente para o secador ..	16
6.2	Substituição moinho de martelo para o secador	16
6.3	Padronização do fluxo de alimentação contínua de cloreto de sódio úmido	16
6.4	Padronização da umidade máxima de entrada (3,5%)	16
7	Conclusão.....	17
8	Bibliografia	18

Histórico Liquigás

Liquigás Distribuidora S.A. é uma sociedade anônima de capital fechado que atua no engarrafamento, distribuição e comercialização de Gás Liquefeito de Petróleo, também conhecido como GLP. Está presente em 23 estados brasileiros (exceto Amazonas, Acre e Roraima), o que representa uma ampla cobertura nacional e constitui uma vantagem competitiva da Empresa.

A Liquigás, fundada em 1953, foi adquirida pela Petrobras Distribuidora S.A. (BR) em agosto de 2004 e, em novembro de 2012, após uma reorganização societária, passou a ser subsidiária direta da Petrobras S.A. Desde a integração ao Sistema Petrobras, a Liquigás consolidou sua liderança no mercado de botijões de 13 kg - os mais usados em residências para o cozimento de alimentos e sua posição como uma das maiores distribuidoras de GLP no país. Conta atualmente com 3250 funcionários.

Atende mensalmente mais de 35 milhões de consumidores residenciais, com soluções que abrangem desde variados tamanhos de embalagens, como os botijões de 8 e 13 kg, para o gás de uso doméstico (Área de GLP Envasado) até o fornecimento de produtos e serviços sob medida aos mais diversos setores da indústria, comércio, agricultura, pecuária, aviários, condomínios, hotéis, entre outros (Área de GLP Granel).

A Liquigás conta com 23 Centros Operativos, 19 Depósitos, 1 Base de Armazenagem e Carregamento rododiferroviário, 4 unidades de envasamento em terceiros e uma rede com aproximadamente 4.800 revendedores autorizados, além de sua Sede, na cidade de São Paulo (SP).



Figura 1 - Centro Operativo de Capuava – Fonte: Liquigás Distribuidora S.A

1 Problema

O somatório das emissões de CO₂ mundiais tem sido discutido mundialmente e, apesar de ser um tema controverso no mundo científico, todos cientistas têm a mesma opinião de que o incremento dos níveis de emissão tem um efeito de aquecimento global e outros efeitos negativos de desequilíbrio no ecossistema terrestre, sejam estes incrementos causados pelo homem ou por processos da própria natureza terrestre. A atividade humana mundial emite hoje cerca de 26 bilhões de toneladas de CO₂ por ano, sendo maior nos países desenvolvidos, mais de 10 ton por habitante e menor nos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, menos de uma tonelada por habitante.

Bill Gates, fundador da Microsoft, e hoje como filantropo, expôs uma equação simples de quatro fatores para entender o somatório das emissões de CO₂ causadas pela atividade humana, mostrada abaixo.

$$\Sigma \text{CO}_2 = P \times S \times E \times C \quad (1)$$

Onde: P = número de habitantes

S = número médio de serviços que cada habitante usa

E = energia média utilizada para cada serviço

C = o número de CO₂ emitido por unidade de energia

Para zerar as emissões, segundo Bill Gates, ideia seria zerar qualquer daqueles quatro fatores, e o mais provável seria o fator C, através de energias oriundas de fontes não combustíveis, tais como solar, eólica, hidrelétrica, nuclear e outras. Apesar de já estar em curso a utilização destas energias, qual seria uma possível contribuição para redução do fator C num curto prazo, e com relativo baixo investimento?

A resposta passa em efficientizar o fator E, a energia média utilizada em cada serviço e checar se o fator C, o CO₂ emitido por unidade de energia são os mínimos possíveis para aquele processo energético.

Na tabela 1 abaixo, podemos estimar o CO₂ emitido por unidade energia na combustão do GLP, de acordo com algumas condições impostas por um processo industrial real, tais como um fornecimento de excesso de ar de 10% acima da condição dita estequiométrica e temperatura efetiva de chama de 1.400°C. A emissão estimada é de 2,03 kg de CO₂ por cada giga joules ou 7,3 kg de CO₂ por MWh de energia térmica fornecida pelo GLP. Outros poluentes CO e NO são insignificantes.

