

GESTÃO DE RECURSOS ENERGÉTICOS EM UM EMPREENDIMENTO DO SETOR DE PANIFICAÇÃO

Marilaine Geier Assunção

IFRS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, *Campus Sertão*. Estudante de graduação do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental.

Joviane Salvador, Vanderlei Rodrigo Bettiol

Email do Autor Principal: marilainegeier@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho corresponde a um estudo efetuado em uma panificadora que utiliza como fontes energéticas a energia elétrica, gás GLP e lenha de eucalipto, a fim de mensurar os gastos e propor alternativas mais econômicas. Foram realizados cálculos de emissões de CO² para todas as fontes de energia utilizadas. Constatou-se que o maior gasto em Reais por mês refere-se à energia elétrica, com R\$ 1.456,59. A maior emissão de CO² foi verificada nas emissões pela lenha, com 2.959,31 kg de carbono mensais. Foram propostas como alternativas para redução de energia elétrica a troca das lâmpadas incandescentes pelas econômicas, o investimento em um sistema de aquecimento solar para aquecimento de água, em substituição à torneira elétrica e a troca do ventilador de teto por outro ventilador de haste, mais econômico. Calcula-se uma redução de 316,1 kWh por mês com estas mudanças. O sistema de aquecimento solar tem seu valor ressarcido em 18,7 meses. Para o gás GLP, a alternativa econômica seria a utilização de lenha de eucalipto, porém, as emissões de carbono sofreriam forte acréscimo. Para a lenha, não foram propostas alternativas econômicas.

PALAVRAS-CHAVE: Panificadora, energias alternativas, gestão ambiental, gestão energética

INTRODUÇÃO

Entende-se por Energia a capacidade de realizar um trabalho, sendo parte de sua propriedade a transformação. Assim, a principal utilidade da oferta de energia é atender às necessidades da sociedade, movimentando a indústria e os demais setores econômicos que envolvem um país. Por isso, a economia está sempre relacionada ao uso de energias.

Sabe-se que as empresas estão investindo cada vez mais em tecnologias limpas, educação, informação e campanhas de conscientização buscando um uso mais consciente de matéria prima e energia o que estimula seu crescimento sem comprometer o meio ambiente. Porém, muitos colaboradores e administradores não têm ideia da quantidade de energia usada nas atividades, e assim sentem dificuldade de relacionar o custo com os impactos ao meio ambiente, mesmo através dos processos informativos (Dias, *et al* 2005). Em parte, esse tipo de comportamento pode ser explicado como uma consequência da “invisibilidade da energia”, ou seja, o uso da energia não é reconhecido como uma mercadoria adquirida, usada e descartada.

Para utilizar a energia elétrica racionalmente são necessárias algumas mudanças, além de um conjunto de ações e esforços que resultem numa grande diferença para o bolso. DUTRA, *et. al.* (2012) Afirma que após estudo feito em universidade foi comprovado que o uso consciente seguido de boas maneiras pode reduzir o consumo de energia.

Selecionar os equipamentos adequados e utilizá-los de maneira correta são os fatores mais importantes na busca pela eficiência. Ações visando à sensibilização de consumidores para o uso racional da energia em todos os setores, principalmente, no empresarial, podem possibilitar às indústrias de panificação, especialmente àquelas de menor porte, novas oportunidades representadas em opções por modernas técnicas de utilização de fontes energéticas.

A racionalidade do uso poderá decorrer dessa combinação como o forno, por exemplo, é um dos equipamentos mais importantes em uma indústria de panificação. Este trabalho se propõe a ajudar o setor de panificação que

produz e comercializa pães e produtos de confeitaria, na cidade de Getúlio Vargas - Rio Grande do Sul, a encontrar a sua racionalidade. Para atingir este fim é importante conhecer o perfil dos energéticos disponíveis, de forma que o tipo de fonte a ser utilizada para geração de calor em seus fornos tenha como referencial o desenvolvimento econômico da empresa, sem esquecer os fatores de ordem técnica e ambiental.

1. OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho é identificar a melhor opção energética a ser economicamente recomendada para emprego na geração de calor em fornos e equipamentos da indústria de panificação (Padaria) que produz e comercializa pães e produtos de confeitaria na cidade de Getúlio Vargas - RS, que a decisão tenha reflexos positivos não só na área econômica e técnica, mas também que contribua para a manutenção da proteção ao meio ambiente, com a diminuição de emissões de carbono na atmosfera.

2. METODOLOGIA

No que diz respeito à metodologia, utilizou-se a seguinte estratégia de ação:

1º) Efetuou-se um levantamento bibliográfico detalhado, baseando-se em textos especializados, centrados nas três diferentes alternativas energéticas (lenha, eletricidade e gás), sugeridas para fornos e equipamentos de indústrias de panificação que produzem e comercializam pães e produtos de confeitaria;

2º) Visitou-se o estabelecimento de panificação com o intuito de identificar, no local, as alternativas energéticas utilizadas e as razões de cada uma dessas adoções;

3º) Estabeleceu-se um processo de análise quantitativa de equipamentos atualmente utilizados energeticamente (elétricos, gás e lenha), tendo como referência parâmetros econômicos, técnicos e ambientais;

4º) Estabeleceu-se uma recomendação técnica, tendo como base as análises dos dados levantados e comparados, para a adoção da melhor alternativa energética para uso nos fornos e equipamentos da indústria traduzida em benefícios não só econômicos, mas também em técnicos e ambientais.

3. DADOS OBTIDOS

3.1. LEVANTAMENTO DE DADOS BÁSICOS DA EMPRESA

A realização de visitas técnicas ao estabelecimento de panificação permitiu elaborar um diagnóstico médio do empreendimento, cujos dados são expressos a seguir:

Tabela 1. Diagnóstico da empresa mostrando número de funcionários, área construída, dias e horas em média de trabalho - Fonte: os autores.

Item	Quantidade. (média)
Número de Funcionários	8,0
Área Construída (m ²)	392,0
Dias/mês de Operação	26,0
Horas/dia de Operação	19

3.2. TIPOS DE ENERGÉTICOS/CUSTOS

Tomando como referência informações técnicas fornecidas pelo proprietário para os três tipos de energéticos (eletricidade, gás GLP e lenha), em fornos mais utilizados pela indústria do ramo, em seus fornos, com um desmanche diário de 4,0 sacos de farinha de trigo de 50,0 kg, correspondentes à produção média de 4.000 unidades de pães do tipo francês de 50,0 gramas, trabalhando 26 dias por mês, 19 horas por dia, os custos operacionais apresentariam, em reais, os seguintes valores:

Tabela 2. Tipos energéticos utilizados, respectivos custos unitários e médias de custos mensais – Fonte: os autores.

Tipo de Energético	Consumo médio Mensal	Unidade de Preço (R\$)	Custo Mensal (R\$)
Eletricidade	2511,4 kWh	0,58 / kWh	1.456,59
Gás GLP	18,28 m ³	7,9156 / m ³	144,77
Lenha	11,84 m ³	50,00 / m ³	591,86

3.3. CARACTERÍSTICAS DOS ENERGÉTICOS ESTUDADOS

Verificou-se que a empresa vem utilizando os mesmos tipos de equipamentos há muitos anos, sem realizar estudos técnicos de gestão energética. A decisão sobre a escolha do tipo de energético utilizado individualmente tem sido tomada sem um estudo prévio dos gastos. Esta ausência de análise motivou a realização de um levantamento que permite estabelecer algumas características apresentadas por cada um desses energéticos.

