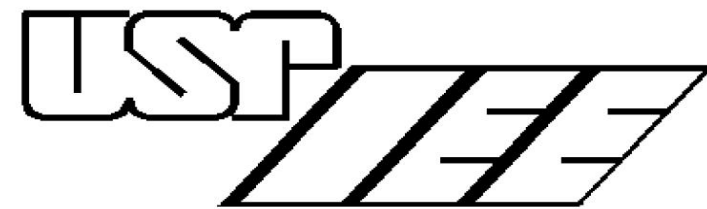




Business School São Paulo  
*for International Management*



## **Análise financeira da substituição do chuveiro elétrico pelo aquecedor sob a ótica do usuário final**

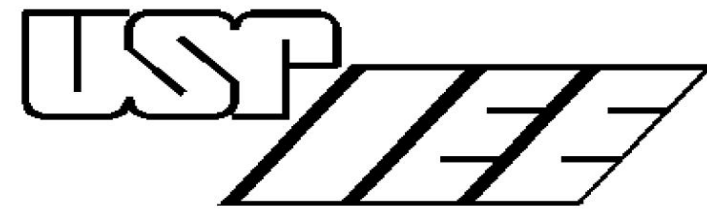
**Carlos C. da Silva**

**Fernando M. Rodrigues Marques**



**1<sup>st</sup>**  
INTERNATIONAL WORKSHOP  
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

**IV** SEMANA PAULISTA DE P+L  
CONFERÊNCIA PAULISTA DE P+L

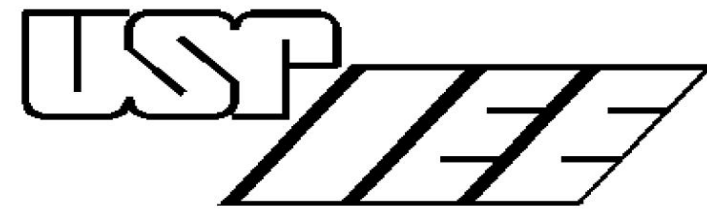


# 1. Objetivo

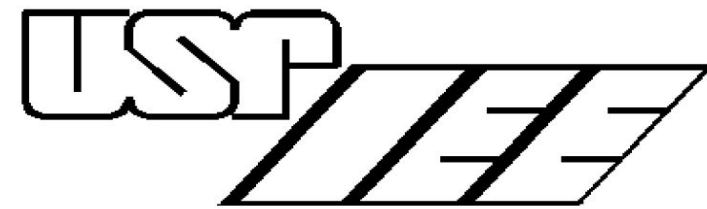
O presente estudo visa comparar financeiramente, do ponto de vista do usuário final, dois sistemas de aquecimento de água em edificações residenciais: o aquecimento instantâneo elétrico (chuveiro elétrico) e o aquecimento instantâneo a gás (aquecedor de passagem) .



## 2. Justificativa

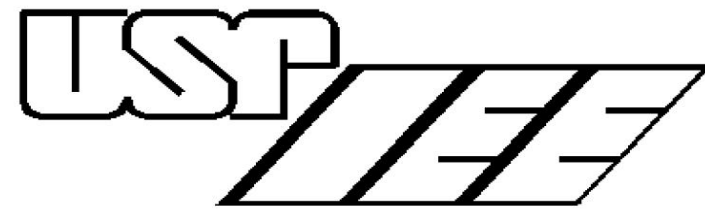


- A crescente preocupação com a questão energética tem levado a um aumento na utilização do gás como combustível pela sua multiplicidade de usos.
- Em um momento em que se discute a necessidade de enormes investimentos na geração e transmissão de energia elétrica, causados, sobretudo pelo esgotamento das reservas hídricas nas regiões Sul e Sudeste do país, o gás natural se apresenta como uma alternativa viável e disponível.



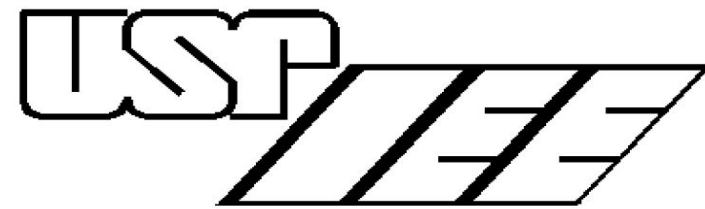
## 2. Justificativa

- No aquecimento de água domiciliar, onde reina o uso de aparelhos elétricos, a alternativa do gás pode tornar-se atraente.
- No Brasil, o uso residencial do gás natural em substituição ao tão difundido chuveiro elétrico merece atenção particular, pois pode resultar em um menor pico de consumo nos horários dos banhos.



