

Relatório Final do Ensaio de Proficiência
de Aquecedores de Água a Gás
1ª Rodada – Eficiência Energética e
Segurança



Inmetro

Diretoria de Metrologia Científica e Industrial

PEP-Dimci

Programa de ensaios de proficiência em metrologia científica e industrial

ENSAIO DE PROFICIÊNCIA DE AQUECEDORES DE ÁGUA A GÁS
1ª RODADA – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SEGURANÇA

RELATÓRIO FINAL – Nº 006/12

ORGANIZAÇÃO PROMOTORA DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro
Diretoria de Metrologia Científica e Industrial - Dimci
Endereço: Av. Nossa Senhora das Graças, 50 – Xerém – Duque de Caxias
RJ – Brasil – CEP: 25250-020
E-mail para contato: pep-inmetro@inmetro.gov.br

COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO

Adelcio Rena Lemos (Inmetro/Dimci/Dicep)
Gustavo Kuster de Albuquerque (Inmetro/Dqual/Dipac)
Marcos André Borges (Inmetro/Dqual/Dipac)
Paulo Roberto da Fonseca Santos (Inmetro/Dimci/Dicep)

COMITÊ TÉCNICO

Cristiane Rodrigues Augusto (Inmetro/Dimci/Dquim)
Fabio Ferreira Real (Inmetro/Dqual/Dipac)
Gabriel Fonseca Sarmanho (Inmetro/Dimci/Dquim)
Joyce Costa Andrade (Inmetro/Dimci/Dicep)
Luiz Henrique Leal (Inmetro/Dplad/Dgcor)
Marcio Teixeira Damasceno (Inmetro/Dqual/Dipac)

SUMÁRIO

1. Introdução	2
2. Materiais e Métodos	3
2.1. Item de Ensaio	3
2.2. Metodologia	3
3. Análise Estatística	3
3.1. Avaliação dos Parâmetros de Eficiência Energética	4
3.1.1. Teste de Normalidade.....	5
3.1.2. Testes de Outliers.....	6
3.1.2.1. Boxplot.....	6
3.1.2.2. Elipse de Confiança	7
3.1.2.3. Escalonamento Multidimensional.....	8
3.1.2.4. Análise de Cluster ou de Agrupamento.....	9
3.1.3. Resultados da Avaliação	10
3.4. Avaliação dos Parâmetros Itens de Segurança	11
3.5. Valores de Consenso	11
4. Avaliação de Desempenho: Índice z (<i>z-score</i>).....	12
5. Conclusões	16
6. Laboratórios Participantes	17
7. Referências Bibliográficas	18
Anexo A.	19

1. Introdução

Em 1984, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), de forma pioneira, iniciou com a sociedade a discussão sobre a questão da eficiência energética, com a finalidade de contribuir para a racionalização do uso da energia no Brasil, através da prestação de informações e ao estímulo à melhor decisão de compra dos consumidores.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) é um amplo programa de conservação de energia, que utiliza a Etiquetagem para informar a eficiência energética dos produtos consumidores de energia comercializados no país. Inicialmente o PBE foi aplicado à área automotiva em razão das crises do petróleo que afetaram o mundo na década de 70.

A etiquetagem compulsória de aquecedores de água a gás, dos tipos instantâneo e de acumulação, foi instituída no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade – SBAC pela Portaria Inmetro nº 320/2006, sendo revogada pela Portaria Inmetro nº 119/2007 [1], em vigor.

Tendo em vista a importância da avaliação dos requisitos de segurança, do rendimento e da potência dos aquecedores de água a gás, bem como a proficiência dos laboratórios dessas medições, o Inmetro e a Associação Brasileira de Aquecimento a Gás (ABAGÁS) organizaram o Ensaio de Proficiência de Eficiência Energética e Segurança de Aquecedores de Água a Gás com os seguintes objetivos:

- Determinar o desempenho de laboratórios para o ensaio proposto;
- Monitorar o desempenho contínuo dos laboratórios quanto às análises de eficiência energética e segurança para aquecedores de água a gás;
- Possibilitar aos laboratórios identificar problemas e adotar ações corretivas que julgarem adequadas;
- Contribuir para o aumento da confiança nos resultados das medições dos laboratórios de análises de eficiência energética e segurança para aquecedores de água a gás;
- Contribuir para a melhoria contínua das técnicas de medição de cada laboratório.

Para dar suporte aos laboratórios no cumprimento dos requisitos para acreditação, segundo a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 [4], o Inmetro organizou o Ensaio de Proficiência (EP) de acordo com a Portaria Inmetro nº 119/2007 e os requisitos da norma técnica ABNT NBR 8130 – Aquecedor de água a gás tipo instantâneo - Requisitos e métodos de ensaio [2], seguindo as diretrizes da ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011 [3].

O Ensaio de Proficiência é uma ferramenta indispensável para a determinação do desempenho de laboratórios em ensaios ou calibrações e avaliação da competência técnica de laboratórios.

A participação dos laboratórios em programas de ensaio de proficiência (PEP) é fundamental para o aumento da credibilidade dos resultados das medições e, conseqüentemente, facilitar o comércio internacional e prevenir barreiras técnicas.

Este relatório apresenta os resultados dos laboratórios participantes do Ensaio de Proficiência de Aquecedores de Água a Gás – 1ª rodada – Eficiência Energética e Segurança.

2. Materiais e Métodos

2.1. Item de Ensaio

Os itens de ensaio foram dois aquecedores de água a gás do tipo instantâneo cedidos pela ABAGÁS. As características dos itens são:

Fabricante	Modelo	Gás
RHEEM	RB3AP30PVNAIN	GN
RHEEM	RB3AP30PVPAIN	GLP

Cada laboratório participante utilizou seu próprio gás de referência, em acordo com os critérios estabelecidos pelos itens 4.8.9.2 e 5.3.2 da norma técnica ABNT NBR 8130:2004.

Cada laboratório participante assumiu a responsabilidade pelos custos de reparos necessários no aparelho durante o ensaio em seu laboratório e durante o transporte. Na realização dos ensaios, cada participante foi acompanhado por um avaliador da ABAGÁS.

2.2. Metodologia

Os laboratórios realizaram os ensaios, de acordo com seu escopo de acreditação ou de atuação, conforme a norma técnica ABNT NBR 8130:2004 [2].

Cada laboratório informou na ficha de inscrição quais ensaios seu laboratório teria condições de realizar, de acordo com os seguintes parâmetros:

- Eficiência energética – rendimento e potência;
- Todos os itens de segurança referenciados na Portaria Inmetro nº 119/2007 [1], que dispõe do Regulamento de Avaliação da Conformidade de Aquecedores de Água a Gás dos tipos instantâneos e de acumulação.

3. Análise Estatística

Alguns parâmetros foram mensurados, divididos em atributos (conforme ou não conforme) e medidas quantitativas (valor medido). No primeiro grupo encontram-se todos os itens de segurança

referenciados na Portaria Inmetro nº 119/2007. Já no segundo grupo, o interesse está no parâmetro eficiência energética (Rendimento e Potência), conforme requisitos da norma técnica ABNT NBR 8130:2004.

3.1. Avaliação dos Parâmetros de Eficiência Energética

A avaliação estatística dos resultados emitidos pelos participantes do ensaio de proficiência foi realizada em duas etapas. Inicialmente foi analisada a aderência à hipótese de normalidade a partir do gráfico QQ-plot do conjunto de dados. Em seguida, foram identificados os valores dispersos ou *outliers* a partir dos seguintes testes univariados: Grubbs [6 e 7], Dixon [8], Qui-quadrado [9], Huber [10] e o teste baseado no Desvio Absoluto da Mediana (ou do inglês, MAD) [11], além dos testes multivariados, que são Distância de Mahalanobis [12] e Elipse de Confiança [13].