Além disso, quando há uma programação de manutenção dos equipamentos e um sistema de rotina operacional, é possível operá-los corretamente e em função da demanda sem danificá-los ou prejudicar sua eficiência de trabalho. Diversas medidas podem ser adotadas para eliminar desperdícios de energia e aumentar a rentabilidade. Elas podem envolver desde a aquisição e/ou troca dos equipamentos até melhorias na própria forma de produzir. Alguns procedimentos podem ser adotados no planejamento da produção e uso dos equipamentos de forma mais eficiente.

Desta forma, o inventário elétrico é um procedimento que pode apresentar as características dos principais equipamentos consumidores de energia, o respectivo consumo em Watts, as horas que cada um trabalha por mês e o valor em Joule por mês, o que possibilita calcular o gasto mensal com estes equipamentos. O diagnóstico da panificadora estudada neste trabalho pode ser observado na tabela 3 abaixo.

Tabela 3: Inventário dos equipamentos elétricos em funcionamento na panificadora – Fonte: os autores.

Equipamentos	Un.	Watts	Horas/mês	Cons.(Joule/mês)
Computador	1,0	120,0	208,0	89.856.000,0
Moedor de carne	1,0	320,0	4,0	4.608.000,0
Cafeteira	1,0	600,0	208,0	449.280.000,0
Bombinha de água do aquário	1,0	5,0	720,0	12.960.000,0
Batedeira	2,0	1.500,0	60,0	648.000.000,0
Lâmpadas econômicas	13,0	23,0	156,0	167.918.400,0
Lâmpadas incandescentes	11,0	100,0	156,0	617.760.000,0
Freezer vertical	4,0	130,0	720,0	1.347.840.000,0
Geladeira com 1 porta	2,0	90,0	720,0	466.560.000,0
Geladeira com 2 portas	5,0	130,0	720,0	1.684.800.000,0
Torneira elétrica	1,0	3.500,0	52,0	655.200.000,0
Torradeira elétrica	1,0	800,0	26,0	74.880.000,0
Ventilador de teto	1,0	120,0	52,0	22.464.000,0
Ventilador de haste	1,0	65,0	52,0	12.168.000,0
Rádio	1,0	20,0	208,0	14.976.000,0
Cilindro industrial pão	1,0	2.950,0	156,0	1.656.720.000,0
Amassadeira industrial pão	1,0	1.840,0	156,0	1.033.344.000,0
Modelador industrial pão	1,0	190,0	156,0	106.704.000,0
TOTAL (Joule/mês)				9.066.038.400,0

O cálculo para transformar o consumo de energia de Joule/mês para a unidade kWh/mês, para ser possível calcular o valor em Reais/mês é o seguinte: se 1 kWh é igual a 3.610.000 Joule, então 9.066.038.400 Joule/mês corresponde a 2.511,4 kWh/mês. Então, se 1 kWh custa R\$ 0,58 e 2.511,4 kWh custam R\$ 1.456,59.

Emissões de carbono: sabendo que 1 MWh de energia hidráulica corresponde à emissão de 293,60 kg de CO², então 2,51 MWh (igual a 2.511,4 kWh) emite 737,34 kg de CO².

Propuseram-se três alternativas para redução dos custos financeiros e ambientais. O inventário dos gastos de energia elétrica após as substituições propostas está discriminado na Tabela 4 abaixo. Nesta tabela são citadas: troca das 11 lâmpadas incandescentes por econômicas, troca da torneira elétrica por um aquecedor solar de água e troca do ventilador de teto por um ventilador de haste.

Tabela 4: Cálculo simulado do consumo energético após a substituição de alguns equipamentos.

