



Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Educação a Distância da UFSM – EAD
Universidade Aberta do Brasil – UAB

Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos
Processos Produtivos
Pólo: Camargo

CONSUMO ENERGÉTICO DO CHUVEIRO ELÉTRICO E DO
AQUECEDOR DE PASSAGEM A GÁS: ANÁLISE COMPARATIVA

BORGES, Cinara Dassi¹

DOS SANTOS, Ísis Portolan²

RESUMO

O presente trabalho trata da pesquisa sobre o aquecimento de água para o banho em uma residência onde foram disponibilizados pontos para o aquecimento através de energia elétrica e de gás liquefeito de petróleo, causando dúvida aos usuários se utilizam chuveiro elétrico ou aquecedor de passagem a gás. Com isso, foram comparados os consumos de energia elétrica, gás e água, a fim de verificar

¹ Engenheira Civil. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

² Dra. Eng. Civil. Professor(a) Orientadora. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

qual desses dois sistemas para aquecimento de água é o mais eficiente energeticamente. E ainda, analisar qual deles é o mais econômico, e qual proporciona maior conforto aos usuários. Apesar das dificuldades encontradas no trabalho para se chegar a um resultado, pode-se concluir que a escolha depende das prioridades dos usuários. Nos quesitos conforto e melhor previsão de consumo, possibilitando economia financeira ao longo prazo, a escolha é pelo aquecedor de passagem a gás. No que diz respeito à eficiência energética, a escolha é pelo chuveiro elétrico.

Palavras-chave: eficiência energética, consumo energético, aquecimento de água.

ABSTRACT:

This work deals with the heating water for bathing in a residence where points were available for heating by electricity and liquefied petroleum gas, causing users to doubt use electric shower or passing gas heater. Thus, the consumption of electricity, gas and water will be compared in order to verify which of these two systems for water heating is the most energy efficient. And yet, consider which one is the most economical, and which provide greater comfort for users. Despite the difficulties encountered in the work to achieve a result, it can be concluded that the choice depends on the priorities of users. In questions comfort and better forecasting of consumption, enabling financial savings in the long term, the choice is the gas passage heater. With regard to energy efficiency, the choice is the electric shower.

1 INTRODUÇÃO

Uma das dúvidas que surgem ao adquirir um imóvel novo para residir é qual a melhor opção para o aquecimento da água para o banho. Algumas construtoras disponibilizam duas opções, deixando tomadas para chuveiro elétrico, e também canalização e ponto de gás para um aquecedor a gás de passagem. Alguns casos, ainda a minoria, dão a possibilidade de colocar aquecedor solar ou sistema híbrido (solar + elétrico). Este trabalho aborda o caso específico de um apartamento em que

foram deixados pontos para chuveiro elétrico e para aquecedor de passagem a gás.

A questão é, qual seria o sistema mais econômico para este caso? Qual seria mais energeticamente eficiente? E ainda, qual proporcionaria maior conforto aos usuários?

Os aquecedores a gás de passagem ganharam impulso no Brasil durante a crise energética de 2001 e 2002, a época do “apagão”, quando se mostrou uma alternativa de boa eficiência para reduzir o consumo ao longo do período de racionamento. São pequenos e aquecem imediatamente a água que passa por sua alimentação, direcionando-a quente para a tubulação. Porém, ao abrir o registro, primeiro sai água fria que estava parada na tubulação, causando um desperdício de água nos dias de frio.

Alguns pesquisadores, como GOULART (2007), afirmam ser o aquecedor instantâneo a gás o sistema mais econômico. Já uma pesquisa realizada pelo Centro Internacional de Referência em Reuso de Água, apresentada na Revista Abinee (2009), mostrou ser o chuveiro elétrico o sistema mais econômico.

Escolher o melhor sistema de aquecimento de água para uma residência exige uma compreensão de como funciona cada uma das alternativas e das vantagens e desvantagens existentes em cada uma, para que o usuário possa decidir de acordo com suas necessidades prioritárias.

A análise do consumo energético, conforto e custo de cada sistema disponível em uma residência são importantes para a escolha do melhor sistema a ser utilizado para o suprimento das necessidades dos usuários de modo mais eficiente energeticamente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A energia elétrica para o aquecimento de água

O aquecimento de água através de energia elétrica pode ser por chuveiro elétrico, aquecedor de passagem elétrico ou aquecedor elétrico de acumulação (boiler). O equipamento mais utilizado é o chuveiro elétrico.

O chuveiro elétrico tem funcionamento bastante simples, conforme GOMAZAKO

(2002), quando é aberta a válvula, um diafragma aciona automaticamente a resistência elétrica. Assim, a água na temperatura ambiente é imediatamente aquecida no contato com essa resistência, aumentando em torno de 17° C essa temperatura com fluxo aproximado de 3,0 l/min, dependendo da temperatura que se encontra a água.

Uma vantagem importante do chuveiro elétrico sobre outros sistemas, segundo GOMAZAKO (2002), é a possibilidade de instalação em prédios de apartamentos e residências onde existe apenas coluna de água fria, pois não necessita de tubulação de água quente.

GOMAZAKO (2002) verificou que, para que o chuveiro elétrico comum possa atender satisfatoriamente ao usuário no quesito temperatura, deverá comprometer a vazão, estrangulando a passagem de água ao máximo para que atinja a temperatura satisfatória, que é pouco acima de 40 °C no inverno, comprometendo a qualidade do banho, pouco confortável para a maioria dos usuários. Para ele, a ducha eletrônica, também possui restrições quanto à vazão e apresenta um custo razoável não sendo acessível a todas as classes, porém permite um melhor monitoramento dos gastos com energia, conseqüentemente maior economia em relação ao chuveiro que possui apenas duas regulagens.

LAFAY (2005) diz que a geração de energia elétrica no Brasil depende quase que exclusivamente das hidrelétricas (95%), o que expõe o país a situações como o apagão de 2001, que na ausência de chuvas fez o sistema de geração de energia e a economia do país entrar em colapso. Acrescenta ainda que, a utilização do chuveiro nos ditos horários de pico, sobrecarrega a rede de distribuição nesse horário.

De acordo com uma pesquisa do PROCEL (Eletrobrás, 2007), a energia elétrica é a forma preferencial de energia para o aquecimento de água para banho na maioria absoluta (73,5%) dos domicílios brasileiros. O uso de outros energéticos para este fim é ainda residual. Muito mais expressiva (17,5%) ainda é a parcela de domicílios que não possui equipamento para aquecer a água, o que ocorre em regiões de clima muito quente, e em alguns casos por falta de recursos financeiros. Há, portanto, um grande potencial para a substituição da energia elétrica pelo gás ou pelo aquecimento solar direto neste uso.

RAIMO (2007) afirma que o chuveiro elétrico, por apresentar baixo custo de

aquisição e facilidade de instalação e manutenção, é um democratizador do uso de água quente para a população brasileira.

PALMIERI (2013) acredita que, a geração de água quente, pelos métodos convencionais, utilizando energia elétrica, implica em mais um fator de sobrecarga no sistema de geração, transporte e distribuição de energia elétrica, exigindo assim, pesados investimentos públicos, com grandes impactos.

“A energia elétrica é uma forma de energia de alta qualidade, devendo assim ser destinada a aplicações nobres, onde não é possível substituí-la.” (PALMIERI, 2013).

