

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Escola de Administração

Programa de Pós Graduação em Administração

Gilberto Fagundes de Souza

Linha de financiamento para equipamentos de Ar Condicionado.

**Porto Alegre, 2004**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Escola de Administração

Programa de Pós Graduação em Administração

Gilberto Fagundes de Souza

Estudo de viabilidade de uma linha de financiamento para  
implementação de sistemas de Condicionamento de Ar de alta eficiência  
energética.

Monografia apresentada ao programa de Pós-graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a conclusão do curso MBA em finanças.

Orientador: Prof. Dr. Oscar C.Galli

**Porto Alegre, 2004**

## Lista de Tabelas e figuras:

Figura 1 – Estrutura do consumo de energia elétrica no Brasil .....	pág. 8
Figura 2 – Estratificação do consumo de energia elétrica no setor industrial .....	pág. 8
Figura 3 – Estratificação do consumo de energia elétrica no setor residencial .....	pág. 9
Figura 4 – Estratificação do consumo de energia elétrica nos demais setores .....	pág. 9
Tabela 1 – Preços da Energia Elétrica no Brasil.....	pág. 10
Figura 5 – Evolução dos preços de energia elétrica no Brasil .....	pág. 11
Tabela 2- Preços de Energia Elétrica ao Consumidor em diversos países.....	pág. 14
Figura 5 – Evolução dos preços de energia elétrica no Brasil .....	pág. 18
Tabela 3- Comparativo dos consumos anuais de Verão .....	pág. 27
Tabela 4 - Comparativo dos consumos anuais de Inverno .....	pág. 27
Tabela 5 - Comparativo dos consumos anuais Primavera / Outono .....	pág. 28
Tabela 6 – Payback estimado para os 3 cenários.....	pág. 32

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
1.1	PERFIL DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA .....	9
1.2	CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA.....	10
1.2.1	<i>Evolução dos Preços no Brasil</i> .....	10
1.2.2	<i>Panorama Mundial da Energia Elétrica</i> .....	14
1.2.3	<i>A Questão Tributária</i> .....	17
1.2.4	<i>Alternativa de geração de energia</i> .....	20
<b>2</b>	<b>DELIMITAÇÃO DO TEMA</b> .....	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>DEFINIÇÃO DO PROBLEMA</b> .....	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>25</b>
4.1	BALANÇO ENERGÉTICO .....	25
<b>5</b>	<b>ANÁLISE FINANCEIRA</b> .....	<b>27</b>
5.1	DEFINIÇÃO DO MELHOR INVESTIMENTO.....	27
5.2	CÁLCULO DO VPL .....	28
<b>6</b>	<b>FINANCIAMENTO</b> .....	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>34</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>35</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Estamos enfrentando uma época em que a energia elétrica passa a ser ponto de grande preocupação.

A seguir tentaremos enumerar algumas causas da situação que começou a fazer parte de nosso cotidiano mais fortemente a partir de 2001 com ameaças de apagão:

- Redução de investimentos no setor - Nos últimos anos, os investimentos em geração de energia elétrica no Brasil não acompanharam o crescimento da demanda.
- Aumento da demanda - O Brasil é um país em desenvolvimento, mas o crescimento da capacidade de geração não foi proporcional. Isso significa que o país precisa e gasta cada vez mais energia, mas a produção não cresce no mesmo ritmo, aumentando os riscos da falta desta.
- Dependência de usinas hidrelétricas e de linhas de transmissão - Como dito, a dependência do Brasil em relação às usinas hidrelétricas é um fator agravante da crise. Hoje, elas respondem por quase a totalidade da energia consumida no país. É importante saber que a energia produzida em um local pode ser transportada a outro local e isso é feito por meio de linhas de transmissão que funcionam como verdadeiras estradas para a eletricidade. No Brasil, nem todas as regiões estão interligadas, o que impossibilita um tráfego contínuo entre todas as regiões, como é o caso das regiões Norte e Nordeste, que não estão ligadas às demais. Em relação à Região Sul, o problema é outro. Embora esteja ligada ao Sudeste e ao Centro-Oeste, o sistema de transmissão limita o transporte da energia excedente gerada no Sul.

- Clima - Para que seja possível gerar energia nas usinas hidrelétricas é preciso que os reservatórios tenham volume suficiente de água para acionar as turbinas. Com a falta de investimentos na ampliação do parque gerador, as reservas de água das usinas em operação têm sido utilizadas de forma intensiva, reduzindo os níveis de armazenamento dos reservatórios. Isso aumenta a dependência por índices de chuva mais altos para recompor o volume de água dos reservatórios.

Todos os eventos somados geraram então a chamada crise energética. Desde então se acentuaram pesquisas e a busca pela utilização de sistemas mais eficientes que propiciem a racionalização do consumo de energia elétrica.

Dentre os maiores “consumidores” de energia elétrica em instalações residenciais ou comerciais, encontra-se o Ar Condicionado. Este assunto será abordado em detalhes no tópico “PERFIL DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA”. A solução para este impasse, reduzir o consumo de energia mantendo o nível de conforto exigido pelos padrões atuais, pode ser encontrada em uma tecnologia desenvolvida originalmente na Ásia, que já enfrenta este problema há muito mais tempo e tem recursos naturais mais escassos. Tal tecnologia alternativa chama-se Sistema de Fluxo variável de Refrigerante (*VRF – Variable Refrigerant Flow*). **Estes sistemas oferecem redução de até 40% no consumo em relação aos sistemas convencionais.**

Os sistemas VRF caracterizam-se pela adaptabilidade do consumo de energia elétrica à demanda de carga térmica, ou seja, a necessidade de frio do ambiente que varia naturalmente conforme a hora do dia, a ocupação dos ambientes, o tipo de atividade executado no ambiente, entre outros.

Em suma os sistemas do tipo VRF consomem apenas o mínimo necessário para atender a carga térmica instantânea diferentemente de um sistema convencional que

consome energia elétrica relativo ao dimensionamento do sistema que normalmente é feito para atender a carga térmica Máxima.