Equipamentos	Un.	Watts	Horas mês	Cons.(Joule/mês)
Computador	1,0	120,0	208,0	89.856.000,0
Moedor de carne	1,0	320,0	4,0	4.608.000,0
Cafeteira	1,0	600,0	208,0	449.280.000,0
Bombinha de água do aquário	1,0	5,0	720,0	12.960.000,0
Batedeira	2,0	1.500,0	60,0	648.000.000,0
Lâmpadas econômicas	13,0	23,0	156,0	167.918.400,0
<u>Lâmpadas incandescentes por econômicas</u>	<u>11,0</u>	<u>23,0</u>	<u>156,0</u>	<u>142.084.800,0</u>
Freezer vertical	4,0	130,0	720,0	1.347.840.000,0
Geladeira com 1 porta	2,0	90,0	720,0	466.560.000,0
Geladeira com 2 portas	5,0	130,0	720,0	1.684.800.000,0
<u>Torneira elétr. trocar por aquecedor solar</u>	<u>1,0</u>			<u>-</u>
Torradeira elétrica	1,0	800,0	26,0	74.880.000,0
<u>Trocar Ventilador de teto por de haste</u>	<u>1,0</u>	<u>65,0</u>	<u>52,0</u>	<u>12.168.000,0</u>
Ventilador de haste	1,0	65,0	52,0	12.168.000,0
Rádio	1,0	20,0	208,0	14.976.000,0
Cilindro industrial pão	1,0	2.950,0	156,0	1.656.720.000,0
Amassadeira industrial pão	1,0	1.840,0	156,0	1.033.344.000,0
Modelador industrial pão	1,0	190,0	156,0	106.704.000,0
TOTAL (Joule/mês)				7.924.867.200,0

Percebeu-se que se as melhorias forem aplicadas, haverá redução de gasto de energia de 9.066.038.400,0 para 7.924.867.200,0 Joule/mês. Calculando-se o gasto financeiro e as emissões de carbono após as substituições dos equipamentos da seguinte forma: para transformar o consumo de energia de Joule/mês para a unidade kWh/mês, sabendo que 1 kWh é igual a 3.610.000Joule, então 7.924.867.200 Joule/mês corresponde a 2.195,3 kWh/mês. O valor em Reais deste consumo é R\$ 1.273,25.

O cálculo para as emissões de carbono: sabendo que 1 MWh corresponde à emissão de 293,60 kg de CO², então 2,1953MWh (igual a 2.195,3 kWh) emite 644,54 kg de CO².

Estes resultados mostram que pode haver redução de R\$ 183,34 nos gastos e as emissões de carbono podem ser reduzidas em 92,8 kg por mês.

O custo das mudanças propostas: o sistema de aquecimento solar de água, para substituir a torneira elétrica, é de aproximadamente R\$ 3.000,00. As onze lâmpadas econômicas custam em média R\$ 275,00 e o ventilador de haste custa R\$ 150,00. Ao todo, o investimento para redução de consumo energético é de R\$ 3.425,00. Se dividirmos o valor investido nas melhorias (R\$ 3.425,00) pelo valor da economia mensal que estas substituições irão proporcionar (R\$ 183,35), concluiremos que a panificadora levará 18 meses e 21 dias para pagar, sem desembolsar nenhum valor a mais por mês.

Mudanças adequadas podem trazer economia para a empresa, por exemplo, quanto à iluminação usar lâmpadas mais eficientes ou um local que não necessita de muita iluminação pode receber uma lâmpada com potência menor. Além disso, usufruir da iluminação natural através de telhas translúcidas, janelas amplas, tetos e paredes em cores claras podem reduzir o uso de energia elétrica durante o dia. Conscientizar os funcionários,

trabalhar com pequenos adesivos e cartazes, orientando-os a apagar as luzes sempre que deixarem o setor também podem resultar em economias.

Quanto ao uso de refrigeração, a distribuição bem definida dos produtos nas prateleiras contribui com a diminuição do consumo de energia e aumento da eficiência energética, pois possibilita fluxo melhor do ar frio no interior do refrigerador. Da mesma forma, verificar sempre a temperatura dos refrigeradores, manter a temperatura do gabinete de refrigeração compatível com as necessidades dos alimentos a serem conservados, reduzir as aberturas freqüentes das portas, retirar de uma só vez todos os produtos que irá utilizar, evitando assim o aumento da temperatura dentro do refrigerador e a diminuição da energia utilizada para resfriá-lo. Ainda verificar as borrachas de vedação, não guardar alimentos quentes nem líquidos em recipientes sem tampa pode evitar o aquecimento dentro do refrigerador.

