

**XI-030 – ANALISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ENTRE SISTEMAS DE
AQUECIMENTO RESIDENCIAL A GÁS E POR CHUVEIRO ELÉTRICO EM
CONDOMÍNIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR
(ESTUDO DE CASO)**

Rodrigo Edson Pereira de Paiva ⁽¹⁾

Aluno do Curso Bacharelado em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Micheline Damiano Dias Moreira

Engenheira Civil pela UFRN. Mestre em Engenharia Sanitária pela UFRN. Doutoranda em Engenharia de Materiais na pós graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais (PGCEM)/UFRN.

Isabelly Bezerra Braga Gomes

Engenheira Civil pela UFRN. Especialista em Saneamento Básico pela Universidade Potiguar. Mestranda em Engenharia Sanitária LARHISA/UFRN.

Endereço ⁽¹⁾: Avenida Senador Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970
(84) 3215-3841 – email: rodrigo_cefetrn@hotmail.com

RESUMO

O devido conhecimento das edificações que compõe o setor residencial, no que se diz a respeito aos seus sistemas construtivos e seus sistemas de instalações prediais de água quente, é de majoritária importância para que se desenvolvam projetos de instalações prediais que se aperfeiçoem de forma compatível as exigências atuais do mercado.

Essas exigências estão cada vez mais voltadas ao desempenho energético eficaz das edificações e atreladas a um panorama economicamente viável de custo de implantação e manutenção dos sistemas prediais. Neste sentido, foi feito um estudo de caso em um condomínio residencial multifamiliar que contempla três torres de apartamentos, com 96 apartamentos cada, em processo de construção na cidade de Parnamirim, região metropolitana da cidade de Natal, Rio Grande do Norte, com o intuito de comparar o custo aproximado em infraestrutura de instalação e gasto de energia comparando a opção de utilização entre dois sistemas de aquecimento de água: o aquecimento a gás por meio de aquecedores instantâneos (sendo esse o sistema que será utilizado pelo condomínio) e o aquecimento elétrico por meio de chuveiros elétricos (sendo esse um sistema de aquecimento simulado no presente trabalho, com o intuito de possibilitar as comparações entre os dois sistemas de aquecimento).

Sendo incumbida a construtora responsável pela obra somente entregar a infraestrutura necessária à alimentação de gás ao ponto do aquecedor, ficando ao encargo do futuro morador adquirir o referido aparelho de aquecimento, e tendo em vista as considerações no presente trabalho para a simulação da instalação da infraestrutura dos chuveiros elétricos e as restrições dos elementos estudados, obtiveram-se, para esse porte de edificação, resultados de uma maior viabilidade econômica no uso do sistema por aquecimento a gás com aquecedores instantâneos de passagem em comparação ao sistema de aquecimento por chuveiros elétricos, em termos de custo com a infraestrutura analisada e em economia com energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de Instalações Prediais de Água Quente, Comparativo, Custo, Aquecimento a Gás, Aquecimento por Chuveiro Elétrico.

INTRODUÇÃO

Eficiência energética, bem estar socioeconômico e harmonia ambiental são questões de grande relevância no contexto do desenvolvimento sustentável das cidades e pontos importantes de estudo para o progresso das ciências tecnológicas e humanas.

Dessa forma, a busca pela viabilidade econômica e funcional dos sistemas energéticos pode ser feita a partir da análise da chegada da energia na sua forma secundária, como calor, combustíveis e eletricidade (GOLDENBERG; LUCON, 2008), em setores isolados de consumo, como nas edificações residenciais,

partindo da verificação de como esses setores irão direcionar a utilização dessa energia para suas necessidades da forma mais econômica e são.

Nesse contexto pode-se inserir a avaliação dos sistemas prediais de produção e consumo de energia nas próprias unidades consumidoras, como nas edificações residenciais, agregando mecanismos destinados a produzirem ou consumirem energia com intuito de suprirem as necessidades humanas tanto de higiene quanto de conforto, como os sistemas prediais de aquecimento de água.