No ano de 1998, a Carrier compôs com a Toshiba Air Conditioning uma *joint venture* que deu origem a Toshiba Carrier, empresa voltada a produtos de alta tecnologia no ramo do conforto térmico e especializada em sistemas de fluxo variável de refrigerante ou VRF.

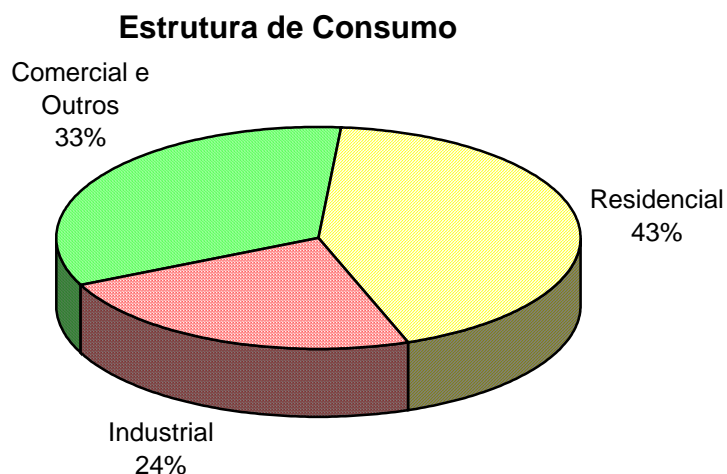
O projeto VRF, como já foi dito, tem como característica principal a alta eficiência e o baixo consumo de energia os quais serão o alvo deste trabalho como uma proposição de sistema alternativo com alto desempenho energético.

No Brasil, a Toshiba Carrier é representada pela Springer Carrier Ltda.



## 1.1 PERFIL DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

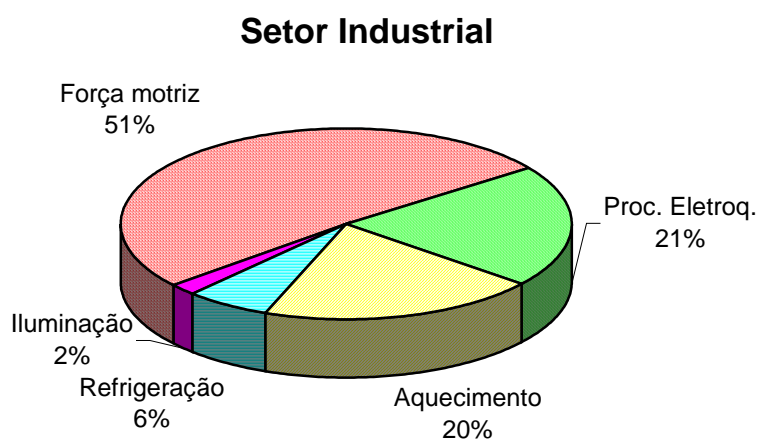
Segundo estudos realizados pelo Instituto Brasileiro do Cobre, o consumo de energia elétrica no Brasil está distribuído da seguinte forma conforme sua aplicação:



**Figura 1 – Estrutura do consumo de energia elétrica no Brasil**

Fonte: <http://www.procobrebrasil.org/>

Considerando que no Brasil apenas 13% dos lares possuem algum tipo de condicionamento de Ar, e via de regra, o consumo de energia elétrica industrial é muito mais voltado a produção do que ao conforto térmico, o item Climatização se destaca muito mais no setor Comercial (incluindo órgãos públicos).



**Figura 2 – Estratificação do consumo de energia elétrica no setor industrial**

## Residencial

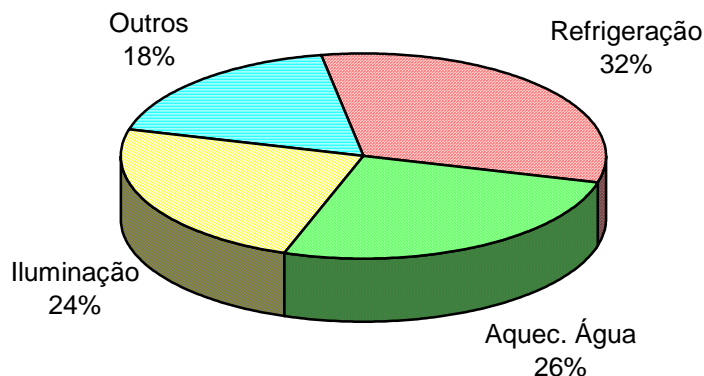


Figura 3 – Estratificação do consumo de energia elétrica no setor residencial

## Comercial e outros

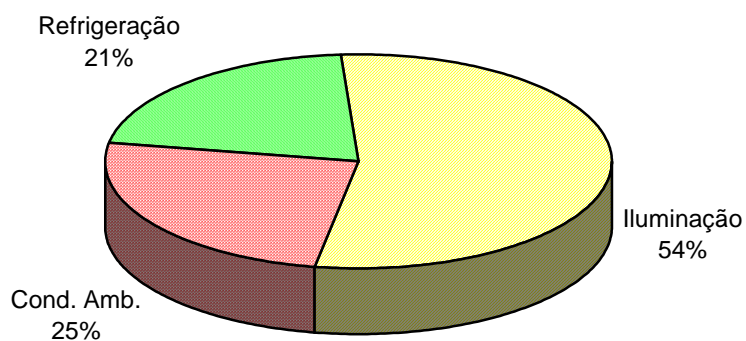


Figura 4 – Estratificação do consumo de energia elétrica nos demais setores

## 1.2 CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA

### 1.2.1 Evolução dos Preços no Brasil

Escolhendo-se como referência para uma primeira comparação os valores históricos das tarifas de energia elétrica no Brasil, é imprescindível buscar os dados numa fonte confiável. Assim, consultando o documento emitido pelo órgão competente do Poder Executivo, com dados mais atualizados sobre o tema, ou seja, o documento

“Balanço Energético Nacional –2002”, que se encontra disponível na Internet, na página do Ministério de Minas e Energia – MME, da tabela 7.9 – Preços Médios Constantes de Fonte de Energia (preços ao consumidor, com impostos em Dólares Americanos), extraem-se os dados constantes da tabela apresentada a seguir.

