

ANÁLISE ECONÔMICA DAS ALTERNATIVAS PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

Patrícia Abdala Raimo¹ (PIPGE – IEE-USP), José Jorge Chaguri Junior² (PIPGE – IEE-USP),
Felipe Romano³ (FDTE – IEE-USP), Murilo Tadeu Werneck Fagá⁴ (PIPGE – IEE-USP)

¹ Av. Prof. Luciano Gualberto 1289 – São Paulo -USP CEP: 05508-010, patriciaar@iee.usp.br

² Av. Prof. Luciano Gualberto 1289 – São Paulo -USP CEP: 05508-010, chaguri1504@yahoo.com.br

Este trabalho faz uma avaliação econômica dos sistemas de aquecimento de água elétrico e a gás natural. Os sistemas são analisados considerando os custos da infra-estrutura, custos dos equipamentos e de operação para diferentes níveis de consumo. Estão caracterizadas três tipologias de edificações verticais residenciais, representativas no mercado da construção civil da região metropolitana de São Paulo. Estas tipologias atendem aos requisitos necessários para as instalações dos sistemas de aquecimento. Estão apresentados os custos envolvidos em função do volume gerado de água quente.

Palavras-chave: Aquecimento de água residencial, Consumo elétrico e de gás natural, Consumo residencial

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a energia hidráulica é hoje o recurso natural predominante na geração de energia elétrica, cerca de 90% da eletricidade consumida tem origem nas turbinas movidas pela água vertida dos reservatórios. A partir dos anos 70 e durante quase duas décadas, com a dependência do petróleo importado e a inserção significativa dos aproveitamentos hidrelétricos no país, disseminou-se a cultura da utilização indiscriminada da eletricidade para processos térmicos, substituindo derivados de petróleo na obtenção de energia útil na forma de calor, denominada de eletrotermia.

Cerca de 22% do consumo total da energia elétrica¹ gerada no país é consumida pelo segmento residencial, e desses, uma parcela é utilizada para aquecimento de água, variando com a região e a condição sócio econômica. Para aquecimento, a inclusão de energia proveniente do gás, apresenta vantagem por se tratar de energia final mais compatível com os processos de transformação em energia útil na forma de calor.

Neste trabalho, os custos de Investimentos com infra-estrutura e equipamentos são somados aos custos de energia, fornecendo o custo do serviço de água quente em função da energia útil produzida.

Este estudo insere-se em um contexto que pode contribuir com a racionalidade do consumo de energia primária e com o planejamento de uso destes recursos em edificações ao longo de sua vida útil.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Cohen, et al. (2005) em sua pesquisa aplica um modelo para calcular o total de energia sobre bens e serviços em residências de diferentes classes sociais em onze cidades brasileiras. Para o propósito da pesquisa, 112 tipos de consumo foram agrupados em 12 itens: alimentação, cocção, vestuários, calçados, moradia, transporte, utilidades, remédios, educação, papelaria, comunicação e outros. Tem-se como resultado que (a) 76% da energia consumida é distribuída em 3 categorias: utilidades (31%), transporte (28%) e moradia (17%) e (b) existe alto consumo indireto de energia, que deve ser planejado.

Strapasson (2004) em seu estudo sobre energia térmica e o paradoxo da eficiência energética apresenta o elevado consumo de energia no setor residencial em usos finais térmicos, como calor de processo e aquecimento direto. Em calor de processo o chuveiro elétrico é o principal equipamento utilizado.

Wong e Wang (2004) realizam em seu trabalho uma revisão sobre o conceito Edifício Inteligente. O trabalho pontua níveis de necessidade do local de trabalho considerando o tempo de vida da edificação, seus equipamentos e investimentos permitindo desempenho técnico, investimento de construção, operação e manutenção, bem como uma flexibilidade futura, de modo a maximizar o investimento.

Roland, Francis, Richard, et al. (1994) descrevem uma teoria básica e seus parâmetros para aplicação de um modelo denominado de Sistema de planejamento em uso final residencial (REEPS). Este modelo aplicado essencialmente aos usos finais residenciais considera diferentes ambientes, de padrão de residência, região, clima, preços de combustíveis, tipo e custos de equipamentos, distribuição de energia, renda familiar, sistemas de conversão de equipamentos e suas eficiências, mercado local, poder de compra dos consumidores. Os resultados do REEPS permitem o planejamento e supervisão da cadeia de produção, custo e mercado dos

¹ BEN, 2006, Ministério de Minas e Energia, (base 2005)

equipamentos, com o propósito de, a nível nacional, criar padrões de conservação de energia. Sobre aquecedores de água, é estimado um modelo para prever uma divisão de mercado baseado no tipo de combustível.