2.2 Aquecimento de água utilizando gás

Os gases combustíveis, como energia final nas residências, são utilizados, no Brasil, quase que exclusivamente para a cocção, porém, nos últimos anos, ocorreu um aumento na sua utilização para aquecimento de água, devido à ampliação da oferta, conforme SARAIVA (2012).

Para LAFAY (2005), O aquecimento de água utilizando aquecedores a gás é amplamente utilizado no país. Os sistemas possuem eficiência da ordem de 80% para aquecedores de passagem e 85% para aquecedores de acumulação, considerando apenas a eficiência na transferência de calor entre a câmara de combustão e a água e não no armazenamento de água quente.

Segundo o PROCEL (Eletrobrás, 2007), entre os domicílios que já usam o gás para o aquecimento de água para banho, quase 60% o faz por meio de gás canalizado (o restante utiliza o GLP).

O Guia de Eficiência Energética em Edificações (Sindigás) apresenta os requisitos para os sistemas de aquecimento de água estipulados pelos Regulamentos Técnicos da Qualidade (RTQ) do Inmetro, que definem a metodologia para etiquetagem de edificações residenciais e comerciais no Brasil. Segundo o referido guia, a avaliação do sistema de aquecimento de água representa 35% do nível final de eficiência da edificação. A falta de um equipamento de aquecimento restringe a eficiência ao Nível “E”, uma vez que essa escolha por parte do construtor impõe aos futuros moradores a instalação do chuveiro elétrico. Para os sistemas de aquecimento de água a gás, o nível de eficiência será determinado pelo nível de eficiência do aquecedor instalado, de acordo com sua respectiva classificação no

Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

Os aquecedores a gás estão divididos entre aquecedores de passagem e aquecedores de acumulação. Tanto os de passagem quanto os de acumulação podem ter como energia o GN (gás natural) ou o GLP (gás liquefeito de petróleo). Antes de adquirir um aquecedor deve-se observar qual é o tipo de gás disponível, para não se equivocar na compra.

O aquecedor de passagem é geralmente utilizado para aquecimento de água em aplicações domésticas. Conforme GUTTERRES (2014), a água que circula pelo aquecedor de passagem, passa por um trocador de calor submetido por uma fonte de calor, podendo ser de origem elétrica ou combustão a gás.

GUTTERRES (2014) explica o funcionamento de um aquecedor de passagem:

Quando o usuário abre a válvula “quente” de uma torneira ou um chuveiro, o aquecedor detecta a circulação de água e libera a saída de gás para a câmara de combustão, a qual contém um determinado número de bicos queimadores. O ar quente sobe, atravessando um trocador de calor, que transfere a energia térmica para a água que circula no aquecedor, elevando sua temperatura. (Gutterres, 2014).

A figura 01 apresenta o um esquema de funcionamento de um aquecedor de passagem a gás.

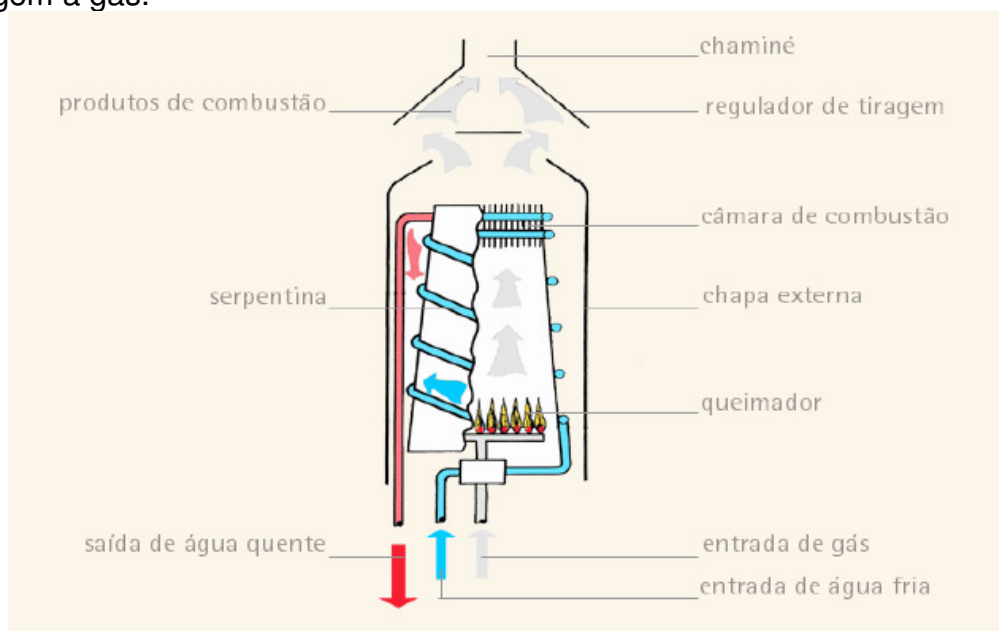


Figura 01 – Esquema de funcionamento de um aquecedor de passagem a gás
Fonte: Chaguri (2001), apud Chaguri JUNIOR, J. J.(2009).

2.3 Comparativos entre energia elétrica e gás para o aquecimento de água

Segundo GOMAZAKO (2002), a maior vantagem proporcionada pelo gás

combustível é mais evidente na geração de energia térmica pelo seu alto poder calorífico, que no GN é em torno de 9.200 kcal/Nm³ e no GLP em torno de 24.000 kcal/Nm³ ou 11.000 kcal/kg, representando maior produção de calor com menor consumo energético. Enquanto que na energia elétrica o poder calorífico é de aproximadamente 860 kcal/kWh, sendo a sua capacidade de geração de calor bem menor que a do gás combustível.

GOMAZAKO (2002) disse ainda que a energia elétrica possui uma tarifação escalonada crescente, variando conforme a faixa de consumo do usuário, onde o sistema de aquecimento de água tem participação em média de 26% da energia consumida numa residência, chegando a 60% em determinados casos, dependendo da tipologia do sistema instalado.

O estudo realizado por GOMAZAKO (2002) demonstrou que a utilização de gás combustível para aquecimento de água residencial é viável com vantagens econômicas aos usuários. Neste estudo, a utilização do gás natural (GN) apresentou 37% de economia e do gás liquefeito de petróleo (GLP) apresentou 44% de economia, ambos em relação à energia elétrica. Salienta que, o aproveitamento do gás combustível como insumo energético no aquecimento de água de uso doméstico e comercial, é uma das alternativas energéticas disponíveis. Com um alívio do sistema elétrico brasileiro em cerca de 20% no horário de ponta, minimiza os riscos de *blecaute*.

Para uma fonte auxiliar de aquecimento de água por energia solar, conforme AITA (2006), a escolha do gás, mesmo apresentando investimento inicial superior ao da energia elétrica, representa um menor custo operacional em longo prazo, devido ao custo equivalente da tarifa de energia elétrica residencial comparada ao gás (GLP ou GN) ser superior.

GOULART (2007) acredita que o projetista deve prever tubulação de água quente isolada termicamente em seus projetos para instalação de sistemas de aquecimento a gás ou solar, que são mais econômicos. Além de evitar o consumo de energia elétrica, que é de aproximadamente 25% para aquecimento de água no setor residencial, ainda proporciona maior conforto e é capaz de atender diversos pontos de água quente, além do chuveiro.