Tabela 1 – Preços da Energia Elétrica no Brasil

	<b>Consumidor Industrial</b>	<b>Consumidor Residencial</b>
	USD/MWh	USD/MWh
1987	41,5	60,5
1988	44,3	55,9
1989	49,9	54,8
1990	53,2	70,3
1991	41,0	70,7
1992	50,7	84,0
1993	48,9	78,2
1994	59,2	96,4
1995	55,8	100,1
1996	59,0	128,1
1997	59,4	134,0
1998	57,8	133,3
1999	42,6	99,2
2000	47,6	111,9
2001	43,3	97,8
2002	40,6	91,2

Da tabela 1, obtém-se que as tarifas médias de energia elétrica para consumidores industriais praticadas em 1986 eram de US\$ 41,5 e, em 2001, eram de R\$ 40,6 / MWh, praticamente estáveis.

Também da referida tabela, em relação aos consumidores residenciais, observa-se que as tarifas médias de energia elétrica praticadas em 1986, eram US\$ 60,5 contra US\$ 91,2 em 2001, aumento real de 50% , apesar de ter mostrado uma redução de até 32% nos últimos 5 anos medidos.

A diferença entre as tarifas dos dois setores que chegou a 57% e se mantém na média de 40% deve-se a política energética brasileira que define medidas de subsídio a energia elétrica supostamente usada no setor produtivo com recursos derivados da tarifação sobre a a energia dos demais setores.

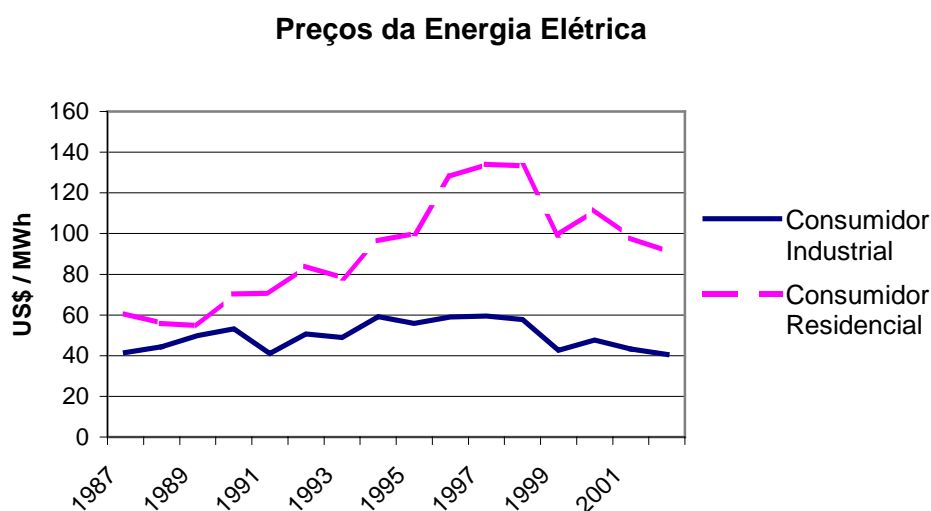


Figura 5 – Evolução dos preços de energia elétrica no Brasil

O gráfico mostra a estabilidade dos preços da energia elétrica industrial e a tendência de aumento das tarifas residenciais.

Desta forma, de acordo os dados constantes do documento Balanço Energético Nacional – 2002, do MME, utilizando uma moeda estável internacional para tentar amenizar o efeito da inflação, entre 1986 e 2001, adotando-se as tarifas históricas de energia elétrica como referência, incluídos os impostos, podemos concluir auxiliados pelo gráfico acima que as tarifas industriais de energia elétrica têm se mantido

constantes nos últimos anos enquanto as tarifas residenciais apresentam uma tendência de crescimento .

## 1.2.2 Panorama Mundial da Energia Elétrica

Outra abordagem possível para avaliação de quão elevados são os preços de energia elétrica para o consumidor direto no Brasil seria a comparação com os preços de energia elétrica praticados em outros países. Novamente, a questão da fonte de dados escolhida para a análise adquire relevância decisiva.

Utilizando-se dados da Agência Internacional de Energia - AIE (International Energy Agency – IEA), uma organização autônoma, sediada em Paris e ligada à Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento - OCDE (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD), extraídos do relatório “Key World Energy Statistics - 2003”, disponível na Internet, na página da entidade (<http://www.iea.org>), obtêm-se os preços de energia ao consumidor constantes da tabela 2 apresentada a seguir.

Ressalta-se que, de acordo com a Agência Internacional de Energia, os dados da tabela 2 referem-se a valores praticados no quarto trimestre de 2002, em dólares americanos, com exceção daqueles assinalados (\*), que são os últimos valores disponíveis na OCDE. Quanto aos preços da energia brasileira, foram obtidos a partir do documento Balanço Energético Nacional – 2002, já referido anteriormente, e foram convertidos utilizando-se a taxa média de câmbio de 2001 (R\$1,8302/ US\$) empregada no citado documento.