Tabela 1 – Componentes estimados dos produtos de combustão do GLP, 50% propano, 50% butano, calculados pelo software TPEQUIL. Fonte: Turns (adaptado)

Combustão de GLP, 50% Propano, 50% Butano. Excesso de ar (seco): 10%. Temperatura de chama: 1.400°C	
Componentes dos efluentes gasosos	Emissão de CO ₂ por unidade de energia (kg CO ₂ / GJ de GLP)
H	$2,14 \times 10^{-7}$
O	$3,20 \times 10^{-5}$
N	$1,89 \times 10^{-11}$
H ₂	$1,46 \times 10^{-5}$
OH	$1,43 \times 10^{-3}$
CO	$5,27 \times 10^{-4}$
NO	0,01
O ₂	0,23
H ₂ O	1,07
CO ₂	2,03
N ₂	8,76

Neste trabalho é demonstrado como uma distribuidora de GLP pode ter um importante papel nesta redução, levando aos seus clientes uma forma de verificar e eficientizar a excelente energia do GLP utilizada nos seus processos produtivos, e para isso utilizaremos um exemplo de secagem de cloreto de sódio estudado pela Liquigás Distribuidora.

2 Objetivos

Apresentar um estudo de caso de consultoria de eficiência energética realizada pela Liquigás e como estas ações impactaram na redução de emissões de efluentes gasosos.

3 Materiais e métodos

Para a realização deste trabalho foram utilizados equipamentos que estão descritos nas Figura 2.



Figura 2 – Instrumentos utilizados neste estudo. Fonte: O autor

Os métodos utilizados estão descritos a seguir e o são considerados eficazes para qualquer escala de taxa de produção e complexidade de equipamentos. Os procedimentos aqui apresentados se limitaram àqueles operacionais, estratégias de controle e pequenas modificações de equipamentos que não exigem grande investimento de capital.

3.1 Análise térmica: defina os componentes de massa

Um modelo eficaz para avaliar o consumo de energia térmica requer a definição das categorias de materiais que sofrem alterações de temperatura ou fase à medida que se movem pelo processo. Para a maioria das análises, é suficiente generalizar os componentes das taxas totais de massa em categorias gerais. O cloreto de sódio será a massa generalizada como “sólido”. Generalizaremos também os componentes gasosos não aquosos, como os produtos de combustão, como “ar”. “Vapor de água” será o

componente aquoso presente no ar e “água” será o componente aquoso presente no “sólido”, que será objeto de redução neste processo de secagem.

Para componentes de massa que estão mudando de temperatura, a entrada de energia necessária é o produto da taxa de massa do material, a mudança de temperatura positiva do material e o valor de calor específico do material. Para o componente de massa que sofre uma mudança de fase (evaporação da água), a energia necessária é o produto da taxa de massa do material e do calor latente de vaporização.

3.2 Medição da energia dos componentes de massa e comparação

Usar os componentes do método de massa é valioso para comparar as eficiências derivadas da instrumentação de fluxo de combustível.

Devem ser procuradas causas de consumos de energia encontrados próximo ou abaixo do calor latente de vaporização de água ou consumos de energia muito altos além de descargas de efluentes muito aquecidos.

É útil entender como a eficiência de energia operacional do equipamento se compara à de configurações de equipamentos semelhantes em todo o setor. Embora cada fábrica tenha diferentes fatores limitantes de desempenho, o benchmarking e a literatura especializada podem fornecer um indicador antecipado da escala de oportunidades de redução de energia, ficando mais claro quando há um amplo conjunto de dados de processos semelhantes para realizar as comparações

A análise deve gerar uma planilha, mostrando como o consumo de energia para vários componentes de massa, e como a eficiência energética como um todo, se compara a eficiências derivadas por outros métodos de secagem e contra os padrões da indústria.