Além dos testes descritos no protocolo deste ensaio de proficiência, outros dois testes (Escalonamento Multidimensional [14] e Análise de Clusters [9]) foram aplicados para a detecção de valores *outliers* no conjunto de dados, totalizando assim 11 diferentes rotinas de cálculo. Os resultados destes testes estão descritos na tabela 1.

Após a retirada dos valores dispersos, foi calculado o valor designado deste EP. Para todos os laboratórios foi calculado o índice z ou z-score, uma medida de diagnóstico para avaliação do comportamento de cada um em relação ao valor designado.

É importante notar que neste EP, o número de participantes foi muito pequeno, sendo $n < 20$. Em tais casos, os métodos estatísticos usuais podem tornar-se insatisfatórios devido à dificuldade em detectar a suposição de normalidade e ainda não haver recomendação no uso exclusivo de estatísticas robustas. Sendo assim, o uso de vários testes para detecção de valores *outliers* em contraste ao de um único, é justificado no aumento da confiança dos resultados e posterior melhoria no diagnóstico.

3.1.1. Teste de Normalidade

A figura 1 apresenta os QQ-plots para cada uma das variáveis quantitativas analisadas.

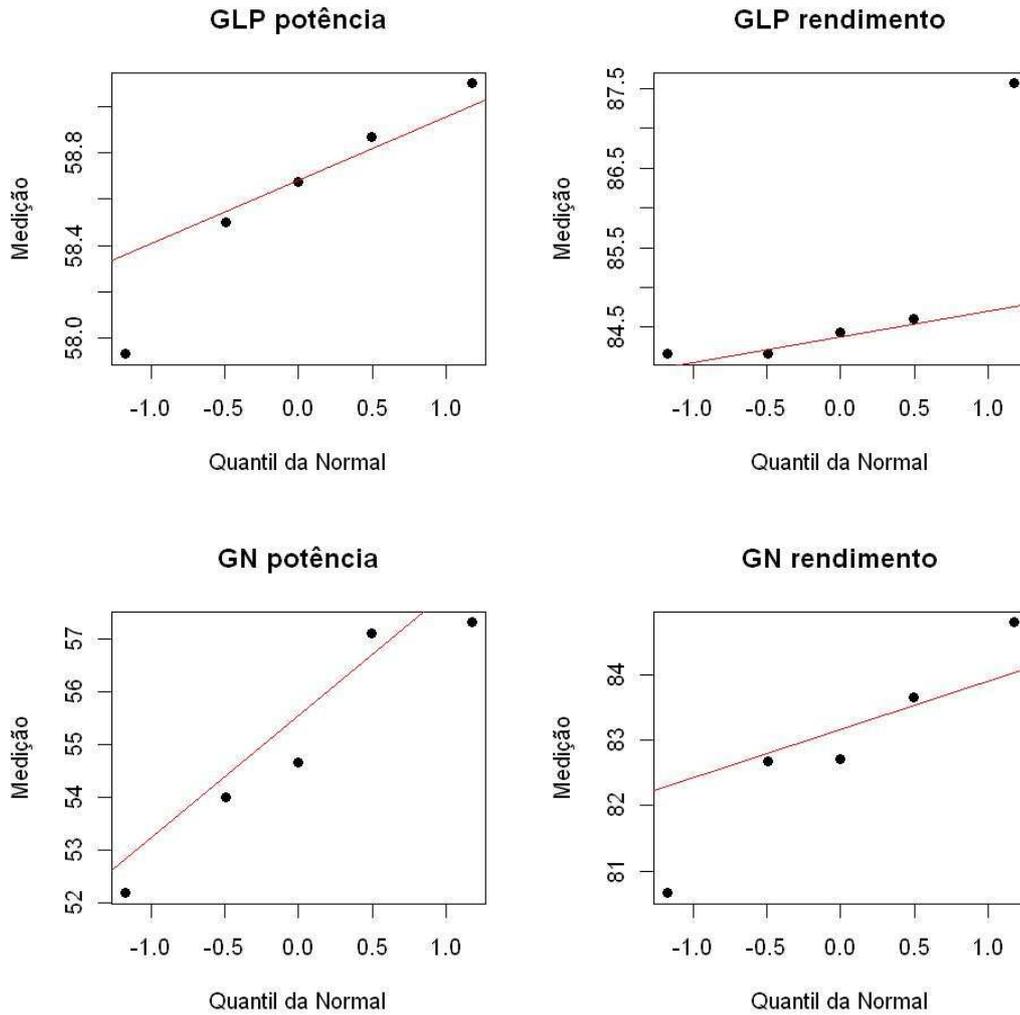


Figura 1: QQ-plots dos valores médios de cada laboratório

O gráfico Quantil-Quantil plot ou QQ-plot [4] é utilizado para identificação visual de aderência de um conjunto de dados à hipótese de normalidade. Baseia-se na comparação dos quantis amostrais dos dados em questão com os quantis equivalentes de uma distribuição de interesse, no caso a normal, a partir de uma curva traçada por estes pontos. Quanto mais próxima à bissetriz esta curva estiver, maior a similaridade entre as distribuições e, portanto, há mais subsídios para aceitação da hipótese de normalidade.

Como observado, as variáveis Potência (GLP e GN) apresentam comportamento próximo à linha teórica que representa o ajuste à normalidade. Deste modo, mesmo com o pequeno número de observações, não é possível rejeitar a hipótese de normalidade dos dados. Já para as variáveis rendimento (GLP e GN), nota-se que uma das observações em cada um dos gráficos encontra-se afastada da linha, o que pode sugerir desvios de normalidade. Uma das razões para tal desvio é a

presença de valores *outliers* nos dois conjuntos de dados. Deste modo, faz-se necessária a realização do teste z-score.

3.1.2. Testes de Outliers

3.1.2.1. Boxplot

O Boxplot (gráfico de caixa) é um gráfico utilizado para visualização da distribuição de um conjunto de dados [5].

A figura 2 apresenta os gráficos de Boxplot dos valores médios fornecidos por cada um dos laboratórios.