3. METODOLOGIA

Esta análise determina o custo do serviço de água quente, em edificações, ao longo de sua vida útil, adotando parâmetros que combinam custos de investimento e operação. Este custo está apresentado em função do volume de água quente consumido. A análise é aplicada a 3 tipologias residenciais representativas no setor imobiliário da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

3.1 Modelo de análise econômica das alternativas para aquecimento elétrico e de gás

Os sistemas de aquecimento de água possuem alternativas de fontes de calor, configurações e equipamentos. Para o serviço de água quente em uma edificação é necessária uma infra-estrutura específica para suprir os equipamentos e pontos de uso, garantindo a operação do sistema com segurança e otimização de recursos.

O custo total (ct) é a soma dos custos de investimentos (ci), mais o custo da energia para a operação (ce) e os custos de manutenção (cm), na produção de energia útil do sistema.

$$ct = ci + ce + cm \quad (3.1)$$

O custo de investimento (ci) é o custo de infra-estrutura da edificação ($Iinf$) somado aos custos dos equipamentos (Ie) necessários para a disponibilidade da alternativa de aquecimento na edificação. Os custos parciais de investimento ($Iinf$ e Ie) são multiplicados pelo respectivo fator de recuperação de capital (FRC). O resultado é dividido pela quantidade de energia útil produzida anualmente.

$$ci = \frac{Iinf * FRC}{Energia \text{ útil}} + \frac{Ie * FRC}{Energia \text{ útil}} \quad (3.2)$$

O Fator de Recuperação de Capital (FRC) utiliza o juro anual e fornece um coeficiente que permite, a partir do valor do investimento, calcular o custo fixo anual referente a este. O cálculo considera a vida útil de utilização da infra-estrutura ou do equipamento ao longo do período da análise econômica (Nj).

$$FRC = \frac{i}{1 - (1 + i)^{-Nj}} \quad (3.3)$$

Onde:

$$Nj = \frac{vida \text{ útil}}{horas \text{ de utilização}} \quad (3.4)$$

$$Energia \text{ útil} = m * c * \Delta T \quad (3.5)$$

Onde:

m = massa de água aquecida; c = calor específico da água ; ΔT = acréscimo da temperatura da água

O custo de energia final (Ce) considera o preço da energia (Pe) e a eficiência do sistema (η_s).

$$Ce = \frac{Pe}{\eta_s} \quad (3.6)$$

A eficiência do sistema é a eficiência na conversão (η_c) e no transporte (η_t) de água quente.

$$\eta_s = \eta_c * \eta_t \quad (3.7)$$

Os custos de manutenção incluem limpezas e substituições ao longo da vida útil dos sistemas, dados estes que neste trabalho não foram considerados.

Assim o modelo de análise apresenta o custo anualizado de investimento e operação dos sistemas.

3.2 Tipologias

Como o universo de infra-estrutura e demanda de água quente é amplo, este estudo caracteriza três tipologias, de 16 andares, consideradas típicas nas vendas de edifícios residenciais na Região Metropolitana de São Paulo². Estas tipologias representam as edificações com 2 dormitórios e 1 banheiro, 3 dormitórios e 3 banheiros e 4 dormitórios e 4 banheiros.

4. RESULTADOS

4.1 Considerações para a análise econômica das alternativas

Em edificações residenciais, os diferentes níveis de consumo de água quente estão relacionados com o número de pessoas e com o número de pontos de uso, parâmetros estes que podem ser estimados, através do número de dormitórios e de banheiros (ILHA, 1991). O número de pontos de uso de água quente é definido pela infra-estrutura da edificação.

A análise econômica considera os custos de investimento com a infra-estrutura necessária para as diferentes disponibilidades de demandas de água quente, equipamentos e instalação dos sistemas de aquecimento elétrico e a gás instantâneo e de acumulação. Os custos de investimento somados ao custo de energia mostram como resultado o custo do serviço de aquecimento de água em função da variável: volume consumido no ponto de uso.

Tempo da análise econômica e taxa de desconto, tempo de vida útil da infra-estrutura, tempo da vida útil de cada equipamento, custos de infra-estrutura para cada alternativa, custo de equipamentos, eficiência na conversão e transporte de calor e preços de energia são parâmetros utilizados nesta análise e apresentados a seguir.

4.2 Configurações das alternativas dos sistemas de aquecimento

Para o aquecimento existem alternativas de sistemas que variam em função das fontes de calor e configurações dos aquecedores. Os sistemas podem atender um ou mais pontos de uso em edificações unifamiliares ou multifamiliares.