3.3 Estudo de viabilidade

Uma vez que o consumo de energia relacionado a cada componente de massa foi estimado, é possível realizar hipóteses dos custos e benefícios para reduzir a energia

aportada reduzindo o grau de aumento de temperatura ou reduzindo a taxa de massa ao longo do processo, trabalhando em itens isolados ou de forma mais ampla.

Os custos estão associados à implementação de equipamentos e tecnologia e custos menos tangíveis relacionados à manutenção de equipamentos, ajustes e facilidade de operação, além risco à qualidade do produto. Assim, algumas maneiras pelas quais o consumo de energia pode ser reduzido podem estar ligadas a melhoria de controles eletromecânicos ou ajustes do processo que visam reduzir o ΔT ou reduzir a taxa de massa, avaliando estas categorias quanto a custo e complexidade versus retorno para definição de uma estratégia geral.

3.4 Aplicação das estratégias

A partir do estudo de viabilidade leva até a determinação de uma estratégia generalizada para redução de energia a fim de atender aos requisitos crescentes de redução de emissões de carbono e permanecer competitivo em termos de custo. Este é um processo de tomada de decisão linear que requer um nível moderado de proficiência termodinâmica e o emprego de boas práticas de medição.

Cada aplicação de estratégia terá um conjunto diferente de desafios relacionados à configuração e à capacidade da máquina, além de fatores que afetam a qualidade do produto e a comercialização em um mercado específico.

4 Estudo de caso: secagem de cloreto de sódio

O estudo de caso a seguir foi selecionado, pois é um exemplo relativamente simples aplicado a um processo industrial de secagem de cloreto de sódio, e traduz uma estratégia geral em iniciativas específicas que demonstram o valor da redução energética e de suas emissões de CO₂.

São criadas então generalizações para simplificar a visão geral e realizar as observações das interações entre o GLP, os equipamentos e o processo, neste caso, uma secagem. Na Figura 3 está configurada uma generalização da energia aportada pelo GLP e seu efluentes gasosos.

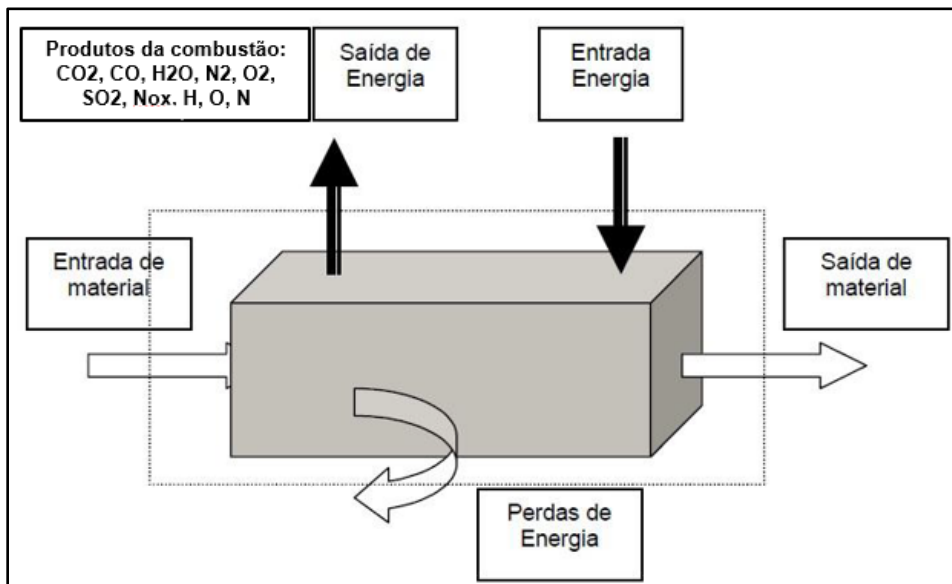


Figura 3 – Generalização da energia do GLP num processo. Fonte: Wagner Branco (adaptado)

4.1 Medições e análises

Na Figura 4, é observado uma visão esquemática do processo do estudo de caso, com os pontos medição realizados. Na Gráfico 1, verifica-se a visão geral da distribuição percentual das energias consumidas pelos fluxos de massa.