O inventário de equipamentos movidos a gás GLP pode ser visto na Tabela 5. São somente dois fornos com capacidade de 1,08 m³ cada um.

Tabela 5: Inventário de fornos a gás – Fonte: os autores.

Equipamento	un.	m ³	Temp.	Horas/mês
Forno industrial	2,00	1,08	220,00	130,00

Para realizar os cálculos de consumo de gás, gasto financeiro e emissões de carbono alguns dados foram considerados, conforme pode ser acompanhado na Tabela 6.

Tabela 6: Dados considerados nos cálculos - Fonte: HINDRICH (2004) e dos autores.

Temp. ambiente: 25,00 °C	L por m ³ : 1.000,00
Cp ar: 1,013 kg	13 kg gás (1 botijão): 5,31 m ³
Massa específica do ar: 1,30 g/L	Valor do gás: R\$ 7,92/ m ³

A partir dos dados da Tabela 6 calculou-se a massa de ar que os dois fornos possuem em seu interior: 2.808 gramas de ar. Considerando a temperatura ambiente de 25°C e a temperatura de trabalho dos fornos de 220°C, concluiu-se que há gasto de 14.421,64 kcal por mês (26 dias) para o aquecimento da diferença de temperatura cujo valor é 195°C. E para manter a temperatura em 220°C por 130 horas mensais são gastas 1.331.227,87 kcal. Portanto, o consumo total de calorías durante um mês é de 1.345.649,51 kcal/mês.

Na seqüência, procedeu-se o cálculo que transforma calorías para Joule(J) da seguinte forma: sabe-se que 1cal equivale a 4,18 J; então 1.345.649,51 cal equivale a 5.627.506,24 J.

Para saber a quantidade consumida de gás em m³ efetuou-se o seguinte cálculo: sabendo que 1m³ de gás equivale a 40.000 kJ, então 5.627,51 kJ de energia consumida equivale a 18,2894 m³ de gás por mês para aquecer os fornos. Com o valor do m³ de gás GLP (Tabela 6) pode-se chegar ao custo de R\$ 144,77 por mês para funcionamento dos fornos.

As emissões de carbono correspondem a 35,3 kg de CO², pois 1 m³ de gás emite 1,93 kg de CO² e o consumo de gás GLP é de 18,2894 m³ mensalmente.

A alternativa financeiramente mais econômica proposta foi trocar os fornos a gás por fornos à lenha. Porém, se for considerada a emissão de carbono, esta troca não é adequada, pois o consumo de lenha emite mais carbono do que o consumo de gás.

O cálculo para uso da lenha foi o seguinte: se 1m³ de lenha gera 1.250.000 kcal, então para gerar 1.345.649,5073 kcal são necessários somente 1,08 m³ de lenha de eucalipto. E sabendo que cada m³ de lenha de eucalipto custa em média R\$ 50,00; então o gasto mensal com o aquecimento dos dois fornos é de R\$ 53,83. Redução de R\$ 90,94/mês.

Já o valor das emissões de carbono para utilização de lenha seria de: 269,13kg de CO², sabendo que 1m³ de lenha de eucalipto emite 250 kg de CO². (cada m³ de lenha pesa 500 kg - taxa de carbono na madeira: 50%). Concluiu-se que as emissões seriam maiores em 233,83 kg de CO², ou seja, não vale à pena substituir gás por lenha, considerando as emissões atmosféricas de carbono.

Quanto ao inventário do forno aquecido à lenha obteve-se o seguinte diagnóstico:

Tabela 7: Inventário do forno à lenha utilizado no empreendimento – Fonte: os autores.