Os aquecedores podem ser instantâneos ou de acumulação. O instantâneo aquece a água no momento do uso, devendo ter uma potência nominal (P_n) tal a propiciar o acréscimo instantâneo de temperatura na água. Enquanto o de acumulação utiliza uma menor potência nominal (P_n) aquecendo a água de forma mais lenta. Conseqüentemente a água precisa ser armazenada e mantida aquecida em um reservatório, tal a permitir o seu uso em uma demanda pré-dimensionada em volume e temperatura.

Portanto, em função das características do aquecedor e do serviço de água quente, pode-se ter várias alternativas para o aquecimento de água. Os sistemas se diferenciam essencialmente na: (a) Forma de energia final; (b) Circuito de distribuição de água quente; (c) Componentes de vazão de água e potências dos aquecedores e (d) No armazenamento da água quente.

Este estudo considera como sistema de aquecimento o conjunto de componentes do aquecedor da entrada da fonte de calor aos pontos de uso.

As configurações das alternativas de sistemas de aquecimento estão aqui denominadas de acordo com o tipo de aquecedor e distribuição de água quente:

- (1) *Sistema instantâneo individual (II)*. Composto por aquecedor instantâneo individual, cada aquecedor atende um só ponto. Nesta classificação encontram-se os chuveiros. Este sistema é privativo.
- (2) *Sistema instantâneo central (IC)*. Aquecedor distante do(s) ponto(s) de uso e atende a uma residência. Este aquecedor é denominado de instantâneo central ou de passagem. Este sistema é privativo.
- (3) *Sistema acumulação privativo (AP)*. Aquecedor com reservatório e atende a uma residência. Este aquecedor é também conhecido como boiler elétrico ou a gás.
- (4) *Sistema acumulação coletivo (AC)*. Aquecedor com reservatório e atende a várias residências. Sistema conhecido como central coletivo.

4.3 Caracterização das infra-estruturas elétrica e hidráulica para diferentes disponibilidades de água quente

A infra-estrutura destinada ao uso dos sistemas de aquecimento de água elétrico e a gás natural, considera três diferentes disponibilidades de água quente: mínima, média e máxima, para cada uma das tipologias. As disponibilidades e pontos de uso estão discriminado na Tabela 1.

² Pesquisa realizada pelo SECOVI-SP Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo <http://www.secovi.com.br/empty.php?local=/pesquisa/mercado/index.htm>. Setembro de 2006.

Tabela.1 Pontos de uso considerados para dimensionamento das instalações elétrica e hidráulica

Disponib.		Tipologia 2D	Tipologia 3D	Tipologia 4D
Mínima	A,D,G,J	1 banho	3 banhos	4 banhos
Média	B,E,H,K	1 banho+ 1 torneira	3 banhos + 1 torneira	4 banhos+3 torneiras
Máxima	C,F,L,I	1 banho + 2 torneiras	3 banhos + 3 torneiras	4 banhos+5 torneiras

Esta caracterização define a infra-estrutura necessária para a disponibilidade da energia final e de água, somente para o aquecimento.

Para cada tipologia, considera-se constante a demanda elétrica das cargas de iluminação e tomadas de uso geral (TUG) das unidades consumidoras e a demanda da administração (que atende iluminação, tomadas, elevadores e bombas de uso comum ao condomínio). Os pontos para aquecimento de água para diferentes demandas são instalados em tomadas de uso específico (TUE) nas unidades consumidoras.

Para o dimensionamento da infra-estrutura de gás, considera-se a potência instalada para cocção e para o sistema de aquecimento de água. Para as 3 tipologias adotadas, este dimensionamento considera um fogão de 6 bocas e a variação na demanda de gás para o aquecimento. Considera-se para o projeto duas possibilidades de distribuição de gás: prumadas individuais com a central de medição no térreo e prumadas coletivas com os medidores localizados dentro dos apartamentos. Como o custo da distribuição de gás por prumada coletiva é mais econômica, este trabalho adota esta distribuição para a análise econômica.

O dimensionamento da infra-estrutura elétrica está em conformidade com a norma técnica NBR 5410 - Execução de Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Procedimento e Livro de Instruções Gerais - LIG BT 2005 - Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão, da ELETROPAULO. Enquanto o dimensionamento de gás considera o fator simultaneidade de uso dos aquecedores para edificações, e está em conformidade com a norma de Instalações internas de gás natural (NBR 13.933). Para a instalações dos aquecedores à gás foi contemplado as exigências da NBR 13103: Instalações de aparelhos a gás para uso residencial – Requisitos dos ambientes.

