

Método para avaliação da eficiência energética de aquecedores elétricos para hidromassagem

Method for energy efficiency assessment of electric appliances for instantaneous water heating used in whirlpool tubs

Flavio da Silva Ladeira^{a*}, Luciano Zanella^a

^a Laboratório de Instalações Prediais, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

*E-mail: fladeira@ipt.br

Palavras-chave:

eficiência energética; aquecedor elétrico de passagem para água; banheira de hidromassagem; método de ensaio; aquecimento de água.

Keywords:

energy efficiency; fixed electric appliances for instantaneous water heating; whirlpool tubs; test method; water heating.

Resumo

O aquecimento de água para o banho é uma necessidade em diversas partes do país, a depender das características climáticas locais. A água do banho pode ser aquecida por diversos tipos de equipamentos, dentre os quais chuveiros e aquecedores elétricos para água de banheiras de hidromassagem. São equipamentos de elevada potência e grande frequência de uso, o que os torna alvo de interesse para verificação de sua eficiência energética. A eficiência energética de todos os aquecedores elétricos de passagem é, atualmente, avaliada pelo método desenvolvido para avaliação de chuveiros elétricos. A partir dos resultados da avaliação da eficiência energética de aquecedores utilizados em banheiras de hidromassagem, obtidos em laboratório pelo método descrito nas normas vigentes, verificou-se que não são consideradas as especificidades inerentes à arquitetura de funcionamento dos aquecedores, fato que demonstra a necessidade de se elaborar um método específico para a avaliação desses equipamentos. O método proposto preconiza a avaliação da eficiência energética visando a uma maior representatividade e confiabilidade dos resultados, quando comparados aos obtidos utilizando-se o método atual para a avaliação desses aquecedores. A avaliação é realizada a partir da obtenção direta do valor do consumo de energia elétrica com base no equipamento instalado em uma banheira padrão de ensaios, que simula seu funcionamento em situação real de uso. O método proposto apresentou-se mais facilmente aplicável aos aquecedores elétricos de passagem para banheiras de hidromassagem culminando na obtenção de maior reprodutibilidade de resultados que aquele apresentado pelo método vigente.

Abstract

The use of hot water for bathing is a necessity in a large portion of Brazil depending on local climatic characteristics. Bath water can be heated by various types of equipment such as electric showers and electric appliances for instantaneous water heating used in whirlpool tubs. These kinds of equipment consume high power and present a high frequency of usage which make them a focus for energy efficiency assessment. Nowadays, this is done based on the results of standard tests developed for the evaluation of electric shower energy efficiency. Laboratory studies to evaluate the energy efficiency of fixed electric appliances show that the current standard test methods do not consider some specific inherent characteristics of these devices, as an operation mode. This fact justifies the proposition of a new method considering the operation characteristics of this type of equipment. The proposed method recommends the energy efficiency evaluation, based on the direct acquisition of electric energy consumption values. The heater must be installed in a standard test whirlpool tub which simulates a real usage condition aiming at a greater representativeness and reliability of the results when compared to those obtained using the current test methods. The proposed method is more easily applicable to this kind of heater than the current standard test methods and provides more reproducible results.

1 Introdução

As constantes exigências no aumento do conforto da vida cotidiana trazem consigo a necessidade do desenvolvimento de equipamentos que facilitem as diversas atividades corriqueiras.

Em diversas partes do país, a depender dos hábitos e das características climáticas locais, é impensável a utilização de água fria para um banho confortável na maior parte do ano. São diversos os equipamentos desenvolvidos para o aquecimento de água para banho, dentre os quais podem ser citados os chuveiros elétricos e os aquecedores para água de banheiras de hidromassagem.

Além de facilitar as atividades cotidianas, esses equipamentos devem ser projetados de modo a atender requisitos estabelecidos em programas e normas técnicas que orientam as boas práticas vigentes e o uso eficiente de recursos como a energia elétrica.

A preocupação com a eficiência energética para aquecedores de água é bastante assertiva tendo por motivação a elevada potência destes equipamentos e a frequência de seu uso devido ao hábito brasileiro de banhar-se ao menos uma vez ao dia. Soma-se a esse hábito o fato que o período utilizado para o banho costuma ser bastante específico, no início da manhã ou início da noite.

