

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE CONDICIONADORES DE AR POR CICLO DE COMPRESSÃO A VAPOR E CICLO POR ABSORÇÃO

Gustavo Soares de Almeida

Universidade de Brasília
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF - CEP 70910-900
gustavosoares.almeida@gmail.com

João Manoel Dias Pimenta

pimenta@unb.br

Enio Nascimento de Carvalho

enionc@yahoo.com.br

José Araujo Fonseca Júnior

zkaraujo@brturbo.com.br

Resumo: *O intento deste trabalho é elaborar uma metodologia para estudos de viabilidade econômica da utilização do ciclo por absorção por edifícios públicos em Brasília – DF empregando gás natural como combustível. Pretende-se que esta metodologia seja aplicada tanto em edifícios já existentes, como também em futuros projetos. A metodologia elaborada se utiliza de recursos de engenharia, matemática financeira e aspectos técnicos das instalações de ar-condicionado. Assim pretende comparar economicamente os equipamentos de centrais de condicionamento de ar que trabalham por ciclo de compressão de vapor e ciclo por absorção. Esta metodologia específica para este caso permite então uma fácil comparação entre as alternativas de projetos objetivando a economia de energia.*

Palavras-chave: Ar-Condicionado, Ciclo por Absorção, Avaliação Econômica.

1. INTRODUÇÃO

Apesar da atual crise política e toda a instabilidade gerada pelo atual governo Boliviano, o Gás Natural ainda é uma alternativa para as necessidades brasileiras de geração de energia. O aumento desta produção nacional é o maior estímulo para ampliação do consumo deste insumo energético. Tal situação configura um contexto propício ao aumento da utilização de gás natural como matriz energética nos próximos anos. Põe-se então o imperativo de se analisar opções viáveis de destinação do gás natural no país. A tecnologia da refrigeração por absorção é uma das alternativas para a utilização deste insumo.

Sob o ponto de vista energético, em certos cenários a utilização de sistemas de refrigeração por absorção pode ser mais interessante que a utilização de sistemas de refrigeração por compressão. Entretanto cada caso depende de estudos de viabilidade, sendo que essa possibilidade de uso do gás natural deve ser sempre analisada.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é a elaboração de metodologia para análise econômica de centrais de ar-condicionado, fundamentalmente importante para o planejamento energético. Devido à intensidade de capital e a complexidade das etapas para a execução de um projeto de desenvolvimento e produção no setor energético, as decisões e as escolhas em um projeto nunca devem ser intuitivas. Dentro deste contexto, este trabalho intenta ser uma ferramenta para auxiliar a elaboração de um estudo de viabilidade econômica da utilização do ciclo por absorção em edifícios públicos em Brasília – DF. Como referência para esta análise toma-se como base para comparação os sistemas de refrigeração por compressão em edifícios já existentes.

3. METODOLOGIA

Esta tese propõe um estudo que visa analisar a viabilidade da substituição de resfriadores que operam com compressão de vapor por resfriadores que operem através do ciclo por absorção em edifícios públicos. É imprescindível para este tipo de estudo uma análise econômica que compare o investimento em um novo equipamento, os custos com energia, manutenção e demais insumos com outros investimentos. Para tanto será necessário para a elaboração de uma análise econômica que trate de:

- Definição de termos de engenharia econômica;
- Considerações de custos para cada equipamento de condicionamento de ar;
- Desenvolvimento de método específico para avaliação econômica de ciclos de refrigeração.

4. METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO ECONÔMICA PROPOSTA

A elaboração de metodologia para análise de projetos é em essência multidisciplinar, exigindo conhecimentos da área da administração, engenharia e economia. Ainda que os conceitos básicos tenham se originado na indústria, a partir de problemas de natureza técnica, os métodos são gerais e sua aplicação não se restringem ao campo da engenharia. Entretanto, grande parte dos problemas de investimento depende de informações e justificativas técnicas, na maioria das organizações – sejam públicas ou privadas - tais decisões são tomadas por engenheiros ou por administradores agindo com base nas recomendações de engenheiros.