BARUFI (2008) mostrou em sua pesquisa a ampla disseminação do uso de sistemas de aquecimento de água a gás na cidade de São Paulo, devido à

obrigatoriedade da introdução de tais sistemas em algumas construções, a partir de 1980. Além da obrigatoriedade, BARUFI (2008) afirma que essa disseminação deve-se também a exigência de conforto dos consumidores de classes média e alta, e ao racionamento de eletricidade de 2001. A autora destaca ainda que o chuveiro elétrico continua sendo utilizado nas construções voltadas para a classe baixa. Hoje, para a construção de casas populares começou a ser exigido aquecimento solar, utilizando-se sistemas híbridos (aquecimento solar + chuveiro elétrico), porém dependendo da região, e em dias muito frios, o chuveiro elétrico é ainda muito utilizado.

Uma pesquisa realizada pelo Centro Internacional de Referência em Reuso de Água (CIRRA) em parceria com o Grupo de Chuveiros da Abinee (GCA), conforme apresentado na Revista Abinee (maio/2009), revelou que o chuveiro elétrico e o sistema híbrido (com coletores solares de baixo custo e chuveiro elétrico) são as opções mais econômicas, considerando os custos com energia elétrica ou gás e água. Porém, isso nos primeiros três meses da pesquisa, chegando aos resultados apresentados na tabela 01. A pesquisa foi realizada instalando-se seis pontos de banho no vestiário dos funcionários da Universidade de São Paulo (USP), sendo dois chuveiros elétricos, um aquecedor a gás, um alimentado por sistema solar, um híbrido e um de acumulação elétrico (boiler). Os consumos de água, energia elétrica e gás foram medidos através de modernos medidores e os dados enviados ao computador do CIRRA. Segundo a reportagem da revista, mesmo apresentando os resultados apenas dos primeiros três meses de pesquisa, por ter sido janeiro mais frio e fevereiro e março os meses mais quentes, consideram refletir o cenário anual. Cabe lembrar que isso ocorreu no estado de São Paulo sendo que, se ocorresse tal pesquisa no estado do Rio Grande do Sul, poderia haver resultados diferentes. A pesquisa mostrou ainda que o consumo de água no aquecedor a gás foi 128% maior que o consumo do chuveiro elétrico.

Tabela 01 – Resultados obtidos nos primeiros três meses de pesquisa realizada em São Paulo.

Custo por banho de 8 minutos (água, energia elétrica e gás)	
Sistema de Aquecimento de água	Custo por banho de 8 minutos (R\$)
Chuveiro Elétrico (média dos dois pontos)	0,22
Solar	0,35
Gás	0,58
Híbrido (solar + chuveiro elétrico)	0,22
Boiler	0,78

Fonte: CIRRA, Revista Abinee (Maio/2009)

Os sistemas prediais de aquecimento de água são responsáveis por uma parcela significativa no consumo de energia do país, sendo que a eficiência do uso desta energia está relacionada com a qualidade dos projetos e de alternativas construtivas que possibilitam racionalizar o uso dos recursos naturais (CHAGURI JUNIOR, 2009).

Com relação ao consumo de energia primária, os aquecedores de passagem a gás apresentam vantagens quando é considerada a eficiência acumulada, relata CURSINO (2011). Observa-se na tabela 02 uma inversão entre as eficiências dos equipamentos (primeira coluna) e as eficiências acumuladas (segunda coluna) dos equipamentos elétricos e a gás.

Tabela 02 – Eficiências mínimas e acumuladas dos equipamentos residenciais para aquecimento de água

Tipo de equipamento	Eficiência do equipamento (%)	Eficiência acumulada (%)
<i>Boiler</i> elétrico	81,9	56,8
Chuveiro elétrico	95,0	65,9
Aquecedor de passagem a gás	84,8	77,4
Aquecedor de acumulação a gás	81,1	74,0

Fonte: CURSINO, 2011.

CURSINO (2011) fez análises do consumo de energia nos usos finais nas edificações e dos cenários de evolução da matriz de geração elétrica para o ano de 2030, e concluiu que a utilização direta dos gases combustíveis pode contribuir para a racionalização energética no país. Concluiu ainda que, a substituição da eletrotermia pelos gases combustíveis no setor residencial, contribui para a redução

da carga de consumo da eletricidade, através da redução da utilização simultânea dos chuveiros elétricos, que se concentra no período das 17 às 21 horas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar qual dos sistemas de aquecimento de água (entre chuveiro elétrico e aquecedor a gás de passagem) é o mais eficiente energeticamente, e proporciona maior conforto e economia.

3.2 Objetivos específicos

- Análise teórica de cada sistema de aquecimento (chuveiro elétrico e aquecedor de passagem a gás), descrevendo suas características, vantagens e desvantagens.

- Avaliar o aquecimento de água de uma edificação residencial multifamiliar através do chuveiro elétrico e do aquecedor de passagem a gás, por meio de pesquisa com os usuários para possibilitar assim a verificação de qual proporciona maior conforto aos mesmos.

- Analisar o custo de operação de cada um dos sistemas, para verificar qual o mais econômico, em relação aos gastos com energia elétrica, gás e água.

- Verificar qual sistema irá consumir menos energia, sendo o mais eficiente energeticamente.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma análise comparativa do consumo energético de dois sistemas de aquecimento de água, com chuveiro elétrico e com aquecedor de passagem a gás, a fim de avaliar conforto, economia e eficiência energética.

Para isso foi realizado acompanhamento do aquecimento de água de um

apartamento com duas pessoas residindo, intercalando o uso do chuveiro elétrico e do aquecedor de passagem a gás, que foram as duas opções disponibilizadas pela construtora. Foram analisados os quatro meses de mais frio no ano, que foram os meses de Maio, Junho, Julho e Agosto, do ano de 2014, na cidade de Marau/RS. Nos meses de Maio e Junho foi utilizado aquecimento a gás e nos meses de Julho e Agosto foi utilizado o chuveiro elétrico.

O chuveiro elétrico utilizado na residência (figura 02) apresenta potência de 6800 Watts e três opções de temperatura, sendo nas posições morno, quente e super quente. Nos meses analisados foi utilizado na posição super quente.



Figura 02 – Imagem do chuveiro elétrico utilizado na residência estudada.

O aquecedor utilizado (figura 03), trata-se de um aquecedor de passagem que utiliza GLP (gás liquefeito de petróleo), com vazão de 22,5 l/min, de potência 37,8 kW, consumo máximo de gás de 2,74 kg/h, rendimento 84% e selo de eficiência "A" do Conpet. Nos meses analisados, o aquecedor foi utilizado na temperatura máxima de 40°C.



Figura 03 – Imagem do aquecedor de passagem a gás utilizado na residência estudada.

Realizou-se entrevista com os usuários da residência para avaliar a opinião dos mesmos em relação ao conforto proporcionado por cada sistema de aquecimento. Para a entrevista foram elaboradas perguntas com relação à vazão e a temperatura da água.

O custo de operação foi analisado através das contas de energia elétrica, de gás e de água, fornecidas pela concessionária e pelo condomínio. Dos quatro meses analisados, os meses de Junho e Julho foram os de frio mais rigoroso, o que pode ter influenciado a conta de energia elétrica devido ao uso do climatizador para aquecimento dos ambientes. O ideal seria um medidor exclusivo do consumo de água do chuveiro, um medidor do consumo de energia elétrica exclusivo para o chuveiro e um medidor de gás exclusivo para o aquecimento de água para o banho. Como não foi possível instalar os medidores, e pelo curto tempo de análise, o presente trabalho apresentou limitações, pois não houve um controle maior dos dados.

O consumo de água foi comparado a fim de analisar qual dos sistemas de aquecimento em questão utiliza mais água, para no final avaliar qual o sistema mais

econômico em relação ao consumo de recursos hídricos.