Tabela 2- Preços de Energia Elétrica ao Consumidor em diversos países

	Consumidor Industrial	Consumidor Residencial
	(US\$/MWh)	(US\$/MWh)
México	58,4*	90,6*
Coréia do Sul	65,6*	85,3*
Austrália	35,7*	61,9*
Índia	80,1*	38,8*
Japão	142,6*	214,4*
Alemanha	79,0*	166,6*
Itália	93,0*	134,2*
Bélgica	47,7*	132,3*
Espanha	41,1*	108,6*
Suécia	34,2*	102,6*
Dinamarca	73,9	221,7
Holanda	57,5*	167,4
Áustria	92,1*	135,7
Portugal	72,6	134,6
Suíça	77,7	123,5
Luxemburgo	111,7	111,7
Irlanda	77	111
Reino Unido	54,2	110,5
França	36,8	104,5
Turquia	93,7	90,9
Finlândia	46	90,8
Polônia	52,5	90
Noruega	34,9	86,3
Hungria	64,1	85,7
Grécia	49,3	83,2
Estados Unidos	47	83
República Tcheca	55,4	80,7
Taiwan	53,5	74,6
Eslováquia	52,6	73
Nova Zelândia	35,4	70,5
Canadá	38,6*	60,1
África do Sul	122	31,7
Valor médio (OECD)	64,9	104,9
Brasil	44,9*	98,2*

Com base na tabela 2 é possível concluir que os preços da energia elétrica ao consumidor direto no Brasil não são altos em relação à média dos preços praticados nos países integrantes da pesquisa disponibilizada pela IEA, sendo respectivamente, 30,8% e 6,3% inferiores aos valores médios cobrados dos consumidores industriais e residenciais nos países pesquisados.

Por outro lado, comparando os preços brasileiros com os preços praticados no Canadá, que de forma semelhante ao Brasil utiliza predominantemente geração hidrelétrica, cerca de 56% do total de energia elétrica gerada, observa-se que o consumidor industrial brasileiro paga, em média, 16,4% a mais pela energia elétrica que consome, ao passo que o consumidor residencial brasileiro paga, em média, 63,5% a mais do que o consumidor canadense pela mesma quantidade de energia elétrica. Neste caso, os preços da energia elétrica brasileira podem ser considerados elevados.

Outra conclusão decorrente das comparações acima é que, no Brasil, os consumidores residenciais pagam tarifas médias de energia elétrica cerca de 118,7% superiores às cobradas dos consumidores industriais, enquanto a mesma diferença é de 55,7%, no Canadá, e de 61,7% em relação aos valores médios praticados nos países integrantes da pesquisa disponibilizada pela IEA.

Tal fato denota o emprego no Brasil de uma política tarifária que privilegia os consumidores industriais, em detrimento dos consumidores residenciais.

Ainda, analisando-se os dados da tabela 2, observa-se que a Noruega, país com cerca de 99% de geração hidrelétrica, apresenta tarifas também bastante baixas. Os consumidores industriais e residenciais brasileiros pagam, respectivamente, tarifas 28,7% e 13,8% superiores aos consumidores noruegueses de mesmas classes.



Entretanto, destaca-se que a política tarifária adotada na Noruega é mais benéfica para os consumidores industriais, em detrimento dos consumidores residenciais, do que no Brasil, uma vez que os consumidores residenciais noruegueses pagam tarifas médias de energia elétrica cerca de 147,3% superiores às cobradas dos consumidores industriais, enquanto a mesma diferença é de 118,7%, no Brasil. Em realidade o consumidor Residencial subsidia a tarifa industrial.

### **1.2.3 A Questão Tributária**

O ponto em comum na análise dos preços da energia elétrica no Brasil, no Canadá ou na Noruega é que estes são definidos em função dos custos de geração, transmissão e distribuição, acrescidos dos impostos da cada país.

Para analisar individualmente os custos e o peso de impostos e taxas em cada país, deveremos entender primeiramente a estrutura político social destes. O Canadá, por exemplo, é um estado unitário dividido em dez províncias onde existem dois impostos que incidem sobre as operações comerciais feitas pelos consumidores, incluindo as faturas de energia elétrica, são eles: o “Goods and Service Tax – GST”, um imposto federal, que apresenta alíquota única de 7% incidente sobre o valor da fatura da operação.

Além do GST, cada província tem a uma taxa única também denominada “Provincial Sales Tax – PST”, com alíquotas variando de 4% a 12% conforme a província aonde a transação está sendo realizada.

Em suma, conforme a província aonde é realizada a operação de compra e venda de energia, o montante de impostos incluídos nos preços da energia elétrica pode variar de 11% a 19%, com alíquota média de 15%.

Na Noruega, o governo ainda costuma incluir sobre os custos de geração e transporte da energia o chamado “Value Added Tax – VAT”, imposto federal que possui uma alíquota de 24% incidente sobre a fatura e uma taxa de consumo de energia elétrica, um valor fixo por quilowatt consumido definido anualmente e que representa cerca de 10% do total da fatura. Desta forma a carga tributária total representa em média 30% do preço final da energia elétrica para o consumidor residencial.

A composição dos preços de energia elétrica no Brasil é bem mais complexa.

Segundo estudos da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADDEE sobre os aumentos da tarifa de energia elétrica para o consumidor final feitos ao subsidiar o processo de revisão tarifária da Light – Serviços de Eletricidade S/A, concessionária de distribuição que atua no Estado do Rio de Janeiro, tendo como base a Nota Técnica nº188, de 22 de setembro de 2003, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, a ABRADDEE calculou um aumento real de 49% na tarifa da energia elétrica no Rio de Janeiro desde 1996, causado principalmente pelo aumento da carga tributária sobre o ativo. Um dos componentes do preço da energia elétrica de grande influência, o Imposto Sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS no período avaliado teria aumentado cerca de 138%. Ainda segundo a associação, apesar dos aumentos a remuneração da LIGHT teria permanecido inalterada no período.

As taxas e impostos incidentes sobre a energia elétrica e os repasses no preço são definidos por Lei com valores estabelecidos por Resolução ou Despacho da ANEEL, sendo alguns desses encargos inicialmente definidos por Decreto e,

posteriormente, consolidados em Lei, constituindo, dessa forma, políticas de Governo para o setor elétrico.

