

## ESTUDO DE VIABILIDADE PARA SUBSTITUIÇÃO DO CHUVEIRO ELÉTRICO POR AQUECEDORES A GÁS

**Célio Bermann** – [cbermann@iee.usp.br](mailto:cbermann@iee.usp.br)

IEE – INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – Cidade Universitária – São Paulo

**Jorge Venâncio de Freitas Monteiro** – [venanciocomgas@uol.com.br](mailto:venanciocomgas@uol.com.br)

COMGÁS – CIA DE GÁS DE SÃO PAULO – Av. Pres. Wilson, 816

**Resumo.** *É cada vez maior a preocupação com o atendimento à demanda de energia elétrica, principalmente pelo esgotamento das reservas hídricas nas regiões Sul e Sudeste do País que exigirão enormes investimentos tanto na geração e quanto na transmissão de mais energia elétrica. O objetivo do presente trabalho é o de efetivar uma comparação entre o uso e aquecedores a gás e o chuveiro elétrico como alternativas para aquecimento de água domiciliar. Serão utilizados metodologias que abranjam não somente o ponto de vista do usuário e da empresas construtora mas também serão enfocadas as vantagens para a nação relacionadas à substituição proposta.*

**Palavras Chave:** *Chuveiro, Gás, Aquecedor*

### 1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais aumenta a preocupação com o atendimento à demanda de energia elétrica, principalmente pelo esgotamento das reservas hídricas nas regiões Sul e Sudeste do País que exigirão enormes investimentos tanto na geração e quanto na transmissão de mais energia elétrica.

Este problema é agravado se levarmos em consideração o delineamento da matriz energética brasileira a qual encontra-se ilustrada na Tabela 1 (Balanço Energético Nacional – 1997 e outros) Conforme podemos observar trata-se de uma matriz doente e que reflete os erros e desmandos de sucessivas políticas equivocadas. Nela existem vários desequilíbrios particularmente no que tange ao uso excessivo da energia hidroelétrica em detrimento do uso do gás natural.

TABELA 1 - CONSUMO DE ENERGIA NO BRASIL E NO MUNDO

MODALIDADE DE ENERGIA	MUNDO (%)	BRASIL(%)
PETRÓLEO	38	32
CARVÃO	28	5,5
HIDRÁULICA	6	35
NUCLEAR	2	-
GÁS NATURAL	20	2,4
ÁLCOOL	-	10
OUTROS	6	15,1

Estes desequilíbrios traduzem-se em desperdícios de enormes quantias financeiras se levarmos em conta o fato de que a maioria das residências utilizam-se de chuveiros elétricos para o aquecimento de água domiciliar, e que sendo a energia hidroelétrica uma modalidade de energia de armazenamento inviável, esta é desperdiçada durante a maior parte do dia, tendo em vista a necessidade de atendimento da demanda ocasionada pelo chuveiro nos horários de pico. Para ilustrar este desperdício a Fig. 1 (Revista Eletricidade Moderna – Setembro/1997) mostra a curva de carga típica de um apartamento.

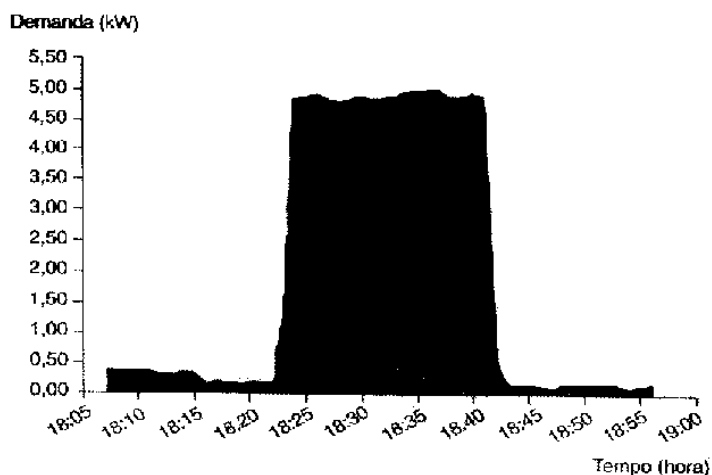


Figura 1 – Curva de carga típica de um apartamento

Assim sendo o Brasil um país com tantos problemas sociais, dá-se ao luxo de jogar consideráveis montantes financeiros pelo ralo. Tal situação pode ser revertida em parte desde que exista vontade política para tal.

Por outro lado, o gás natural, devido a sua multiplicidade de usos, segurança e simplicidade de distribuição vem aumentando sua participação no dia a dia das indústrias do

comércio e das residências.

