

Análise de Viabilidade Econômica da Implementação de Climatizadores Evaporativos no Ambiente Acadêmico

Aline Leal Fonseca

Fernanda de Oliveira Silva

Rafael Fernando Pimenta Pereira

Faculdade de Engenharia de Resende

RESUMO

Este artigo analisa a viabilidade econômica da implementação de climatizadores evaporativos e o conforto térmico proporcionado aos alunos nas salas de aula do bloco novo da faculdade de Engenharia de Resende. Serão avaliadas as vantagens, desvantagens e o consumo de energia de três aparelhos diferentes: ventiladores atualmente instalados, ar-condicionados e climatizadores. Também serão, avaliados o custo mensal de energia elétrica, os custos de manutenção de cada aparelho e o tempo de retorno do investimento proposto (Pay-back). O climatizador mostra outros benefícios, dentre eles, bem estar dos alunos, pois aumenta a umidade relativa do ambiente, diminuindo a probabilidade do surgimento de doenças respiratórias.

PALAVRAS CHAVE: Climatizador evaporativo. Viabilidade. Conforto térmico. Consumo de energia.

INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma preocupação por parte de todos, em relação ao consumo de energia e cada vez mais, surgem inovações para economizar energia. Em contrapartida, devido ao aquecimento global, o ambiente se encontra bastante seco surgindo à necessidade de aparelhos que aumentem a umidade relativa do ar sem gerar grande consumo de energia.

A análise da viabilidade terá como base a avaliação entre os três principais aparelhos que causam sensações de conforto térmico, abrangendo suas vantagens e desvantagens nos principais aspectos. Será realizado um estudo de viabilidade econômica para a implementação de aparelhos climatizadores à base d'água no prédio novo da Associação Educacional Dom Bosco denominado neste artigo de “bloco N”.

Herique Rozenfeld (2007), diz que o principal elemento que justifica a existência de um projeto de estudo é a redução de custos. Para um projeto ser atrativo, é preciso que o retorno do projeto seja melhor do que aquele que poderia obter com outros investimentos. Portanto, a essência da avaliação econômico-financeira é medir o retorno do projeto de maneira comparável com outros investimentos.

Segundo Asharae (2006), conforto térmico que é a condição psicológica de um indivíduo que expressa satisfação com relação às condições térmicas do ambiente em que este se encontra. Do ponto de vista fisiológico, o conforto térmico ocorre quando há um equilíbrio térmico na ausência de suor regulatório durante a troca de calor entre o corpo de um indivíduo e o ambiente em que se encontra. Em termos de sensações corporais, o conforto térmico está relacionado às sensações de muito quente, quente, morno, neutro, fresco, frio e muito frio. O conforto também depende de ações comportamentais que são iniciadas inconscientemente ou conscientemente e guiadas pelas sensações térmicas e de umidade para reduzir o desconforto.

O primeiro objeto de estudo é o ventilador. Quando direcionado a pessoas, ocasiona uma sensação de temperatura mais baixa. Isso ocorre devido à troca de calor que nosso corpo faz com as partículas de ar. A colisão é tão rápida que não há tempo para um equilíbrio térmico. Os aparelhos de ventilação não refrigeram, apenas circulam o ar de determinado ambiente e consomem uma quantidade significativa de energia, pois para uma área relativamente grande são necessários vários aparelhos.

O segundo objeto de estudo é o ar-condicionado. O princípio de funcionamento dos condicionadores de ar, nada mais é do que a troca de temperatura do ambiente, através da passagem do ar pela serpentina do evaporador que por contato sofre queda ou aumento de temperatura, dependendo do ciclo utilizado, baixando a umidade relativa do ar, deixando o ambiente frio e seco, CREDER, 2006.

Quando alcançado a temperatura desejada se faz uma leitura através de um sensor localizado no evaporador que este por sua vez desliga o compressor, fazendo com que o

equipamento mantenha a temperatura, qualquer variação na temperatura estipulada aciona-se novamente o compressor que é responsável pela circulação do gás refrigerante dentro do sistema.