Equipamento	un.	m ³	Temp.	Horas/mês
Forno industrial	1,00	5,00	220,00	624,00

Para realizar os cálculos de consumo de lenha de eucalipto, gasto financeiro e emissões de carbono, os seguintes dados foram considerados:

Tabela 8: Dados considerados nos cálculos.

C _p ar: 1,013 kg	Densidade eucalipto: 500,0 kg/m ³
Massa específica (densidade) do ar: 1,3 g/L	Cap. calorífica (40% umidade): 2.500,0 kcal/kg
Valor/ m ³ eucalipto: R\$ 50,00	Cap. Calor/ m ³ de eucalipto: 1.250.000,0 kcal/kg

Inicialmente calculou-se a massa do ar que fica dentro do forno. Através dos dados da Tabela 8 chegou-se ao valor de 6.500 gramas de ar. Calcularam-se então as calorias necessárias para alcançar a temperatura de 195°C quatro vezes ao mês, pois o fogo para aquecer este forno é aceso somente quatro vezes ao mês sempre nos domingos à noite. Chegou-se ao valor de 5.135,91kcal/mês. Para manter a temperatura em 220°C durante 624 horas por mês são gastas 14.791.420,80 kcal. Total de 14.796.556,71 kcal/mês.

Para fornecer as calorias que o forno necessita são gastos mensalmente 11,84 m³ de lenha, pois sabe-se que 1m³ de lenha de eucalipto gera em média 1.250.000 kcal. Sabendo que o valor do m³ de lenha de eucalipto é R\$ 50,00; então o gasto mensal com lenha é de R\$ 591,86. A geração de carbono para 11,84 m³ de lenha é de 2.959,31 kg de CO².

4. CONCLUSÕES

Considerando as variáveis estabelecidas neste trabalho, cujo foco concentrou-se em questões econômicas, técnicas bem como ambientais e, após análise detalhada dos dados obtidos durante o seu desenvolvimento, principalmente no que diz respeito à reverência às formas de economia no processo de produção foi bem proveitosa, pois já houve resultados satisfatórios dentro da empresa.

Portanto, as modificações economicamente viáveis para elétricos são: troca das 11 lâmpadas incandescentes por econômicas, troca da torneira elétrica por um aquecedor solar de água e troca do ventilador de teto por um ventilador de haste. A substituição dos fogões a gás GLP por fogões a lenha não é viável porque as emissões de CO² com a lenha serão maiores, apesar de apresentar-se como uma alternativa mais barata.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOSA, E.A.; AZEVEDO, L.G.; SANTOS, M.B.G. Gestão Econômica: Análise Comparativa de Alternativas Energéticas utilizadas em Fornos de Indústrias de Panificação. XXIV Encontro Nac. Eng. Produção. Florianópolis-SC. nov/2004. p: 2092-2098.
2. DIAS, R.A.; BALESTIERI, J.A.P.; MATTOS, C. R. Reflexões Sobre uma Educação para o uso Racional de Energia. Departamento de Energia. Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá. SP - Brasil. Departamento de Física Experimental. Universidade de São Paulo São Paulo. 2005.
3. DUTRA, E.; OLIVEIRA, E.H.S.L.M.; SOUZA, F.A.G. Energia Elétrica Dentro Da UNICAMP Consumo Inteligente. Revista Ciências do Ambiente. Vol. 8. n1.Março 2012.

4. HENRIQUES JR, M.F. Potencial de Redução de Emissão de Gases de Efeito Estufa pelo Uso de Energia no Setor Industrial Brasileiro. (Tese) Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.
5. HINDRICH, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. Energia e Meio ambiente. Trad. 3ªed. Cengage Learning Editores: 2004. 560p.
6. MOREIRA, J.R.S. Tópicos Seleccionados de Aplicações da Termodinâmica. SISEA-Lab. de Sistemas Energéticos Alternativos. Escola Politécnica da USP. Junho 2011.
7. SEBRAE. Encarte técnico. Consumo Energético na Panificação Biscoitos e Confeitaria. 2011.