A participação do gás na matriz energética brasileira é de apenas 2,3% enquanto que em países como os Estados Unidos, Itália e Argentina é de 27% 28% e 49% respectivamente.

A crescente preocupação com a questão energética tem levado a um aumento na utilização do gás como combustível nas construções habitacionais, para ser usado em fogões aquecedores de água, secadoras de roupa, lareiras e sistemas de calefação.

Em um momento em que se discute a necessidade de enormes investimentos na geração e transmissão de energia elétrica, causados sobretudo pelo esgotamento das reservas hídricas nas regiões Sul e Sudeste do País além dos grandes impactos ambientais e sociais causados pelas inundações de grandes áreas o gás se apresenta como uma alternativa viável e disponível em abundância

Particularmente no aquecimento de água domiciliar onde encontram-se aparelhos elétricos cada dia mais potentes, a alternativa do gás se apresenta muito atraente, resultando em diminuição nos custos de uma obra, tanto no que se refere aos custos iniciais de construção, quanto nos custos operacionais provenientes da conta de consumo de gás e energia elétrica.

Deste modo, é importante que todos os envolvidos com o projeto, execução, operação e manutenção de uma edificação tenham um conhecimento adequado sobre as alternativas disponíveis para o aquecimento de água em unidades residenciais.

## **2. OBJETIVO**

O presente trabalho tem por objetivo executar um estudo de viabilidade econômica objetivando a possibilidade da substituição do chuveiro elétrico por sistemas de aquecimento a gás na região da Grande São Paulo

Para tal serão inicialmente comparados economicamente os sistemas mais usuais de aquecimento de água em edificações residenciais, a saber: chuveiro, aquecimento instantâneo a gás e aquecimento central a gás tomando como base um cenário delimitado pôr um prédio típico de apartamentos da cidade de São Paulo e sob o ponto de vista do incorporador (ou proprietário) deste empreendimento.

Posteriormente serão incorporados a esta análise econômica os custos oriundos da implantação da rede de gás e o custo incremental resultante dos investimentos referentes à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no horário de pico para suprir a demanda adicional oriunda do consumo de energia elétrica do chuveiro, visando a obtenção de conclusões finais acerca da viabilidade da substituição dos chuveiros elétricos na cidade de São Paulo.

## **3. METODOLOGIA**

O estudo foi realizado para um edifício residencial de padrão médio. Foram elaborados os projetos e levantamentos de custos de cada alternativa de aquecimento de água para as unidades individuais. Os custos levantados referem-se aos itens da instalação que são afetados pelas diferentes alternativas, os custos de implantação de rede de gás e o custo incremental resultante dos investimentos referentes à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no horário de pico para suprir a demanda adicional oriunda do consumo de energia elétrica do chuveiro.

### 3.1. O edifício escolhido

Edifício residencial de 22 andares, totalizando 84 unidades habitacionais (80 apartamentos tipo e 4 apartamentos dúplex). Cada apartamento tipo possui uma área útil de 85m<sup>2</sup> e é composto pôr 2 dormitórios (sendo 1 tipo suíte), sala, cozinha, banheiro social, WC e área de serviço.

### 3.2 Os cenários idealizados

Para viabilizar o presente estudo foram considerados 3 cenários conforme discriminação a seguir:

- *Cenário 1: prédio típico de apartamentos da cidade de São Paulo sob o ponto de vista do incorporador*
- *Cenário 2: prédio típico de apartamentos da cidade de São Paulo levando em conta os custos oriundos da implantação da rede de gás .*
- *Cenário 3: prédio típico de apartamentos da cidade de São Paulo levando em conta os custos oriundos da implantação da rede de gás e o custo incremental resultante dos investimentos referentes à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no horário de pico para suprir a demanda adicional oriunda do consumo de energia elétrica do chuveiro*

### 3.3. As alternativas analisadas

Este estudo para cada cenário três alternativas para o tipo de sistema de aquecimento de água:

Tabela 2: Alternativas analisadas

	BANHEIRO SUÍ TE	BANHEIRO SOCIAL	WC
ALTERNATIVA 1	Chuveiro elétrico	Chuveiro elétrico	Chuveiro elétrico
ALTERNATIVA 2	Aquecedor a gás individual	Aquecedor a gás individual	Aquecedor a gás individual
ALTERNATIVA 3	Aquecedor a gás central para todo o edifício	Aquecedor a gás central para todo o edifício	Aquecedor a gás central para todo o edifício