O princípio de funcionamento de um climatizador evaporativo é por evaporação, um processo adiabático, ou seja, ele não emite calor no ambiente a ser refrigerado. Como os ventiladores não diminuem a temperatura do ambiente e o ar condicionado possui consumo altíssimo de energia, surge como solução economicamente viável, um aparelho de resfriamento evaporativo que, além de utilizar menos energia elétrica, deixa o ar mais úmido e renova o ar, sem utilizar nenhum tipo de gás (Eco Brisa, 2012).

Este trabalho analisa a viabilidade econômica da implantação de climatizadores por evaporação de água na substituição de aparelhos ventiladores convencionais no prédio novo da Faculdade de Engenharia Resende/FER-AEDB. A viabilidade financeira associada ao conforto térmico e a redução do consumo de energia será o tema deste artigo.

DESENVOLVIMENTO

A análise de investimentos pode ser considerada como o conjunto de técnicas que permitem a comparação entre os resultados de tomada de decisões referentes a alternativas diferentes de forma científica. Veras (2001) salienta que “a análise de investimentos compreende não só alternativas entre dois ou mais investimentos a escolher, mas também a análise de um único investimento com a finalidade de avaliar o interesse na implantação do mesmo.”

De acordo com De Francisco (1988) um estudo de análise de investimentos compreende: um investimento a ser realizado; enumeração de alternativas viáveis; análise de cada alternativa; comparação das alternativas e; escolha da melhor alternativa.

Para estudar a viabilidade de um projeto é necessário conhecer muito bem a atividade que se quer implantar e pensar em vários aspectos que o envolvem. Portanto será abordado o funcionamento de cada aparelho.

O ventilador transforma energia elétrica em mecânica para produzir uma corrente de ar. Isso ocorre, através de um motor que rotaciona uma hélice que faz um aumento de vazão e pressão do ar, dependendo de suas características. Existem basicamente dois tipos: centrífugos

e axiais. Objeto de nosso estudo será o ventilador axial que desloca o ar paralelamente ao eixo por impulsão, indicados para gerar grandes vazões com pequena pressão. Os ventiladores servem para arejar, melhorando a sensação térmica do local, no qual a corrente de ar é direcionada.

O climatizador de ar possui um ventilador que força o ar externo através de um painel evaporativo, sobre o qual a água circula continuamente pela ação de uma eletrobomba, conforme figura 1.

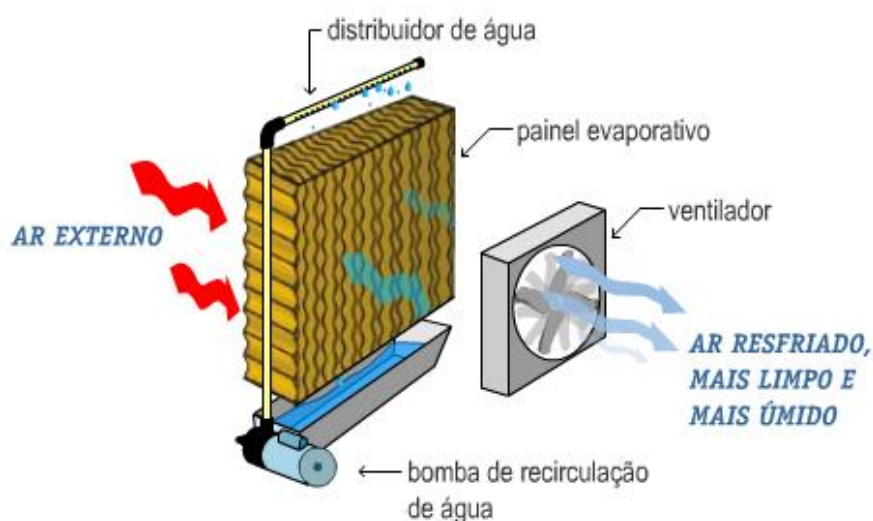


Figura 1. Esquema do funcionamento do resfriador evaporativo

(Fonte: http://www.refrigeracao.net/Topicos/climatizador_evaporativo.htm)

Nesta passagem do ar pelo painel, há a troca de calor entre a água e o ar. A água que evapora garante uma maior umidade do ar resfriado e é reposta por uma bóia que mantém o nível do reservatório constante. Tal processo garante uma perda de temperatura de até 12°C. A troca contínua do ar ambiente por ar resfriado é fundamental para manter as condições de conforto térmico no ambiente. Esta característica faz com que o aparelho possa ser usado com portas abertas sem prejudicar o conforto térmico assim como o funcionamento do aparelho (Eco Brisa, 2012).