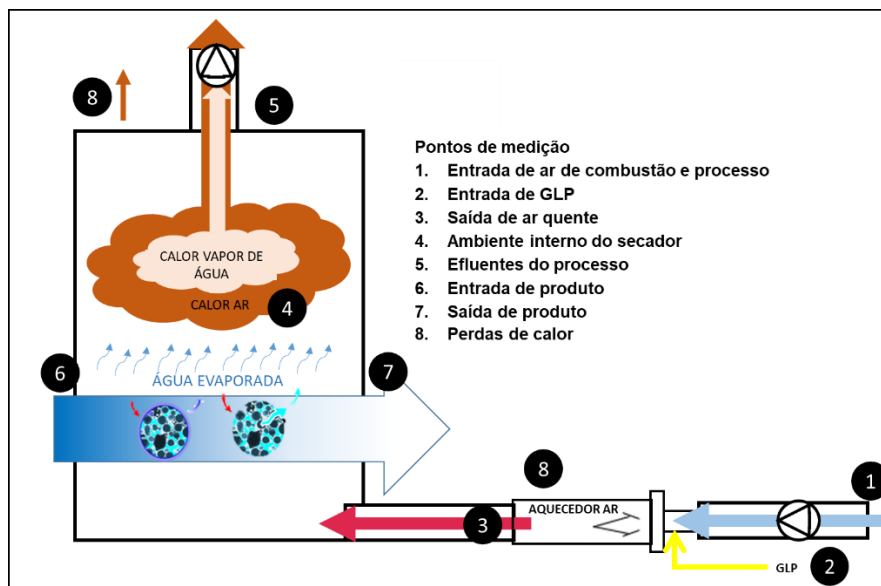


Figura 4 – Visão esquemática da secagem de cloreto sódio. Fonte: Neumann (adaptado)

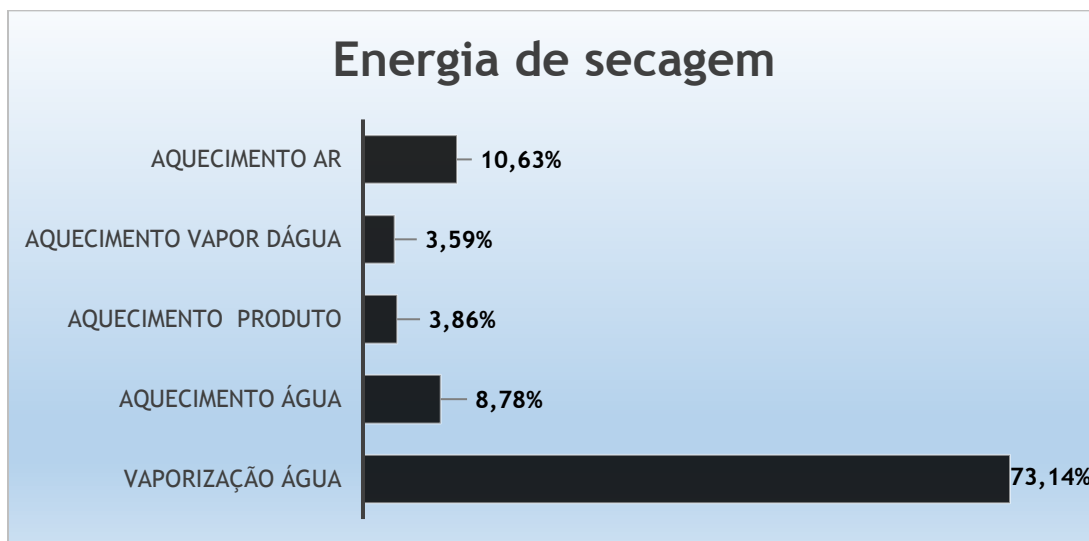


Gráfico 1 – Distribuição das energias nos fluxos de massa. Fonte: Neumann (adaptado)

Na Figura 5, observa-se a oscilação de temperaturas no secador, resultado de uma homogeneização ineficiente no ambiente interno do secador.