Em cada alternativa estudada, há duas situações consideradas:

- *Edifício localizado no Município de São Paulo que possua instalações internas de gás (construído após 1976);*
- *Edifício localizado no Município de São Paulo, que não possua instalações internas de gás (construído antes de 1976);*

### 3.4. Os Tipos De Sistemas De Aquecimento De Água Considerados

Conforme indicado na tabela 2, foram considerados três tipos de sistemas de aquecimento de água, sendo:

- *Chuveiro elétrico de 4000 W, 220 V, fase/fase para os banheiros e aquecedor elétrico instantâneo de 5200 W, 220 V, fase/fase para a cozinha;*
- *Aquecedor a gás central de 2.000 litros para todo o edifício*
- *Aquecedor a gás instantâneo individual com capacidade de produção de água de 15 litros/minuto, com elevação de temperatura de 20 °C.*

## 4. ALTERNATIVAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA

### 4.1. Projeto elétrico

- *Considerações gerais*

Há três situações possíveis nesse estudo em relação à carga elétrica necessária para aquecimento de água do apartamento:

- *Todo aquecimento de água dos banheiros pôr sistema elétrico: (3 chuveiros - Banho suíte, Banho social e Banho WC) .*
- *Aquecimento de água misto: (1 chuveiro (Banho ,WC) e aquecimento nos banheiros suíte e social pôr meio de sistema a gás).*
- *Todo aquecimento de água pôr sistema a gás (nenhum chuveiro e nenhum aquecedor elétrico de passagem ou seja todo o aquecimento de água do apartamento dos banheiros utiliza sistema a gás).*

As diferenças no projeto elétrico entre cada situação mencionada são:

- *número de disjuntores para o circuito terminal do chuveiro e aquecedor;*
- *quantidade de condutores elétricos e eletrodutos necessária para os circuitos terminais de chuveiros e aquecedor;*
- *seção nominal dos condutores e eletrodutos das prumadas de alimentação dos apartamentos;*
- *dimensionamento da caixa de entrada e condutores de entrada de acordo com o padrão da Concessionária de energia elétrica.*

## 4.2. Projeto com aquecedor a gás instantâneo individual

O projeto de aquecimento de água de cada unidade residencial considerou duas alternativas:

- *Uso de aquecedor a gás instantâneo individual com capacidade de vazão de água de 15 litros/minuto, com elevação de temperatura de 20 °C, abastecendo o banheiro social e o banheiro da suíte e;*
- *Uso de aquecedor a gás instantâneo individual com capacidade de vazão de água de 15 litros/minuto. com elevação de temperatura de 20 °C, abastecendo o banheiro social, o banheiro da suíte, e WC.*

Para a escolha do aquecedor foi levado em conta a distância do mesmo até o último ponto de consumo (Norma CONTEG – COMGÁS).

O sistema hidráulico adotado foi a execução de 4 colunas de água fria para o abastecimento dos aquecedores de água. de onde sai a distribuição de água quente.

Os dimensionamentos das tubulações de água fria para os equipamentos bem como o de distribuição de água quente foram realizados de acordo com a norma NBR 7198.

O dimensionamento das tubulações de gás foi elaborado para a utilização de gás natural segundo a norma NBR 13933 utilizando para os aquecedores uma vazão de 2,2 m<sup>3</sup>/hora para cada aparelho.

Todas as tubulações utilizadas (água fria, água quente e gás) foram especificadas em cobre, de acordo com as normas NBR 13206 e NBR 11720.

## 4.3. Projeto com aquecedor central a gás

Foi considerado no estudo a possibilidade de sistema de aquecimento de água através do emprego de geradoras de água quente central (caldeira) para o abastecimento de toda a edificação. Trata-se de um equipamento do tipo de acumulação.

Para realizar o dimensionamento , o sistema hidráulico foi dividido em 2 sub-sistemas, sub-sistema alto e sub-sistema baixo.

Foram dimensionadas 2 geradoras de água quente (1 para cada sistema) de capacidade de volume de 2000 litros cada e vazão de 960 litros/hora.

O sistema de água fria para as geradoras de água quente a partir da caixa d'água superior abastece o equipamento do sistema alto e através de redutora de pressão abastece o equipamento do sistema baixo.

A partir das geradoras situadas no subsolo do edifício, seguem prumadas de água quente para os apartamentos.

No interior da unidade. o projeto de aquecimento de água considerou duas alternativas: abastecimento do banheiro social e do banheiro da suíte e abastecimento do banheiro social e do banheiro da suíte e do WC.