Como citado, o resfriamento oferecido pelo climatizador por evaporação depende juntamente da umidade relativa do ar, tendo uma relação inversamente proporcional. Isto é, quanto menor a umidade relativa do ar, maior é o resfriamento obtido pelo aparelho.

Porém, o aparelho possui algumas condições para um bom funcionamento. A troca contínua do ar ambiente por ar resfriado é fundamental para manter as condições de conforto térmico no ambiente.

Segundo Marshal Brain (2001), um ar condicionado é basicamente uma geladeira sem seu gabinete. Ele usa a evaporação de um fluido refrigerante para fornecer refrigeração. O compressor comprime o gás frio, fazendo com que ele se torne gás quente de alta pressão (em vermelho na figura abaixo). Este gás quente corre através de um trocador de calor para dissipar o calor e se condensa para o estado líquido. O líquido escoar através de uma válvula de expansão e no processo ele vaporiza para se tornar gás frio de baixa pressão (em azul claro na figura abaixo). Este gás frio corre através de trocador de calor que permite que o gás absorva calor e esfrie o ar de dentro do prédio. Misturado com o fluido refrigerante, existe uma pequena quantidade de um óleo de baixa densidade. Esse óleo lubrifica o compressor.

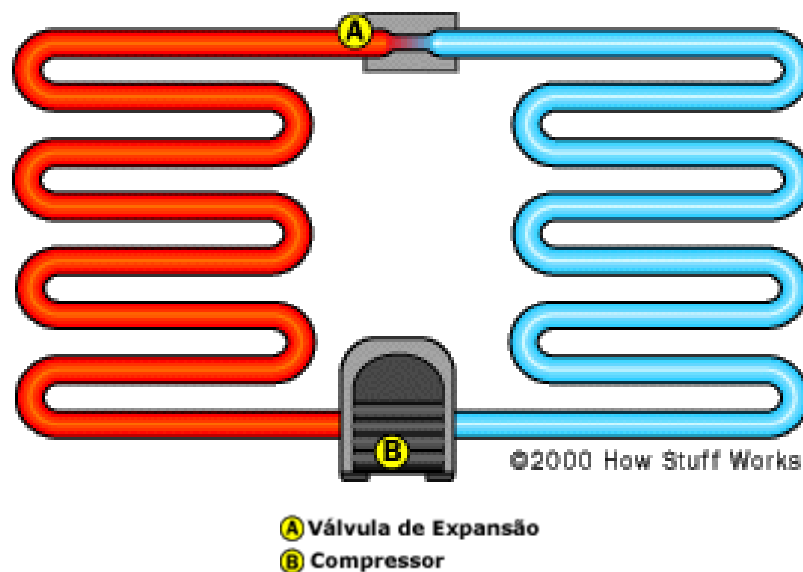


Figura 2. Funcionamento ar-condicionado

(Livro How Stuff Works, Marshal Brain, 2001)

Os métodos tradicionais de avaliação econômica da viabilidade de um empreendimento requerem a estimativa dos custos capitais fixos, dos custos operacionais e do preço de venda dos produtos. A partir destas informações, o período de retorno do investimento (Pay-Back), a taxa interna de retorno (TIR) e o valor presente líquido (VPL) são (não ficaria melhor serão) calculados (KAPLAN, 1983).

Na análise de viabilidade pretendemos utilizar o método do pay-back que é um dos métodos mais simples e, talvez por isso, de utilização muito difundida. Consiste, essencialmente, em determinar o número de períodos necessários para recuperar o capital investido. Tendo essa avaliação, a administração da empresa, com base em seus padrões de tempo para recuperação do investimento, no tempo de vida esperado do ativo, nos riscos associados e em sua posição financeira, decide pela aceitação ou rejeição do projeto.