A eficiência energética para os aquecedores elétricos de água é dada pela relação entre a energia elétrica consumida e o aumento de temperatura conseguida para a água. Mais eficiente será aquele equipamento que propicia um maior aumento da temperatura consumindo menos energia.

As metas e faixas de eficiência energética para os aquecedores elétricos instantâneos de água são dadas pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Esse programa tem por objetivo estimular o desenvolvimento de produtos que possuam o melhor desempenho possível, com reduzido consumo de energia elétrica, de modo a minimizar o constante aumento de demanda energética do país (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, 2005; 2017).

Atualmente a exigência de eficiência energética para aquecedores elétricos de passagem para água encontra-se em patamares superiores a 95 %.

Tanto os chuveiros elétricos quanto os aquecedores para banheira de hidromassagem são classificados como aquecedores elétricos instantâneos de água. Apesar de ambos pertencerem à mesma classe de equipamento e compartilharem a mesma finalidade, esses equipamentos possuem peculiaridades que os diferem entre si quanto ao funcionamento, forma de instalação e uso.

Apesar das diferenças significativas quanto à forma de instalação e ao regime de funcionamento, tanto os chuveiros quanto os aquecedores para banheiras de hidromassagem são avaliados quanto à eficiência energética tendo por base o método descrito na norma ABNT NBR 15001:2003 – *Aparelho eletrodoméstico fixo de aquecimento instantâneo de água – Determinação da eficiência energética*, elaborada especificamente para a avaliação da eficiência energética de chuveiros, duchas e torneiras elétricas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003).

Pela metodologia vigente, o aquecedor é instalado em uma bancada com água corrente e vazão controlada, tendo, próximo a sua saída, um dispositivo coletor. São coletados os dados de tensão, corrente e temperatura da água de entrada e de saída.

Estudos laboratoriais realizados no laboratório de Instalações Prediais e Saneamento do IPT mostraram que o referido método apresenta dificuldades de aplicação aos aquecedores elétricos instantâneos de água para banheiras de hidromassagem, dificultando a obtenção de resultados confiáveis para a avaliação da eficiência energética desses equipamentos.

Visando atender a Lei nº 10.295 de 17 de outubro de 2001, conhecida como a Lei de Eficiência Energética, que, em seu Artigo 3º determina que os fabricantes e os importadores de máquinas e aparelhos consumidores de energia devem adotar as medidas necessárias para que esses apresentem limites máximos de consumo de energia e mínimos de eficiência energética com base em valores técnicos e economicamente viáveis, considerando a vida útil do equipamento, propõe-se um método específico aplicável aos aquecedores elétricos instantâneos de água para banheiras de hidromassagem que permita a obtenção dos valores de sua eficiência energética de forma mais facilitada e precisa (BRASIL, 2001).

2 Método para avaliação de aquecedores

O método proposto para a avaliação da eficiência energética de aquecedores instantâneos de água para banheiras de hidromassagem foi desenvolvido a partir da experiência acumulada na realização de testes de eficiência energética em diversos tipos de aquecedores e na análise dos princípios de funcionamento específicos desses equipamentos (LADEIRA, 2017).

O método proposto tem por base a avaliação dos aquecedores para banheira de hidromassagem em condições elétricas e hidráulicas semelhantes às das situações reais de uso, diferente do que ocorre atualmente quando a instalação do equipamento a ser testado assemelha-se àquela usual para chuveiros ou torneiras elétricas.

A eficiência energética será avaliada a partir do consumo acumulado de energia elétrica até a estabilização de temperatura da água com variação máxima de 1 °C em um período de cinco minutos.

2.1 Equipamentos e instalações

A bancada de ensaios proposta é formada por uma banheira padrão e um circuito de recirculação de água, devidamente isolado termicamente, onde o equipamento a ser avaliado deve ser instalado.

Propõe-se a utilização de banheira padrão com dimensões conforme descrição fornecida pela norma ABNT NBR 16305:2014 – *Aparelhos elétricos de aquecimento instantâneo de água – Requisitos de desempenho e segurança* (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014) (**Figura 1**).