Além do apartamento em questão foram analisados também quatro apartamentos vizinhos, a fim de aumentar o número de dados, possibilitando melhor análise, e maior precisão no resultado final. Desses quatro, dois utilizam chuveiro elétrico e os outros dois utilizam aquecedor a gás. Não foi possível coleta de dados anuais, pois o prédio é novo e a maioria não faz um ano que reside nele. Foi possível uma coleta de seis meses, sendo de abril até setembro. Devido a isso, e também aos diferentes hábitos dos usuários, este trabalho apresentou limitações.

Além da coleta de dados de consumo de energia elétrica, gás e água, através das contas fornecidas, foi enviado um questionário para cada apartamento, conforme a figura 04. Foi questionado o número de pessoas que residiam no apartamento, quantos banhos por dia por pessoa, o tempo médio de cada banho e qual o sistema que utiliza. Além disso, a fim de verificar o conforto do usuário, foram elaboradas perguntas sobre o motivo por ter escolhido o sistema que utiliza atualmente, e se já utilizou outro sistema, qual o usuário considera mais confortável.

APTO: _____
NÚMERO DE PESSOAS QUE MORAM NO APTO: _____
QUANTOS BANHOS POR PESSOA, POR DIA: _____
TEMPO MÉDIO DE CADA BANHO: _____
O QUE UTILIZA PARA AQUECIMENTO DA ÁGUA:
() CHUVEIRO ELÉTRICO
() AQUECEDOR DE PASSAGEM A GÁS
QUAL FOI O MOTIVO DE VOCÊ TER ESCOLHIDO ESSA OPÇÃO PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA (CHUVEIRO ELÉTRICO OU AQUECEDOR A GÁS)?

SE VOCÊ UTILIZA AQUECEDOR A GÁS PARA O BANHO E JÁ UTILIZOU ANTES CHUVEIRO ELÉTRICO, OU VICE-VERSA, QUAL VOCÊ CONSIDERA SER O QUE PROPORCIONA UM BANHO MAIS CONFORTÁVEL?

Figura 04 – Questionário enviado aos apartamentos vizinhos.

Para verificar qual dos sistemas é o mais eficiente energeticamente, os consumos de energia elétrica foram convertidos para TEP (tonelada equivalente de petróleo), através da tabela 03, apresentada no Atlas de Energia Elétrica do Brasil,

disponível no site da Aneel. E os consumos de gás foram convertidos para TEP considerando que 1 m³ de GLP corresponde a 0,611 tep, conforme apresentado no BEN (Balanço Energético Nacional) 2014. Essas conversões foram feitas a fim de comparar qual desses dois sistemas possui maior gasto de energia para aquecer a água.

Tabela 03 – Fatores de conversão para energia

Fatores de conversão para energia					
de » para	Multiplicar por				
	J	Btu	cal	kWh	tep
joule (J)	1,0	947,8 x 10 ⁶	0,23884	277,7 x 10 ⁻⁹	2,388 x 10 ⁻¹¹
British Thermal Unit (Btu)	1,055 x 10 ³	1,0	252,0	293,07 x 10 ⁻⁶	2,52 x 10 ⁻⁸
caloria (cal)	4,1868	3,968 x 10 ⁻³	1,0	1,163 x 10 ⁻⁶	10 ⁻¹⁰
quilowatt-hora (kWh)	3,6 x 10 ⁶	3.412,0	860,0 x 10 ³	1,0	8,6 x 10 ⁻⁵
tonelada equivalente de petróleo (tep)	41,87 x 10 ⁹	39,68 x 10 ⁶	10,0 x 10 ⁹	11,63 x 10 ³	1,0

Fonte: Atlas de Energia Elétrica do Brasil, disponível no site da Aneel.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resultados do apartamento analisado

Para o apartamento em que foi acompanhado o aquecimento de água por quatro meses, os consumos estão apresentados na tabela 04.

Tabela 04 – Consumos de energia elétrica, GLP e água para o apartamento analisado

MÊS	SISTEMA UTILIZADO	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (kWh)	CONSUMO DE GLP (m3)	CONSUMO DE ÁGUA (m3)
Maio	Aquecedor a gás	60	3,698	6,822
Junho	Aquecedor a gás	83	3,143	6,539
Julho	chuveiro elétrico	152	0,786	7,383
Agosto	chuveiro elétrico	105	1,276	7,004

A fim de considerar apenas os consumos de energéticos e de água exclusivamente para o banho, foram aplicados os percentuais encontrados em literatura, dos consumos de energia elétrica e de água para o banho, conforme as figuras 05 e 06 ,respectivamente. Para o gás não foi encontrado em literatura um percentual de utilização para o banho, sendo utilizado então 100%, já que consumo para cocção é relativamente baixo.

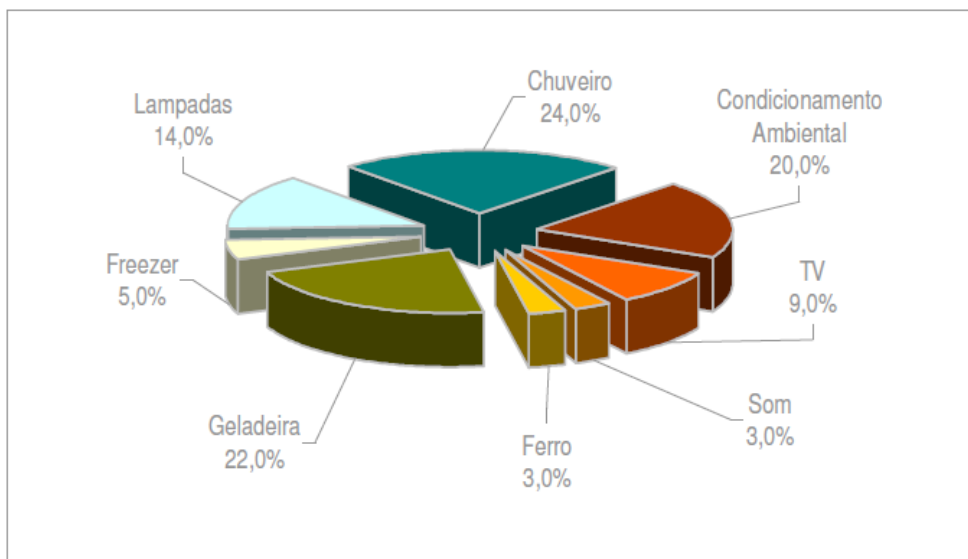


Figura 05 – Distribuição do consumo de energia elétrica no setor residencial. Fonte: PROCEL, 2007