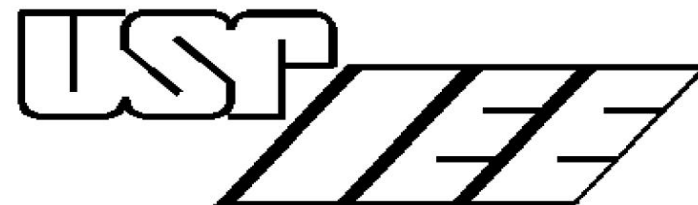
### 3. Metodologia

- A residência escolhida como padrão refere-se a uma edificação residencial com área útil de 90 m<sup>2</sup> e composta por 2 dormitórios (sendo 1 tipo suíte), sala, cozinha, banheiro social e área de serviço.
- Foram feitos levantamentos de custos da substituição de aquecimento de água elétrico por aquecimento a gás.



### 3. Metodologia

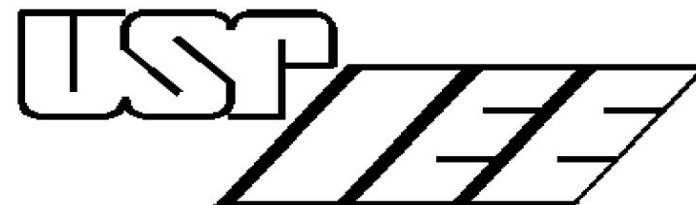
- Considerou-se que a residência obedece a legislação dos municípios de São Paulo e Rio de Janeiro, que obriga o construtor a prever a instalação de equipamentos de aquecimento a gás para imóveis com mais de um banheiro.



## 4. Caracterização dos Sistemas

### 4.1 Alternativas

Sistema	Banheiro Suíte	Banheiro Social
Atual	Chuveiro elétrico	Chuveiro elétrico
Proposto	Aquecedor a gás instantâneo	Aquecedor a gás instantâneo

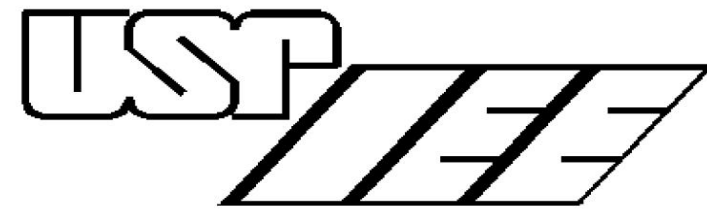


## 4. Caracterização dos Sistemas

### 4.2 Equipamentos

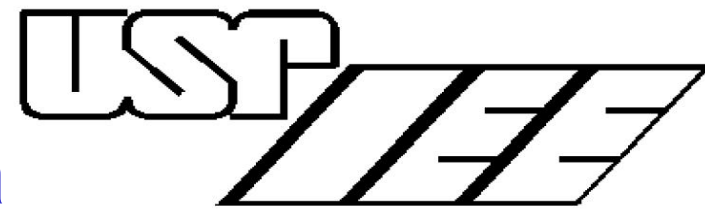
Aquecimento	Equipamento
Atual	chuveiro elétrico de 4000 W, 220V
Proposto	Aquecedor a gás instantâneo com capacidade de aquecimento de 10-15 litros por minuto com elevação de 20°C.





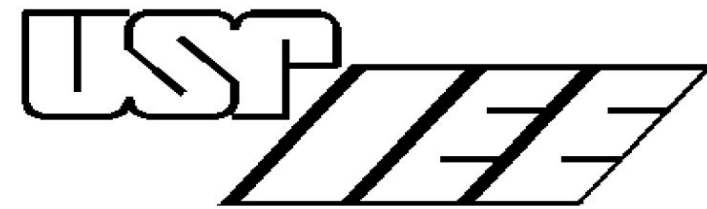
## 5. Custo da substituição

- Os custos referentes à instalação do chuveiro elétrico não são considerados, pois se trata de um estudo de troca de sistema de aquecimento de água à base de chuveiro elétrico.
- Considerou-se o custo do sistema de aquecimento de água a gás da marca Komeco, modelo KO 1200S, com capacidade de aquecer de 10 a 15 litros de água por minuto com elevação de 20°C , com preço de R\$ 600,00 nas lojas [comprafacil.com](http://comprafacil.com), com instalação.