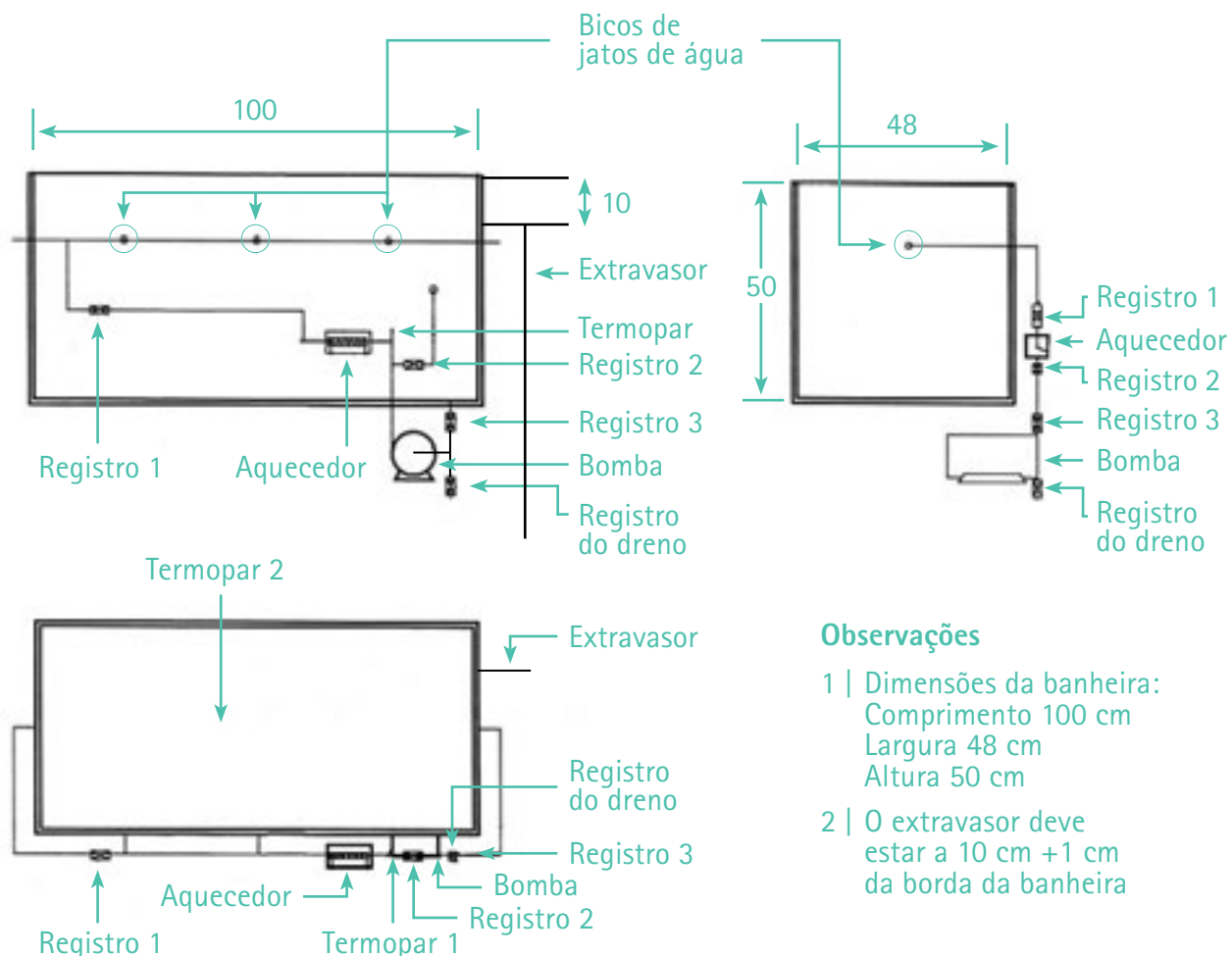
A banheira deverá ser confeccionada em material de baixa condutividade térmica e revestida por toda sua volta, inclusive na tubulação de recirculação, por material isolante térmico.

Para a realização do teste, a banheira deverá ser preenchida com 160 L de água, volume adotado levando-se em consideração às dimensões propostas para a banheira padrão.