São esses sistemas o foco do presente trabalho, voltando-se para análise comparativa entre dois deles: o sistema de aquecimento instantâneo a gás e o sistema de aquecimento por chuveiros elétricos, ambos aplicados numa forma prática de uso em um condomínio residencial multifamiliar.

Os aquecedores de passagem a gás são equipamentos portadores de uma unidade de aquecimento constituída por um queimador que possibilita a combustão adequada do gás combustível e um trocador de calor responsável pela transferência de calor gerado pela queima do gás para a água de consumo (MANUAL TÉCNICO COMGAS, 2011).

Já os chuveiros elétricos utilizam como fonte de energia a eletricidade para o aquecimento da água, constituindo um sistema instantâneo individual de aquecimento (RAIMO, 2007). Esse sistema instantâneo de aquecimento por chuveiro elétrico possui a característica do aquecedor de passagem elétrico que utiliza uma resistência elétrica para transmitir calor para água a qual entra em contato com a resistência aquecida resultando no aquecimento instantâneo do fluido (MANUAL TÉCNICO TIGRE, 2013).

Os dois sistemas de aquecimento citados compõem infraestruturas de implantação diferentes e consomem energias de fontes diferentes, um consome gás liquefeito de petróleo ou gás natural, enquanto o outro consome eletricidade.

Dessa maneira, esse trabalho objetiva os comparativos entre os dois sistemas de aquecimento por meio de um estudo de caso em um condomínio residencial multifamiliar na cidade de Parnamirim-RN, de forma a tratar o quanto de energia elétrica é economizada com o uso do aquecimento a gás adotado pelo condomínio ao invés do uso do chuveiro elétrico simulado para a unidade consumidora em questão, trazendo também uma análise de custo de infraestrutura entre os dois sistemas de aquecimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O referido estudo foi desenvolvido na cidade de Parnamirim, Rio Grande do Norte, na região Metropolitana da cidade de Natal, em um condomínio residencial multifamiliar de três torres de edifícios totalizando 288 unidades de apartamento, sendo 96 apartamentos por torre, representando uma unidade consumidora de grande porte.

A análise dos sistemas foi desenvolvida a partir do acesso a versões dos projetos hidráulicos e de instalação de gás do empreendimento fornecidos pelo projetista responsável de instalações e pela obra do condomínio e por meio de visita técnica *in loco*.

O sistema de aquecimento de água utilizado no projeto de água quente do empreendimento contempla somente o aquecimento a gás por aquecedores de passagem individuais, portanto foi simulado um sistema de aquecimento por chuveiros elétricos para a referida obra com o intuito de possibilitar os comparativos entre os sistemas de aquecimento em questão.

Para a análise de substituição do sistema a gás pelo sistema de chuveiros elétricos, teve-se de início a necessidade de uma análise direcionada ao levantamento da suposta carga instalada que esses equipamentos iriam incrementar na instalação elétrica de baixa tensão de cada apartamento e posteriormente as análises de consumo de energia e dimensionamento de novos condutores para o circuito elétrico do chuveiro e para alimentação dos quadros terminais de luz e força de cada apartamento.

Para a simulação de carga instalada foi utilizado a estimativa de carga orientada pela concessionária responsável pelo abastecimento de energia elétrica no estado do Rio Grande do Norte, a Companhia Energética do Rio Grande do Norte – COSERN. Essa por meio de sua norma “Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações com Múltiplas Unidades de Consumo, código **SM04. 00-00. 02**, do ano de 2014, estima à potência de alguns eletrodomésticos, dos quais três tipos de chuveiro elétricos: chuveiro elétrico, chuveiro elétrico (ducha corona) e chuveiro 4 estações.

Para efeito de cálculo foi adotado que as unidades residenciais possuirão o chuveiro elétrico de 4 estações cuja potencia máxima estabelecida pela norma SM04. 00-00.02 dada é de 6500 W a 220 v.

Com essa consideração o estudo desenvolvido foi subdividido em análise de consumo de energia elétrica pela simulação de uso de chuveiros elétricos custo e o custo comparativo de infraestruturas utilizadas nos dois sistemas de aquecimento.