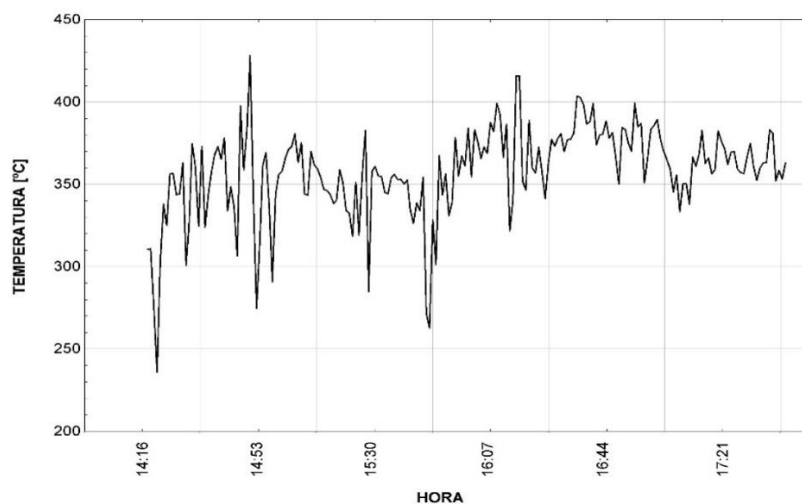


Figura 5 – Oscilação de temperaturas no secador. Fonte: Liquigás Distribuidora

Foram realizadas análises de fuga e infiltrações de ar no processo. O resultado está demonstrado na Figura 6. Foi encontrada uma imposição de infiltração de ar frio indesejado de 68%.

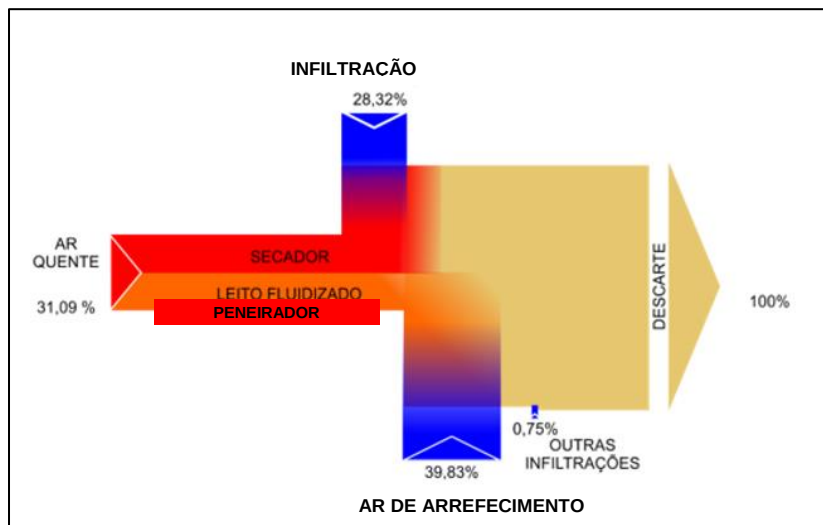


Figura 6 – Estudo das infiltrações de ar no processo de secagem. Fonte: Liquigás Distribuidora

Em relação ao isolamento térmico, foram aferidas as perdas por isolamento no secador. Na Figura 7 é demonstrada uma das fotos térmicas que foram utilizadas na aferição.

As fotos térmica revelaram a necessidade de isolamento a ser instalado no secador e dutos de ar quente.