Nas seções seguintes serão apresentados de forma sistemática os procedimentos para uma avaliação econômica de projetos de centrais de ar-condicionado. Cada etapa a ser aplicada na análise será apresentada de forma seqüenciada de maneira que possa servir como ferramenta para análises posteriores.

4.1 Elaboração do Fluxo de Caixa

É de fundamental importância que seja avaliado neste ponto todos os possíveis critérios de entrada e saída de capital. Uma boa construção do fluxo de caixa é aquela onde se é inserida a maior quantidade de parâmetros e variáveis possíveis, permitindo assim a elaboração mais realista da circulação de capital em um investimento. Para facilitar a análise dos diferentes projetos nos pontos onde eles são mais distintos, optou-se neste trabalho dividir o Fluxo de Caixa de cada tecnologia em dois, os quais serão chamados de:

- FLUXO 1: Fluxo de Caixa referente ao custos de investimentos iniciais e valores residuais¹ do equipamento conforme exemplificado no diagrama a seguir:

¹ Neste caso F_0 se refere a um investimento inicial e F_6 ao valor residual do equipamento.

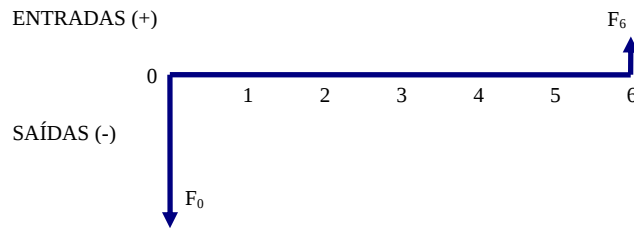


Figura 1: Fluxo de Caixa 1 (Investimento inicial e Valor Residual)

- FLUXO 2: Fluxo de Caixa referente aos custos do insumo energético e de manutenção conforme o diagrama a seguir:

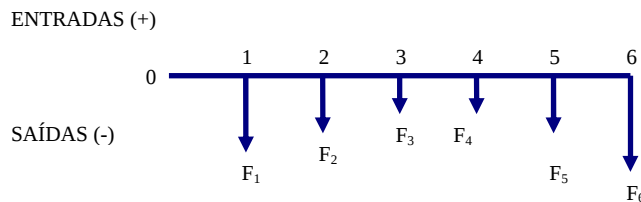


Figura 2: Fluxo de Caixa 2 (Custos de insumo energético e manutenção)

Este Fluxo de Caixa 2 será construído a partir de informações de custos de insumos energéticos e custos de manutenção do momento presente, entretanto, ele se trata de valores futuros. Portanto, para a construção dele será necessário o cálculo do Valor Futuro (F_n) de cada parcela antes da inserção no diagrama. O Valor Futuro pode ser calculado pela expressão seguinte:

$$F_n = P(1 + i)^n \quad (1)$$

Seguem neste tópico alguns dados de fundamental importância para a construção de um fluxo de caixa para sistemas de ar-condicionado por compressão e absorção. Cada equipamento possui suas características que devem ser respeitadas durante a avaliação, portanto, será demonstrada aqui de maneira mais generalizada os pontos mais importantes na avaliação para estes dois tipos de equipamentos.

Propõe para a construção do Fluxo de Caixa a periodicidade anual, pois a vida útil dos equipamentos é longa. Segundo Levine (2001), a vida útil de um equipamento por absorção é de aproximadamente 20 anos. Afirmar também que esta vida útil pode ser reduzida ou estendida conforme a utilização de aditivos descritos em seu artigo. Embora existam diversos tipos de equipamentos de refrigeração por compressão, Levine (2001) conclui também que estes equipamentos possuem vida útil aproximada de 20 anos, sendo que segundo pesquisas do autor, os condicionadores de ar centrífugos possuam vida útil média mais longa, em torno de 25 anos.

4.1.1 Investimento Inicial

É o custo para aquisição e instalação do equipamento. Este dado é fornecido pela empresa que projeta, fabrica ou instala a central de ar-condicionado. Para este caso, o tempo de instalação não é considerado no fluxo de caixa, pois o mesmo é reduzido quando comparado com a vida do equipamento e não é influenciado pela taxa de desconto.