Os encargos incidentes sobre a energia elétrica no Brasil são os seguintes:

- i) Conta de Consumo de Combustíveis (CCC);
- ii) Reserva Global de Reversão (RGR);
- iii) Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica (TFSEE);
- iv) Operador Nacional do Sistema (ONS);
- v) Contribuição Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos (CFURH);
- vi) Uso das Instalações da Rede Básica (RB);
- vii) Uso das Instalações de Conexão (IC);
- viii) Transporte de Energia Elétrica Proveniente de Itaipu Binacional (TI);
- ix) Conta de Desenvolvimento Energético (CDE);
- x) Montante de Uso de Sistema de Transmissão (MUST)
- xi) Contrato de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD);
- xii) Garantias Financeiras.

A ANEEL mostra em seu site uma estrutura tarifária média da seguinte forma:

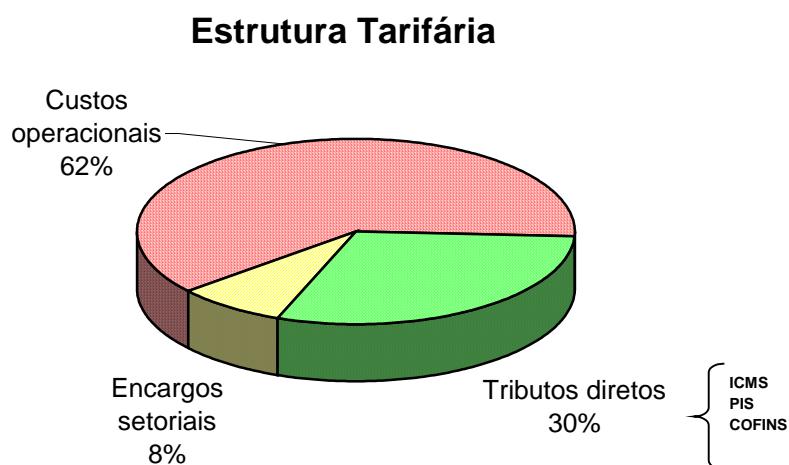


Figura 5 – Evolução dos preços de energia elétrica no Brasil

No entanto de acordo com a ABRADÉE, o peso dos tributos e encargos no valor final da energia elétrica pode chegar a quase 50%. Segundo ela, no caso da LIGHT os gastos com a compra de energia, fornecedores e funcionários representariam 38,2% dos seus custos e apenas 15,4% seria a parcela que ficaria com os investidores das concessionárias. Tal situação seria semelhante com todas as demais concessionárias de distribuição de energia elétrica do país.

#### **1.2.4 Alternativa de geração de energia**

Tendo verificado até aqui que o Brasil se encontra em uma desconfortável situação de provável colapso de fornecimento de energia, tendência de aumento dos preços praticados e alta carga tributária do setor, o caminho natural seria a busca por uma fonte alternativa de geração de energia elétrica de baixo custo.

Entre as tecnologias alternativas mais difundidas e desenvolvidas no mundo destaca-se a energia dos ventos, uma abundante fonte de energia renovável, limpa e disponível em todos os lugares.

A utilização da Energia eólica ( <http://www.eolica.com.br/energia.html> ) para geração de eletricidade teve início há pouco mais de 30 anos e através de conhecimentos da indústria aeronáutica os equipamentos para geração eólica evoluíram rapidamente em termos de idéias e conceitos preliminares para produtos de alta tecnologia. Grande parte dos desenvolvimentos nesta área ocorreram durante a crise mundial do petróleo no início da década de 70, impulsionados pelo interesse de países europeus e dos Estados Unidos em tornar-se livre da dependência do petróleo e do carvão.

Atualmente, a indústria de turbinas eólicas vem acumulando crescimentos anuais acima de 30% e movimentando cerca de 2 bilhões de dólares em vendas por ano (1999).

A capacidade instalada mundial atual está estimada em mais de 30.000 turbinas eólicas de grande porte gerando algo como 13.500 MW (0,8% da capacidade total instalada cfe. dados do IEA). Mais 30.000 MW deverão ser instalados até o ano de 2030 em função da perspectiva de venda dos “Certificados de Carbono” que tem a função de financiar projetos que diminuam as emissões de gases nocivos a atmosfera (dióxido e monóxido de carbono, entre outros).

Países como a Dinamarca e a Alemanha (particularmente a região norte), a contribuição da energia eólica é de respectivamente 12% e 16% da energia elétrica total produzida.

O Brasil possui um imenso potencial eólico ainda não explorado. Grande parte deste na região Nordeste.

O Estado do Ceará foi um dos primeiros a realizar um programa de levantamento do potencial eólico através de medidas de vento com modernos anemógrafos computadorizados. Porém, existem ainda outros focos de atenção, em Minas Gerais, por exemplo, uma central eólica está em funcionamento, desde 1994, em um local (afastado mais de 1000 km da costa) com excelentes condições de vento. Hoje existem mais de cem anemógrafos computadorizados espalhados por vários estados brasileiros.

A capacidade instalada no Brasil é de 20,3 MW ( 0,02% da capacidade instalada de produção de Energia Elétrica no Brasil conforme dados do BEM 2003), com turbinas eólicas de médio e grande portes conectadas à rede elétrica.

Utilizando energia eólica é possível produzir eletricidade a custos competitivos com centrais termoelétricas, nucleares e hidroelétricas. Análises dos recursos eólicos medidos em vários locais do Brasil, mostram a possibilidade de geração elétrica com custos da ordem de US\$ 70 - US\$ 80 por MWh.

Outra grande vantagem das centrais eólicas em relação às usinas hidroelétricas é que quase toda a área ocupada pela central eólica pode ser utilizada (para agricultura, pecuária, etc.) ou preservada como habitat natural.

Baseado no WANEB 2 (Atlas Eólico do Nordeste) o CBEE - Centro Brasileiro de Energia Eólica - estima que o potencial eólico existente no Nordeste é de 6.000MW.