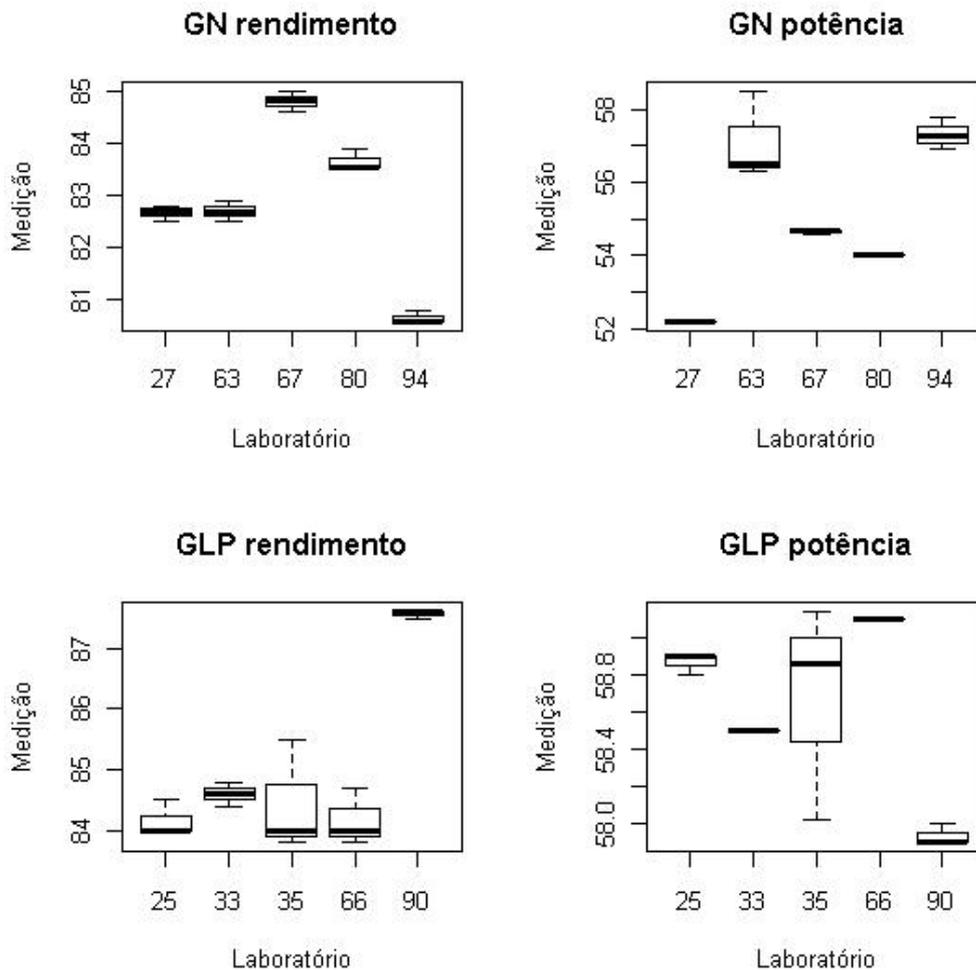


Figura 2: Boxplot dos valores médios de cada laboratório

Considerando o pequeno número laboratórios participantes deste EP, foram utilizados testes multivariados para a detecção de *outliers*, utilizando as informações de repetição das mensurações. Para o Boxplot multivariado, observa-se a mesma relação de laboratórios discrepantes obtidos pelos testes de Grubbs, Dixon e Qui-quadrado, com exceção da potência do GN em que não foram observados laboratórios discrepantes, apontando que os resultados obtidos pelos laboratórios 90 e 94 foram atípicos em relação dos demais.

A figura 3 apresenta os gráficos de Boxplot dos laboratórios discrepantes.

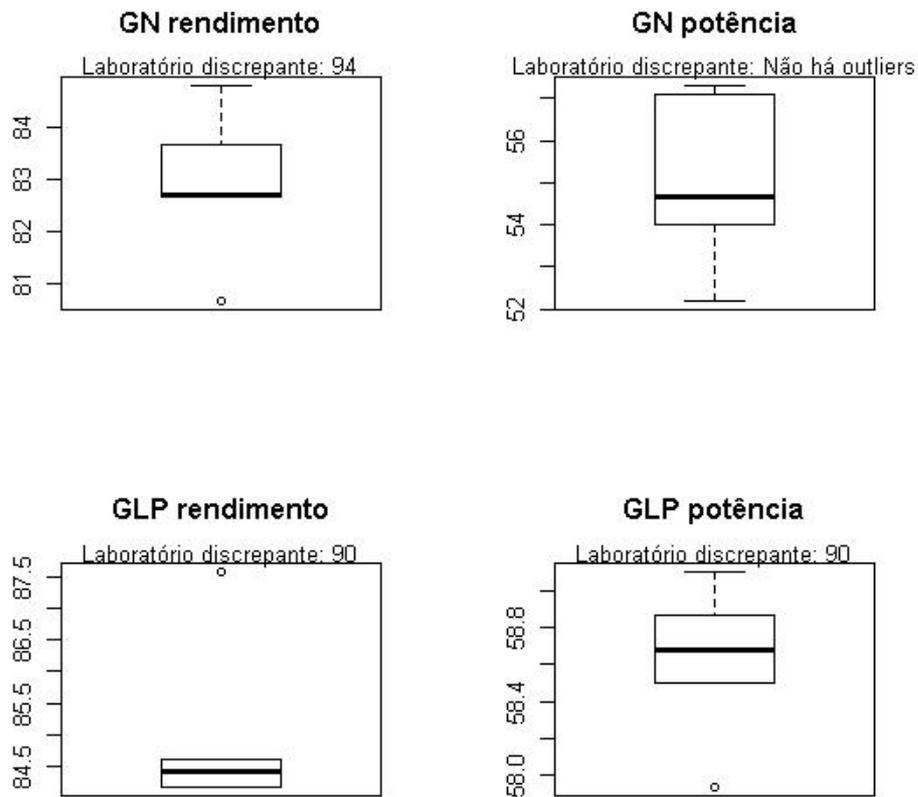


Figura 3: Boxplot dos laboratórios discrepantes

3.1.2.2. Elipse de Confiança

A figura 4 exibe outro teste multivariado, denominado Elipse de Confiança. Este método é útil para detectar informações discrepantes em um conjunto de dados bivariados. Como critério visual, todos os valores encontrados fora da elipse de confiança são considerados valores extremos.

Pelos gráficos, observa-se que não há indícios de que algum laboratório apresente valores atípicos ao nível de confiança de 90%. Nota-se, entretanto, que no rendimento do GLP, o laboratório 90 diverge dos demais laboratórios, sendo uma possível tendência de valor discrepante.

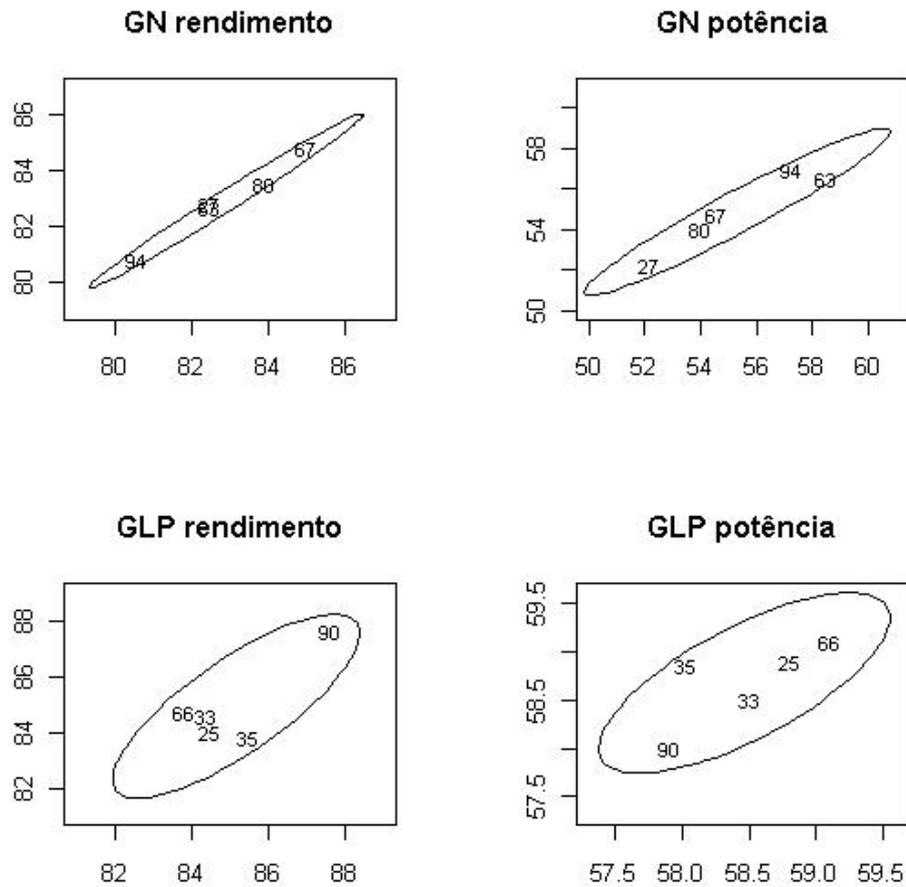


Figura 4: Elipse com 90% confiança

3.1.2.3. Escalonamento Multidimensional

Na técnica denominada Escalonamento Multidimensional, mensura-se a similaridade e a dissimilaridade entre os laboratórios participantes do EP através da distância euclidiana.