COMPARATIVO 01: CONSUMO DE ENERGIA

Analisando o estudo do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) referente ao consumo de energia elétrica proveniente do uso dos chuveiros elétricos etiquetados pelo referido programa, usou-se a cartilha disponibilizada pelo INMETRO intitulada “Tabela de Consumo de Energia Elétrica – Chuveiros Elétricos – Edição 06/2014” para a simulação em estudo. Essa cartilha classifica a potência do equipamento de chuveiro em níveis, relacionando o nível de potencia usada a região e clima do Brasil onde se foi constato a frequência de uso do equipamento.

Para o chuveiro 4 estações de 6500W o PBE apresenta o consumo mensal máximo de 27,60 kWh/mês e o mínimo de 9,8 kWh/mês e uma vazão do chuveiro de 3,0 l/min. Segundo o PBE em seu regulamento intitulado de “Grupo Técnico de Conservação de Energia e Etiquetagem em Eletrodomésticos- Aparelhos Elétricos Fixos de Aquecimento de Água” com última revisão em 2005, esse consumo máximo e mínimo mensal estipulado pela cartilha do PBE é referente a um banho diário de duração de 8 min, durante 30 dias. O valor máximo de consumo considera o chuveiro em funcionamento contínuo durante os 8 minutos já o valor mínimo leva em consideração o funcionamento descontínuo do aparelho.

Para simulação de uso do chuveiro elétrico considerou-se duas pessoas por dormitório totalizando 4 pessoas por apartamento. Admitindo a quantidade de banhos diários de dois banhos por pessoa, utilizando o consumo mensal máximo do chuveiro 4 estações de 6500 W estipulado pelo PEB, obteve-se o seguinte consumo em kWh e de custo com base da tarifa local do kWh (sem tributos):

Tabela 01: Custo Consumo Mensal de Energia Elétrica por Apartamento para Chuveiro Elétrico.

Consumo de Energia Mensal Chuveiro Elétrico - PBE				
Máximo Consumo Mensal 02 Banhos (kWh)	Usuários Apartamento (Unid.)	Total (kWh)	Custo kWh (R\$)	Custo Total (R\$)
55,2	4	220,8	0,3759	83,00

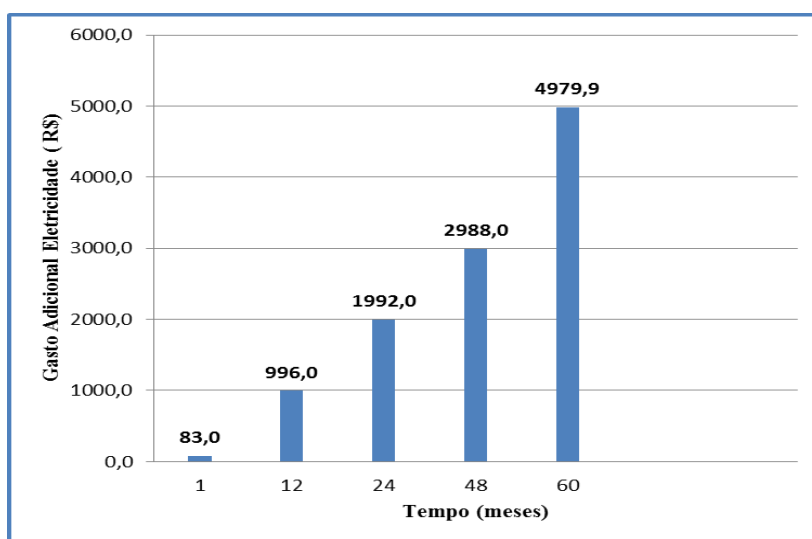


Figura 01 – Custo Adicional de Eletricidade Obtido com o uso do Chuveiro Elétrico por apartamento.

A respeito da energia consumida pelos aquecedores foi considerada a previsão do quantitativo de gás natural consumido pelo empreendimento referente ao uso dos aquecedores de passagem a gás com a vazão mais próxima a do chuveiro elétrico estudado (3,0 l/min).