## **2 DELIMITAÇÃO DO TEMA**

Face ao exposto até aqui, conclui-se que os preços da energia elétrica no Brasil não são altos comparados aos valores praticados internacionalmente, porém, historicamente tem demonstrado um comportamento bastante instável com tendência de crescimento.

Comparando-se ao Canadá que possui sua base de geração hidrelétrica, similar ao Brasil (56% do total), nossos preços são 16% mais altos para os consumidores industriais e 63,5% mais altos para os consumidores residenciais. Grande parte desta diferença resulta da carga tributária incidente sobre os custos da energia entregue ao consumidor que no Canadá é em média de 15%, enquanto no Brasil chega a 50%. Desta forma, excluindo-se a carga tributária, o Brasil apresentaria tarifas de energia elétrica inferiores às praticadas no Canadá.

A política tarifária brasileira onera excessivamente o consumidor residencial uma vez que este deve subsidiar o industrial. Se compararmos à média mundial e ao Canadá, os consumidores residenciais pagam tarifas médias de energia elétrica cerca de 118,7% superiores às cobradas dos consumidores industriais no Brasil, enquanto a mesma diferença é de 55,7%, no Canadá, e de 61,7%, em relação à média dos valores de outros mercados.

Cerca de 80% da capacidade instalada de geração de energia elétrica do país pertencem a empresas estatais federais e estaduais (FURNAS, CHESF, ELETRONORTE, ELETRONUCLEAR, CEMIG, COPEL e CESP) e os custos da energia gerada representam em média 62 % da tarifa para o consumidor (dados da ANEEL).

Tendo em vista que, no Brasil, os impostos e os encargos setoriais são definidos pelos Governos Federal e Estaduais, representando entre 30% e 50% da tarifa para o consumidor, e considerando que o Governo Federal, juntamente com os Governos Estaduais, especialmente os governos dos Estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo detêm poder sobre 80% da geração de energia elétrica no Brasil, conclui-se que até grande parte dos custos que compõem as tarifas de energia elétrica para os consumidores diretos brasileiros podem ser diminuídos significativamente, por intermédio de reduções na carga tributária incidente e nos preços de venda da energia gerada nas respectivas empresas estatais, sem grandes alterações no modelo do setor elétrico.

O mais importante é que mesmo que houvessem tais reduções nas tarifas de energia para os consumidores diretos brasileiros, o reflexo na economia do Brasil e nas taxas de desemprego seria intenso, porém resultariam inexoravelmente na aceleração da taxa de crescimento do consumo de energia elétrica, implicando novamente na

necessidade de novos investimentos para fazer frente a essa aceleração da demanda por energia, sob pena de o país ver-se submetido ao tão falado colapso dos setor elétrico e situações de risco como temporadas de racionamento.

Verificamos também que a alternativa energética existe, é viável, porém depende muito de vontade política e investimentos no setor. A energia eólica é uma alternativa de longo prazo. Resta então tentar reduzir o consumo, buscar o equilíbrio da curva demanda x necessidade.

Tal preocupação demonstrada por órgãos governamentais e entidades privadas frente ao problema da sobrecarga dos sistemas de geração e distribuição de energia elétrica, os sistemas de Ar condicionado acabam destacando-se negativamente pelo alto consumo de energia elétrica.

Surge daí uma busca incessante por amenizar o impacto dos custos energéticos através da utilização de produtos com maior eficiência energética.

Por outro lado, a renovação de um sistema de ar condicionado é um investimento alto, mais alto quanto mais avançada a tecnologia empregada e o nível de eficiência buscado. Por isso, torna-se necessário encontrar uma forma de justificar tal investimento e buscar fundos para financiá-lo.

Este trabalho deverá explorar a possibilidade de financiar um sistema de alta eficiência do tipo VRF com a sobra de caixa gerada pela redução dos gastos com energia elétrica.

### **3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA**

Em função do que foi estabelecido até aqui deveremos tentar demonstrar até o final deste estudo a viabilidade de uma linha de financiamento de um sistema de Ar



Condicionado de Alta Eficiência utilizando como fundo a redução do consumo de energia elétrica do próprio sistema escolhido.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

Baseado na monografia “Análise para implementação de um sistema de climatização com vazão de refrigerante variável” do Engenheiro Maurício Heilmann do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, estaremos utilizando os números comparativos de consumo de um sistema tradicional de climatização e de um sistema do tipo VRF.

De posse destes números poderemos transformá-los em valores pecuniários para então realizar a análise financeira e o fluxo de caixa que pretendemos que possa demonstrar a viabilidade da substituição ou modernização do sistema de climatização sem aporte extra de recursos. A monografia deverá ainda nos embasar na tomada de decisão do melhor investimento. Para isso estaremos utilizando a técnicas do VPL (Valor Presente Líquido).

A Monografia em questão considera equipamentos Toshiba Carrier em uma situação real de instalação em uma Agência bancária comparado a um sistema tradicional do tipo expansão indireta de refrigerante com expansão a ar (Chilled water system).

### **4.1 BALANÇO ENERGÉTICO**

Para a análise Financeira ser realizada, foi necessário antes definir claramente o objeto do estudo, no caso sistemas equivalentes de climatização, e a correta

especificação destes. Para isto, foram realizados estudos de cálculo de carga térmica dos ambientes da construção em estudo partindo de normas técnicas internacionais.

O ASHRAE Handbook é adotado internacionalmente para este tipo de estudo e até mesmo a ABNT quando se caracteriza insuficiente, elege as normas da ASHRAE na área de ventilação, aquecimento, refrigeração e climatização.

Para este estudo também foi necessário um software de simulação de carga térmica, o ACTerm / CTVer, desenvolvido pelo Prof. Dr Paulo Otto Beyer em conjunto com o Eng. José Luiz Salvadoretti, ambos profissionais do Departamento de Engenharia Mecânica da UFRGS.

Esse tipo de simulação utiliza hipóteses simplificativas, como material estrutural uniforme, inexistência de variação no metabolismo das pessoas, entre outros.