A circulação da água pelo sistema deverá ser realizada por uma bomba d'água comercial de 1/2 CV acoplada à instalação hidráulica para recirculação forçada de água, de modo a proporcionar uma vazão aproximada de 23 L/min, fixada com base em funções de observações laboratoriais, de modo que os dispositivos de segurança dos aquecedores não sejam acionados por superaquecimento.

O sistema deve contar com alimentação elétrica estável em corrente alternada a 60 Hz, contando com corrente mínima de 50 A e tensões nominais de 127 V e/ou 220 V, com variação máxima de ± 1 %. A alimentação elétrica da bomba deve ser independente da alimentação elétrica do aquecedor, de modo que o consumo elétrico do aquecedor possa ser medido de forma isolada e sem interferências.

Figura 1 - Representação esquemática da banheira padrão



Observações

- 1 | Dimensões da banheira:
Comprimento 100 cm
Largura 48 cm
Altura 50 cm
- 2 | O extravasor deve estar a 10 cm +1 cm da borda da banheira

Fonte: modificado da NBR 16305 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2014)

A obtenção dos valores de consumo elétrico do aquecedor deve ser feita diretamente em sua alimentação elétrica, utilizando um analisador de rede para medição do consumo de energia elétrica, em Wh acumulado, bem como o fator de potência conectado.

A temperatura da água deve ser medida por instrumentos que contemplem a faixa de 0 °C a 100 °C com resolução de 0,1 °C. Um dos medidores deve ser posicionado na tubulação de recirculação de água, a montante do aquecedor. Um segundo medidor deve estar localizado no interior da banheira, devidamente centralizado em relação aos eixos longitudinal e transversal, a uma profundidade de 10 cm em relação ao nível d'água. Para o aumento da precisão dos valores obtidos, o ensaio deve ser realizado sob condições ambientais controladas, com temperatura ambiente de (21 ± 1) °C e velocidade nula do ar sobre a banheira, condições semelhantes às aquelas exigidas para os ensaios de eficiência em reservatórios térmicos, conforme portaria nº 301/2012 (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, 2012).

2.2 Procedimentos de ensaio

Com a banheira preenchida com 160 L de água e o aquecedor desligado, promove-se a circulação da água por, aproximadamente, 5 minutos, até que a temperatura da água no interior da banheira fique homogênea e não apresente variação superior a ± 1 °C entre as leituras obtidas pelos sensores submersos na água.

Registra-se a temperatura inicial da água, que deve estar próxima da temperatura ambiente (21 ± 1) °C.

O aquecedor deve ser ligado e regulado para uma temperatura de 40 °C.

Quando não for possível que a temperatura da água se estabilize em 40 °C, deve ser adotada como temperatura final do ensaio aquela mais próxima possível do ponto de estabilização.

Quando a temperatura da água em circulação no sistema se estabilizar próximo aos 40 °C, anota-se o consumo elétrico acumulado e dá-se o ensaio como finalizado. A temperatura deve ser considerada estável quando sua variação for inferior a ± 1 °C no período de 5 min.

O tempo de funcionamento do aquecedor para que ocorra a estabilização da temperatura da água em 40 °C durante os testes é variável e dependerá da potência do equipamento testado e das características de funcionamento do aquecedor avaliado.

Os dados de temperatura inicial da água, temperatura final da água e consumo elétrico acumulado no tempo de funcionamento do aquecedor, obtidos durante a realização do ensaio, serão utilizados no cálculo do valor da eficiência energética.

2.3 Procedimentos de cálculo

Com os dados obtidos durante os testes, a determinação da eficiência energética do aquecedor será calculada utilizando-se a **Equação 1**.

$$\eta = \frac{\{(Te_2 - Te_1) \cdot L\} \cdot 1,1622}{Wh} \cdot 100 \quad \text{(Equação 1)}$$

Em que:

η – eficiência energética (%);

Te_1 – temperatura inicial da água (°C);

Te_2 – temperatura final da água (°C);

L – volume de água (L), igual a 160 L;

Wh – consumo elétrico (Wh);

1,1622 – constante conversão de Wh equivalente a calorias.

A constante de conversão foi obtida considerando que 1 caloria é igual a 4,184 J e 1 Wh igual a 3600 J, de onde se tem: $(1,184/3600) \cdot 1000 = 1,1622$.