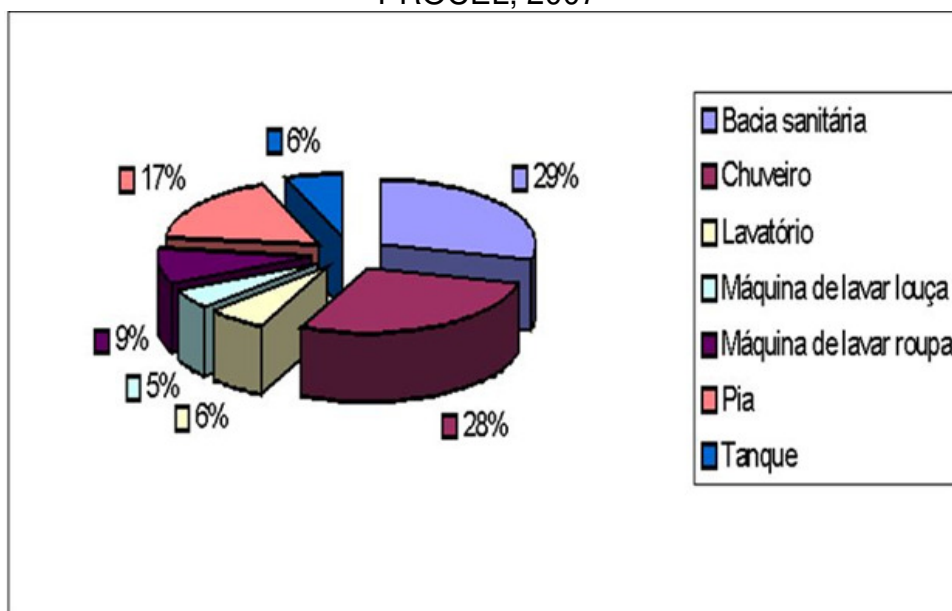


Figura 06 – Distribuição do consumo de água no setor residencial. Fonte: PNCD, 2000.

A tabela 05 apresenta os consumos de energia elétrica, GLP e água para o banho, após serem aplicados os percentuais. Para os meses em que foi utilizado o chuveiro elétrico foram considerados apenas os consumos de energia elétrica e de água, e para os meses em que foi utilizado o aquecedor a gás foram considerados apenas os consumos de GLP e água.

Tabela 05 – Consumos de energia elétrica, GLP e água, para o banho, do apartamento analisado

MÊS	SISTEMA UTILIZADO	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (kWh)	CONSUMO DE GLP (m3)	CONSUMO DE ÁGUA (m3)
Maio	Aquecedor a gás	0,00	3,70	1,91
Junho	Aquecedor a gás	0,00	3,14	1,83
Julho	chuveiro elétrico	36,48	0,00	2,07
Agosto	chuveiro elétrico	25,20	0,00	1,96

Verifica-se, através da tabela 05, que o consumo de água foi maior quando utilizado o chuveiro elétrico, o que não era o esperado. Esperava-se maior consumo de água na utilização do aquecedor a gás pelo fato de se perder um pouco de água fria no início do banho até aquecer a água. Não se pode saber ao certo o motivo desse resultado. Pode ser pelo fato de os usuários terem se ausentado alguns dias nos meses de Maio e Junho, em que estavam utilizando aquecedor a gás, ocasionando menos consumo de água nestes meses. Ou ainda, pode ser que as leituras de água e gás do condomínio não sejam realizadas no mesmo dia em que ocorre a leitura da energia elétrica, visto que a alternância no uso dos sistemas se deu nos dias em que indicava na conta de energia elétrica que seria a leitura seguinte, porém as contas do condomínio não apresentam o dia de leitura. Como não se pode ter controle sobre o uso, e sobre as leituras, os dados em relação ao consumo de água foram alterados, prejudicando esta análise.

Através da tabela 03, retirada do Atlas de Energia Elétrica do Brasil, disponível no site da Aneel, foi feita a conversão dos consumos de energia elétrica. E a conversão dos consumos de gás para TEP, foi feita multiplicando-se o metro cúbico de GLP por 0,611, conforme BEN (Balanço Energético Nacional) 2014. Assim, se obteve os resultados apresentados na tabela 06.

Tabela 06 – Consumos convertidos para tep

MÊS	SISTEMA UTILIZADO	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (kWh)	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (Tep)	CONSUMO DE GLP (m3)	CONSUMO DE GLP (Tep)	CONSUMO TOTAL (Tep)
Maio	Aquecedor a gás	0	0	3,70	2,25948	4,17985
Junho	Aquecedor a gás	0	0	3,14	1,92037	
Julho	chuveiro elétrico	36,48	0,00314		0	0,00530
Agosto	chuveiro elétrico	25,20	0,00217		0	

Quanto ao consumo dos energéticos verificou-se que o total de energia consumida, considerando as unidades em toneladas equivalentes de petróleo (TEP),

foi consideravelmente maior nos meses em que se utilizou o aquecedor a gás.

As tabelas 07, 08 e 09 apresentam respectivamente os gastos com energia elétrica, do GLP e da água, respectivamente, nos meses observados.

A tabela 10 apresenta o gasto total mensal, para os meses em que foi utilizado chuveiro elétrico e para os meses em que se utilizou aquecedor a gás.

Tabela 07 – Gastos com energia elétrica

MÊS	SISTEMA UTILIZADO	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (kwh)	TARIFA ENERGIA ELÉTRICA (R\$)	CUSTO ENERGIA ELÉTRICA (R\$)
MAIO	AQUECEDOR A GÁS	0	0,35069	0,00
JUNHO	AQUECEDOR A GÁS	0	0,35069	0,00
JULHO	CHUVEIRO ELÉTRICO	36,48	0,35069	12,79
AGOSTO	CHUVEIRO ELÉTRICO	25,20	0,35069	8,84

Tabela 08 - Gastos com GLP

MÊS	SISTEMA UTILIZADO	CONSUMO DE GLP (m3)	TARIFA GLP (R\$)	CUSTO GLP (R\$)
MAIO	AQUECEDOR A GÁS	3,698	9,75	36,06
JUNHO	AQUECEDOR A GÁS	3,143	9,75	30,64
JULHO	CHUVEIRO ELÉTRICO	0	9,75	0,00
AGOSTO	CHUVEIRO ELÉTRICO	0	9,75	0,00

Tabela 09 - Gastos com água

MÊS	SISTEMA UTILIZADO	CONSUMO DE ÁGUA (m3)	TARIFA ÁGUA (R\$)	CUSTO ÁGUA (R\$)
MAIO	AQUECEDOR A GÁS	1,91	4,00	7,64
JUNHO	AQUECEDOR A GÁS	1,83	4,00	7,32
JULHO	CHUVEIRO ELÉTRICO	2,07	4,00	8,27
AGOSTO	CHUVEIRO ELÉTRICO	1,96	4,00	7,84

Tabela 10 – Gasto total mensal

MÊS	SISTEMA UTILIZADO	GASTO COM ENERGIA ELÉTRICA (R\$)	GASTO COM GLP (R\$)	GASTO COM ÁGUA (R\$)	GASTO TOTAL
MAIO	AQUECEDOR A GÁS	0	36,06	7,64	43,7
JUNHO	AQUECEDOR A GÁS	0	30,64	7,32	37,96
JULHO	CHUVEIRO ELÉTRICO	12,79	0	8,27	21,06
AGOSTO	CHUVEIRO ELÉTRICO	8,84	0	7,84	16,68

Os gastos maiores ocorreram nos meses em que foi utilizado o aquecedor a gás, portanto nesse caso, para os dados disponíveis, o chuveiro elétrico foi mais econômico financeiramente. Cabe salientar que vários fatores podem ter influenciado os resultados, como por exemplo, pouco controle sobre o uso dos energéticos. Pode ter ocorrido maior consumo de gás através da cocção, que não

tem como ser medido separadamente, influenciando assim no consumo de GLP, e não havendo um percentual para o banho exclusivamente, tendo sido considerado 100% do GLP. Também o consumo de água para outros fins além do banho pode ter sofrido alterações de um mês para outro, não tendo como se ter controle sobre esse consumo.