O procedimento de cálculo do software baseia-se em calcular a carga térmica de resfriamento de ar condicionado de um ambiente, de forma a se obter o conhecimento do desempenho térmico da edificação e a potência necessária do sistema de ar condicionado.

Os componentes da carga térmica a serem conhecidos são basicamente os fluxos de calor interno e externo. Os calores externos são aqueles que atravessam as fronteiras do ambiente. Os calores internos são aqueles liberados dentro do ambiente, como por exemplo, pessoas, lâmpadas e equipamentos.

As equações utilizadas e demonstrações matemáticas das tabelas de resultados que serão mostradas neste estudo encontram-se na monografia de Maurício Heilmann, Análise para implementação de um sistema de climatização com vazão de refrigerante variável.

## 5 ANÁLISE FINANCEIRA

### 5.1 DEFINIÇÃO DO MELHOR INVESTIMENTO

Existem quatro maneiras de definir: Pelo Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Pay Back ou Método do Custo Anual.

Métodos mais recentes de avaliação de investimentos como Opções Reais ou Monte Carlo são complementos ao VPL.

Os mais clássicos VPL e TIR. A Taxa Interna de Retorno não poderá ser avaliada neste caso, pois não existe um retorno pecuniário esperado, por isso, estaremos simplesmente calculando e comparando os VPL's dos investimentos.

## 5.2 CÁLCULO DO VPL

Partimos da conclusão do Trabalho de Maurício Heilmann:

Para o cálculo do VPL, calculamos todo o fluxo de caixa decorrente do projeto. Estimamos os desembolsos e suas datas, bem como as receitas esperadas. No caso, o retorno do investimento não é passível de medida pecuniária, então só teremos desembolsos. Como cada um desses fluxos ocorre em um instante diferente e, em função do valor do dinheiro no tempo, não podemos fazer uma comparação direta somando entradas e saídas.

No cálculo do Custo Energético abaixo consideramos um “fator de carga parcial” = 0,7 que considera uma média de tempo em que o compressor esteve efetivamente em funcionamento durante as horas em que o equipto. esteve ligado.

As tabelas a seguir foram extraídas do referido Estudo .

Tabela 3- Comparativo dos consumos anuais de Verão

	AQUASNAP <i>Sistema convencional</i>	MMS <i>Sistema VRF</i>
COP (em refrigeração) <i>Coefficient of performance</i>	2.33	2.86
Unidade Ext. (em quilowatt)	32.3	28.3
Unidades Ints. (em quilowatt)	2.33	1.042
Total de horas úteis em um ano**	880	880
Preço do kWh em R\$	0.35	0.35
Custo Energético	R\$ 7.466,23	R\$ 6.326,14
Diferença anual	R\$ 1.140,09	

\*\*10 hs. De uso diário (horário comercial) durante 22 dias por mês durante quatro meses de verão.

Temperaturas médias externas (TBS 35°C) e internas (TBS 27°C)

Tabela 4 - Comparativo dos consumos anuais de Inverno

	AQUASNAP	MMS
COP (em aquecimento)	2,89	2.9
Unidade Ext. (em quilowatt)	29	27.9
Unidades Ints. (em quilowatt)	2.334	1.042
Total de horas úteis em um ano**	660	660
Preço do kWh em R\$	0.35	0.35
Custo Energético	R\$ 5.066,73	R\$ 4.679,22
Diferença anual	R\$ 386,81	

\*\*10 hs. De uso diário (horário comercial) durante 22 dias por mês durante três meses de inverno.

Temperaturas médias externas (TBS 7°C) e internas (TBS 20°C)

Tabela 5 - Comparativo dos consumos anuais Primavera / Outono

	AQUASNAP	MMS
COP (em refrigeração)	2.33	2.86
Unidade Ext. (em quilowatt)	18.9	10
Unidades Ints. (em quilowatt)	2.33	1.042
Total de horas úteis em um ano**	1100	1100
Preço do kWh em R\$	0.35	0.35
Custo Energético	R\$ 7.276,50	R\$ 3.850,00
Diferença anual	R\$ 3.426,50	

\*\*10 hs. De uso diário (horário comercial) durante 22 dias por mês durante cinco meses.

Temperaturas médias externas (TBS 24°C) e internas (TBS 21°C)

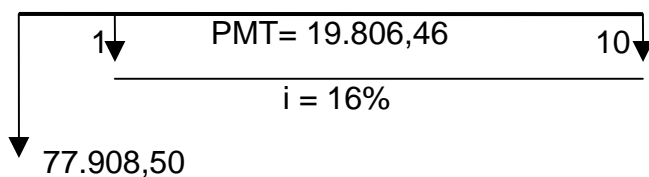
Considerando então a diferença anual do custo operacional simplificado:

R\$ 4.953,40

- Custo Energético Anual Aquasnap: R\$ 19.809,46
- Custo Energético Anual MMS: R\$ 14.855,36
- Investimento inicial Para um sistema Aquasnap: R\$ 77.908,50
- Investimento inicial para um sistema MMS: R\$ 88.067,00
- Diferença no investimento inicial: R\$ 10.158,50
- Disponibilidade de caixa mensal para financiar a diferença: R\$412,78 a uma Tx de juros Comercial (Vendors Referência Maio 2004) 1,55%
- Vida útil de 10 anos
- Custos de manutenção desprezíveis
- Descontada a Inflação

Opção 1: Sistema Convencional (Aquasnap):

Fluxo de Caixa:

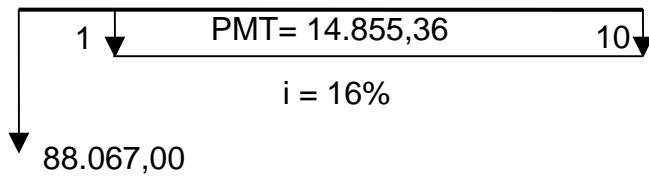


VPL aquasnap 10 anos:

$$(\text{R\$ } 77.908,50) + (\text{R\$ } 105.102,85) = (\text{R\$ } 183.011,35)$$

Opção 2: Sistema de Fluxo de Refrigerante Variável (MMS):

Fluxo de Caixa:



VPL mms: (R\$ 88.067,00) + (R\$ 79.397,51) = (R\$ 168.702,45)

## 6 FINANCIAMENTO

Considerando então a melhor decisão como sendo o sistema VRF, ainda existe o inconveniente do desembolso inicial. Como amenizar este impacto inicial?