O cálculo do rendimento deve ser realizado para os dados obtidos em três repetições do ensaio, tomando-se como eficiência energética do equipamento a média aritmética dos três valores calculados.

3 Aplicação do método proposto

O método proposto para a verificação da eficiência energética em aquecedores elétricos de passagem para banheiras de hidromassagem foi aplicado a dois aquecedores para que sua aplicabilidade e repetitividade fossem verificadas. Foram utilizados aquecedores elétricos de passagem para banheiras de hidromassagem com resistência blindada, alimentação de 220 V e 8.000 W de potência nominal, específicos para instalação no circuito hidráulico de recirculação em banheiras de hidromassagem e disponíveis no mercado, os mesmos aquecedores utilizados por Ladeira e Zanella (2018) para avaliação da aplicabilidade do método vigente a esse tipo de equipamento.

Conforme o estipulado pelo método proposto, os ensaios foram realizados em sala com ambiente controlado, com temperatura de (21 ± 1) °C e com velocidade do ar nula sobre a banheira.

Como se trata de um experimento de teste e validação do método, foi utilizada uma banheira comercial de tamanho 1,80 m x 1,20 m x 0,49 m, preenchida com 160 L de água.

O sistema de recirculação de água foi executado em tubos de PVC com diâmetro 32 mm e revestido com material isolante térmico. Foi utilizada uma bomba acoplada à instalação hidráulica para recirculação forçada de água que proporcionou uma vazão aproximada de 23 L/min para a recirculação da água no interior da banheira.

Os dados de consumo acumulado de energia foram coletados utilizando um analisador de rede monofásico e a medida da temperatura feita a partir da leitura de termopares tipo T ligados a um sistema de aquisição de dados do tipo *FieldPoint*.

3.1 Aplicação do método – amostra 1

Conforme indicado pelo método proposto, o aquecedor foi instalado no circuito de recirculação da água da banheira e mantido desligado até que fosse realizada a homogeneização da temperatura da água, com variação inferior a ± 1 °C entre as leituras obtidas nos sensores submersos na água. Atingida a homogeneidade, foi registrada a temperatura inicial da água.

O aquecedor foi ligado e a temperatura foi regulada para 40 °C. Tanto o consumo elétrico acumulado quanto à temperatura da água foram registrados a cada 5 min até o momento em que a temperatura da água atingiu a estabilidade. Apesar de o aquecedor ter sido programado para atingir 40 °C, a estabilidade na temperatura da água foi atingida com 41,6 °C, conforme é possível observar na **Tabela 1**, valor utilizado para os cálculos conforme descrito no método.

Tabela 1 – Resultado das medições para a amostra 1

Tempo de ensaio (min)	Consumo acumulado no intervalo de 5 min (Wh)	Consumo Acumulado total (Wh)	Temperatura (°C)			Diferença de temperatura em relação ao início do ensaio (°C)
			Termopar 1	Termopar 2	Ambiente	
0	0	0	21,6	21,6	21,9	0
5	443	443	24,1	24,1	21,7	2,5
10	437	880	26,7	26,7	21,5	5,1
15	436	1316	29,2	29,2	21,1	7,6
20	452	1768	31,6	31,6	21,4	10,0
25	506	2274	34,3	34,3	21,8	12,7
30	348	2622	36,1	36,1	21,8	14,5
35	522	3144	38,6	38,6	21,7	17,0
40	349	3493	40,3	40,3	21,5	18,5
45	207	3700	41,2	41,2	21,8	19,6
50	110	3810	41,6	41,6	21,9	20,0

Fonte: elaborado pelos autores

Os valores obtidos durante a execução do ensaio foram aplicados na **Equação 1** para o cálculo do valor de eficiência energética do aquecedor:

$$\text{Eficiência: } \eta = \frac{\{(41,6-21,6) \cdot 160\} \cdot 1,1622}{3810} \cdot 100 = 97,61 \% \quad (\text{Equação 2})$$