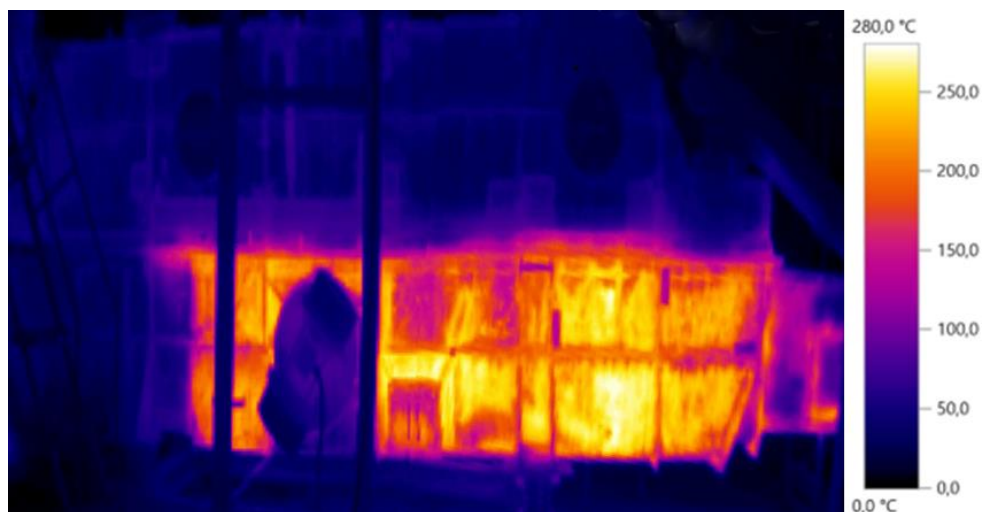


Figura 7 – Perfil térmico de um dos equipamentos de secagem analisado. Fonte: Liquigás Distribuidora

5 Sugestões de intervenções

Após as medições e análises, algumas intervenções com vistas ao aumento da eficiência do processo foram sugeridas:

5.1 Combater as infiltrações de ar.

A infiltração total impõe uma vazão 68% no sistema. Além da perda térmica, deve-se considerar o custo com energia elétrica para a movimentação deste excesso de ar.

5.2 Aumentar a desintegração do sal na sua admissão no secador

Essa ação poderá melhorar a capacidade de transporte pneumático do ar de secagem e sua homogeneização com o cloreto de sódio.

5.3 Uniformizar a distribuição do cloreto de sódio na alimentação do secador.

Uma distribuição não uniforme pode gerar uma linha de corrente mais fria e dessa forma reduzir a capacidade de produção do secador.

5.4 Recirculação no peneirador

Constatou-se que 51,5% da energia gasta no sistema é destinada para o arrefecimento controlado do cloreto de sódio. Portanto, a realização da recirculação de gases quentes rejeitados aumentarão a disponibilidade de energia para o secador.

5.5 Modificação a malha de controle

A malha atual não é capaz de perceber paradas ou flutuações de processo. Seu único objetivo é manter a temperatura dos gases quentes constantes. Uma nova malha deverá ser realizada com um recurso para gestão do controlador de vazão de GLP, atuando sobre ele nas flutuações operacionais.

5.6 Padronização da umidade de entrada e saída do cloreto de sódio

A padronização da umidade entrada, entregará uma produção uniforme e poderão ser verificadas outras variáveis de processo que impactam na produtividade

5.7 Isolamento térmico: aplicação e manutenção

Aplicar isolamento térmico nos dutos de condução de gases quentes reduzirá a conta mensal de GLP e de suas emissões. A determinação da espessura ótima do isolamento exige uma análise das transferências de calor e econômica, que podem ser tediosas e demoradas. Mas a seleção pode ser feita em poucos minutos utilizando o software encontrado no site da ABRALISO, Associação Brasileira dos Fabricantes de Lãs Isolantes, onde encontra-se outras informações sobre como estudar a espessura econômica de isolamento térmico.

Na Figura 8 é mostrada uma relação entre a espessura de isolamento e o custo de perda de energia, sintetizando a espessura econômica de isolamento.

