

OTIMIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL EM SUPERMERCADOS

Alexandre Lee

ale.lee2@gmail.com

Resumo. A constante necessidade de racionamento de energia durante o período do “apagão” no Brasil deu origem ao tema deste trabalho de formatura. O foco é a redução do consumo de energia nos sistemas de climatização e refrigeração em supermercados. Inicialmente foi feita uma pesquisa para levantar todas as possibilidades de redução de consumo de energia nestes sistemas num supermercado. Foram selecionadas duas principais opções: sistemas de termo-acumulação e de recuperação de calor. Para o cálculo da carga térmica da edificação estudada, foi utilizado o programa SoftLoad. Foram aplicados diversos conceitos para avaliar a viabilidade técnica de cada uma das alternativas, sendo realizado um estudo simplificado da viabilidade econômica das mesmas. Os resultados mostram que ainda há espaço para a redução do consumo de energia em supermercados. Para o estudo em questão, a alternativa do sistema de termo-acumulação se mostrou mais satisfatória que a de recuperação de energia.

Palavras chave: eficiência energética em supermercados, termo-acumulação, recuperação de energia.

1. Introdução

O Brasil aprendeu a economizar energia através da necessidade durante a fase do racionamento de energia (vulgo “apagão”). Analisando este episódio, pode-se observar o seu lado positivo onde se pode verificar que não é tão difícil assim reduzir o consumo e diminuir os valores gastos com energia.

Esta experiência deve ser cada vez mais repassada para a área industrial e comercial na montagem de sistemas frigoríficos e devemos buscar novos conceitos e tecnologias sobre o assunto.

De acordo com o IBGE, o comércio varejista do País vem registrando seqüências de resultados positivos, o que proporciona o crescimento do setor. Dessa forma, deve haver uma busca constante deste segmento em aprimorar seus sistemas de refrigeração visando, principalmente, o uso racional de energia.

O estudo se concentrará na loja da rede Extra de supermercados localizada na Avenida Washington Luis, 5859, próximo ao Aeroporto de Congonhas.

Com este trabalho pretende-se apresentar e analisar alternativas tecnológicas para reduzir o consumo de energia através da otimização dos processos de refrigeração.

Serão avaliados diferentes potenciais de redução de energia e seu custo, para sistemas de recuperação de calor e termo-acumulação.

De acordo com o engenheiro responsável da loja em estudo, os sistemas de refrigeração e climatização são os maiores responsáveis pelo consumo de energia de um supermercado. Como são essenciais ao bom funcionamento do estabelecimento, deve-se trabalhar com eles da melhor maneira possível para que não se tenha gastos excessivos com energia elétrica.

1.1. Justificativa do trabalho

No Brasil, mais de 90% da energia é produzida nas hidrelétricas, que dependem de água em níveis adequados em seus reservatórios para gerar energia. A ausência de chuvas e o aumento da demanda têm prejudicado a oferta de energia. (ENERQ, 2005)

Além do problema da oferta da energia, há um grande impacto ambiental e social na instalação de cada nova hidrelétrica:

- ✓ Impacto ambiental: o clima muda, espécies de peixes desaparecem, animais fogem para refúgios secos, árvores viram madeira podre debaixo da inundação, etc.;
- ✓ Impacto social: milhares de pessoas deixam suas casas e têm de recomeçar sua vida do zero num outro lugar. (ABRIL, 2005)

Além de todos estes problemas, a vantagem mais óbvia e direta ao consumidor é a redução dos gastos operacionais com o menor consumo de energia provenientes da otimização dos sistemas de climatização e refrigeração.

1.2. Objetivos

- ✓ Levantamento das principais características dos sistemas de refrigeração encontrados na loja em estudo;
- ✓ Levantamento da carga térmica incidente no local ao longo do dia através do auxílio do programa SoftLoad disponibilizado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo;
- ✓ Estudo técnico das alternativas para redução do consumo de energia relativo aos sistemas de refrigeração;
- ✓ Viabilidade econômica da implantação dos mesmos.

1.3. Metodologia do trabalho

O estudo em questão foi desenvolvido na loja Extra Aeroporto devido à existência de um vínculo entre a Escola Politécnica e o engenheiro responsável da loja. Desta maneira houve total abertura por parte do estabelecimento para o esclarecimento de qualquer tipo de dúvidas.

Foram realizadas pesquisas na internet e consultas a empresas e engenheiros do ramo a respeito das últimas tecnologias adotadas para a redução do consumo de energia em refrigeração e ar condicionado. Após a determinação das alternativas a serem estudadas, deu-se início o levantamento de todos os dados necessários para o estudo.