Vale ressaltar que: (a) para alguns níveis de consumo não está disponibilizada a possibilidade de utilizar todos as alternativas de sistemas de aquecimento; (b) as potências entre equipamentos elétricos e a gás não são equivalentes termicamente e (c) Nesta análise, o Sistema Instantâneo (2) apresenta os custos do Instantâneo Individual elétrico (II ELE), que utiliza a denominada ducha blindada e de maior vazão (em substituição ao Instantâneo Central elétrico) e o Instantâneo Central a gás (IC GÁS).

Os custos apresentados seguem cotação da Tabela de Composição de Preços para Orçamentos – PINI - TCPO 10, preço do mês de fevereiro de 2006 (Revista Construção e Mercado) e taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) de 30%. Os custos aqui apresentados não devem ser utilizados indiscriminadamente como preço exato final de infra-estrutura, pois em função de negociação construtoras obtêm descontos com fornecedores em relação aos preços pesquisados pela PINI.

O custo da potência instalada, por unidade consumidora (UC), exclusivamente para aquecimento elétrico ou a gás estão relacionadas nas Tabelas 2, 3 e 4, por tipologia e alternativas de sistemas.

Tabela 2 Potência Instalada por UC e custo na edificação - 2 Dormitórios

Valores em mil R\$

Sistemas Tipologia 2D	Disp.	Potência Instalada - UC		Custos na Infra-estrutura da Edificação			
		Elétrica kW	Gás kcal/h	Elétrica	Gás Prum Indiv	Gás Prum Coletiva	Água Quente Coletivo
- Instantâneo Individual (1)	(A)	5,4	6.127	74,3	17,3	15,7	-
	(B)	9,8	-	93,0	x	x	-
	(c)	14,2	-	113,7	x	x	-
Instantâneo (2)	(D)	6,5	11.351	77,5	43,5	18,2	-
	(E)	10,9	20.802	94,5	78,4	38,3	-
	(F)	15,3	20.802	120,8	78,4	38,3	-
Acumulação Privativo (3)	(G)	2,5	6.000	39,2	17,3	15,7	-
	(H)	3,0	8.200	104,1	35,4	32,8	-
	(I)	3,5	8.200	106,1	35,4	32,8	-
Acumulação Coletivo (4)	(J)	-	-	-	-	-	25,3
	(K)	-	-	-	-	-	42,2
	(L)	-	-	-	-	-	42,2

Tabela 3 Potência Instalada, por UC e custo na edificação – 3 Dormitórios

		Valores em mil R\$					
Sistemas Tipologia 3D	Disp	Potência Instalada - UC		Custos na Infra-estrutura da Edificação			
		Elétrica kW	Gás kcal/h	Elétrica	Gás Prum Indiv	Gás Prum Coletiva	Água Quente Coletivo
- Instantâneo Individual (1)	(A)	16,2	18.384	142,7	88,6	51,8	-
	(B)	20,6	-	168,1	x	x	-
	(c)	29,4	-	223,2	x	x	-
Instantâneo (2)	(D)	17,4	34.301	148,9	153,8	55,7	-
	(E)	21,8	42.963	169,2	168,4	66,9	-
	(F)	30,6	54.759	227,5	180,2	78,7	-
Acumulação Privativo (3)	(G)	17,4	8.200	116,0	48,8	47,4	-
	(H)	21,8	10.500	133,5	79,6	56,7	-
	(I)	30,6	13.500	144,7	107,6	69,8	-
Acumulação Coletivo (4)	(J)	-	-	-	-	-	60,6
	(K)	-	-	-	-	-	69,4
	(L)	-	-	-	-	-	80,7

Tabela 4 Potência Instalada, por UC e diferença de custo total– 4 Dormitórios

		Valores em mil R\$					
Sistemas Tipologia 4D	Disp	Potência Instalada - UC		Custos na Infra-estrutura da Edificação			
		Elétrica kW	Gás kcal/h	Elétrica	Gás Prum Indiv	Gás Prum Coletiva	Água Quente Coletivo
- Instantâneo Individual (1)	(A)	21,6	24.510	103,3	61,7	46,6	-
	(B)	34,8	-	158,4	x	x	-
	(c)	51,6	-	180,6	x	x	-
Instantâneo (2)	(D)	23,9	54.759	115,3	94,1	48,7	-
	(E)	37,1	x	165,1	x	x	-
	(F)	43,8	x	199,5	x	x	-
Acumulação Privativo (3)	(G)	5,0	13.500	98,8	52,0	45,3	-
	(H)	5,4	15.000	110,2	69,9	57,1	-
	(I)	6,2	15.000	119,5	75,3	62,5	-
Acumulação Coletivo (4)	(J)	-	-	-	-	-	46,1
	(K)	-	-	-	-	-	57,5
	(L)	-	-	-	-	-	62,9