Ao se considerar o investimento inicial deve-se levar em conta as características do equipamento como um todo, deve-se considerar os custos de aquisição, de instalação, de transporte, custos com treinamento e também custos ambientais.

4.1.2 Custos de Manutenção

Basicamente existem dois tipos de manutenção: a planejada e a não planejada (Cavichioli, 1990). O levantamento de custos com a manutenção planejada é de fácil obtenção, pois a mesma segue rotinas com periodicidades e custos programados. Por outro lado, a manutenção não-planejada, por se tratar de fato inesperado, não possibilita uma previsão exata de gastos. Entretanto, quando são seguidas as recomendações do fabricante e executadas as manutenções preventivas e preditivas, tais fatos inesperados são minimizados, não compondo então insumos significativos.

A periodicidade destas medidas de manutenção depende do equipamento e habitualmente é especificada pelo fabricante. As rotinas de manutenção de uma central de ar-condicionado por ciclo por absorção envolvem de forma mais geral os seguintes procedimentos:

- 1) Purga periódica de gases não-absortivos provocados por infiltrações e por reações químicas no processo de corrosão (Herold et al, 1996).
- 2) Adição periódica de Álcool Octílico (2-etil-1-hexanol). A utilização do Álcool Octílico induz o aumento da transferência de massa no absorvedor proporcionando a convecção de Marangoni² pode aumentar o desempenho do absorvedor em até 200% (Herold et al, 1996).
- 3) Adição periódica de inibidores de corrosão. Os aditivos anti-corrosivos mais conhecidos e pesquisados são o Cromato de Lítio (Li_2CrO_4), o Molibdato de Lítio (Li_2MoO_4) e o Hidróxido de Lítio (LiOH).
- 4) Correção periódica do pH. O potencial de oxidação da solução refrigerante é fortemente influenciado pelo seu pH, enquanto ácida. O controle do pH em condicionadores de ar por ciclo de absorção é normalmente feito através da adição de pequenas quantidades de HBr. Tal adição não compromete as propriedades do Brometo de Lítio (Herold et al, 1996).

As máquinas de absorção têm vida útil de aproximadamente 20 anos (Herold et al, 1996). Os autores Levine e Herold et al convergem para esta idade em seus textos. Nesta idade o equipamento apresenta significantes danos decorrentes da corrosão na superfície de aço, vazamentos e liberação de gases inertes. A expectativa de vida da máquina é limitada então basicamente pela corrosão e pelos problemas provenientes dela. A vida útil do equipamento é fundamental nesta análise econômica comparativa do projeto.

Dentro dos custos de manutenção devem constar também os custos operacionais do equipamento como: treinamento para funcionários, salários dos operadores, cuidados especiais de operação do equipamento, consumo de água condensada e consumo de energia elétrica.

4.1.3 Custos do Insumo Energético

A estimativa do custo do Insumo Energético em sistemas de condicionamento de ar depende de alguns fatores que influenciam tal previsão. Uma análise detalhada de cada termo é extremamente necessária para uma estimativa mais aproximada o possível da realidade. Alguns fatores dependem da localização, de características da edificação, características do equipamento, do perfil de utilização do equipamento e da edificação, do contrato firmado entre concessionária e consumidor e da política tributária de cada estado. Assim, serão descritos nos tópicos seguintes os principais fatores para a construção da estimativa do custo.

² A convecção de Marangoni ocorre pelo fato da tensão superficial em um fluido, ser dependente da temperatura. Como todo processo de solidificação requer um gradiente térmico através da interface das diferentes fases, aparecerá um fluxo radial da região de baixa tensão superficial para a região de alta tensão superficial. Este é um tipo de convecção independente da gravidade (AEB – Agência Espacial Brasileira, 2006).

a) Carga Térmica

Este é um dos fatores que influenciam diretamente o consumo de energia. Assim, cada local deve ser avaliado individualmente, pois as características da edificação influem diretamente nos custos do insumo energético.