Primeiramente foi realizado um levantamento a respeito dos equipamentos existentes na loja, tanto da parte de refrigeração como de ar condicionado. Também foi necessário calcular a carga térmica incidente no local ao longo do dia para o estudo das possíveis melhorias do sistema de ar condicionado que proporcionassem uma redução no consumo de energia. Esta estimativa foi realizada com o auxílio do programa SoftLoad. Os parâmetros de entrada foram determinados através de visitas ao local e consultas a profissionais da área de construção, pois a empresa de engenharia que realizou a construção do hipermercado não existe mais.

De posse de todos os dados foi feito o estudo da viabilidade técnica e econômica de cada uma das alternativas. Para o estudo da viabilidade técnica foram utilizados os fundamentos aprendidos no curso de Engenharia Mecânica e consultas a outros estudos já desenvolvidos.

2. Descrição da loja

A loja sobre a qual o estudo será dirigido é o Extra Aeroporto, localizada na Avenida Washington Luiz número 5859, próximo ao Aeroporto de Congonhas na cidade de São Paulo. Esta loja, assim como as demais lojas da rede, pertence ao Grupo Pão de Açúcar.

2.1. Ar condicionado

O sistema implantando para a loja é de expansão indireta, utilizando-se a água gelada como elemento frigorígeno, não sendo utilizado sistema de termo acumulação.

O sistema de geração e bombeamento de água gelada projetado é composto pelos seguintes equipamentos:

- Três unidades resfriadoras de água gelada com condensação a água, fabricação Carrier, modelo 30HRP195 386 S, de capacidade nominal unitária de 686 kW, perfazendo um total de 2.058 kW;
- Quatro bombas de água gelada, sendo uma delas reserva;
- Quatro bombas de água de condensação, sendo uma delas reserva;
- Quatro torres de resfriamento de água de condensação, que também atendem ao sistema de frio alimentar;
- Dezessete condicionadores de ar do tipo “fan-coil”.

2.1.1. Carga térmica

Para se determinar a curva da carga térmica do ar condicionado ao longo do dia foi utilizado o programa SoftLoad v.1.0.

Para o cálculo das cargas térmicas das paredes e dos vidros foi considerada a dimensão da edificação de 160 x 80 x 12 metros. A área frontal envidraçada se encontra voltada ao norte, é de aproximadamente 40% da área frontal.

O resultado final desta solução pode ser observado na Figura 1, onde se pode verificar que a carga máxima obtida foi de 1.488 kW às 19 hs.

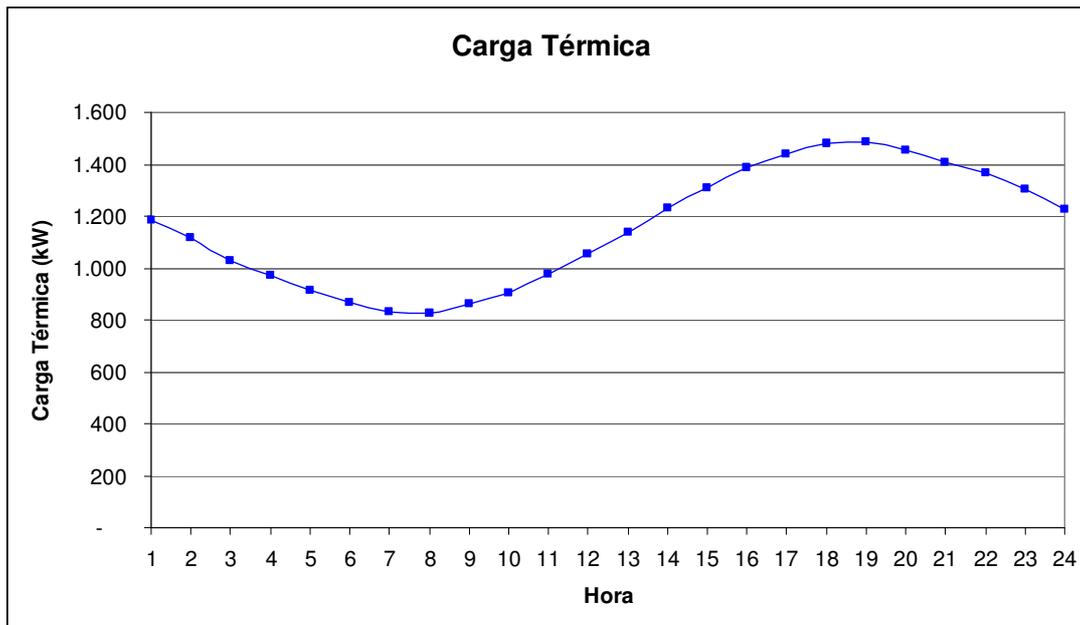


Figura 1. Perfil da carga térmica ao longo do dia.