Os dados do aquecedor estudado foram extraídos do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) referente a um aquecedor de 4,5 l/min (valor etiquetado mais próximo da vazão de 3,0 l/min referente aos chuveiros elétricos em estudo) de vazão de gás natural, com classificação “A” no PBE, com um consumo máximo de gás natural de 0,67 m³/h e potência de 6364 kcal/h.

O preço da tarifa especial para fins residenciais dada em m³ de gás natural consumido foi extraído da página eletrônica da Companhia Potiguar de Gás (POTIGÁS) responsável pela distribuição de gás canalizado no Estado do Rio Grande do Norte, custando R\$ 2,2775.

Para o custo do consumo de gás natural de um apartamento foi considerado o mesmo padrão de consumo dos usuários, com 02 banhos diários de 8 min para cada durante 30 dias (o mesmo usado para o cálculo do consumo de energia dos chuveiros elétricos, com base PBE)

Tabela 02: Consumo e Custo de Gás Natural por Apartamento

Consumo Mensal de Gás Natural							
Tempo de Consumo (h/mês)	Potencia Aquecedor (kcal/h)	Kcal/mês	m³/mês	Nº Pessoas	Consumo Apartamento (m³/mês)	R\$/m³	Total (R\$)
8,00	6364,00	50912,00	5,416	4	21,66	2,775	60,12

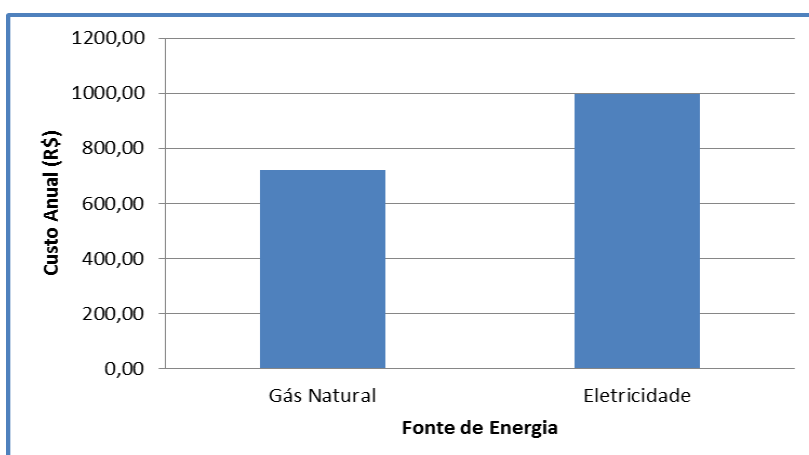


Figura 02: Comparativo de Custo Anual do Fornecimento de Energia para o Aquecimento de Água para o Banho.

COMPARATIVO 02: CUSTO INFRAESTRUTURA

Para o estudo do aquecimento a gás foi enfatizada a análise do quantitativo e custo somente para as tubulações de gás destinadas a alimentarem os aquecedores e as tubulações em CPVC de água quente, utilizadas nos dispositivos misturadores de água dos chuveiros. Essas considerações para as tubulações de gás tiveram em vista o fato de que a instalação de gás já seria fornecida independente de ser usado o ponto para o aquecedor ou não, visto a necessidade de alimentação de gás para ponto do fogão dos apartamentos. Assim, com o acréscimo do ponto do aquecedor teve-se somente o acréscimo com a tubulação destinada a alimentar esse ponto. As tubulações de gás para os aquecedores são do tipo flexível GasPex multicamadas.

Para a instalação elétrica dos chuveiros elétricos foi feita uma simulação com base na norma SM04 00-00.02 da Campanha Energética do Rio Grande do Norte e a norma brasileira NBR 5410/2008, instalações elétricas de baixa tensão, realizando o dimensionamento dos circuitos dos chuveiros elétricos e dos novos alimentadores dos quadros terminais necessários para o acréscimo de carga atribuída pela utilização dos chuveiros elétricos.