A geração de calor interno e externo afeta as cargas térmicas de resfriamento. A estimativa da carga térmica de um ambiente deve levar em consideração fatores internos e externos que influenciam nas variações de temperatura e umidade do local estudado. Propriedades físicas dos materiais que envolvem o ambiente, ventilação, infiltração, insolação, dados geoclimáticos como altitude, localização geográfica e temperatura, são alguns dos fatores externos. Internamente, fatores como número de ocupantes, tipo de atividade desenvolvida, dissipação térmica de lâmpadas e equipamentos, dentre outros, também podem modificar tal estimativa.

b) Tarifação da energia elétrica

A tarifação da energia elétrica pode ser feita de duas maneiras de acordo com a determinação da ANEEL (Agência Brasileira de Energia Elétrica) determina que a estrutura de tarifação da energia elétrica pode ser feita de duas maneiras (resolução nº 465, de 29 de novembro de 2000):

- 1) Estrutura tarifária convencional: tarifa de consumo única, ou seja, há aplicação de tarifa de consumo de energia elétrica independente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano.
- 2) Estrutura tarifária horo-sazonal: tarifa diferenciada de consumo de energia elétrica e de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano. A estrutura tarifária horo-sazonal pode ser dividida em duas modalidades:
 - a) Tarifa Azul: modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de uma única tarifa de demanda de potência.
 - b) Tarifa Verde: modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de uma única tarifa de demanda de potência.

A partir das informações relativas ao contrato firmado entre o consumidor e a concessionária devem ser analisados custos relativos ao consumo energético do projeto. Os valores dependerão bastante das características de utilização do equipamento como horário e época do ano.

c) Tarifação de gás natural

O gás natural para o consumidor final, assim como a maioria dos produtos, é influenciado pela lei da oferta e demanda. O que torna uma previsão do custo deste insumo ainda obscura, porém é possível fazer uma estimativa do preço deste energético. Assim, o componente de preço é o próprio gás. O segundo componente são os custos, para que o gás chegue da produção até o consumidor final depende de um transportador e um distribuidor. Terceiro componente do preço do gás são os impostos, encargos e taxas (Melo 2002).

O consumo de gás natural de forma geral está sujeito a sazonalidades, sendo maior seu consumo no inverno e menor no verão. Efeito contrário acontece nas aplicações de ar condicionado por absorção de queima direta. Porém, usualmente no Brasil não há variação sazonal do custo deste insumo, tão pouco há contratos com alteração de tarifas para hora de pico.

Assim, pode-se dizer que as tarifas deverão permitir à empresa prestar serviços a níveis adequados de qualidade, permita a remuneração dos investidores e que os usuários paguem um preço justo pelos serviços prestados (Melo, 2002).

As tarifas definitivas e contratos de fornecimento deste insumo ainda não estão definidos no Distrito Federal, ainda dependerá de um estudo de previsão demanda de gás natural nesta região,

incentivos fiscais do governo e custos de transporte e distribuição. Porém, segundo a CEBGÁS³ é possível fazer alguma estimativa de custos em uma faixa de valores. Assim, para avaliação de um projeto que utilize este energético no presente momento será necessário trabalhar com estimativas e avaliar diversas possibilidades de preços comparando-os nas metodologias propostas para análise de viabilidade.

4.2 Comparações dos equipamentos com base no Valor Atual Líquido

A segunda etapa da análise se trata do cálculo do Valor Atual Líquido (VAL), o método tem como finalidade determinar um valor no instante considerado inicial, a partir de um fluxo de caixa formado de uma série de receitas e dispêndios. O VAL será calculado pela seguinte expressão (Hirschfeld, 1998):

$$VAL = \sum_{n=0}^{n=v} \frac{F_n}{(1+i)^n} \quad (2)$$

Onde F é a quantia existente em fluxo de caixa em determinado momento. É composto pela soma do investimento inicial, custo do insumo energético ou custo de manutenção. Em realidade F é a soma de ambos para determinado momento de um fluxo de caixa. A taxa de desconto é dada por *i*. A somatória tem como último elemento o valor $n=v$, onde *v* é a vida útil das máquinas, que conforme citado anteriormente tem ciclo de aproximadamente 20 anos, ou seja, vidas iguais.