Para calcular a carga térmica na serpentina foram utilizadas as propriedades do ar da Tabela 1.

Tabela 1. Propriedades do ar.

	Unidade	Ar Exterior	Ar de Retorno (Ambiente)	Insuflação
Temperatura de Bulbo Seco (TBS)	°C	32,5	24,0	14,0
Temperatura de Bulbo Úmido (TBU)	°C	24,0	17,0	7,2
Umidade Relativa (ϕ)	%	56	50	40
Umidade Absoluta (w)	kg de vapor / kg ar seco	0,0175	0,0105	0,0045
Entalpia (h)	kJ / kg ar seco	77	50	25
Densidade (ρ)	kg ar seco / m ³	1,03	1,07	1,12

Para o cálculo da vazão do ar insuflado:

$$\dot{m}_{ar_insuflação} = \frac{\dot{Q}_{total_ambiente}}{h_{ar_ambiente} - h_{ar_insuflação}} \quad (1)$$

E para o cálculo da carga térmica na serpentina:

$$\dot{Q}_{total_serpentina} = \dot{m}_{ar_insuflação} \cdot (h_{ar_mistura} - h_{ar_insuflação}) \quad (2)$$

Para se avaliar as condições do ar na saída da caixa de mistura, verifica-se a necessidade de definir a vazão de renovação de ar para o ambiente climatizado. Para tanto se recorreu a Resolução 09 Item 3.4 da ANVISA, publicada no dia 16 de janeiro de 2003. Neste documento define-se que a taxa de renovação mínima para ambientes climatizados artificialmente, ou seja, a captação de ar exterior deve ser de 27 m³ / hora * pessoa. Em função das hipóteses anteriores, definiu-se uma população constante de 400 pessoas, temos a vazão de 10.800 m³/hora.

Para a determinação da carga térmica na serpentina, é preciso definir a condição do ar após a saída da caixa de mistura. Neste caso lança-se mão do balanço de massa e energia na caixa de mistura onde:

$$T_{mist} = \frac{Vazão_de_retorno}{Vazão_de_insuflação} \cdot T_{ret} + \left(1 - \frac{Vazão_de_retorno}{Vazão_de_insuflação}\right) \cdot T_{ext} \quad (4)$$

$$w_{mist} = \frac{Vazão_de_retorno}{Vazão_de_insuflação} \cdot w_{ret} + \left(1 - \frac{Vazão_de_retorno}{Vazão_de_insuflação}\right) \cdot w_{ext} \quad (5)$$

De posse da temperatura e umidade absoluta da mistura, com o auxílio da carta psicrométrica, pode-se determinar o valor da entalpia da mistura.

O cálculo da carga térmica na serpentina está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Cálculo da carga térmica na serpentina.

m ar renovação	[kg/s]	3,09
Q total ambiente	[kW]	1.488,00
h ar ambiente	[kJ/kg]	50,00
h ar insuflado	[kJ/kg]	25,00
m ar insuflação	[kg/s]	59,52
m retorno	[kg/s]	56,43
TBS ar exterior	[°C]	32,50
w ar exterior	kg vapor/kg ar seco	0,0175
TBS retorno (ambiente)	[°C]	24,00
w retorno (ambiente)	kg vapor/kg ar seco	0,0105
TBS mistura	[°C]	24,44
w mistura	kg vapor/kg ar seco	0,0109
h ar mistura (carta psicrométrica)	[kJ/kg]	54,00
Q total serpentina	[kW]	1.726,08

2.2. Refrigeração

O sistema implantando para a loja é de expansão direta, na forma de grandes linhas que transportam o fluido refrigerante para os locais onde sofrerá expansão direta, como balcões e câmaras frigoríficas. O fluido refrigerante utilizado é o R22.

O sistema é composto pelos seguintes equipamentos:

- Duas unidades de refrigeração para alimentos refrigerados, fabricação Racks Tecnologia em Refrigeração, modelo PRR 160 A-SHW, de capacidade nominal unitária de 194.495 W, perfazendo um total de 388.991 W;
- Uma unidade de refrigeração para alimentos congelados, fabricação Racks Tecnologia em Refrigeração, modelo PRC 80 SHW, de capacidade nominal unitária de 94.017 kW;
- Duas bombas de água de condensação, sendo uma delas reserva;
- Quatro torres de resfriamento de água de condensação, que também atendem ao sistema de frio alimentar;
- Três circuitos principais de refrigeração, dois de refrigerados e um de congelados.