Na figura 5 pode-se identificar que o rendimento do GLP no laboratório 90 apresenta maior dissimilaridade em relação ao demais, ao passo que na potência do GLP é o laboratório 35 que apresenta maior dissimilaridade. No gás natural não é possível afirmar a existência de laboratórios discrepantes.

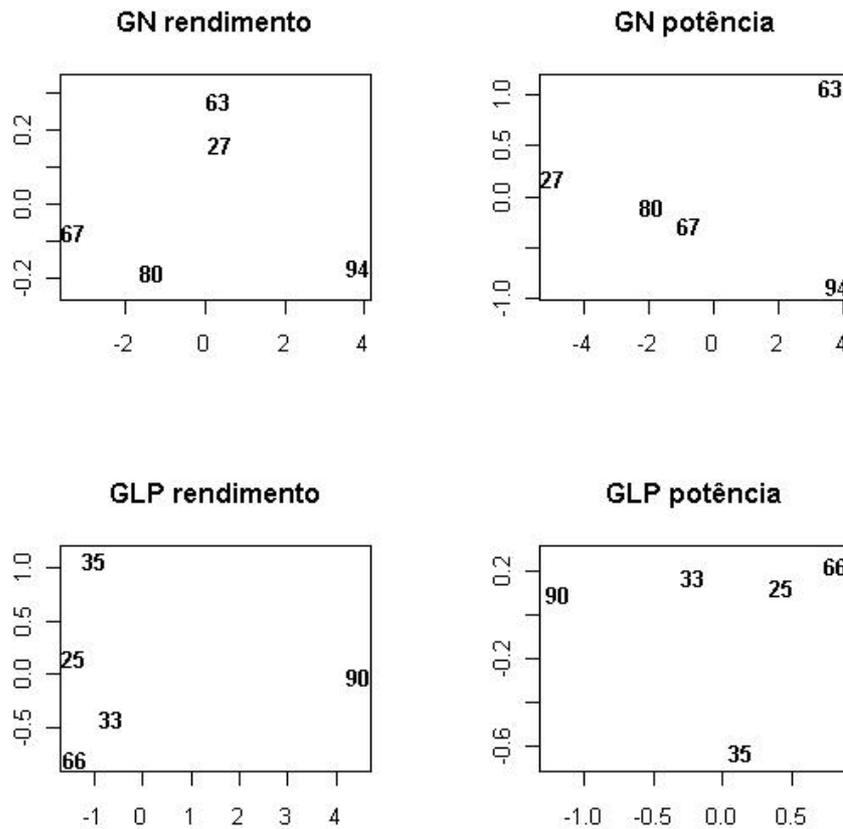


Figura 5: Escalonamento Multidimensional

3.1.2.4. Análise de Cluster ou de Agrupamento

Análise de Cluster ou de Agrupamento é o resultado gráfico que ilustra a similaridade entre grupos, a partir das linhas que unem duas observações, representada pela distância euclidiana. Este método agrupa objetos em grupos cada vez maiores segundo o aumento da dissimilaridade (distância euclidiana) entre eles, resultando em uma “árvore hierárquica” (semelhante a uma árvore genealógica) ou dendograma. Nessa árvore, os objetos mais similares vão se agrupando primeiro e os menos similares no final, até todos eles estarem ligados.

A figura 6 mostra os dendogramas para cada variável. Percebe-se que o rendimento do GLP no Laboratório 90 não se agrupa com os demais laboratórios, já que fora o último a fazer ligações no respectivo dendograma, tendo, portanto, indícios de ser um *outlier*.

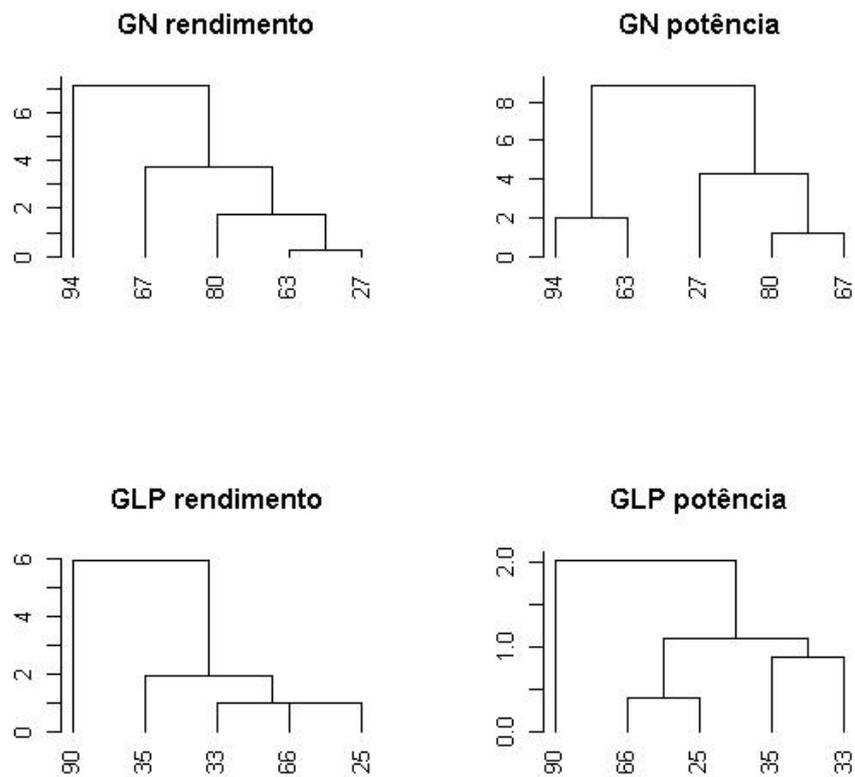


Figura 6: Análise de Cluster

3.1.3. Resultados da Avaliação

A tabela 1 consolida os testes aplicados a cada variável analisada neste EP.

Tabela 1: Laboratórios classificados como discrepantes segundo o tipo de teste

	GN		GLP	
	Rendimento	Potência	Rendimento	Potência
Boxplot (valores médios)	-	-	90	-
Boxplot (todos os valores)	94	-	90	90
Grubbs	94	27	90	90
Dixon	94	27	90	90
Qui-quadrado	94	27	90	90
Huber	-	-	90	66 e 90
MAD	-	-	90	-
Distância de Mahalanobis	-	-	-	-
Elipse de Confiança	-	-	-	-
Escalonamento Multidimensional	-	-	90	35
Análise de Cluster	94	-	90	90

Com os resultados dos testes expostos na tabela 1, o provedor decidiu que somente o laboratório 90 para a variável GLP (rendimento) será considerado *outlier*, já que a grande maioria dos testes (9 de 11) o apontou como sendo um valor discrepante. Por outro lado, para as demais variáveis não houve maioria significativa que justificasse de maneira conclusiva a existência de valores discrepantes e por isso todos os valores reportados serão considerados para o cálculo do valor de consenso.