Entretanto, a natureza do fluxo de caixa para equipamentos de ar condicionado central é predominantemente negativo. Convenciona-se, então, caracterizar os benefícios como negativos e os custos positivos, chamando o Valor Atual Líquido com sinal negativo de Custo Atual Líquido (CAL).

Com o resultado em mãos, a seleção da melhor alternativa é a princípio, aquela que apresentar o maior Valor Atual Líquido de seus fluxos de caixa, ou seja, aquela que apresentar o maior valor algébrico da soma de todos os valores atuais. Tratando-se de Custos Atuais Líquidos, adota-se convenção contrária, aquela que apresentar menor custo é a priori a melhor alternativa.

4.3 Comparações dos equipamentos com base na Taxa Interna de Retorno.

O cálculo da taxa interna de retorno visa determinar a taxa de desconto na qual torna nulo o Valor Atual Líquido do investimento. Esta taxa somente poderá ser calculada se houver efetivamente um VAL positivo. Se a predominância negativa do fluxo de caixa determinar um VAL negativo, como é o caso que será avaliado, será necessário avaliar a taxa interna de retorno através de comparações entre os fluxos.

A construção do gráfico TIR x VAL permite avaliar as diversas possibilidades para diferentes taxas de juros, permitindo assim a Análise em Condições Limites (*Break Even Point*). Esta apresenta um ponto em que os custos totais se igualam as economias totais, ou seja, determina o ponto em que as tecnologias se igualam economicamente (Carvalho, 2002). Para o caso em questão, análise econômica entre ciclos de refrigeração, permite que se avalie em quanto deve permanecer a taxa de desconto, para que a viabilidade econômica se verifique.

Sendo assim, somente é possível construir um gráfico quando comparada duas tecnologias. Porém, quando se compara três ou mais variedades de projeto, o critério para avaliação é que se analise a TIR sempre em relação a pior alternativa (maior CAL). Assim é possível traçar em um mesmo gráfico duas curvas TIR x VAL, permitindo-se melhor julgamento das alternativas de projeto em questão.

³ Constituída em março de 2001, a Companhia Brasiliense de Gás - CEBGAS tem como sócios a Companhia Energética de Brasília - CEB, a BRASILGÁS S.A. e a Petrobrás Gás S.A. - GASPETRO. É a concessionária da distribuição de gás canalizado na área compreendida pelo Distrito Federal.

4.4 Comparações dos equipamentos com base na Taxa Interna de Retorno.

Busca-se aqui saber qual equipamento pode prover energia em TRs ou KW pelo menor custo. Este índice proporciona uma avaliação simples e direta dos equipamentos, mesmo assim, por sua característica mais abrangente, a qual avalia todo o capital e benefício envolvido durante toda a vida do equipamento.

A representação gráfica da metodologia proposta é baseada na divisão de Fluxos de Caixa. A partir do Fluxo de Caixa 1 da tecnologia a ser analisada. Constrói-se um Fluxo de Caixa Uniforme. Para tanto será uniformizado individualmente as parcelas devido suas características temporais.

Uniformizando o investimento inicial I temos (Hirschfeld, 1998):

$$U_I = I \cdot \frac{i(1+i)}{(1+i)^n - 1} \quad (3)$$

Uniformizando o valor residual R , após n anos de vida útil v . Assim, considera-se $n=v$. Utiliza-se a seguinte equação devido a sua característica futura, temos o valor uniforme para os resíduos (Hirschfeld, 1998):

$$U_R = R \cdot \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (4)$$

Entretanto, podemos escrever:

$$\begin{aligned} \frac{i}{(1+i)^n - 1} &= \frac{i(1+i)^n - i(1+i)^n + i}{(1+i)^n - 1} = \\ &= \frac{i(1+i)^n - i[(1+i)^n - 1]}{(1+i)^n - 1} = \\ &= \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} - i \end{aligned} \quad (5)$$