2.2.1. Carga térmica

A carga térmica está separada da seguinte maneira:

- Circuito “A” de resfriados está subdividido em quatro linhas de: 54.568, 33.060, 48.454 e 52.127 W, totalizando 188.209 W;
- Circuito “B” de resfriados está subdividido em quatro linhas de: 48.640, 46.507, 37.703 e 51.732 W, totalizando 184.583 W;
- Circuito “C” de congelados está subdividido em três linhas de: 37.204, 24.942 e 36.715 W, totalizando 98.861 W.

3. Análise da implantação de ações de redução de consumo de energia e custo

3.1. Termo-acumulação

3.1.1. Sistemas de termo-acumulação

O objetivo da acumulação térmica aplicada a instalações de água gelada é obter uma racionalização do consumo de energia, quer seja pela redução da demanda instalada e/ou pela possibilidade do desligamento dos *chillers* durante o horário de ponta. Para atingir estes objetivos, o sistema passa a operar durante um período onde a carga instalada seja baixa ou não exista (normalmente à noite), acumulando energia térmica na forma de calor latente. Desta forma, utiliza-se a energia acumulada para suprimir os picos de carga (*peak shave*) e/ou para possibilitar a parada dos chillers no horário de ponta, sem prejuízo do conforto térmico da instalação.

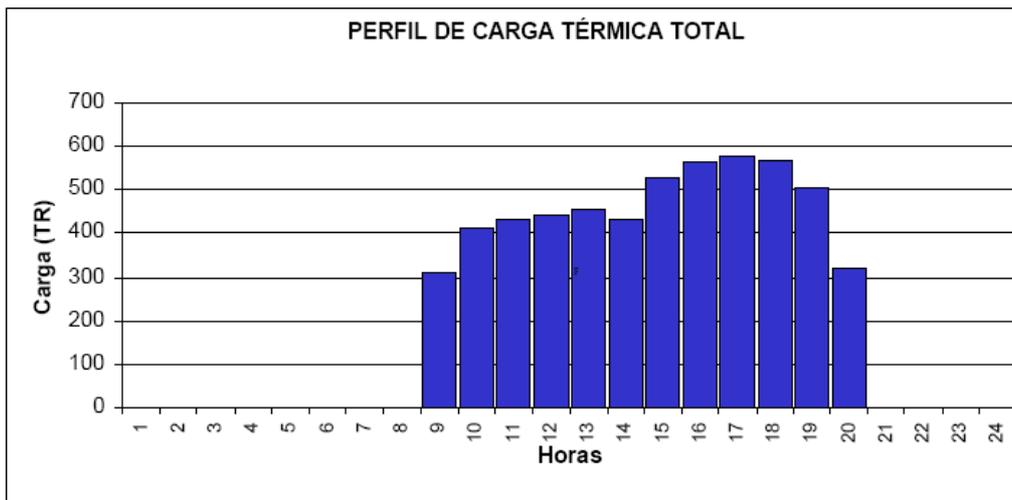


Figura 2. Perfil de carga térmica ao longo do dia.