A partir dos dados contidos na **Tabela 1** é possível, também, perceber que o consumo energético do aquecedor medido a cada 5 min é reduzido quando a temperatura da água atinge o valor próximo do programado (40 °C) no circuito de recirculação, indicando uma alteração no regime de funcionamento do aquecedor em relação ao início. Essa variação de consumo demonstra uma das diferenças de funcionamento do aquecedor elétrico de passagem para banheiras de hidromassagem em relação a outros tipos de aquecedores instantâneos, como chuveiros elétricos convencionais, em que o funcionamento elétrico é constante uma vez acionado o aquecimento. Se leitura semelhante fosse realizada com um chuveiro elétrico, os valores de consumo acumulado percebidos entre os intervalos

de leitura ao longo do tempo seriam bastante semelhantes, já que a potência de acionamento teria sido mantida durante seu funcionamento, independentemente da temperatura da água de entrada ou saída.

Os procedimentos foram repetidos mais duas vezes, conforme os valores descritos na **Tabela 2**, com o intuito de obter o valor da eficiência energética, conforme o método proposto, a partir da média dos três resultados obtidos para a amostra 1.

Tabela 2 – Repetição de ensaio da amostra 1

Repetição de ensaio	Tempo total de ensaio (min)	Consumo acumulado total (Wh)	Temperatura (°C)			Diferença de temperatura em relação ao início do ensaio (°C)	Rendimento (%)
			Inicial	Final	Ambiente		
1ª	45	3679	22,0	41,2	21,4	19,2	97,04
2ª	50	3800	21,4	41,3	21,5	19,9	97,38

Fonte: elaborado pelos autores

O valor obtido para a eficiência energética da amostra 1, a partir da média aritmética dos três valores obtidos foi de 97,34 %.

3.2 Aplicação do método – amostra 2

O procedimento metodológico proposto foi repetido para a amostra 2. Assim como para a amostra 1, a água aquecida pela amostra 2 também não se estabilizou em 40 °C, estabilizando-se em temperatura ainda superior àquela da primeira amostra, ultrapassando os 43 °C. Os resultados obtidos podem ser observados na **Tabela 3**.

Para a determinação do rendimento da amostra 2, de forma análoga ao realizado para a amostra 1, os valores dos parâmetros obtidos durante o ensaio, lidos no momento em que a temperatura da água se estabilizou, foram aplicados à **Equação 1**:

$$\text{Eficiência: } \eta = \frac{\{(43,8-20,5) \cdot 160\} \cdot 1,1622}{4498} \cdot 100 = 96,32 \% \quad \text{(Equação 3)}$$

Tabela 3 – Dados da amostra 2 para o cálculo da eficiência no método proposto

Tempo de ensaio (min)	Consumo acumulado no intervalo de 5 min (Wh)	Consumo Acumulado total (Wh)	Temperatura (°C)			Diferença de temperatura em relação ao início do ensaio (°C)
			Termopar 1	Termopar 2	Ambiente	
0	0	0	20,5	20,5	20,4	0
5	596	596	24,0	23,9	20,5	3,45
10	604	1200	27,6	27,5	20,6	7,05
15	603	1803	31,0	30,9	20,7	10,45
20	602	2405	34,3	34,3	20,9	13,80
25	603	3008	37,5	37,4	20,3	16,95
30	600	3608	40,5	40,5	20,4	20,00
35	600	4208	43,4	43,4	20,2	22,90
45	290	4498	43,8	43,8	20,6	23,30

Fonte: elaborado pelos autores

Observando-se os dados da **Tabela 3**, nota-se que a amostra 2, apesar de ter a mesma potência nominal da Amostra 1, tem um comportamento de consumo energético diferente da primeira durante o aquecimento da água. Devido a maior intermitência no acionamento da Amostra 1, os valores obtidos no consumo energético a cada 5 min, são mais variáveis e menores que os da Amostra 2. Consequentemente, a água foi aquecida em um maior intervalo de tempo.

No caso da Amostra 2, o consumo energético tende a valores constantes nos intervalos de medição, permanecendo mais tempo ligado. Essa característica de funcionamento do equipamento permitiu que o tempo necessário para atingir a temperatura desejada da água na Amostra 2 fosse menor. As diferenças na intermitência de funcionamento e no tempo de aquecimento entre as duas amostras, não causou prejuízo ao andamento do ensaio, demonstrando que o método proposto atende às características distintas de funcionamento encontradas em diferentes aquecedores utilizados em banheiras de hidromassagem.