4.4 Parâmetros adotados para a análise econômica

- Para esta análise considera-se um horizonte de 10 anos. O Fator de Recuperação de Capital (FRC) anualizado considera a vida útil e as horas de utilização do sistema à uma taxa de desconto (r). Onde a taxa de desconto considerada é de 12% a.a.
- Adota-se como eficiência na conversão de calor (η) dos aquecedores os valores definidos pelo Programa Brasileiro de etiquetagem (PBE) como meta para a conservação de energia elétrica e uso racional de derivados do petróleo. Vale ressaltar que os aquecedores de acumulação privados elétricos e os acumuladores coletivos a gás não estão sendo avaliados pelo PBE até o momento e que os valores apresentados pelo PBE são específicos para testes em laboratório.
- Para cada alternativa de sistema de aquecimento está considerado um valor de eficiência no transporte. As perdas térmicas no transporte de calor, dependem do material, diâmetro e comprimento da tubulação, espessura do isolante térmico e da diferença de temperatura ($\Delta\theta$) entre a água aquecida (interna à tubulação) e a temperatura ambiente. A temperatura média ambiente adotada para a cidade de São Paulo é de 20°C³. Este trabalho está considerando um isolante térmico de espessura de 5mm.

³ Fonte: www.cptec.inpe.br

- A análise econômica utiliza como preço de energia (Pe) o valor apresentado, na Tabela 5, em R\$/MWh. Este preço considera (a) que 1m³ de gás natural corresponde a 10,932kWh e (b) o valor fixo do preço do gás natural está considerado pago na utilização para a cocção.

Tabela 5 Preço do MWh

Energia	Preço adotado R\$/MWh
Eletricidade	401,8
m ³ GN – individual (tipologia 2D)	238,8
m ³ GN – individual (tipologia 3 e 4 D)	294,5
m ³ GN – coletivo	222,0

4.5 Os resultados dos Custos do Serviço de Aquecimento de Água Residencial em função do volume de utilização, a uma taxa de desconto de 12%a.a. para alternativas de sistema elétrico e a gás natural estão apresentados nas Figuras 1 a 3. Nestes resultados a alternativa do sistema Instantâneo Individual (1), utiliza o popular chuveiro elétrico ou a gás e está representado por Ch ELE e Ch GN.