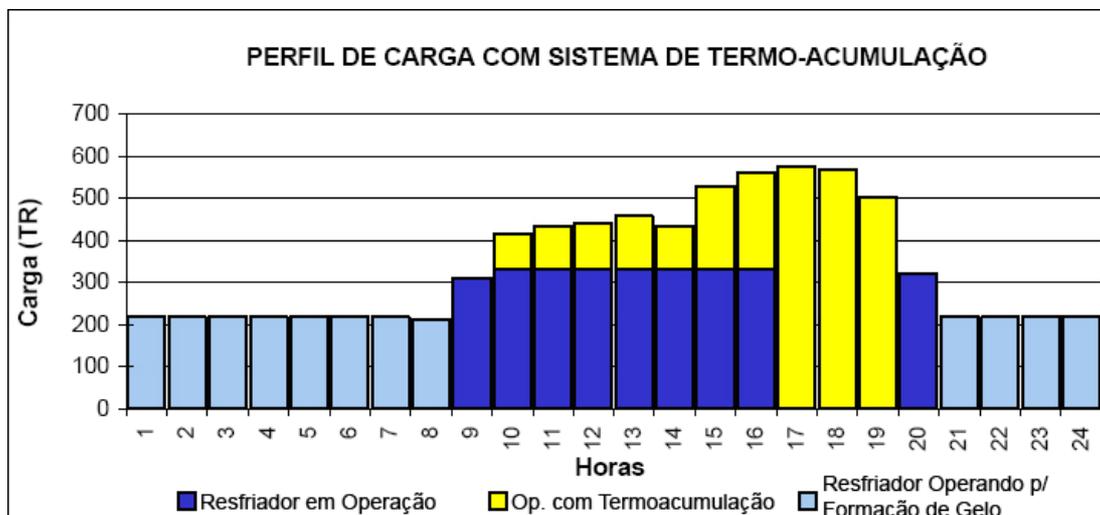


Figura 3. Perfil de carga térmica com sistema de termo-acumulação.

Os sistemas de termo-acumulação utilizam normalmente como meio de acumulação a água gelada ou o gelo. No caso dos sistemas com água gelada, utilizamos somente o calor sensível (mudança de temperatura = $4.186,8 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$). Suas principais desvantagens em relação ao gelo são a baixa densidade de armazenamento ($1\text{kcal/kg} \sim 1,16 \text{ kWh}/^\circ\text{C.m}$), o que implica em grandes volumes de água acumulada (grandes tanques) e a dificuldade em evitar a mistura entre água fria armazenada e quente de utilização, que chegam ao mesmo depósito, o que reduz o desempenho dos sistemas estratificados. Quando se utiliza o gelo como meio de acumulação, a principal fonte de energia utilizada é o calor latente (entalpia de liquefação = 334.944 J/kg). Utilizando-se gelo como acumulador de energia, temos capacidades 5 a 10 vezes superiores aquelas conseguidas com água gelada para um mesmo volume (entre $52 \text{ a } 68 \text{ kWh/m}^3$). Porém o *chiller*, que não foi projetado para trabalhar a baixas temperaturas, possui COP reduzido ao produzir gelo.

Como há abundância de espaço no local, neste projeto será utilizada a acumulação de água gelada.

3.1.2. Armazenamento de água gelada

Analisou-se um sistema de armazenamento de água gelada conforme apresentado na Figura 7. Devido a variações de cargas nos “fan-coils”, necessitamos de um “by-pass” controlado por um sistema de válvulas (duas válvulas de duas vias ou uma de três vias – V1 e V2) a fim de desviar parte da vazão, fazendo-a retornar diretamente ao *chiller*, mantendo a capacidade do “fan-coil” igual à carga térmica. Quanto mais fria, mais vazão retorna pelo by-pass, e vice-versa. Além disso, necessitamos de um pequeno tanque de expansão, a fim de compensar as variações de volume da água com a variação de temperatura.

Para um sistema com termo acumulação necessitamos incluir no circuito básico o tanque de acumulação e seu by-pass, além do controle (duas de duas vias ou uma de três vias - V3 e V4), conforme mostrado na Figura 7.

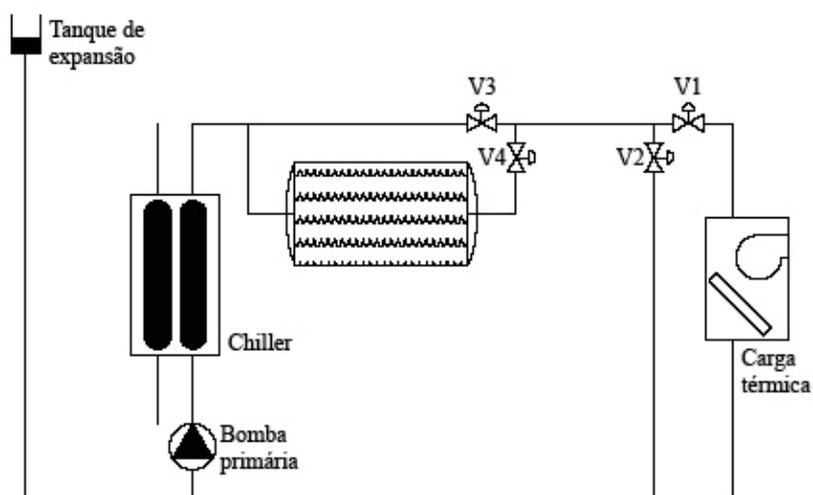


Figura 4. Central de água gelada com termo-acumulação.

O sistema de “by-pass” no tanque de acumulação tem dois objetivos: desviar toda a vazão do circuito para o tanque quando da produção de gelo (fechando-se V3) e de manter a temperatura constante no circuito secundário (ou “fan-coils”) quando em uso normal (modulando-se a vazão através do tanque em V3 e V4).