Assim como para a Amostra 1, os procedimentos foram repetidos mais duas vezes (**Tabela 4**) com o intuito de se calcular a eficiência energética da amostra a partir da média dos três resultados obtidos nos ensaios para a Amostra 2.

Tabela 4 – Repetição de ensaio da amostra 2

Repetição de ensaio	Tempo total de ensaio (min)	Consumo acumulado total (Wh)	Temperatura (°C)			Diferença de temperatura em relação ao início do ensaio (°C)	Rendimento (%)
			Inicial	Final	Ambiente		
1ª	45	4418	20,9	43,6	21,5	22,7	95,54
2ª	50	4298	20,7	43,1	21,2	22,4	96,91

Fonte: elaborado pelos autores

A partir dos valores obtidos durante os ensaios, atingiu-se o valor de 96,26 % para a eficiência energética da Amostra 2.

A aplicação do método proposto apresentou resultados com baixa variabilidade entre as repetições, o que indica boa repetitividade de valores.

4 Conclusões

A partir de observações realizadas durante os testes de diferentes tipos de aquecedores elétricos de passagem em laboratório, constatou-se a carência de um método de ensaio elaborado, especificamente, para a avaliação da eficiência energética em aquecedores elétricos instantâneos de passagem para banheiras de hidromassagem. O método atualmente em uso foi elaborado para aquecedores do tipo chuveiro elétrico e, quando aplicado aos aquecedores utilizados em banheiras de hidromassagem, pode levar a resultados pouco precisos, devido às diferenças entre os regimes de funcionamento e as concepções de posicionamento na instalação hidráulica desses equipamentos.

O local de instalação do equipamento no circuito hidráulico, o seu regime de acionamento, o controle por temperatura e não por seleção de potência e o fato dos aquecedores para banheira trabalharem com o aumento gradual da temperatura da água no circuito de recirculação são alguns dos fatores que foram levados em consideração na elaboração do método proposto.

O método proposto para a avaliação da eficiência energética destinado, especificamente, aos aquecedores elétricos instantâneos de água para banheiras de hidromassagem tem como principais diferenciais, em relação ao método preconizado pela norma vigente: a utilização do equipamento em situação semelhante àquela do seu uso de projeto; a definição do volume de água a ser aquecido; o uso de água em regime de recirculação; e a leitura do consumo acumulado durante o período de execução do ensaio, que é utilizada com variável chave para o cálculo da eficiência energética.

A aplicação do método mostrou-se viável em teste de validação realizado em laboratório, denotando a facilidade de sua aplicação aos equipamentos para os quais foi proposto. Os resultados obtidos para as repetições a partir da aplicação do método apresentaram baixa variabilidade denotando a repetitividade dos resultados quando o método proposto é aplicado.

O método proposto é uma alternativa viável para ser incorporada aos regulamentos destinados à avaliação dos aquecedores destinados ao uso em banheiras de hidromassagem.

5 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15001**: Aparelho eletrodoméstico fixo de aquecimento instantâneo de água – Determinação da eficiência energética. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16305**: Aparelhos elétricos de aquecimento instantâneo de água – Requisitos de desempenho e segurança. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

BRASIL. Lei nº 10.295 de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, 18 out. 2001. p. 1.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA - INMETRO. Portaria nº 301, de 14 de junho de 2012. Regulamento técnico da qualidade para equipamentos de aquecimento solar de água. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, n. 58, p. 64, 26 mar. 2013. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001845.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA - INMETRO. **Regulamento Específico 002 para uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia**. 2005. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtosPBE/regulamentos/chuveiroTornAquec.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA - INMETRO. **Tabelas de consumo e eficiência energética**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

LADEIRA, F. S. **Método para avaliação da eficiência energética de aquecedores elétricos instantâneos de água para banheiras de hidromassagem**. 2017. 79 f. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2017.

LADEIRA, F. S., ZANELLA, L. Limitações do método vigente para avaliação da eficiência energética de aquecedores elétricos instantâneos de água para banheiras de hidromassagem. **Revista IPT: Tecnologia e Inovação**, v. 2, n. 9, 2018.