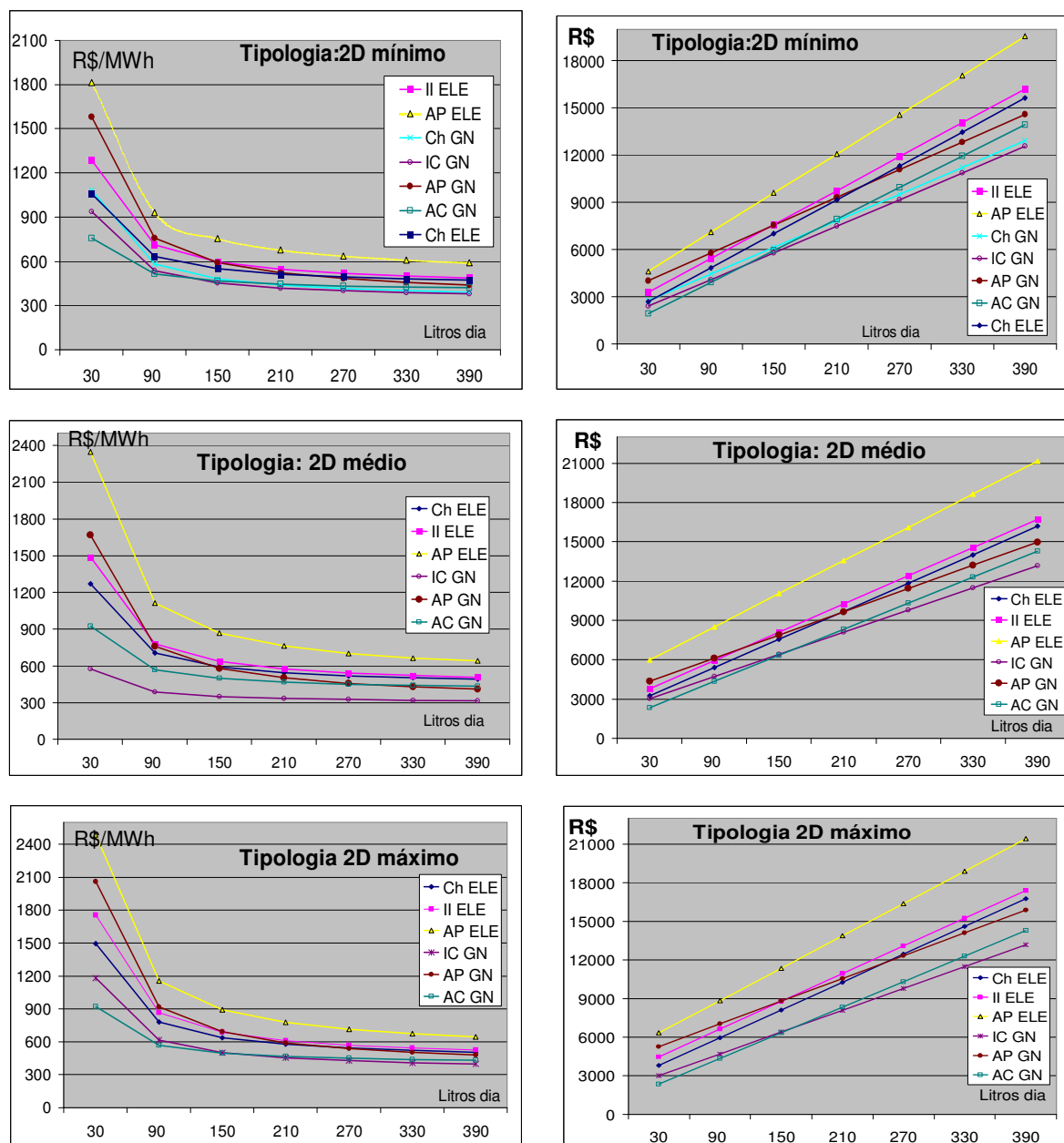


Figura 1 Custos do Serviço de Aquecimento de Água Residencial em função do volume de utilização; r= 12%a.a. Tipologia:2Dormitórios; Tempo de análise do investimento = 10 anos; Sistema elétrico e gás natural