## 6. Custos Operaciona

- São calculados os respectivos custos dos consumos de energia envolvidos ao longo da utilização dos equipamentos.
- O cálculo apresentado é baseado no aquecimento diário de água para uma moradia residencial habitada por quatro pessoas.



## 6. Custos Operacionais

### 6.1 Custo operacional do chuveiro elétrico

A equação  $Q = m.C.\Delta T$  define a relação entre energia requerida ( $Q$ ), massa de água ( $m$ ), poder calorífico da água ( $C$ ) e elevação de temperatura ( $\Delta T$ ).

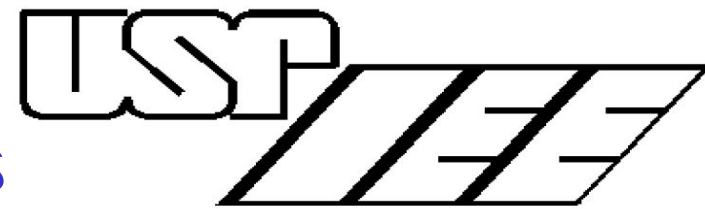
Cálculo de  $Q$

Consumo diário por pessoa = 60 litros

Acréscimo da temperatura da água = 17°C

Energia necessária por pessoa = 60 x 1 x 17 = 1020 kcal/banho

Consumo total de energia diário (Cte) = 4 banhos x  
1020kcal/banho = 4080 kcal.



## 6. Custos Operacionais

Conversão para kWh  $\rightarrow 1 \text{ kWh} = 864 \text{ kcal}$

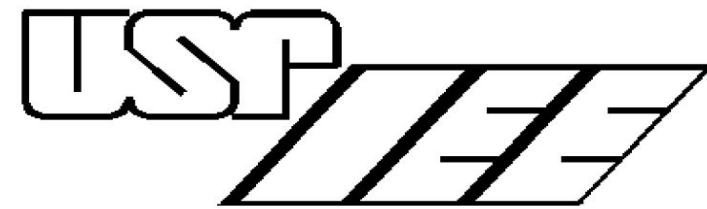
Rendimento do equipamento (chuveiro elétrico) = 95%

Energia diária necessária total = **4080** kcal / 0,95 =  
kcal  $\rightarrow$  **4295**/864 = 4,97 kWh

Custo da energia elétrica = R\$ 0,381/kWh  
(ELETROPAULO-08/2007)

Consumo mensal da moradia = 4,97 kWh/dia x 30  
dias = 149,1 kWh

Custo mensal para chuveiro elétrico = 149,1 kWh x  
R\$0,381/kWh = **R\$ 56,81**



## 6. Custos Operacionais

### 6.2 Custo operacional do aquecedor a gás

A equação  $Q = m.C.\Delta T$  define a relação entre energia requerida ( $Q$ ), massa de água ( $m$ ), poder calorífico da água ( $C$ ) e elevação de temperatura ( $\Delta T$ ).

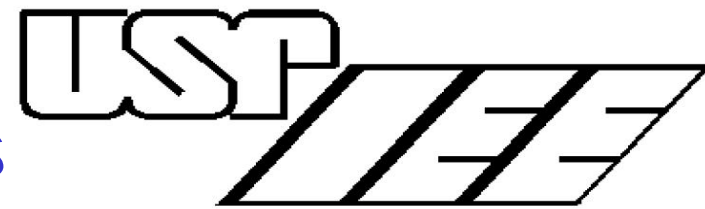
Cálculo de  $Q$

Consumo diário por pessoa = 60 litros

Acréscimo da temperatura da água = 17°C

Energia necessária por pessoa = 60 x 1 x 17 = 1020 kcal/banho

Consumo total de energia diário (Cte) = 4 banhos x  
1020kcal/banho = 4080 kcal.