ESTUDO DA VIABILIDADE DO PROJETO

O bloco “N” em que serão analisadas as implementações dos três aparelhos possui 8 salas de aula com 68 m² de área e 2 salas com 103 m². Para análise da implementação de cada aparelho, serão utilizados cálculos de consumo de energia. Para as salas de 68 m² foi escolhido o modelo de climatizador evaporativo EB-80 da Eco Brisa, vide figura 3, que climatiza ambientes de até 80m² e possuem especificações técnicas conforme tabela 1. Para as salas de 103 m² foi escolhido o modelo EB-100, climatizando áreas de até 100 m², conforme figura 4, com as especificações da tabela 2.



Figura 3. Modelo de climatizador evaporativo EB-80

Fonte: (<http://www.ecobrisa.com.br/modelos/eb-80.html>).

Vazão de ar	5000 m ³ /h
Consumo elétrico	0,2 kWh
Abertura na parede /janela	44x83 cm
Peso	60 Kg
Área máxima climatizada	30 a 80 m ²
Consumo médio de água	13 litros/h

Tabela 1. Especificações técnicas EB-80.

Fonte : (<http://www.ecobrisa.com.br/modelos/eb-80.html>).



Figura 4. Modelo de climatizador evaporativo EB-100.

Fonte: (<http://www.ecobrisa.com.br/modelos/eb-100.html>).

Vazão de ar	6000 m ³ /h
Consumo elétrico	0,37 kWh
Abertura na parede /janela	70x70 cm
Peso	60 Kg
Área máxima climatizada	50 a 100 m ²
Consumo médio de água	17 litros/h

Tabela 2. Especificações técnicas EB-100.

Fonte: (<http://www.ecobrisa.com.br/modelos/eb-100.html>).

Os quatro ventiladores oscilantes de parede atualmente instalados em cada sala são do modelo Premium, marca Venti-Delta, vide figura 5, possuem especificações conforme tabela 3.

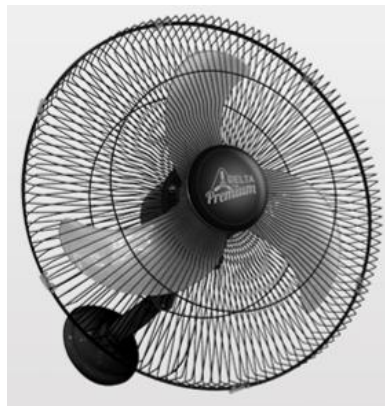


Figura 5. – Ventilador tipo oscilante Venti-Delta Premium

Fonte: (<http://www.ventidelta.com.br/capa/categorias.asp?ID=9&produtoid=661>).

Hélice	3 pás
Vazão de ar	230 m ³ /min.
Consumo energia	0,2 kWh
Potência	170 W

Tabela 3. Especificação técnica ventilador.

Fonte: (<http://www.ventidelta.com.br/capa/categorias.asp?ID=9&produtoid=661>).

Para o dimensionamento do ar-condicionado, utilizou-se a NBR-5858 que aborda o cálculo simplificado de carga térmica. O resultado dos cálculos mostrou que o ar-condicionado para climatizar as salas de 100 m² deve ter 60.000 BTU's, vide figura 6. Para as salas de 68m² deve ter 45.000 BTU's,vide figura 7.



Figura 6. Modelo de ar-condicionado Split Piso-Teto 60.000 BTU/s Frio

Fonte: (<http://www.centralar.com.br/loja/11/589/ar-condicionado-split-teto-60000-btu-s-frio-220v-bifasico-lg-tv-c602llao.html>).



Figura 7. Modelo de ar-condicionado Split

Fonte: (<http://www.centralar.com.br/loja/11/710/ar-condicionado-split-piso-teto-48000-btu-s-frio-220v-trifasico-rheem-rb1pt48ac2c.html>).

Admitindo que o ar-condicionado, climatizador e o ventilador funcionem 4 horas por dia, 26 dias por mês e de posse do consumo de energia de cada aparelho, é possível calcular quanto o bloco “N” consome a cada mês e converter em custo financeiro para a instituição, baseado em valores de kWh da fornecedora de energia elétrica, Ampla-RJ.