Deve-se levar em conta que o tempo de acompanhamento foi curto, e também, pode ter havido alteração nos dados devido ao pouco controle sobre a utilização dos sistemas, como já mencionado, com relação ao tempo e número de banhos, e pelo fato de os usuários terem se ausentado nos meses de análise.

Quanto à análise de conforto, os usuários responderam a uma entrevista com perguntas sobre a vazão e a temperatura da água em cada um dos sistemas utilizados. As respostas dos dois usuários foram que o banho com aquecedor a gás proporcionou maior vazão e melhor aquecimento de água, portanto sendo este o sistema que consideram ser mais confortável para o banho.

5.2 Resultados da análise dos apartamentos vizinhos

A tabela 11 mostra os dados dos apartamentos vizinhos com relação ao número de pessoas, sistema que utilizam, número de banhos por pessoa por dia e o tempo médio aproximado de cada banho.

Tabela 11 – Dados coletados dos apartamentos vizinhos

APTO	SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA UTILIZADO	NÚMERO DE PESSOAS	NÚMERO DE BANHOS POR PESSOA POR DIA	NÚMERO TOTAL DE BANHOS POR DIA	TEMPO APROXIMADO DE CADA BANHO (minutos)	TEMPO TOTAL DE BANHO POR DIA (minutos)
1	CHUVEIRO ELÉTRICO	3	1	3	10	30
2	AQUECEDOR À GÁS	3	2	6	5	30
3	CHUVEIRO ELÉTRICO	2	1	2	5	10
4	AQUECEDOR À GÁS	3	1	3	10	30

Na tabela 12 estão representados os dados de consumos dos energéticos energia elétrica e gás liquefeito de petróleo (GLP), e de água, por mês, coletados das contas de energia elétrica, da concessionária, e das contas de água e gás, do condomínio, fornecidas pelos moradores dos apartamentos vizinhos. A tabela

apresenta também o consumo médio dos energéticos e de água, de cada apartamento.

Como varia o número de pessoas, o número de banhos e o tempo de cada banho, foi calculada a média dos consumos, apresentados na tabela 12, por tempo de banho, o que está representado na tabela 13. E ainda, foram aplicados os percentuais apresentados nas figuras 05 e 06, para os consumos de energia elétrica e de água para o banho. Para os apartamentos que utilizam chuveiro elétrico foram considerados apenas os consumos de energia elétrica e de água, e para os que utilizam aquecedor a gás foram considerados apenas os consumos de GLP e água.

Tabela 12 – Consumos de energéticos e água, dos apartamentos vizinhos

	MÊS	CONSUMO ENERGIA ELÉTRICA (KWH)	CONSUMO GLP (M3)	CONSUMO ÁGUA (M3)
APTO 01	ABRIL	220	4,265	6,767
	MAIO	270	4,749	7,83
	JUNHO	252	4,336	6,59
	JULHO	297	4,655	8,083
	AGOSTO	280	3,613	8,25
	SETEMBRO	238	3,932	7,74
	Consumo total		1557	25,55
Consumo médio		259,50	4,26	7,54
APTO 02	ABRIL	161	4,518	9,471
	MAIO	139	6,197	9,722
	JUNHO	105	6,016	7,932
	JULHO	147	8,646	10,149
	AGOSTO	144	7,558	9,633
	SETEMBRO	116	6,421	8,515
	Consumo total		812	39,356
Consumo médio		135,33	6,56	9,24
APTO 03	ABRIL	171	0,766	6,219
	MAIO	164	1,689	5,982
	JUNHO	581	1,665	8,41
	JULHO	583	1,76	7,415
	AGOSTO	540	2,26	8,542
	SETEMBRO	294	2,045	6,634
	Consumo total		2333	10,185
Consumo médio		388,83	1,70	7,20
APTO 04	ABRIL	250	4,196	13,801
	MAIO	265	7,781	14,673
	JUNHO	324	8,782	14,288
	JULHO	295	6,525	13,185
	AGOSTO	263	8,641	13,775
	SETEMBRO	240	5,844	12,52
	Consumo total		1637	41,769
Consumo médio		272,83	6,96	13,71

Tabela 13 – Média dos consumos dos apartamentos vizinhos, por tempo de banho.

APTO	SISTEMA UTILIZADO	CONSUMO MÉDIO ENERGIA ELÉTRICA (kwh)	CONSUMO MÉDIO GLP (m3)	CONSUMO MÉDIO ÁGUA (m3)	CONSUMO ENERGIA ELÉTRICA POR TEMPO DE BANHO (kwh/min/dia)	CONSUMO GLP POR TEMPO DE BANHO (m3/min/dia)	CONSUMO ÁGUA POR TEMPO DE BANHO (m3/min/dia)
1	CHUVEIRO ELÉTRICO	259,50	4,26	7,54	0,069	0,000	0,002
2	AQUECEDOR A GÁS	135,33	6,56	9,24	0,000	0,007	0,003
3	CHUVEIRO ELÉTRICO	388,83	1,70	7,20	0,311	0,000	0,007
4	AQUECEDOR A GÁS	272,83	6,96	13,71	0,000	0,008	0,004

Quanto ao consumo de água por minuto para o banho, pela tabela 13, variou de 0,002 a 0,007 m³/min/dia para os apartamentos que utilizam chuveiro elétrico. Já para os que utilizam aquecedor a gás, o consumo de água teve variabilidade menor, de 0,003 a 0,004 m³/min/dia. Apesar de o maior consumo ter sido no apartamento que utiliza chuveiro elétrico, o menor consumo também aconteceu em apartamento que utiliza chuveiro elétrico. Isso mostra que entre esses dois apartamentos há uma grande diferença no consumo de água por minuto por mês, o que demonstra que o consumo de água para outros fins, além do banho, ou mesmo o próprio banho, é muito variado.

Na tabela 14, os energéticos foram convertidos para toneladas equivalentes de petróleo.

Tabela 14 – Consumos dos apartamentos vizinhos, convertidos para TEP

APTO	SISTEMA UTILIZADO	CONSUMO ENERGIA ELÉTRICA POR TEMPO DE BANHO (kwh/min/dia)	CONSUMO GLP POR TEMPO DE BANHO (m3/min/dia)	CONSUMO ENERGIA ELÉTRICA POR TEMPO DE BANHO (tep/min/dia)	CONSUMO GLP POR TEMPO DE BANHO (tep/min/dia)	CONSUMO TOTAL POR TEMPO DE BANHO (tep/min/dia)
1	CHUVEIRO ELÉTRICO	0,069	0,000	0,0000059	0,0000000	0,0000059
2	AQUECEDOR A GÁS	0,000	0,007	0,0000000	0,0042770	0,0042770
3	CHUVEIRO ELÉTRICO	0,311	0,000	0,0000267	0,0000000	0,0000267
4	AQUECEDOR A GÁS	0,000	0,008	0,0000000	0,0048880	0,0048880

Analisando a tabela 14, os apartamentos que utilizam GLP para o aquecimento de água tiveram consumos maiores do que os que utilizam chuveiro elétrico, considerando os dados em toneladas equivalentes de petróleo (TEP).

As tabelas 15, 16 e 17 apresentam os consumos médios por tempo de banho, as tarifas e os gastos médios de energia elétrica, GLP e água, respectivamente. Na tabela 18 estão os gastos totais, por tempo de banho, de cada apartamento.