3.1.4. Fluxograma hidráulico do sistema de água gelada

Pode-se visualizar o fluxograma do sistema atual com a adição dos tanques de termo-acumulação na Figura 8.

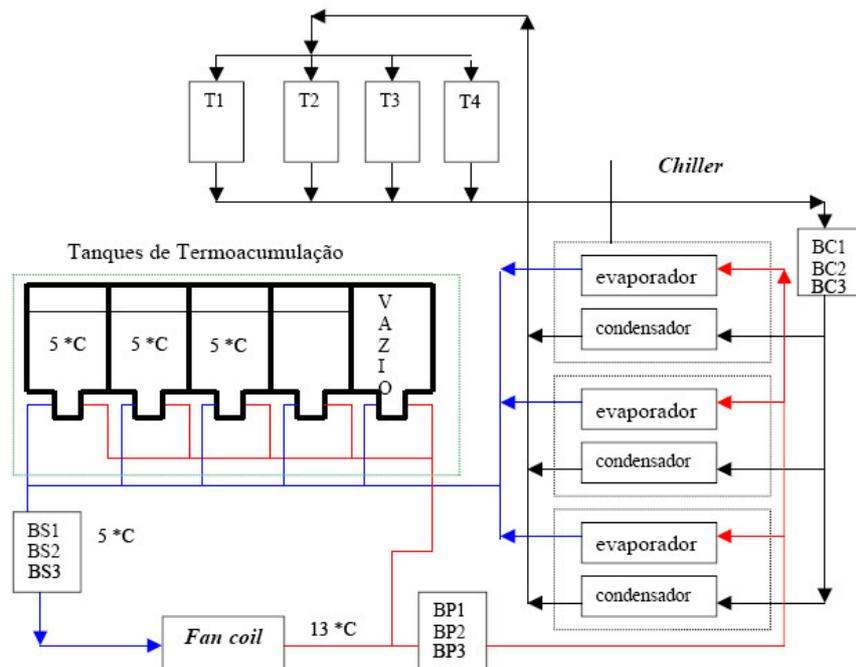


Figura 5. Fluxograma hidráulico do sistema de termo-acumulação

3.1.5. Tarifação horo-sazonal

A utilização da rede elétrica não se dá de forma constante ao longo do dia. No horário das 17 às 22 horas, há uma intensificação do uso da eletricidade. Este período é chamado de horário de ponta, e é justamente o período em que as redes de distribuição assumem maior carga. Devido ao maior carregamento das redes de distribuição neste horário, verifica-se que um novo consumidor a ser atendido pelo sistema custará mais à concessionária nesse período de maior solicitação do que em qualquer outro horário do dia, tendo em conta a necessidade de ampliação do sistema para atender ao horário de ponta. Da mesma forma, o comportamento do mercado de eletricidade ao longo do ano tem características próprias de acordo com a disponibilidade hídrica. Devido a estes fatos típicos do comportamento da carga ao longo do dia e ao longo do ano em função da disponibilidade de água, foi concebida a Estrutura Tarifária Horo-Sazonal, que compreende a sistemática de aplicação de tarifas e preços diferenciados de acordo com o horário do dia (ponta e fora de ponta) e períodos do ano (seco e úmido). Na loja alvo de nosso estudo é aplicada a seguinte tarifação horo-sazonal: horário de ponta: R\$ 0,87718 R\$/kWh, horário fora de ponta: R\$ 0,14 R\$/kWh.

3.1.6. Análise técnico-econômica

A carga térmica a ser termoacumulada considerada foi de 4.423 kWh, relativa ao período de 3 horas no horário mais crítico, entre 18 e 20hs.

Para o cálculo da quantidade de água a ser armazenada, temos:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (6)$$

Onde temos:

$$\dot{Q} = 4.423 \text{ kWh};$$

\dot{m} = massa de água a ser armazenada;

$$c_p = 4,182 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} = 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C};$$

$$\Delta T = T_{\text{entrada}} - T_{\text{saída}} = 13^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C} = 8^\circ\text{C} \text{ para as condições de operação do chiller utilizado na loja.}$$

O que nos dá uma massa de 475.362 kg. Esta massa representa um volume de água de aproximadamente 475 m³.

Considerando que há perdas de calor para o meio ambiente, e que a separação entre a água fria armazenada e a água de retorno não é perfeita, será considerada para o dimensionamento do tanque uma margem de 10% no volume de água gelada armazenada, totalizando 522 m³.