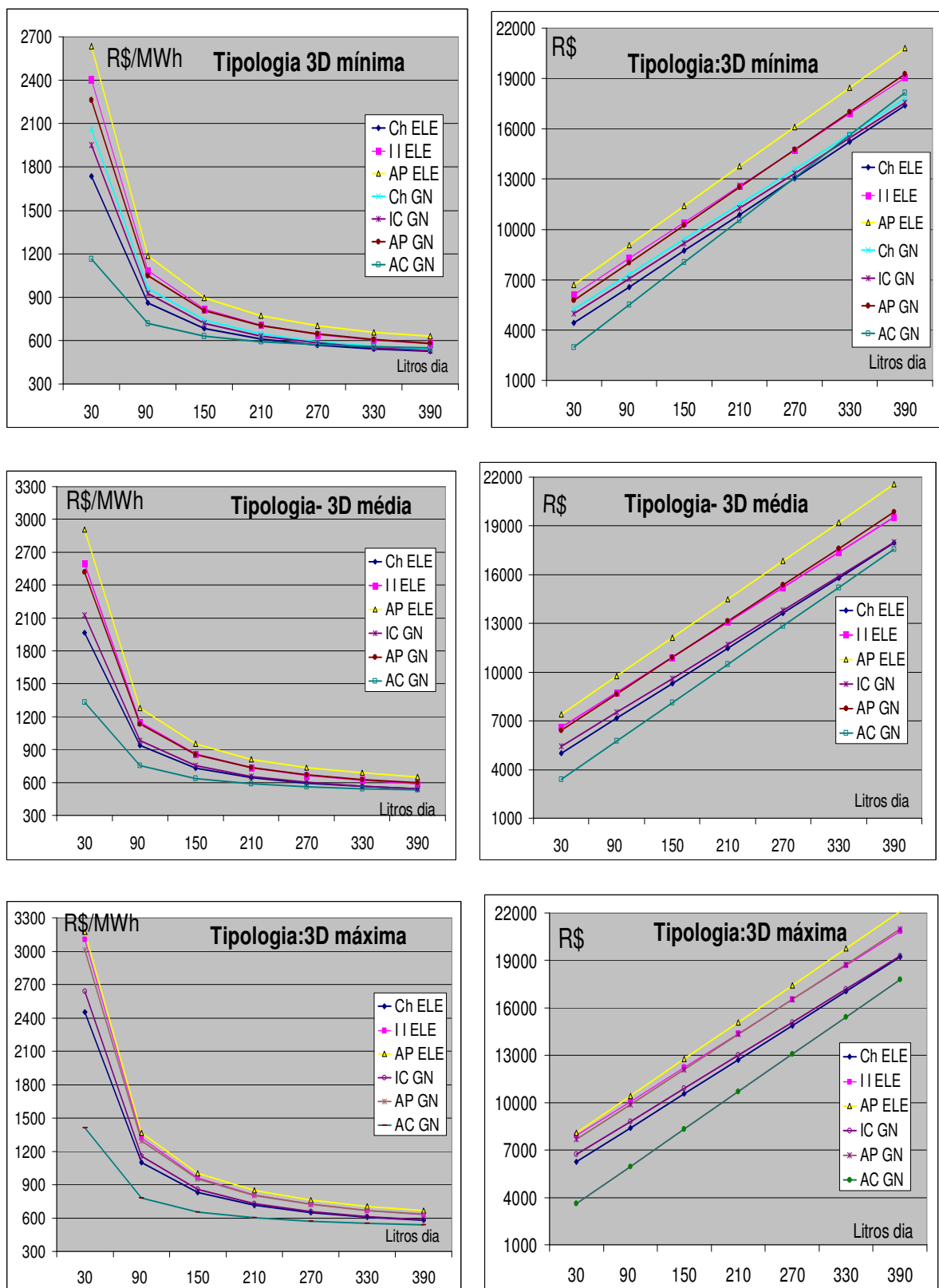


Figura 2 Custos do Serviço de Aquecimento de Água Residencial em função do volume de utilização, $r = 12\% \text{ a.a.}$ Tipologia: 3Dormitórios; Tempo de análise do investimento = 10 anos; Sistema elétrico e gás natural