Tabela 15 – Gastos médios com energia elétrica, dos apartamentos vizinhos, por tempo de banho

APTO	SISTEMA UTILIZADO	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA, POR TEMPO DE BANHO (kwh/min/dia)	TARIFA ENERGIA ELÉTRICA (R\$/kwh)	CUSTO ENERGIA ELÉTRICA, POR TEMPO DE BANHO (R\$/min/dia)
1	CHUVEIRO ELÉTRICO	0,069	0,35069	0,024
2	AQUECEDOR A GÁS	0,000	0,35069	0,000
3	CHUVEIRO ELÉTRICO	0,311	0,35069	0,109
4	AQUECEDOR A GÁS	0,000	0,35069	0,000

Tabela 16 – Gastos médios com GLP, dos apartamentos vizinhos, por tempo de banho

APTO	SISTEMA UTILIZADO	CONSUMO DE GLP (m3/min/dia)	TARIFA GLP (R\$/m3)	CUSTO GLP (R\$/min/dia)
1	CHUVEIRO ELÉTRICO	0,000	9,75	0,000
2	AQUECEDOR A GÁS	0,007	9,75	0,071
3	CHUVEIRO ELÉTRICO	0,000	9,75	0,000
4	AQUECEDOR A GÁS	0,008	9,75	0,075

Tabela 17 – Gastos médios com água, dos apartamentos vizinhos, por tempo de banho

APTO	SISTEMA UTILIZADO	CONSUMO DE ÁGUA (m3/min/dia)	TARIFA ÁGUA (R\$/m3)	CUSTO ÁGUA (R\$/min/dia)
1	CHUVEIRO ELÉTRICO	0,002	4,00	0,008
2	AQUECEDOR A GÁS	0,003	4,00	0,012
3	CHUVEIRO ELÉTRICO	0,007	4,00	0,028
4	AQUECEDOR A GÁS	0,004	4,00	0,016

Tabela 18 – Gasto total, dos apartamentos vizinhos, por tempo de banho

APTO	SISTEMA UTILIZADO	CUSTO ENERGIA ELÉTRICA, POR TEMPO DE BANHO (R\$/min/dia)	CUSTO GLP (R\$/min/dia)	CUSTO ÁGUA (R\$/min/dia)	GASTO TOTAL (R\$/min/dia)
1	CHUVEIRO ELÉTRICO	0,024	0,000	0,008	0,032
2	AQUECEDOR A GÁS	0,000	0,071	0,012	0,083
3	CHUVEIRO ELÉTRICO	0,109	0,000	0,028	0,137
4	AQUECEDOR A GÁS	0,000	0,075	0,016	0,091

Analisando a tabela 18, percebe-se que o maior gasto com aquecimento de água para o banho foi do apartamento 03, que utiliza o chuveiro elétrico, e o menor gasto foi do apartamento 01 que também utiliza chuveiro elétrico. Porém, os gastos dos dois apartamentos que utilizam aquecedores foram similares, mostrando um maior padrão de gastos. Isso mostra que o chuveiro elétrico depende muito da ação do usuário, enquanto a disponibilidade do aquecedor a gás apresenta um comportamento mais padrão, o que pode ser interessante para algumas famílias para diminuir os gastos muito grandes com chuveiro.

Com relação ao conforto do usuário, a tabela 19 mostra as respostas dos usuários dos apartamentos, com relação ao motivo pelo qual escolheu o sistema que utiliza, e qual sistema eles consideram ser o mais confortável, caso já tenham utilizado o outro sistema a que se refere este trabalho.

Tabela 19 – Análise de conforto do usuário em relação ao aquecimento de água, dos apartamentos vizinhos

APTO	SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA UTILIZADO	MOTIVO DA ESCOLHA DO SISTEMA	SE JÁ UTILIZOU OUTRO SISTEMA, QUAL CONSIDERA SER O MAIS CONFORTÁVEL.
1	CHUVEIRO ELÉTRICO	Acreditam ser mais prático	Nunca utilizaram aquecimento a gás
2	AQUECEDOR À GÁS	Por ser o mais indicado pelas pessoas que já utilizam esse sistema, e por proporcionar um banho agradável	Consideram o aquecedor a gás mais confortável
3	CHUVEIRO ELÉTRICO	Valor de adesão do produto	Consideram que o aquecedor a gás proporciona um banho mais confortável
4	AQUECEDOR À GÁS	Pela qualidade de aquecimento da água	Consideram o aquecedor a gás mais confortável

Pelas respostas analisadas é possível concluir que o aquecimento a gás é considerado o mais confortável pelos usuários entrevistados. E pode-se observar que os que utilizam aquecimento a gás fizeram esta escolha pela qualidade do aquecimento. E os que utilizam chuveiro elétrico ou é por nunca terem utilizado a gás e acreditar ser mais prático o chuveiro elétrico, ou pelo valor de adesão do produto mesmo já tendo utilizado a gás e considerá-lo mais confortável.

5.3 Média de consumos e gastos financeiros dos apartamentos vizinhos

Analisando os resultados dos apartamentos vizinhos, quanto ao consumo de água por minuto de banho, os apartamentos que utilizam chuveiro elétrico apresentaram uma média de consumo de $0,0045 \text{ m}^3/\text{min}/\text{dia}$, enquanto os que utilizam aquecedor a gás apresentaram média de $0,0035 \text{ m}^3/\text{min}/\text{dia}$. Esse resultado não foi o esperado, visto que, como já visto anteriormente, o aquecedor a gás desperdiça água no início do banho até que a mesma seja aquecida. Isso mostra que os dados podem ter sido alterados devido aos hábitos bastante diferentes entre os usuários, ao curto tempo de análise, e a utilização da água para outros fins.

Realizando agora a média do consumo energético em toneladas equivalentes de petróleo, os apartamentos que utilizam chuveiro elétrico consomem $0,0000163 \text{ tep}/\text{min}/\text{dia}$, enquanto os que utilizam aquecedor a gás consomem $0,0045825 \text{ tep}/\text{min}/\text{dia}$. Assim, o chuveiro elétrico é considerado o mais eficiente energeticamente.

Considerando os gastos, os apartamentos que utilizam chuveiro elétrico possuem uma média de gasto total para o banho de R\$ $0,0845/\text{min}/\text{dia}$. Os apartamentos que utilizam aquecedor a gás, gastam em média R\$ $0,087/\text{min}/\text{dia}$ com aquecimento de água para o banho. Analisando as médias, o chuveiro elétrico mostra ser o mais econômico, apesar da pequena diferença entre esses dois valores.

5.4 Consumo teórico

Considerando um tempo de banho 'ideal' de 8 minutos, para suprir as necessidades de higiene pessoal, segundo a Revista Abinee (2007), com o chuveiro

elétrico a duração seria de 8 minutos, já com o aquecedor seria de 10 minutos, pois 2 minutos é o tempo para ajuste da temperatura e 8 minutos para o banho.

Considerando o chuveiro do apartamento analisado, através da tabela de consumo de energia elétrica do INMETRO, conforme marca e modelo, o consumo de água é de 3,5 l/min. Conforme a descrição no manual do produto, para um banho diário de 8 minutos o chuveiro apresenta um consumo máximo de 24,3 kw/mês. Através da tabela do INMETRO, referente ao consumo de gás dos aquecedores, e conforme descrição no manual do produto, o consumo de gás do aquecedor do apartamento analisado é de 2,74 kg/h, e a capacidade de vazão é de 22,5 l/min, atendendo a duas duchas de aproximadamente 10 l/min.

A tabela 20 mostra o comparativo entre os consumos de energia e de água do chuveiro elétrico e do aquecedor de passagem a gás, considerando os consumos teóricos.