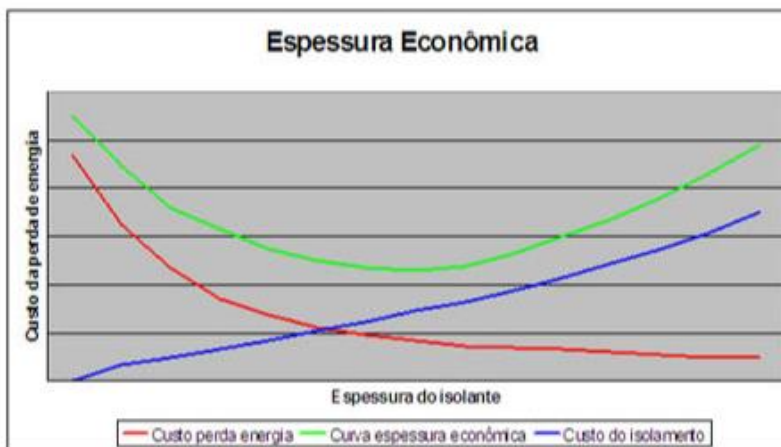


Figura 8 - Espessura econômica de isolamento. Fonte: ABRALISO

6 Resultados do estudo de caso

Das ações sugeridas, aquelas de implantação imediata foram realizadas e verificaram-se os resultados abaixo

- 6.1 Substituição de dutos e desobstrução de fluxo de ar quente para o secador
- 6.2 Substituição moinho de martelo para o secador
- 6.3 Padronização do fluxo de alimentação contínua de cloreto de sódio úmido
- 6.4 Padronização da umidade máxima de entrada (3,5%)

Apenas ações acima resultaram em economia de GLP na ordem de 31%. Este resultado teve como consequência a redução de 26 ton de CO₂ anuais.

Podemos esperar que se implantando as demais ações poderemos ter maior redução de CO₂ para este estudo de caso.

7 Conclusão

Ao apresentar um estudo de caso relativamente simples foi demonstrado como uma distribuidora de GLP pode ter um importante papel na implantação de um serviço de eficiência termo-energética e redução de emissões de CO₂ em clientes de sua carteira. O estudo de caso utilizado serve então como base para implantação de um serviço estruturado de eficiência energética e cria alternativas para a melhor utilização do GLP na contribuição de um menor impacto ambiental, trabalhando no fator da produção de energia térmica para diversos processos.

8 Bibliografia

- [1]. Kil et al, Seleção de secadores: fluxograma, Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, edição 191. v.9, n.2, p.179-202, 2007
- [2]. Van't Land C.M., Industrial Drying Equipment: selection and application, Marcel Dekker Inc., p.19-39, 1991
- [4]. Munjumdar, A. S., Handbook Industrial Drying, 3rd edition, Taylor & France Group, LLC, p. 2006
- [5] Çengel, Yunus A., Transferência de calor e massa : uma abordagem prática I; tradução Luiz Felipe Mendes de Moura ; revisão técnica Kamal A. R. Ismail. --São Paulo: McGraw-Hill, 2009
- [6]. ASHRAE, Fundamentals. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 2017.
- [7] MOLLER J. T., FREDSTED S., A primer on Spray Drying, Chemical Engineering Journal, November 2009.
- [8] DE PÁDUA, T.F., BÉTTEGA, R. AND FREIRE, J.T. - Gas-Solid Flow Behavior in a Pneumatic Conveying - System for Drying Applications: Coarse Particles Feeding with a Venturi Device. Advances in Chemical Engineering and Science, 2015.
- [9] – KEMP. I. C., OAKLEY D. E., BAHU. R. E., Computacional fluid dynamics modelling of vertical pneumatic conveying dryers, Powder Technologies, 1991.
- [10] – SATTler K., FEINDT H. J., Thermal Separation Process, Principles and design, VCH, Germany, 1995.
- [11] TURNS, STEPHEN R., Introdução à combustão: conceitos e aplicações, 3ª ed., AMGH Editora Ltda. Porto Alegre, Brasil, 2013
- [12] BRANCO, WAGNER, Eficiência em processos de combustão de gases, Treinamento, Recife, Brasil, 2012
- [13] NEUMANN, DUSTIN, Maximising plant efficiency - An analytical approach to prioritising and implementing energy-saving initiatives, Global Gypsum Articles, art. 684, 2013
- [14] GATES, BILL, Inovating to zero, disponível em <https://www.ted.com/talks/bill_gates?language=pt-br>, acessado em setembro de 2019
- [15] ABRALISO, Associação Brasileira dos Fabricantes de Lãs Isolantes, disponível em <<http://www.abraliso.org.br/calculos.html>>, acessado em setembro de 2019