3.4. Avaliação dos Parâmetros Itens de Segurança

Conforme mencionado no início da seção 3, são contemplados todos os itens de segurança referenciados na Portaria Inmetro nº 119/2007 nesta avaliação.

A avaliação dos itens de segurança foi realizada conforme os requisitos da norma ABNT NBR 8130:2004 e o resultado esperado para estes itens foram divididos em atributos (conforme ou não conforme).

O Anexo A apresenta todos os resultados enviados pelos laboratórios participantes para os itens de segurança tanto para o aquecedor a GN quanto o aquecedor a GLP. Pelos resultados obtidos, percebe-se uma aderência de 65% para o aquecedor a GN e de 65% para o aquecedor a GLP.

Os itens discordantes são sistemáticos, com destaque para marcações e instruções, em que todos os itens foram discordantes, correspondendo a 41% do total das discordâncias, sendo 59% quanto a erros de análise dos laboratórios participantes.

3.5. Valores de Consenso

Conforme mencionado no protocolo, o valor designado é dado pela média das medidas reportadas por cada um dos laboratórios participantes. Os valores de consenso são as médias desses valores designados, portanto, a média das médias. A tabela 2 resume os resultados para os valores de consenso, após a retirada dos valores discrepantes ou *outliers*.

Tabela 2: Valores de consenso para as variáveis analisadas no EP.

Variável	Valor de Consenso
Rendimento (GLP)	84,34
Potência (GLP)	58,62
Rendimento (GN)	82,90
Potência (GN)	55,06

Com base nos valores de consenso obtidos (tabela 2), podem-se estabelecer os limites de aceitação dos valores fornecidos pelos laboratórios participantes do EP. O limite da potência,

conforme item 4.8.2 da norma técnica ABNT NBR 8130, é de $\pm 5\%$ enquanto o limite de rendimento, conforme Portaria Inmetro nº 119/2007, é também de $\pm 5\%$.

A figura 7 mostra os resultados obtidos relativos ao valor de consenso e aos limites conforme Portaria Inmetro nº 119/2007.

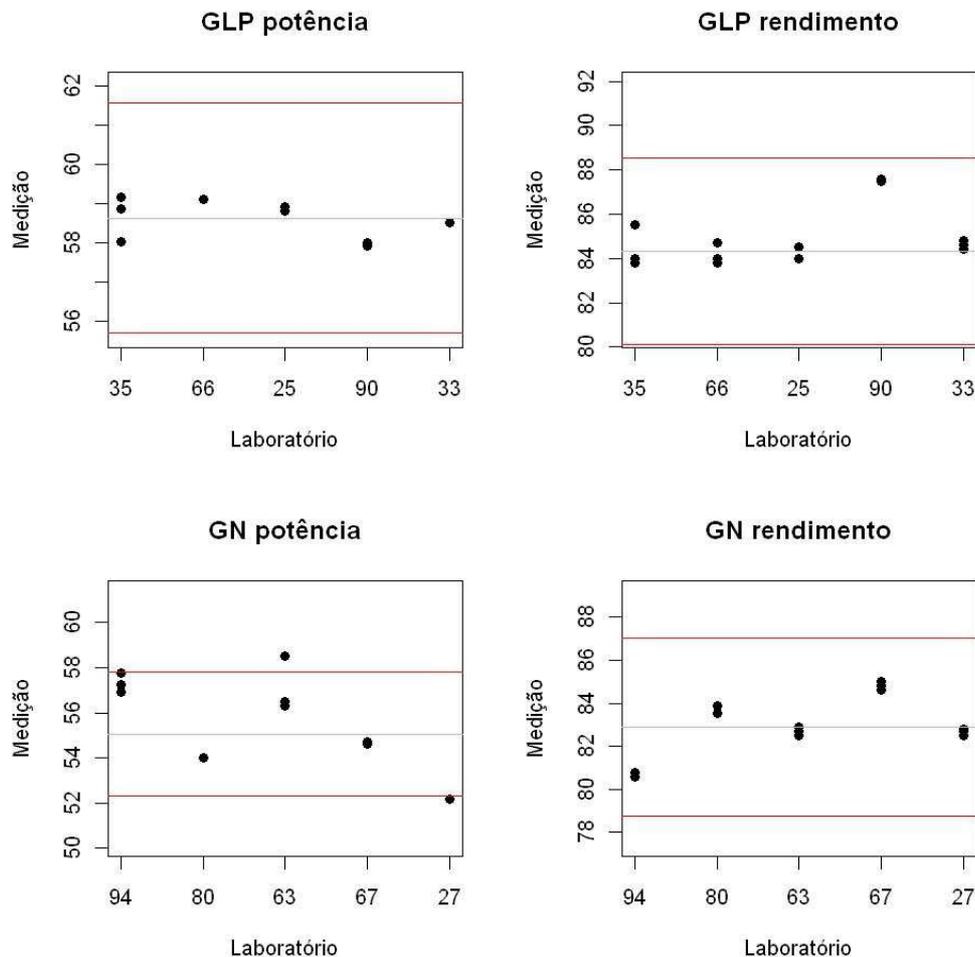


Figura 7: Gráficos dos resultados das medições com limites de especificação segundo a norma

Observa-se que para a variável Potência (GN), os laboratórios 63, 27 e 94 apresentam pelo menos uma das três medições (replicatas) com valor fora dos limites.

4. Avaliação de Desempenho: Índice z (z-score)

Representa uma medida da distância do resultado apresentado por um laboratório específico em relação ao valor de referência do ensaio de proficiência e, portanto, serve para verificar se o resultado da medição de cada participante está em conformidade com o valor designado. O índice z [3] foi calculado conforme a equação 1.

$$Z_i = \frac{y_i - y_{ref}}{s} \quad (1)$$

Onde:

y_{ref} = valor designado (média das médias de cada laboratório, após exclusão de *outliers*);

y_i = é o resultado médio de um laboratório específico *i*;

s = é o MAD (*median absolute deviation*) do conjunto de dados.

A interpretação do valor do índice *z* está descrita abaixo:

$|z| \leq 2,0$ - Resultado satisfatório

$2,0 < |z| < 3,0$ - Resultado questionável

$|z| \geq 3,0$ - Resultado insatisfatório.

Foi solicitada, para preenchimento dos resultados, a seguinte formatação numérica:

- Potência consumida dos queimadores: 2 casas decimais;
- Eficiência energética – rendimento: 1 casa decimal.

As tabelas 3 e 4 apresentam os resultados dos laboratórios participantes para os três ensaios, o valor médio para os ensaios e os valores calculados pelo índice *z* (z-score). **Cabe ressaltar que cada participante, foi identificado apenas pela numeração final do seu código de identificação nas tabelas e gráficos apresentados neste relatório.**

Tabela 3: Resultados dos ensaios (GLP) e valores do índice *z* calculados para cada participante.