Para o cálculo do tempo de carga do tanque de água gelada será considerado o chiller durante sua carga máxima, fornecendo 195 TR, trabalhando a uma diferença de temperatura de 8 °C.

$$\dot{m} = \frac{589.660}{1 \cdot 8} = 72,7 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Desta maneira pode-se calcular a vazão volumétrica do chiller, resultando em 72,7 m³/h. Os 3 *chillers* perfazem uma vazão total de 218 m³/h

Assim, pode-se calcular o tempo de carga do tanque.

$$t_{\text{carga}} = \frac{522}{218} \cong 2\text{hs}30\text{min}$$

Devido à idade da instalação, o COP do chiller não é tão alto quanto o dos equipamentos dos dias de hoje. Temos um consumo de aproximadamente 1 kW/TR. O retorno de investimento desta alternativa é apresentado na Tab. 3.

Tabela 3. Retorno sobre o investimento em termo-acumulação.

Retorno sobre o investimento		
Tanque de termo-acumulação	350.000	R\$
Instalação (válvulas, tubulações, etc.)	75.000	R\$
Mão de obra	50.000	R\$
Total	475.000	R\$
Economia	33.062	R\$/Mês
Retorno	14,4	Meses

3.2. Recuperação de energia

Nos dias de hoje os dois principais recuperadores de energia (*Energy Recovery Ventilators – ERV*) disponíveis no mercado são o Lossnay e o RenewAire (RenewAire, 2005), ambos pertencentes à empresa Mistubishi Electric, com a diferença de que o RenewAire é composto por equipamentos para maiores vazões.

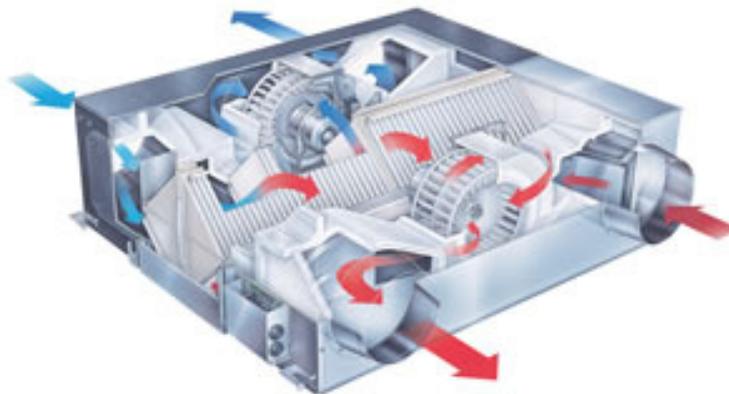


Figura 6. Recuperador de energia Lossnay.

Nestes equipamentos, o ar quente, proveniente do exterior, passa através de um trocador de calor, que faz com que ele perca calor para o ar frio que estaria sendo descartado no meio ambiente. Assim, há o aproveitamento do ar que foi condicionado para realizar o pré-resfriamento do ar que posteriormente será utilizado na mistura do ar de insuflamento do ambiente climatizado. Os recuperadores de energia trocam ao mesmo tempo calor e massa.

A utilização do recuperador de energia traz como benefício economia de energia pois, o ar exterior sendo previamente resfriado resultaria num ar de mistura (ar exterior + ar de retorno) a uma menor temperatura, necessitando de uma carga térmica sobre a serpentina de resfriamento menor para atingir a temperatura de insuflamento desejada.

3.2.1. Análise técnico-econômica

Conforme visto anteriormente, a vazão de renovação é de 10.800 m³ / hora, ou 6.357 CFM.

Para que seja possível calcular a economia proporcionada pelo ERV, deve-se calcular a carga térmica do ar exterior sem e com a recuperação de energia.

3.2.1.1. Cálculo da carga térmica do ar exterior sem recuperação de energia

Para o cálculo da carga térmica do ar exterior sem recuperação de energia temos

$$\text{Carga térmica sensível: } H_s = \rho \cdot Q \cdot c_p \cdot \Delta t$$

Onde:

ρ = densidade do ar = 1,05 kg ar seco / m³

Q = vazão de ar exterior

c_p = calor específico do ar = 1.000 J / kg ar seco * °C

Δt = temperatura de bulbo seco [°C]

$$\text{Carga térmica latente: } H_L = \rho \cdot Q \cdot h_{lv} \cdot \Delta w$$

Onde:

ρ = densidade do ar = 1,05 kg ar seco / m³

Q = vazão de ar exterior

h_{lv} = entalpia de vaporização da água = 2.340 J / g vapor d'água

Δw = umidade absoluta [g vapor d'água / kg ar seco]

$$\text{Carga térmica total: } H_T = H_s + H_L = 74 \text{ kW}$$

3.2.1.2. Cálculo da carga térmica do ar exterior com recuperação de energia

Para o cálculo da carga térmica total do ar exterior com recuperação de energia é apresentado a seguir. Para a vazão de 6.357 CFM, serão utilizada 1 unidade do ERV de fabricação RenewAire, modelo PA12X. Nesta vazão, o aparelho tem uma eficiência de troca de aproximadamente 5 %.