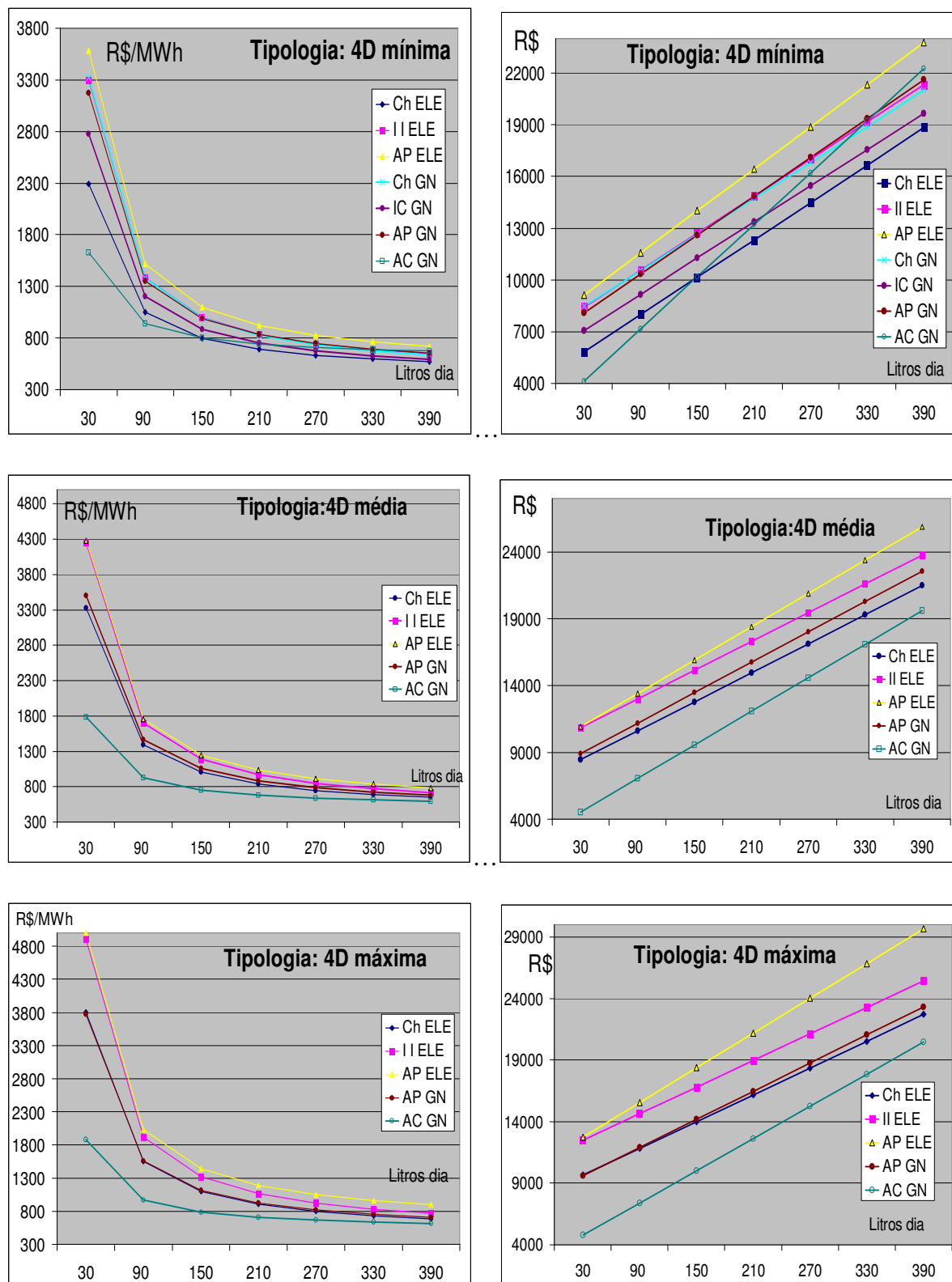


Figura 3 Custos do Serviço de Aquecimento de Água Residencial em função do volume de utilização, $r = 12\% \text{ a.a.}$ Tipologia: 4D Dormitórios; Tempo de análise do investimento = 10 anos; Sistema elétrico e gás natural

5. CONCLUSÃO

Analisando somente o custo da infra-estrutura para a disponibilidade de água quente, observa-se que a mais econômica é a de gás natural através de distribuição por prumada coletiva

A análise econômica do custo do serviço de aquecimento no setor residencial em função do volume de água quente no ponto de utilização, constata:

- Para pequenos volumes de utilização observa-se o alto impacto do custo do investimento (infra-estrutura e equipamentos) sobre o serviço. À medida que o volume de utilização aumenta, o custo da energia passa a ser mais significativo que o custo do investimento.
- A utilização do gás natural como fonte de calor para o serviço de aquecimento de água em edificações, mostra uma tendência de menor custo.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo (PRH-ANP), a COMGÁS e a FDTE pela contribuição para a realização deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5410: **Instalações elétricas de baixa tensão. Execução de Instalações Elétricas de Baixa Tensão** – Procedimento São Paulo, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13103: **Instalações de aparelhos a gás para uso residencial – Requisitos dos ambientes**. São Paulo, 2006. Acesso à revisão no Comitê Brasileiro de gás CB-09 em março de 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Programa Brasileiro de Etiquetagem. **Regulamento específico para uso da etiqueta nacional de conservação de energia** (ENCE).

COHEN,C.; LENZEN,M.; SCHAEFFER,R.; **Energy requirements of households in Brazil**. Energy Police,, n.33, p.555-562, 2005.

COMGAS - Companhia de Gás de São Paulo. **Regulamento de instalações prediais de gás** . São Paulo,2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco energético nacional**. Brasília,2006.

ELETROPAULO. LIG BT 2005: **Livro de Instruções Gerais, Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão**. São Paulo, 2005. Disponível em: www.eletropaulo.com.br . Acesso em: 20 agosto de 2006.

ILHA,S.O.; **Estudo de parâmetros de Água Quente**. Dissertação de Mestrado. Departamento de engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1991. (Pg 211)

PINI . **Tabela de Composição de Preços para Orçamentos** (TCPO 10) e preço do mês de fevereiro de 2006 (Revista Construção e Mercado).

SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA, LOCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS DE SÃO PAULO (SECOVI-SP) . **Balanco do Mercado Imobiliário**, 1ºtrimestrede2006. Disponível em: <http://www.secovi.com.br/empty.php?local=/pesquisa/mercado/index.htm>. Setembro de 2006 . Acesso em: agosto de 2006.

STRAPASSON, A.B.; **A Energia Térmica e o Paradoxo da Eficiência Energética**- Desafios para um Novo Modelo de Planejamento Energético. Dissertação de Mestrado. Programa Interunidades de pós –graduação em energia da USP. São Paulo,2004. (Pg 125)

ROLAND, J. H., FRANCIS X. J., RICHARD E. Brown., JAMES W.H., JONATHAN G. Koomey. **Residencial Appliance Data, Assumptions and Methodology for end-Use Forecasting whith EPRI – REEPS 2.1** University of California, 1994.

WONG, J.K.W; WANG, S.W; LI,H. **Intelligent Building**. Automation in Construction, V14(1) pp.143-159 (SCI journal) Disponível em: <http://www.Sciencedirect.com>>. Acesso em (15/07/2005)

ECONOMIC EVALUATION OF WATER HEATING SYSTEMS IN EDIFICATIONS

This study is an economic evaluation of water heating systems powered by electricity and natural gas. The systems are analyzed after considering the costs of infrastructure, cost of equipment and operation at different levels of consumption. It is characterized three typologies of vertical residential edifications representing the civil construction market of the metropolitan area of Sao Paulo city. These typologies follow the necessary requirements for the installation of heating systems. The costs resulting from the generated volume of hot water are calculated.

Key-word: Heating of domestic hot water, Electricity and natural gas consumption; Domestic consumption.

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.