Código	Ensaio	Rendimento GLP			Potência GLP		
		Valor Medido	Média	Índice z	Valor Medido	Média	Índice z
35	1	85,5	84,433	0,3	58,025	58,676	0,3
	2	84,0			59,141		
	3	83,8			58,863		
66	1	83,8	84,167	-0,7	59,1	59,100	-2,5
	2	84,0			59,1		
	3	84,7			59,1		
25	1	84,5	84,167	-0,7	58,8	58,867	1,3
	2	84,0			58,9		
	3	84,0			58,9		
90	1	87,6	87,567	12,1	57,9	57,933	-3,6
	2	87,5			57,9		
	3	87,6			58,0		
33	1	84,4	84,600	1,0	58,5	58,500	-0,6
	2	84,8			58,5		
	3	84,6			58,5		

* valor questionável

** valores insatisfatórios

Tabela 4: Resultados dos ensaios (GN) e valores do índice z calculados para cada participante.

Código	Ensaio	Rendimento GN			Potência GN		
		Valor Medido	Média	Índice z	Valor Medido	Média	Índice z
94	1	80,6	80,667	-2,3	57,269	57,312	0,9
	2	80,6			57,764		
	3	80,8			56,902		
80	1	83,9	83,653	0,8	54,0	54,000	-0,4
	2	83,54			54,0		
	3	83,52			54,0		
63	1	82,5	82,700	-0,2	58,5	57,100	0,8
	2	82,9			56,3		
	3	82,7			56,5		
67	1	85,0	84,800	2,0	54,6	54,667	-0,2
	2	84,6			54,7		
	3	84,8			54,7		
27	1	82,5	82,667	-0,2	52,2	52,200	-1,2
	2	82,7			52,2		
	3	82,8			52,2		

* valor questionável

Como ilustrado na tabela 3, apenas um laboratório (código 90), teve desempenho insatisfatório nas duas variáveis analisadas: Rendimento (GLP) e Potência (GLP). Os valores em azul nas tabelas 3 e 4 foram considerados questionáveis pelo índice z, gerando um alerta para esses laboratórios (códigos 66 e 94). Para melhor visualização, a figura 8 ilustra o desempenho dos laboratórios de acordo com o índice z.

Por fim, cabe ressaltar que o índice z é apenas um indicativo do desempenho do laboratório. Cabe a cada participante fazer a sua interpretação e implementar as melhorias quando necessário.

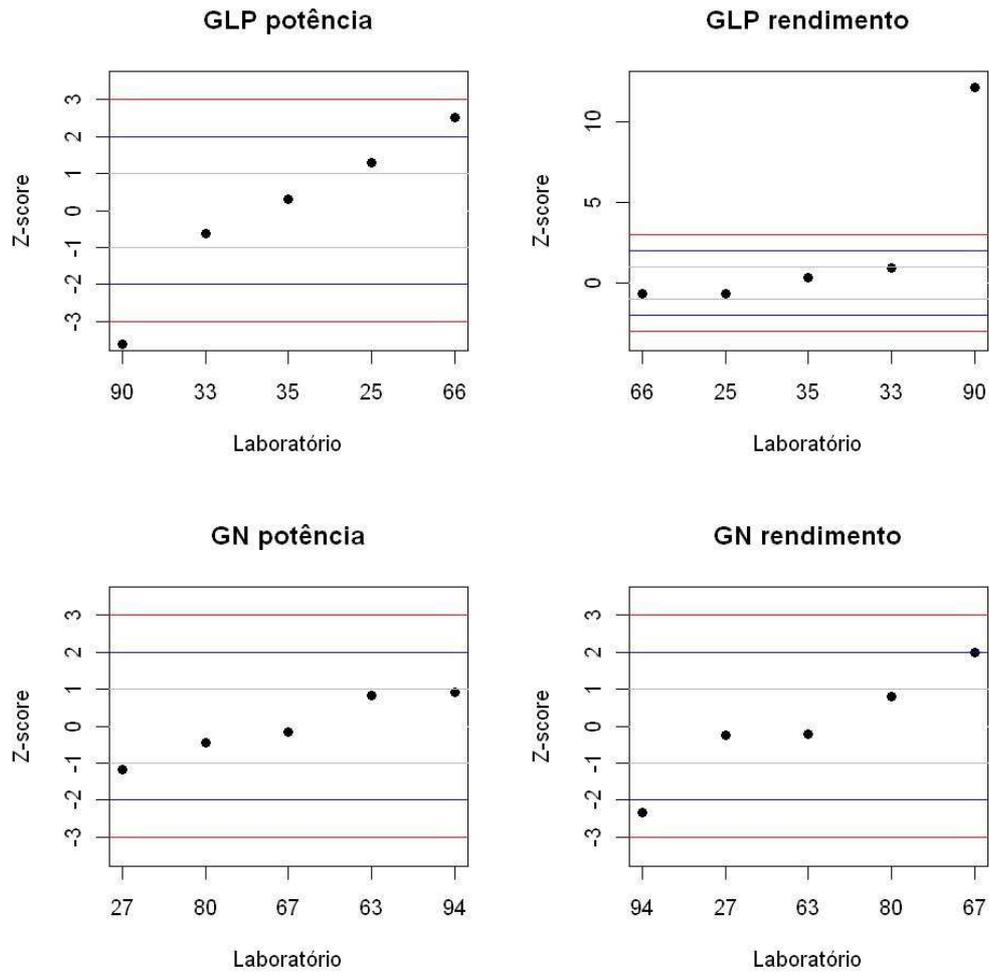


Figura 8: Gráfico de índice z dos laboratórios participantes para as variáveis analisadas.

5. Conclusões

Com base em todos os testes, pode-se afirmar que apenas o rendimento (GLP) no laboratório 90 apresenta valores atípicos em relação aos demais laboratórios participantes do EP. Apesar dos testes apontarem também resultados discrepantes para outros laboratórios, conforme tabela 1, apenas nesse laboratório foram detectados 9 em 11 testes. Deste modo, foi retirada tal observação para o cálculo do valor de referência dos dados.

Recomenda-se que os participantes utilizem a norma NBR 15213:2008 [15] para realização do cálculo do poder calorífico superior das amostras de gás natural utilizadas nos ensaios de eficiência energética de aquecedores à gás natural.

As diversidades de procedimentos de execução dos ensaios foi algo notório nesta comparação interlaboratorial, inclusive quanto ao cumprimento de condições de ensaio estabelecidas pela norma técnica ABNT NBR 8130:2004. O laboratório de código 67, para o ensaio a GN, permitiu que o ensaio fosse iniciado com a temperatura de água de entrada no aquecedor a 28°C, sendo que o máximo estabelecido é de 25°C; em contrapartida, o laboratório de código 27 cumpriu esse requisito da norma técnica, porém próximo ao limite inferior de 20°C, impactando, portanto, em diferenças de valores obtidos de rendimento e potência. O nível de aderência entre os resultados dos ensaios de segurança foi de 65%, ou seja, a heterogeneidade de forma de condução dos ensaios, bem como os diagnósticos de cada item avaliado sugere que se alinhem os procedimentos de ensaios e se estreite as variáveis de controle para os ensaios ou através de revisão da base normativa, ou através da elaboração de um Regulamento Técnico da Qualidade específico para aquecedores de água a gás.

6. Laboratórios Participantes

Cinco laboratórios se inscreveram na 1ª Rodada deste EP. A identidade dos participantes em relação aos resultados do ensaio é confidencial, sendo conhecido apenas pelo responsável do laboratório e pela organização deste ensaio de proficiência. Os laboratórios foram codificados de forma a não haver possibilidade de associação do resultado com o respectivo laboratório. Os laboratórios participantes não têm conhecimento da identificação dos outros laboratórios.

A lista dos laboratórios é apresentada na tabela 4. É importante ressaltar que a numeração da tabela é apenas indicativa do número de laboratórios participantes no EP, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos laboratórios na apresentação dos resultados.