Portanto,

$$U_R = R \cdot \frac{i(1+i)}{(1+i)^n - 1} - i \quad (6)$$

Calculando-se então o Custo Uniforme Líquido para o Fluxo de Caixa Uniforme 1 pela somatória dos dois valores uniformes U_I e U_R .

$$\begin{aligned} CUL_1 &= [U_I - U_F] = I \cdot \frac{i(1+i)}{(1+i)^n - 1} - R \cdot \left[\frac{i(1+i)}{(1+i)^n - 1} - i \right] = \\ &= I \cdot \frac{i(1+i)}{(1+i)^n - 1} - R \cdot \frac{i(1+i)}{(1+i)^n - 1} + Ri = \\ &= (I - R) \left[\frac{i(1+i)}{(1+i)^n - 1} \right] + Ri \end{aligned} \quad (7)$$

Caso o Fluxo de Caixa 2 (custos de insumo energético e manutenção) não seja constante, calcula-se o Custo Uniforme Líquido para o mesmo, o qual será chamado de CUL_2 .

$$CUL_2 = CAL_2 \frac{i(1+i)}{(1+i)^n - 1} \quad (8)$$

O resultado geral para todo o capital movimentado será dado pela soma de CUL_1 e CUL_2 .

$$CUL = CUL_1 + CUL_2 \quad (9)$$

A razão Custo/Benefício considerada é então:

$$C/B = \frac{CUL}{En} \quad (10)$$

Onde En é a energia produzida na forma de frio anualmente pela central de ar-condicionado em kW. Assim, pode-se dizer que En se refere à carga térmica anual, pois ela representa a energia requerida para climatizar um edifício e manter o controle térmico adequado, sendo este o benefício que o equipamento de condicionamento de ar traz ao usuário.

4.5 Determinação do Tempo de Recuperação Descontado.

O tempo de recuperação descontado será construído a partir do Fluxo de Caixa descontado a uma dada taxa de retorno. A partir do Fluxo de Caixa 4 constrói-se um gráfico segundo o exemplo da tabela a seguir:

Tabela 1: Fluxo de caixa para determinação de tempo de recuperação descontado

Ano	Fluxo de Caixa (\$)	Fluxo de Caixa Descontado à Taxa de $i\%$ ao Ano	Somatória do Fluxo de Caixa Descontado no período atual
0	(Investimento Inicial F_0)	P_0	VAL_0
1	F_1	P_1	VAL_1
2	F_2	P_2	VAL_2
3	F_3	P_3	VAL_3
4	F_4	P_4	VAL_4

Onde:

P_n é o valor presente da movimentação de capital F_n no respectivo período.

$$P_n = F_n \frac{1}{(1+i)^n} \quad (11)$$

VAL_n é o Valor Atual Líquido até o momento n .

$$VAL = \sum_{n=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} \quad (12)$$

A partir das colunas 1 e 4 constrói-se o gráfico a seguir, que apresentará um histórico de amortização do projeto e o período aproximado para o retorno descontado.

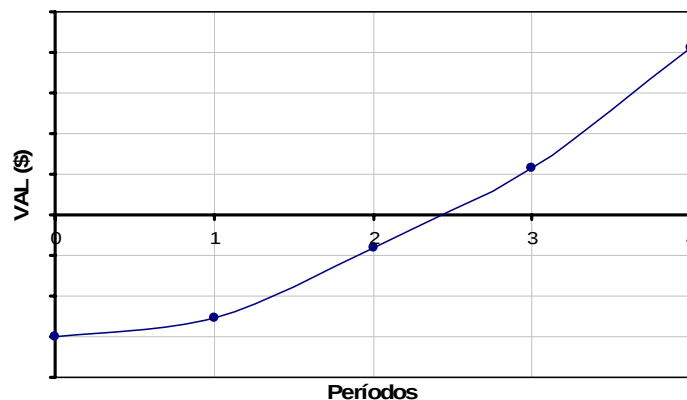


Figura 3: tempo de recuperação descontado no ponto onde a curva toca a abscissa

Tem-se então o tempo de recuperação descontado no ponto onde a curva toca a abscissa.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma metodologia para a análise econômica para equipamentos de condicionamento de ar. Utilizando-se de conhecimentos de matemática financeira e engenharia foi construído um método que permite tratar de forma mais ampla o possível a viabilidade e os possíveis cenários de um projeto de central de ar condicionado.