Os dimensionamentos das tubulações e demais componentes do sistema foram realizados de acordo com a norma NBR 7198 .

Todas as tubulações utilizadas (água fria, água quente e gás) foram especificadas em cobre, de acordo com as normas NBR 13206 e NBR 14720

## 5. RESULTADOS

As Tabelas 3, 4 e 5 ilustram os resultados em termos de comparação de custos entre os vários cenários idealizados:

Tabela 3 – Cenário 1 (no âmbito do edifício)

ALTER-NATIVA	BANHEIRO SOCIAL E SUÍTE E WC	C/ INST. INTERNA DE GÁS	S/ INST. INTERNA DE GÁS
1	Chuveiro Elétrico	81.253,00	81.253,00
2	Aquecedor a gás individual	43.580,64	78.691,64
3	Aquecedor a gás central	30.644,38	82.951,10

Tabela 4 - Cenário 2 (edifício e rede de gás)

ALTER-NATIVA	BANHEIRO SOCIAL E SUÍTE E WC	C/ INST. INTERNA DE GÁS	S/ INST. INTERNA DE GÁS
1	Chuveiro	81.253,00	81.253,00
2	Aquecedor a gás individual	43.580,64	113.291,64
3	Aquecedor a gás central	30.644,38	117.551,10

Tabela 5 - Cenário 3 (edifício, rede de gás e investimento incremental para geração de energia elétrica)

ALTER-NATIVA	BANHEIRO SOCIAL E SUÍTE E WC	C/ INST. INTERNA DE GÁS	S/ INST. INTERNA DE GÁS
1	Chuveiro	260.893,00	260.893,00
2	Aquecedor a gás individual	43.680,64	113.291,64
3	Aquecedor a gás central	30.644,38	117.551,10

Para efeito de custos, foram consideradas as seguintes fontes de referência: Revista Construção (julho de 1997), para material e mão de obra da parte elétrica; no que se refere a parte do gás, a Revista Construção (1997) e custo mão de obra de acordo com informações fornecidas pelo Sindinstalação-SP.

Algumas premissas devem ser consideradas:

- 5.1. Os custos relativos aos aquecedores de gás individual e central foram considerados, uma vez que são significativos na comparação entre as alternativas. O custo dos chuveiros elétricos não foram considerados na análise pôr se tratarem de valores relativamente pequenos;

5.2. A instalação de gás para cocção de alimentos (fogão) deve ser realizada, independente do tipo de sistema de aquecimento de água adotado. Assim , no presente estudo, os componentes necessários para o gás de abastecimento de fogões não serão considerados para efeito de custos comparativos entre as alternativas.

5.3. Para efeito de avaliação dos custos oriundos da rede foi idealizada uma extensão de rede de 2 Km para o abastecimento de 30 prédios similares ao descrito no início deste trabalho.

Estes custos foram distribuídos da seguinte maneira:

Extensão da rede propriamente dita = R\$250,00/m x 2000m = R\$500.000,00

Extensão da rede para o prédio : R\$500.000,00/30 = R\$17.000,00

Custo de um ramal médio para o prédio : R\$600,00

Outros custos (medidores, etc): ( R\$200,00 x 84) R\$17.000,00

TOTAL : R\$34.600,00/prédio

5.4. Para a efetivação da estimativa dos custo incremental referente ao investimento necessário para atendimento de picos de consumo, tendo em vista o suprimento de energia elétrica aos chuveiros, foi adotada a seguinte metodologia:

Determinação do consumo mensal de energia do chuveiro elétrico

De acordo com as informações determinadas por Matajs (1997), obtivemos os dados indicados na Tabela 6, em pesquisa realizada pelo Procel, para a região Sudeste:

Tabela 6 – Dados do Procel

Símbolo	Parâmetro	Valor Médio
N1	Número de dias/mes	30
N2	Número de banhos/dia/morador	0,96
N3	Número de moradores/residência	3,74
$\Delta t$	Tempo médio de um banho	0,13 h ( 8 min)
(Pot)	Potência Média dos chuveiros	3,50 kW

O consumo mensal de energia do chuveiro elétrico por residência é obtido por:

$$\text{Cons.Mens.Eletr./Residência} = N1 \times N2 \times N3 \times \Delta t \times (\text{Pot}) = 49 \text{ kWh/mês} \quad (1)$$

Para se determinar o consumo mensal de energia elétrica no Município de São Paulo necessário conhecer o número de residências e a difusão de chuveiro por residência. Os dados disponíveis encontram-se na Tabela 7:



Tabela 7 – Dados do Procel (continuação)

Símbolo	Parâmetro	Valor
N4	Número de chuveiros/residência	0,97 ( Procel)
N5	Número de residências no Mun.S.Paulo	2.500.000 ( IBGE)

O consumo mensal de energia no Município de S.Paulo é estimado em:

$$\text{Cons. Mensal Munic .S.Paulo} = (\text{Cons.Mens./Resid}) \times N4 \times N5 \cong 120 \text{ GWh/mês ( 2)}$$

Demanda de potência do chuveiro elétrico

Para se determinar a demanda diária máxima de potência dos chuveiros são necessárias informações sobre: a potência dos equipamentos; o número de equipamentos e a simultaneidade de uso em cada hora do dia.

Marajs em seu trabalho, determina a demanda de potência no horário de ponta – 18 as 19 horas - considerando a utilização de 50% dos chuveiros elétricos e a potência dos chuveiros na posição inverno, na área de atuação da ELPO, conforme indicado na Tabela 8:

Tabela 8 - Dados para cálculo da demanda

Potência do chuveiro	4,2 kW ( posição inverno)
Simultaneidade	0,13 ( 8 min em 1 hora)
Número de chuveiros ligados	1.250.000 (50%)(N.Resid)

Assim, a demanda máxima do chuveiro no horário de ponta (com a opção Inverno em operação) é:

$$\text{Demanda Máxima de Potência} = 680 \text{ MW}$$

Estimativa do investimento necessário em geração para a adição de mais um chuveiro de 4,2 kW em horário de ponta.

Pode-se estimar o investimento Ix necessário em geração de eletricidade para atender a demanda de mais um chuveiro de 4,2 kw colocado em uso no horário de ponta. Para tal deve-se considerar: o custo marginal ( 2150 U\$\$/kw) da potência instalada; a simultaneidade (0,13) de uso no horário de ponta; a potência do chuveiro e a probabilidade ( 50%) do chuveiro ser usado neste horário. Assim,

$$I_x = (4,2 \text{ kW})(0,13)(0,50)(2 \text{ 150 U\$/kw}) = 587 \text{ USS} \quad (3)$$

Portanto, cada chuveiro colocado no circuito, exigirá da concessionária, um investimento de quase R\$1.055,00 U\$\$ para a geração e transmissão de eletricidade para atender o chuveiro específico.

$$\text{Para o nosso prédio teremos: } 84 \times 2 \times \text{R\$1.055,00} = \text{R\$177.240,00}$$

## 6. CONCLUSÃO

É altamente vantajosa para o País a substituição do chuveiro elétrico por aquecedores a gás em cidades que possuam rede de gás canalizado.

Urge às autoridades tecer políticas que incentivem a substituição dos chuveiros elétricos por aquecedores a gás, tais como linhas de financiamento para a compra destas utilidades, o que é amplamente justificado em termos de relação custo-benefício através da análise comparativa entre as três alternativas nos três cenários idealizados.

O usuário final jamais terá consciência e muito menos condições para a reversão deste quadro, no entanto as autoridades dispõem de ferramentas altamente eficazes para aumentar a eficiência energética do país a custos mínimos.

## REFERÊNCIAS

Eletropaulo –,diversos

IBGE, Censo demográfico - São Paulo. São Paulo, 1991

Ministério das Minas e Energia, Balanço Energético Nacional, Brasília, 1997

Procel, Diversos

Regulamento Interno Comgás para instalações internas (Norma Conteg)

Revista Construção. Editora Pini, São Paulo, página 32, julho de 1997.

Revista Eletricidade Moderna. Editora Aranda, São Paulo, página 27, Setembro/1997

Roberto Ramos Matajs, 1997 – Demanda, consumo, e custo das alternativas ao chuveiro elétrico :

O exemplo do Estado de São Paulo – IEE – USP – Tese de Dissertação  
Sindinstalação-SP – informações sobre mão de obra

### **Cost Effectiveness Analysis for the substitution of the electrical shower to Gas water heaters**

**Resume.** *The hydropower natural resources for generation of electrical energy at the south part of Brazil has been extinguished at the last years and as a consequence large investments should be made in order to attend the electrical energy demand at this part of country. These paper purposes a comparison between the use gas water heater and the traditional electrical shower largely applied at the Brazilian residences. It will be focused not only the consumer point of view but also the construction enterprise position as well as the advantages for the overall country due to this substitution*

**Key words:** Electrical shower, Gas, Gas water heater.