Tabela 4 – Laboratórios Participantes

Instituição	
1.	BR CERT Laboratórios Ltda
2.	Companhia Distribuidora de Gás do Rio de Janeiro – CEG Laboratório de Aparelhos à Gás – LAG
3.	Instituto Nacional de Tecnologia – INT Laboratório de Gases Combustíveis – LAGAS
4.	Labotec Ensaio e Medições Laboratoriais Ltda
5.	Sical do Brasil Ltda

Total de participantes: 5.

7. Referências Bibliográficas

- [1] Regulamento de Avaliação da Conformidade de Aquecedores de Água a Gás dos Tipos Instantâneos e de Acumulação – Portaria Inmetro nº 119/2007.
- [2] ABNT NBR 8130:2004 “Aquecedor de água a gás tipo instantâneo – Requisitos e métodos de ensaio”
- [3] ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011: Avaliação de Conformidade – Requisitos Gerais para ensaios de proficiência.
- [4] Wilk, M. B. and Gnanadesikan, R. (1968), *Probability plotting methods for the analysis of data*, Biometrika (Biometrika Trust) 55 (1): 1–17.
- [5] Benjamini, Y. (1988). *Opening the Box of a Boxplot*. *The American Statistician* 42 (4): 257–262.
- [6] ISO 5725:1994 (E) *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*, 1994.
- [7] Grubbs, F.E. (1950). *Sample Criteria for testing outlying observations*. *Ann. Math. Stat.* 21, 1, 27-58.
- [8] Dixon, W.J. (1950). *Analysis of extreme values*. *Ann. Math. Stat.* 21, 4, 488-506.
- [9] Corder, G.W., Foreman, D.I. (2009). *Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach* Wiley, ISBN 978-0-470-45461-9
- [10] *Robust Statistics*, Peter. J. Huber, Wiley, 1981 (republished in paperback, 2004)
- [11] Miller, J. C. and Miller, J. N. (1993). *Statistics for analytical chemistry, 3rd Ed.*; Ellis Horwood, Chichester, 1993, p. 256.
- [12] Mahalanobis, P. C. (1936). *On the generalised distance in statistics*. *Proceedings of the National Institute of Sciences of India* 2 (1): 49–55.
- [13] Martin, B. and David, B. (1999). *Theory of Multivariate Statistics* Springer, New York.
- [14] Borg, I., Groenen, P. (2005). *Modern Multidimensional Scaling: theory and applications* (2nd ed.). New York: Springer-Verlag. pp. 207–212 ISBN 0-387-94845-7
- [15] NBR 15213:2008 - Gás natural e outros combustíveis gasosos - Cálculo do poder calorífico, densidade absoluta, densidade relativa, índice de Wobbe a partir da composição.
- [16] Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2008). 1ª Edição Brasileira. Rio de Janeiro, 2009.

Anexo A – Resultados enviados pelos laboratórios participantes para os itens de segurança tanto para aquecedor a GN tanto para aquecedor GLP

		ENSAIO DE PROFICIÊNCIA - REGISTRO DE RESULTADOS																				
		Ensaio de Proficiência de Eficiência Energética e Segurança de Aquecedores de Água a Gás - 1ª Rodada																				
ITENS DE SEGURANÇA - AQUECEDOR GN																						
		Conforme – C	Não Conforme – NC	Não Aplicável - NA																		
		PEP17.1/68	PEP17.1/93	PEP17.1/53	PEP17.1/33	PEP17.1/42																
ITEM	Desempenho e Segurança NBR 8130:2004	LAUDO	LAUDO	LAUDO	LAUDO	LAUDO																
4	Requisitos																					
4.1	Classificação																					
Os aquecedores são classificados de acordo com sua potência nominal, conforme a tabela 1.																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Potência Nominal (kcal/mim)</th> <th>Kw</th> <th>Volume Compartimento Ensaio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pequeno</td> <td>Menor do que 10,5 (150)</td> <td></td> <td>6m³</td> </tr> <tr> <td>Médio</td> <td>De 10,5 a 14,0 (150 a 200)</td> <td></td> <td>8m³</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>Maior que 14,0 (200)</td> <td></td> <td>11m³</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo	Potência Nominal (kcal/mim)	Kw	Volume Compartimento Ensaio	Pequeno	Menor do que 10,5 (150)		6m ³	Médio	De 10,5 a 14,0 (150 a 200)		8m ³	Grande	Maior que 14,0 (200)		11m ³	C	C	C	C	C
Tipo	Potência Nominal (kcal/mim)	Kw	Volume Compartimento Ensaio																			
Pequeno	Menor do que 10,5 (150)		6m ³																			
Médio	De 10,5 a 14,0 (150 a 200)		8m ³																			
Grande	Maior que 14,0 (200)		11m ³																			
4.2	Dimensões das conexões																					
	As conexões dos aquecedores devem ter diâmetro nominal mínimo de 15 mm e rosca conforme a ABNT NBR 6414.	C	C	C	C	C																
4.3	Estrutura e materiais																					
4.3.1	Os componentes do aquecedor destinados à circulação de água e de gás devem resistir às pressões utilizadas nos ensaios.	C	C	C	C	C																
4.3.2	Os aquecedores devem ser projetados de forma a serem fixados firmemente à parede.	C	C	C	C	C																
4.3.3	As chamas devem ser visíveis ou com indicações de sua presença.	C	C	C	C	C																
4.3.4	As conexões de entrada de água, saída de água e entrada de gás devem ser identificadas no aparelho de modo permanente, a fim de facilitar a sua instalação.	C	C	C	C	C																
4.3.5	Deve ser impossível a penetração de água no circuito de gás.	C	C	C	C	C																
4.3.6	Peças sujeitas à manutenção ou substituição devem ser dispostas, colocadas ou marcadas de tal maneira que possam ser facilmente desmontadas e montadas apenas na posição correta.	C	C	C	C	C																

4.3.7	Sob condição normal de funcionamento não deve gotejar água exsudada.	C	C	C	C	C
4.3.8	As partes sujeitas ao contacto com os produtos da combustão devem ser construídas ou tratadas superficialmente com materiais resistentes à ação corrosiva dos mesmos.	C	C	C	C	C
4.3.9	Queimadores com aspiração de ar primário devem possuir os orifícios dos injetores de gás e as aberturas de ar de queima invariáveis.	C	C	C	C	NA
4.3.10	O diâmetro do orifício do injetor deve ser expresso em centésimos de milímetros e marcado de forma a facilitar sua identificação, no próprio injetor ou no porta-injetores.	NV	NA	NC	NA	NA
4.3.11	Os queimadores e o intercambiador de calor devem ser removíveis, sem necessidade da remoção dos encanamentos de gás ou dutos de tiragem. O acesso ao queimador deve ser fácil, para permitir a sua limpeza ou remoção.	C	C	C	C	C
4.3.12	A capa do aquecedor deve envolver pelo menos o intercambiador de calor e os queimadores.	C	C	C	C	C
4.4	Dispositivo de controle, de regulação e de segurança					
	O aquecedor de água deve ter os dispositivos de controle e de segurança conforme 4.4.1 e 4.4.2.					
4.4.1	Para gás					
4.4.1.1	Dispositivo de controle - as posições que indiquem fechado, piloto e aberto devem estar marcadas de forma clara, durável e indelével.	NA	NA	NA	C	NA
4.4.1.2	Dispositivo de segurança de ignição - este dispositivo deve obedecer às exigências de estanqueidade relativas a 5.3.1.1.	C	C	C	C	C
4.4.1.3	A potência nominal do piloto, medida com o gás de referência na pressão nominal de ensaio, não deve exceder 180 kcal/h.	NA	NA	NA	NA	NA
4.4.1.4	O piloto deve ser montado e fixado de tal modo que seja possível acendê-lo facilmente e que sua chama seja transmitida ao queimador principal com segurança.	NA	NA	NA	NA	NA
	Quando o acendimento do piloto é feito por dispositivo de acionamento manual, deve ser possível também acendê-lo sem a utilização deste dispositivo.	NA	NA	NA	NA	NA
4.4.1.5	O sistema de ignição pela chama-piloto ou outro dispositivo deve oferecer segurança de acendimento do queimador principal, mesmo que a saída de água quente seja aberta ou fechada rapidamente em intervalos curtos.	C	C	C	NA	C
4.4.1.6	Os dispositivos de controle, regulação e segurança devem ser acessíveis, de fácil manuseio e dispostos de forma a evitar um acionamento involuntário.	C	C	C	C	C
4.4.1.7	A possibilidade de desregulação involuntária pelo usuário de qualquer dispositivo de regulação de vazão ou pressão de gás deve ser evitada com a colocação de um lacre ou outro meio de proteção adequado.	C	C	C	C	C
4.4.1.8	O registro de linha deve ser posicionado de forma a facilitar o seu manuseio.	NA	C	C	C	C
4.4.1.9	Para a remoção dos produtos da combustão do ambiente no qual se encontra instalado o aquecedor, é obrigatório que o conjunto de tiragem seja complementado conforme disposto na ABNT NBR 13103.	C	C	C	C	C