Tabela 20 – Consumos teóricos do chuveiro elétrico e do aquecedor de passagem a gás

Consumo teórico	Energia elétrica (kw/banho)	Energia elétrica (TEP/banho)	Gás Liquefeito de Petróleo (m ³ /banho)	Gás Liquefeito de Petróleo (TEP/banho)	Água (l/banho)
Chuveiro elétrico, para um banho de 8 minutos	0,81	0,00006966			28
Aquecedor de passagem a gás, para um banho de 10 minutos			0,19	0,113887075	100

Analisando os consumos teóricos, tanto de energia em toneladas equivalentes de petróleo (TEP), quanto de água, é maior quando utilizado o aquecedor a gás. Sendo assim, o chuveiro elétrico considerado mais eficiente energeticamente.

6 CONCLUSÕES

A elaboração deste trabalho foi motivada pela necessidade de responder aos clientes que questionam os profissionais de engenharia civil e arquitetura, qual dos dois sistemas abordados, quando únicos disponíveis, é melhor para o aquecimento de água para o banho.

O trabalho possibilitou verificar que a escolha de um ou outro sistema depende do que o cliente considera prioridade. Se para ele a prioridade é conforto no banho, verificou-se que o aquecedor a gás é o escolhido, devido à melhor vazão e temperatura da água.

Com relação ao custo de operação, as análises do apartamento estudado e da média dos apartamentos vizinhos, demonstraram ser o chuveiro elétrico o mais econômico financeiramente. Porém, na análise individual dos apartamentos vizinhos, não se pode concluir qual sistema é o mais econômico financeiramente, pois o chuveiro elétrico apresentou uma diferença muito grande de um para outro. Como já citado anteriormente, o que se pode afirmar é que o aquecedor a gás apresenta um padrão de consumo, possibilitando a previsão de consumo, por ter apresentado consumos e gastos mais próximos. Além disso, deve-se considerar o alívio que o aquecimento a gás proporciona na rede de distribuição de energia elétrica nos horários de pico. Quando se deseja economia na aquisição do equipamento, cabe lembrar que o chuveiro elétrico apresenta custo bem menor do que o aquecedor a gás.

Tratando-se de consumo de água, no apartamento analisado e com relação à média dos consumos dos apartamentos vizinhos, os resultados não foram o esperado, devido à influência de diversos fatores já citados neste trabalho. Em análise individual dos apartamentos vizinhos, os dados foram muito variados, não permitindo se chegar a uma conclusão de fato, pois os apartamentos que utilizam chuveiro elétrico apresentaram uma diferença muito grande de consumo de água por minuto. Embora que os aquecedores a gás mostraram um padrão mais consistente de consumo, o que indica uma maior previsão de consumo e gastos quando da sua utilização.

O sistema mais eficiente energeticamente, comparando os consumos em toneladas equivalentes de petróleo (TEP), para estes casos, foi o chuveiro elétrico.

Isso devido ao baixo valor de TEP do Kwh da energia elétrica, e do alto valor de TEP do m³ do gás liquefeito de petróleo.

Foram encontradas inúmeras dificuldades em concluir este trabalho, devido à análise ter sido apenas acima de contas e dados fornecidos pelos usuários, e estes possuírem hábitos bastante diferentes, e pelo fato da não possibilidade de instalação de medidores somente para os consumos de água, gás e energia elétrica, destinados a utilização para o banho. Porém, mesmo com poucos dados, e sendo estes variáveis, pode-se concluir que, quando se deseja conforto e uma melhor previsão de consumo, proporcionando economia financeira ao longo prazo, a escolha sugerida seja pelo aquecedor a gás. Em se tratando de eficiência energética, a escolha sugerida seja pelo chuveiro elétrico.

O ideal seria poder unir conforto, economia e eficiência energética, porém este trabalho mostrou que nem sempre isso é possível. Com isso, primeiramente deve-se investigar quais as prioridades do cliente, para posteriormente poder responder qual o melhor sistema a ser utilizado, de acordo com as suas necessidades.

Para melhores resultados, as condições ideais de pesquisa seriam em ambientes em que fossem utilizados água, energia elétrica e gás somente para o banho, com aquecedores a gás e chuveiros elétricos iguais. Além disso, conforme pesquisado neste trabalho em que a maioria utiliza tempo de 10 minutos para o banho, o mesmo poderia ser controlado neste tempo para todos. E ainda, a pesquisa deveria ser em 12 meses, para melhor confiabilidade nos dados.

7 REFERÊNCIAS

AITA, F. **Estudo do Desempenho de um Sistema de Aquecimento de Água por Energia Solar e Gás**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Disponível em: www.aneel.gov.br. Acesso em 10 fev. 2014.

BARUFI, C. B. Universidade de São Paulo – USP. **Identificação de barreiras para a ampliação do uso de gases combustíveis para o aquecimento de água no setor residencial**, 2008. 167 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, 2008.

CHAGURI JUNIOR, J. J. **Sistemas prediais de aquecimento de água a gás: parâmetros de dimensionamento e gerenciamento**. 2009. 104 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, 2009.

CURSINO, A. H. S. **Eficiência Energética e a Contribuição dos Gases Combustíveis: Análise de Caso das Políticas de Avaliação de Edificações**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2011.

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas S.A.. **Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil**. Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso (ano base 2005). Classe Residencial – Relatório Brasil. Rio de Janeiro, RJ: julho/2007.

GOMAZAKO, M. S. **Estudo Comparativo Técnico-Econômico entre Gás Combustível e Energia Elétrica para Aquecimento de Água Residencial**. Dissertação de Mestrado – Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas, Campinas, SP, 2002.

GOULART, Professora Solange. Laboratório de Eficiência Energética nas Edificações, UFSC. **Sustentabilidade nas Edificações e no Espaço Urbano**. Florianópolis, SC, 2007.

GUTTERRES, L. M. **Controle de Aquecedores de Passagem à Gás com Chama Modulante**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em

Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2014.

INMETRO; CONPET. Programa Brasileiro de Etiquetagem. **Tabela de Consumo / Eficiência Energética**. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br>. Acesso em: 20 fev.2014.

INMETRO. Programa Brasileiro de Etiquetagem. **Tabela de Consumo de Energia Elétrica / Chuveiros Elétricos**. Edição 06/2014. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br>. Acesso em: 12 jan.2015.

LAFAY, J. M. S. **Análise Energética de Sistemas de Aquecimento de Água com Energia Solar e Gás**. Tese de Doutorado – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional 2014: Ano base 2013**. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2014.

PALMIERI, Marcelo Cesar. **Ciclo por absorção para complementar a climatização e o aquecimento de água no setor hoteleiro**, 2013. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

PNCDA – PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA. SECRETARIA DE POLÍTICA URBANA. (2000). Disponível em: <http://www.pncda.gov.br/>.> Acesso em: 14 nov. 2014.

RAIMO. A. P. **Aquecimento de Água no Setor Residencial**. 2007. 125 p. Dissertação de Mestrado - Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo.

REVISTA Abinee. **Comparativo dos Sistemas de Aquecimento**, São Paulo, SP, outubro 2007.

REVISTA Abinee. **Estudo revela qual o sistema mais econômico para tomar**

banho, São Paulo, SP, maio 2009.

SINDIGÁS. Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo. **Guia de Eficiência Energética em Edificações**: Contribuição do Gás LP.

SARAIVA, J. C. **Custo das Opções para o Aquecimento de Água na Habitação de Interesse Social em São Paulo – CDHU**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.