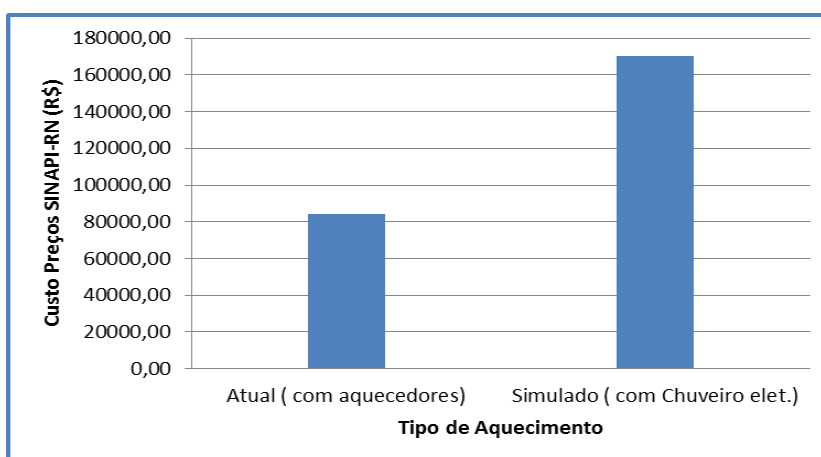


Figura 02 – Comparativo de Custos de cabos condutores entre as instalações elétricas usando aquecedor a gás e usando o chuveiro elétrico sem os aquecedores.

Tabela 03: Custo Infraestrutura para Instalação Chuveiros Elétrico (Condutor Cobre multipolar).

Previsão de Custo- Fornecimento Preço SINAPI-RN					
Tipo	Descrição	Quant. (m)	Preço Unit.(R\$)	Totais Por torre (R\$)	Totais Gerais 03 Torres(R\$)
Alimentadores	Condutor isolado PVC 6.0mm²	10656	3,09	32927,04	98781,12
	Condutor isolado PVC 10.0mm²	3024	5,44	16450,56	49351,68
	Condutor isolado PVC 16.0mm²	576	6,30	3628,80	10886,40
Circuito Chuveiro Elétrico	Condutor isolado PVC 6.0mm²	1224,00	3,09	3782,16	11346,48
TOTAL (R\$)				56788,56	170365,68

Tabela 04: Custo Tubulação Água Quente para Instalação Com aquecedores a Gás

Infraestrutura Tubulação Gás - Tubulação Água Quente- Preço Comércio					
Descrição	Unid.	Quant.	Coefficiente	Preço (R\$)	Total (R\$)
Tubulação Horizontal 3M - CPVC 22 mm - Aquatherm	m	5,2	1,73	35,5	61,53
Tubulação Vertical 3M - CPVC 15 mm - Aquatherm	m	6,6	2,20	19,9	43,78
Registro de Pressão 1/2"	Pç	6,0	1	28,8	172,80
Tê misturador Aquatherm 15 mm	Pç	3,0	1	8,9	26,70
Aquatherm/conector 15x1/2"	Pç	3,0	1	10,74	32,22
Aquatherm/joelho trans 15x1/2	Pç	3,0	1	5,39	16,17
Adapt sold curto bolsa/ros 20x1/2	Pç	3,0	1	0,47	1,41
Subtotal Total					354,61
Total Torre					17021,44
Total 03 Torres					51064,32

Tabela 05: Custo Tubulações e Conexões para Alimentação do Aquecedor a Gás.

Infraestrutura Gás - Tubulações e Conexões Aquecedor						
Local	Descrição	Trecho (m)	Quant. (Und.)	Total (m)	Preço Unit.(R\$)	Total (R\$)
Apartamento tipo 01	Tubo de Alumínio P/gás 16 x2 mm	4	48	192	6,74	1294,1
	Tê p/gás 16x16x16	-	1	48	16,18	776,64
	Cotovelo p/gás 16 x 16 mm	-	1	48	11,81	566,88
	Subtotal					2637,60
Apartamento tipo 02	Tubo de Alumínio P/gás 16 x2 mm	3	48	144	6,74	970,56
	Tê p/gás 16x16x16	-	1	48	16,18	776,64
	Cotovelo p/gás 16 x 16 mm	-	1	48	11,81	566,88
	Subtotal					2314,1
Totais	Total Por Torre					4951,70
	Total Por 03 Torres					14855,00