Assim temos:

$$\text{Carga térmica total de recuperação: } H_{Tr} = \rho \cdot Q \cdot \Delta h \cdot \eta$$

Onde:

ρ = densidade do ar = 1,05 kg ar seco / m³

Q = vazão de ar exterior

Δh = entalpia [kJ / kg ar seco]

η = eficiência de troca [catálogo]

3.2.1.3. Resultado

Os resultados finais e comparações avaliadas são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 4. Recuperação de energia.

Carga Térmica		
Sem Recuperadores	74	kW
Com Recuperadores	43	kW
Energia Recuperada	31	kW
Energia Recuperada	8,81	TR
COP	1,00	kW/TR
Economia Energética	8,81	kW
Potência Ventilador	3	cv
Quant.	2	
Potência total	4,41	kW
Recuperação Líquida	4,40	kW

Levando em consideração que o sistema de ar condicionado funcione 16 horas por dia e a tarifação horo-sazonal, pode-se calcular o retorno de investimento que é apresentado na Tab, 6.

Tabela 5. Retorno sobre o investimento.

	Preço	Quantidade	Total	Total	Economia	Retorno
--	-------	------------	-------	-------	----------	---------

	Unitário			[R\$]		
Lossnay	USD 25.661	1	USD 25.661	R\$ 51.322	588	R\$/Mês
Ventilador	R\$ 4.519	2	R\$ 9.038	R\$ 9.038	103	Meses
Total				R\$ 60.360		

4. Conclusão

Foram aplicados diversos conceitos aprendidos ao longo do curso de Engenharia Mecânica para avaliar a viabilidade técnica de cada uma das alternativas. Os resultados mostram que ainda há espaço para a redução do consumo de energia em supermercados. Para o estudo em questão, a alternativa da termo-acumulação se mostrou mais satisfatória que a de recuperação de energia

5. Agradecimentos

Agradeço meu orientador, Prof. Dr. Alberto Hernandez Neto, pela atenção dada a mim em todos os momentos que necessitei de sua ajuda e aos Engenheiros Elinaldo da Silva e Donato N. di Giacomo do Grupo Pão de Açúcar que me deram total apoio na coleta de dados referentes ao projeto.

6 Referências Bibliográficas

Mistubishi Electric Canadá. Lossnay & RenewAire. Disponível em: http://www.mitsubishielectric.ca/hvac/erv_index.html. Acesso em: 16 de setembro de 2005.

RenewAire Energy Recovery Ventilation. Catalogs. Disponível em: <http://www.renewaire.com>. Acesso em: 16 de setembro de 2005.

ENERQ. Programa emergencial de redução do consumo de energia elétrica. Disponível em: <http://www.pea.usp.br/enerq/acionamento/pagina1.htm>. Acesso em: 01 de setembro de 2005.

Abril – Mundo Estranho. Qual o impacto ambiental da instalação de uma hidrelétrica?. Disponível em: http://mundoestranho.abril.com.br/edicoes/33/ambiente/conteudo_mundo_52952.shtml. Acesso em: 01 de setembro de 2005.

7. Direitos autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

HVAC AND INDUSTRIAL REFRIGERATION SYSTEM'S OPTIMIZATION ON SUPERMARKETS

Alexandre Lee

ale.lee2@gmail.com

Abstract. The constant need of rational use of energy during the “blackout” period in Brazil is the motivation of this project. Its main goal is on the reduction of the air conditioning and refrigeration systems’ power consumption in supermarkets. Initially there has been a research to gather all the alternatives to reduce the power consumption from these systems in a supermarket. It was selected two main options: thermal storage and heat recovery systems. For the cooling load evaluation, It was used the SofLoad software. Several concepts were applied to evaluate the technical viability of each alternative and a simplified economic viability study was also made. The results show that there’s still room to reduce the power consumption in supermarkets. At this report specifically the thermal storage alternative shown to be more interesting than the energy recuperation.

Keywords: *Energetic efficiency in supermarkets, thermal storage, energy recover.*