A utilização dos métodos de Valor Atual Líquido e Taxa Interna de Retorno permitem avaliar cenários de condições limites (*Break Even Point*). Desta forma o trabalho sugere uma análise de sensibilidade através destes resultados de VAL e TIR, onde o diagnóstico de interesses pode ser avaliado através da variação da taxa de juros, do custo de insumo energético, do custo do investimento inicial e dos custos de manutenção.

A análise de Custo/Benefício apresenta um modelo simplificado, porém abrangente, pois avalia o fluxo de caixa como um todo considerando todo o capital e os benefícios envolvidos. Por fim, a determinação do tempo de retorno se apresenta com um indicador também importante por determinar o período de amortização, entretanto não considera todas as receitas que ocorrem ao longo da vida do projeto. Seu uso é mais indicado com um critério complementar na seleção de investimentos.

6. REFERÊNCIAS

AEB, Agencia Espacial Brasileira, Glossário. Disponível em:

<<http://www.aeb.gov.br/area/glossario/>>. Acesso em: 2 out. 2006.

Cavichioli, Carlos Aparecido. Planejamento e Administração da Manutenção. São Paulo, SENAI, 1990.

Felamingo, José Carlos: Comparação econômica entre o ciclo por absorção a gás natural e o ciclo por compressão elétrico com e sem termo acumulação. VIII CONBRAVA

Herold K. E, Radermacher, R., Kelen S.A. Absorption chillers and heat pumps. CRC Press. New York, 1996.

Hirschfeld, Henrique, Engenharia Econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores. 6. ed, São Paulo: Atlas, 1998.

Levine, Richard, Why absorption chillers fail Plant Engineering; Dec 2001; 55, 12; ABI/INFORM Global, pg. 32.

CARVALHO, M. O. M, *Avaliação Econômica de Projetos de Energia: Análise Custo-Benefício*. [S.L.], 2002.

Melo, J. P., Cenários do gás canalizado no Estado de São Paulo. São Paulo. Artliber Editora, 2002.

Soares, J. B., Formação do mercado de gás natural no Brasil: impacto de incentivos econômicos na substituição interenergéticos e na cogeração em regime “topping”. Rio de Janeiro. 2004. Tese de Doutorado em Ciências de Planejamento Energético. Universidade do Rio de Janeiro, COPPE.

Woiler, S., Mathias, W. F., Projetos: planejamento, elaboração, análise. 1. ed. São Paulo. Atlas, 1986.

METHODOLOGY FOR ECONOMIC EVALUATION OF VAPOR COMPRESSION AND ABSORPTION CYCLE AIR CONDITIONERS

Gustavo Soares de Almeida

Universidade de Brasília

Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF - CEP 70910-900

gustavosoares.almeida@gmail.com

João Manoel Dias Pimenta

pimenta@unb.br

Enio Nascimento de Carvalho

enionc@yahoo.com.br

José Araujo Fonseca Júnior

zkaraujo@brturbo.com.br

Abstract: *The intention of this work is to elaborate a methodology for economic feasibility studies of the use of the cycle for absorption for public buildings in Brasilia - DF using natural gas as combustible. This methodology intend being applied in such a way in existing buildings already, as well as in future projects. The elaborated methodology uses engineering knowledge, financial mathematics and technical aspects of the installations of air-conditioning. Thus it intends economically to compare absorption cycle and vapor compression chillers. This specific methodology allows an easy comparison between the alternatives of projects objectifying the energy economy.*

Keywords: *Air-Conditioning, Absorption Cycle, Economic evaluation.*