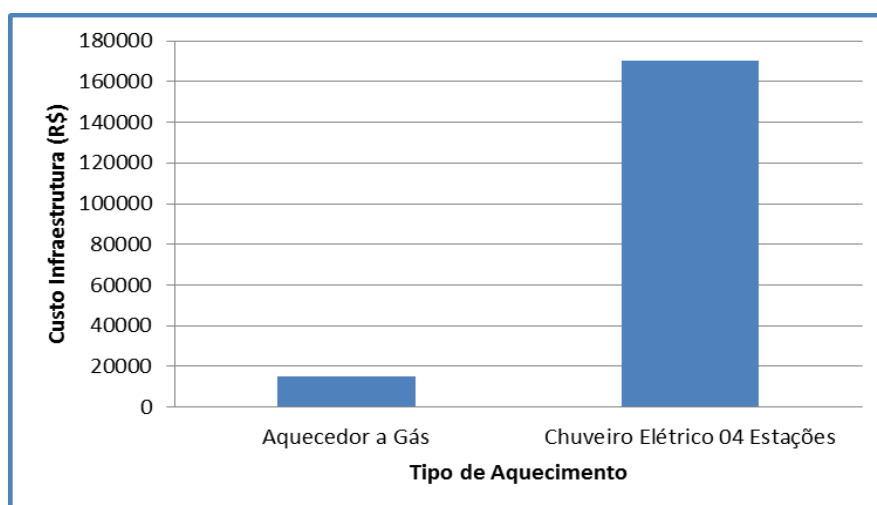


Figura 03: Comparativo geral entre custos de infraestruturas para o aquecimento por aquecedores a gás e por chuveiros elétricos.

CONCLUSÕES

O uso do sistema de aquecimento a gás com aquecedores instantâneos de passagem constatou-se ser mais econômico em relação ao custo simulado para o sistema de aquecimento por chuveiros elétricos, sendo o primeiro, para o estudo de caso analisado, mais econômico em termos tanto de consumo de energia elétrica quanto em termos de infraestrutura de implantação, mostrando-se ter um maior potencial sustentável em termos energéticos do que o uso chuveiro elétrico.

Salienta-se ainda que nas análises e comparações do estudo em questão, não foram contabilizados os custos dos aquecedores e o consumo de água dos equipamentos envolvidos.

O uso dos aquecedores a gás natural representa ainda uma redução no consumo de energia elétrica e desloca em parte o pico de demanda de consumo, o que se torna de alta relevância em meio à crise em energética que o país enfrenta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GOLDEMBERG, Jose; LUCON, Oswaldo. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 3. Ed. rev. amp. São Paulo: EDUSP, 2008.
2. PROGRAMA P&D, C&R COMGAS. Manual Técnico para Projeto de Construção de Sistemas de Aquecimento Solar & Gás Natural: sistemas de aquecimento de água para edifícios através da associação de energia solar e gás natural. São Paulo: CONGÁS, 2011. 61p. Disponível em <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/manuais/Manual_Tecnico_para_Projeto_e_Construcao_de_Sistemas_de_Aquecimento_Solar_e_Gas_Natural.pdf>. Acesso 29/04/2015.
3. RAIMO, P. A. **Aquecimento de água no setor residencial**. 2007. 125p. Dissertação (Mestrado- Programa Interunidades de Pós- Graduação em Energia)- EP/ FEA/ IEE/IF, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
4. TUBOS E CONEXÕES, TIGRE S.A. Manual Técnico Tigre: orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais. Tigre S.A.- Joinville: Tigre, 2013. 188p.
5. Companhia Energética do Rio Grande do Norte, norma **SM04. 00-00. 02- Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações com Múltiplas Unidades de Consumo**, Rio Grande do Norte, 2014.
6. INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. PBE-Programa Brasileiro de Etiquetagem, 2015.
7. Companhia Potiguar de Gás. Sistema Tarifário da POTIGÁS. Disponível em <<http://www.potigas.com.br/sistema-tarifario>>. Acesso 03/05/2015.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. Rio de Janeiro, 2008.