A melhor alternativa certamente passa pela utilização da sobra de caixa derivada da diferença de consumo entre os equipamentos.

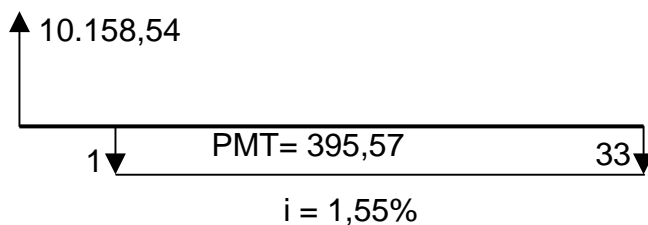
Partindo do princípio que um sistema de Ar Condicionado é indispensável em um empreendimento deste tipo, cabe ao investidor buscar aquele que lhe trará os maiores benefícios. Ao utilizar a sobra de caixa futura derivada do menor consumo do sistema VRF, o investidor poderia se programar para financiar a diferença entre os sistemas.

Após o período de financiamento até o final da vida útil do equipamento esta sobra pode passar a ser considerado lucro do investimento.

Nesta etapa estaremos simulando 3 cenários :

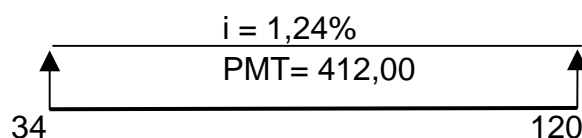
- a) Pessimista: Considerando TX vendors referência JUN04 – 1.55% a/m
- b) Realista: Financiamento comercial para equipamentos Tx 9% a/a
- c) Otimista: Financiamento comercial para equipamentos Tx 6% a/a

a) Considerando uma disponibilidade de prestação mensal R\$ 412,00 ( custo anual da energia elétrica Aquasnap - custo anual da energia elétrica MMS / 12 ) utilizada para financiar a diferença do desembolso inicial a taxa de juros de 1,55% a/m ( Vendors referência Jun 04)



Ao final de 33 meses teríamos saldado a dívida, restando então um fluxo de caixa positivo de R\$ 412,00 nos 87 meses seguintes.

Considerando uma taxa de juros mensal de 1,24% (16% aa)



Essa seria a economia durante a vida útil do sistema, trazida a valores presentes:

**R\$ 14.551,41**

A tabela a seguir mostra os resultados decorrentes dos 3 cenários estudados, considerando a aplicação da economia de energia mensal do sistema MMS no período posterior ao encerramento da dívida até o final da vida útil de 10 anos do equipamento à taxa anual de 16%:

Tabela 6 – Payback estimado para os 3 cenários

Cenário	Tx (a/m)	Prestação	Pay back (m)	Resultado decorrente
a	1,55%	R\$ 395,57	33	<b>R\$ 14.551,41</b>
b	0,72%	R\$ 401,99	28	<b>R\$ 15.957,51</b>
c	0,49%	R\$ 402,43	27	<b>R\$ 16.249,28</b>



## 7 CONCLUSÃO

O estudo apresentado até aqui está referenciado em um caso real de uma agência bancária. No entanto, pode ser estendido para instalações de grande porte.

A agência alvo deste trabalho ocupa um andar inteiro de um prédio comercial. O investimento em sistemas deste porte passa a ter maior sentido em instalações comerciais e prédios entre 10 e vinte andares. Construções deste porte estão passando a fazer parte de um padrão arquitetônico das grandes cidades pelo fato de que este tipo de empreendimento une diversos escritórios comerciais de empresas que buscam altos padrões de conforto, segurança e praticidade com a vantagem de poder dividir todos os custos envolvidos no condomínio.

Os números apresentados na tabela 6 , comprovam o efeito gerado pela alta eficiência energética do equipamento MMS que pode ser entendido como resultado financeiro positivo, uma vez que tem um payback considerado baixo, para o diferencial de preço (investimento). Ainda mais se considerarmos que o capital gerado para o financiamento deste diferencial foi originado também desta economia de energia.

O resultado decorrente demonstrado trazido a valor presente excede até mesmo o valor inicial do investimento e comprova a viabilidade de uma linha de financiamento de um sistema de Ar Condicionado de Alta Eficiência utilizando como fundo a redução do consumo de energia elétrica do próprio sistema escolhido.

No entanto os aspectos técnicos da obra devem sempre ser levados em consideração e uma vez que o tipo de utilização da obra nem sempre permite a instalação de sistemas do tipo VRF. Por isso a relevância do levantamento técnico do perfil da obra e, em verificada a possibilidade de utilização de ambos os sistemas (VRF ou convencional), o critério financeiro será o aspecto decisivo.

## 8 BIBLIOGRAFIA

1. HEILMANN, M. Analysis of a VRF (variable refrigerant flow) air conditioning system *implementation* . 2004. 24f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
2. Administração Financeira - 2ª Edição 2002  
Ross, Stephen A. / ATLAS.
3. <http://www.procobrebrasil.org/>
4. 2003 Ashrae Handbook: Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications/SI Edition (ASHRAE HANDBOOK: HEATING VENTILATING AND AIR CONDITIONING APPLICATIONS SI)
5. <http://www.iea.org/>
6. <http://www.mme.gov.br/>
7. <http://www.eolica.com.br/energia.html>
8. [www.abradee.org.br](http://www.abradee.org.br)
9. <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/PalestraComissaoMista21082001.pdf>

## **ANEXOS**