## 6. Custos Operacionais

Conversão para  $\text{m}^3 \rightarrow 1 \text{ m}^3$  de gás = 9400 kcal

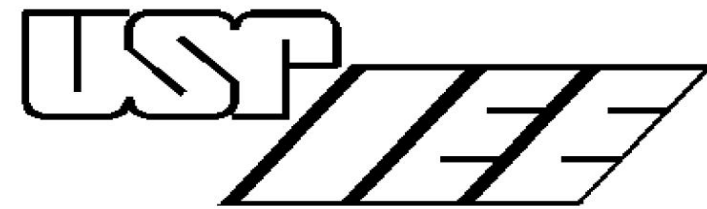
Rendimento do equipamento (aquecedor individual) = 80%

Energia diária total = 4080kcal / 0,80 = 5100 kcal  $\rightarrow$   
5100kcal/9400kcal = 0,54  $\text{m}^3$ /dia

Custo do gás = R\$ 14,36 fixo + 2,67/ $\text{m}^3$  até o consumo mensal de 17 $\text{m}^3$  (COMGÁS-08/2007).

Consumo mensal da moradia = 0,54  $\text{m}^3$ /dia x 30 dias/mês = 16,2  $\text{m}^3$

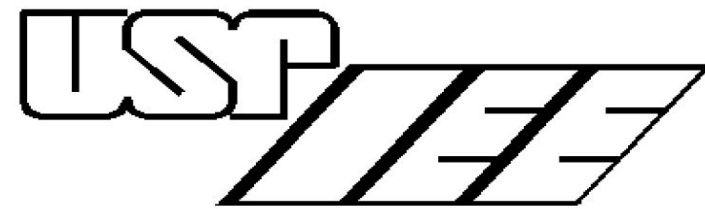
Custo mensal da moradia = R\$ 14,36 + 16,2  $\text{m}^3$  x R\$ 2,67/ $\text{m}^3$  =  
R\$ 57,61



- Os resultados apresentam os seguintes valores:  
Custo mensal dos banhos – R\$ 57,61 gás e R\$ 56,81 elétrico
- Verifica-se que mesmo nas localidades onde existe legislação garantindo a instalação para água aquecida com gás, inexistente a vantagem econômica na utilização do gás como energético para o consumidor.
- O consumidor ao optar pelo gás, ainda teria que incorrer no custo de aquisição do aquecedor.



## 8. Conclusão

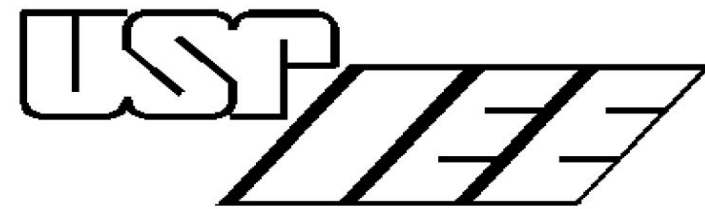


- A substituição de chuveiro elétrico por aquecedor a gás não apresenta vantagem econômica para o consumidor. Entretanto, poderia reduzir o consumo elétrico no horário de pico, aliviando o sistema nacional. Para isto seria necessário que fossem criadas políticas públicas estimulando a substituição dos sistemas.
- Cumpre observar que a instalação de um chuveiro elétrico demanda menos mão de obra especializada que a instalação de um sistema de aquecimento á gás, mesmo que as tubulações estejam disponíveis, o que deve ser considerado quando se decide pela troca de sistema.





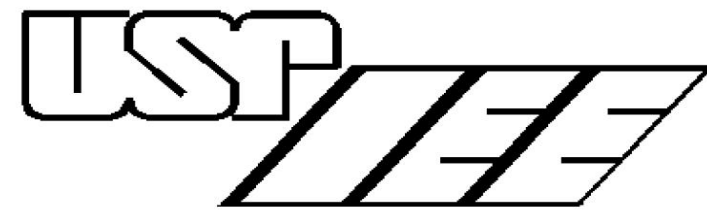
## 8. Conclusão



- Uma outra vantagem para o sistema elétrico é a fácil manutenção e os baixos custos de troca de equipamento.
- Esta análise considerou as tarifas vigentes de energia elétrica e gás. Cabe observar que os resultados do estudo mostram-se sensíveis aos valores tarifários e eficiências dos equipamentos analisados - aquecedores a gás e chuveiros (80 e 95%).



**Business School São Paulo**  
*for International Management*



**Obrigado**