Quanto ao custo de aquisição dos aparelhos, segundo pesquisas de mercado, os valores se encontram na tabela abaixo:

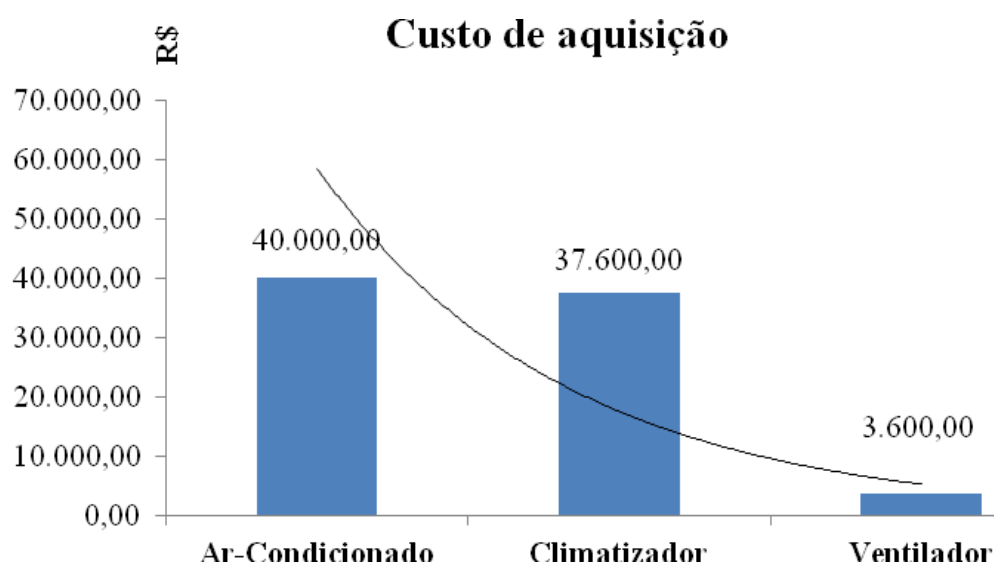


Gráfico 1. Custo de aquisição aparelhos

Elaborado por: Aline Leal Fonseca, Fernanda Oliveira e Rafael Fernando em 05/05/2012.

A tabela abaixo mostra as principais relações entre o climatizador evaporativo, ar-condicionado e ventilador, comprovando mais uma vez que o climatizador é o aparelho de maior viabilidade em seus aspectos gerais. Dentre as vantagens do climatizador evaporativo, podemos citar a recirculação do ar no ambiente, que diminui a probabilidade do surgimento de doenças respiratórias nos alunos.

	CLIMATIZADOR EVAPORATIVO	AR-CONDICIONADO	VENTILADOR
CUSTO	Alto	Alto	Baixo
CONSUMO DE ENERGIA	Baixo	Muito alto	Baixo
REQUISITOS DO AMBIENTE	Ambiente aberto com grande renovação do ar	Deve ser fechado ao máximo. Trabalha com pouca renovação do ar	Sem requisitos
EFEITO NA TEMPERATURA	Resfria o ar de acordo com a temperatura de bulbo úmido local	Esfria o ar de acordo com a temperatura selecionada	Não altera temperatura

EFEITO NA UMIDADE	Aumenta a umidade relativa do ar sem atingir saturação	Desumidifica o ar.	Não altera a umidade
EFEITO NA SAÚDE	Devido a grande renovação de ar. A umidificação do ar é um benefício adicional em climas muito secos.	Ar muito seco e a baixa taxa de renovação do ar são agentes nocivos à saúde.	São úteis para reduzir os efeitos prejudiciais do calor excessivo. A exaustão é fundamental em ambientes com geração de calor ou de poluentes
IMPACTOS AMBIENTAIS	Nenhum impacto negativo	O alto consumo de energia pode acarretar um pesado ônus para o meio ambiente. Quando usam gás CFC ou HCFC são prejudiciais à camada de ozônio	Nenhum impacto negativo.
MANUTENÇÃO	Baixa	Alta e especializada	Muito baixa

Tabela 4. Comparativo entre os aparelhos.

Fonte: Autores: Aline Leal, Fernanda Oliveira e Rafael Fernando em 05/05/2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos dias de hoje conforto com economia é fundamental, para tal, o artigo então associa o conforto térmico do ambiente, com o mínimo de investimento, baixo custo de manutenção e uma grande economia com energia elétrica. Visto que nem todas as pessoas gostam de estar em ambientes refrigerados por ar condicionado, que desagradam nos aspectos de proporcionar ar seco e viciado por falta de recirculação, o alto consumo de energia elétrica e alto custo de instalação e manutenção, surgiu a alternativa da implementação dos climatizadores nas salas de engenharia/AEDB.

Os grandes vilões no orçamento da implementação de aparelhos que proporcionam conforto térmico são: alto consumo de energia elétrica, manutenção, instalação onerosa e a

necessidade de utilização de gás refrigerante que prejudica a camada de ozônio. Quando pensamos na manutenção, o ar condicionado exige mão de obra especializada e onerosa, enquanto que a manutenção em um climatizador não exige muito treinamento.

A análise de viabilidade financeira deverá estar centrada nas despesas que irão existir durante a execução do projeto, para tal, é necessário orçar todo custeio envolvido desde o desenvolvimento até a implementação do projeto. Os resultados dessa análise devem assegurar que os recursos financeiros sejam suficientes para cobrir os gastos de implementação.

Levando-se em consideração a economia de energia, e conseqüentemente, o custo de utilização, os climatizadores demonstram um diferencial nestes aspectos, além de garantir qualidade do ambiente refrigerado, sem deixar o ar seco e o local muito frio. Seu custo de operação chega a ser nove vezes menor que o custo de operação de ar condicionados. Na substituição de aparelhos convencionais por climatizadores, o capital investido poderá ser retornado em poucos anos.

Economic Feasibility Analysis of Implementation of Evaporative Air Cooling appliances in Academic Environment

Aline Leal Fonseca

Fernanda de Oliveira Silva

Rafael Fernando Pimenta Pereira

Faculdade de Engenharia de Resende

ABSTRACT

This is regarding the economic feasibility of the implementation of evaporative air coolers and the proportionate level of thermal comfort to the students in the classrooms on the new block in the Engineering University of Resende. The merits, de-merits and the energy consumption of three different equipment are compared: ceiling fans, air conditioners and evaporative air coolers. Also, considered is the unit per month of electric power consumption, the periodic maintenance costs of each equipment and the break even time for the proposed investment (Pay-back). The evaporative air cooler exhibit the most benefits among them,

students' good health, because this process increases the relative atmosphere humidity, reducing of the appearance of respiratory related diases.

KEY-WORDS: Evaporative air cooler. Feasibility. Thermal comfort. Energy consumption.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMPLA. **Aneel** . Disponível em: < <http://www.ampla.com/>>. Acesso em: 7 abril 2012.

ASHRAE. **Green Guide American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers**. Editora Butterworth-Heinemann, 2006.

BRIAN MARSHALL. **How Stuff Works**. Editora Hungry Minds, 2001.

CENTRALAR. **Ar-Condicionados**. Disponível em: < www.centralar.com.br >. Acesso em: 5 abril 2012.

DE FRANCISCO, W. **Matemática financeira**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1988.

ECOBRIISA. **Modelos de equipamentos**. Disponível em:
<<http://www.ecobrisa.com.br/modelos>>. Acesso em: 5 abril 2012.

ECOBRIISA. **O que é resfriamento evaporativo**. Disponível em:
<<http://www.ecobrisa.com.br/funcionamento/res-fr-evap.html>>. Acesso em: 20 abril 2012.

KAPLAN,S. “**Energy Economics – Quantitative Methods for Energy and Enviromental Decisions**”. Polytechnic Institute of New York, 1983.

ROZENFELD, HENRIQUE; FORCELLINI, FERNANDO; CAPALDO, DANIEL;
TOLEDO, JOSÉ. SILVA, SÉRGIO; ALLIPRADINI, DARIO; SCALICE, RÉGIS. **Gestão de Desenvolvimento de Produto**. Editora Saraiva, 2007.

VENTI-DELTA. **Modelos de ventiladores oscilantes**. Disponível em:
<<http://www.ventidelta.com.br/capa/categorias.asp?ID=9&produtoid=661> >. Acesso em: 5 abril 2012.

VERAS, L. L. **Matemática financeira: uso de calculadoras financeiras, aplicações ao mercado financeiro, introdução à engenharia econômica, 300 exercícios resolvidos e propostos com respostas**. 4. Editora São Paulo: Atlas, 2001.

CREDER, H. **Instalações de ar condicionado (Livros técnicos e científicos)**. Editora S.A. – Grupo GEN, 2004).