4.4.1.10	O aquecedor de água que for conversível de uma família de gás para a outra deve ser convertido com peças previstas e fornecidas pelo fabricante ou através de soluções técnicas desenvolvidas por profissionais qualificados, aceitas pelas companhias distribuidoras de gás, após ensaios em seus laboratórios, segundo esta Norma.	NA	C	NA	NA	NA
4.4.2	Para água					
4.4.2.1	O estrangulador de água para abertura mínima do queimador, uma vez regulado, não deve provocar alteração na vazão mínima, durante a utilização do aquecedor.	C	C	C	C	NA
4.4.2.2	O fechamento da saída de água quente deve interromper instantaneamente o fornecimento do gás para o queimador principal.	C	C	C	C	C
4.5	Instruções para instalação e utilização					
4.5.1	O aquecedor deve ser acompanhado de um manual de instruções contendo:					
a)	Todas as informações necessárias à sua instalação e utilização;	C	C	C	C	C
b)	As seguintes informações técnicas:	C	C	C		-
	Potência nominal nas condições - padrão (15°C e 101,33 kPa (760 mm Hg));	C	C	C	C	C
	Rendimento;	C	C	C	C	C
	Pressões mínimas e máxima de água à entrada do aparelho, necessárias para o funcionamento;	C	C	C	C	C
	Vazão mínima de água para o acendimento;	C	C	C	C	C
	Especificação das conexões de água e gás;	C	C	C	C	C
	Diâmetro da chaminé a ser utilizada;	C	C	C	C	C
	Tempo de acionamento da válvula de segurança para o acendimento;	C	C	C	C	C
	Sistemas de segurança convenientemente descritos;	C	C	C	C	C
	Local de fixação da placa de identificação;	C	C	C	C	C
	Informações para conversão contendo os gases com que pode operar e as providências a serem tomadas.	C	C	C	C	NA
4.5.2	O aquecedor deve ser acompanhado do termo de garantia e da relação da rede de assistência técnica.	C	C	C	C	C
4.6	Documentos que devem ser fornecidos para os ensaios					
4.6.1	Todos os desenhos em escala adequada que forem necessários para mostrar claramente os detalhes de construção do aquecedor e as peças essenciais para o seu funcionamento.	NC	NC	NC	NA	C
4.6.2	Uma fotografia colorida (13 cm x 18cm) do aquecedor.	NC	NC	NC	NA	NA
4.6.3	Impressos ilustrativos, explicativos e esclarecedores, de acordo com as recomendações de 4.5.	NC	C	NC	NA	C
4.6.4	Descrição do aquecedor e dos detalhes de construção, vista explodida, indicando sua classificação conforme 4.1, o gás ou gases com que pode funcionar, e indicando ainda:					
a)	Procedimento para conversão;	NA	NC	NC	NA	NA

b)	Peças essenciais que devem ser facilmente substituíveis;	NA	NC	NC	NA	NA
c)	Componentes e acessórios, como, por exemplo, dispositivos de regulação e de segurança;	C	NC	NC	NA	NA
d)	Pressão do gás do queimador principal na potência nominal, quando operar com regulador de pressão incorporado;	C	NC	NC	NA	NA
e)	Tipo de Queimador;	C	NC	NC	NA	C
f)	Massa do aquecedor, em kg;	C	C	NC	NA	C
g)	Dimensões do aquecedor;	C	C	NC	NA	C
h)	Materiais empregados e tratamentos superficiais aplicados nos componentes;	C	NC	NC	NA	NA
i)	Fabricantes e identificação original de componentes e acessórios fornecidos por terceiros.	C	NC	NC	NA	C
4.8	Especificações para os ensaios					
4.8.1	Estanqueidade					
4.8.1.1	Peças condutoras de gás. As especificações referem-se a ensaios com ar comprimido à pressão de 14,7 kPa (1 500 mm H ₂ O). Os ensaios devem ser realizados com o aquecedor regulado para as condições normais de funcionamento. A estanqueidade deve ser considerada suficiente quando não houver vazamento ou este não exceder 70 cm ³ /h, obedecidos aos procedimentos de ensaio.	C	C	C	C	C
4.8.1.2	Peças condutoras de água. As peças condutoras de água devem ser estanques a uma pressão de ensaio de 800 kPa.	C	C	C	C	C
4.8.2	Potência nominal nas condições-padrão. A potência nominal nas condições-padrão deve ser determinada em ensaio com gás de referência da família a qual pertence o aparelho, podendo variar em relação ao valor estipulado pelo fabricante em ± 5%.	C	C	C	NC	C
4.8.3	Características higiênicas					
4.8.3.1	As concentrações limites de CO neutro (isentas de excesso de ar e vapor d'água), nos produtos da combustão medidos na extremidade da chaminé, decorridos 10 min do início de funcionamento do aquecedor, não podem ultrapassar:					
a)	0,0500% em volume (500 ppm), quando o aquecedor for alimentado com gás de referência na pressão nominal de ensaio e na sobrepressão de 1,25 vez a pressão nominal de ensaio em corrente natural de ascensão dos produtos da combustão;	C	C	C	C	C
b)	0,1000% em volume (1 000 ppm), quando o aquecedor for alimentado com gás limite de combustão incompleta na pressão nominal de ensaio e na sobrepressão de 1,25 vez a pressão nominal de ensaio em corrente natural de ascensão dos produtos da combustão.	C	C	C	C	C

4.8.3.2	A concentração limite de CO medido no ambiente do compartimento-padrão, decorridos 30 min de funcionamento do aquecedor, não pode ultrapassar 0,0025% em volume (25 ppm), quando o aquecedor for alimentado com gás de referência e gás limite de combustão incompleta, operando com uma pressão de 1,25 vez a pressão nominal de ensaio em corrente natural de ascensão.			C	C	C	C	C	
4.8.3.3	Os valores das pressões nominal, mínima e máxima de ensaio para as 3 famílias de gases devem estar de acordo com a tabela 2:			C	C	C	C	C	
	Família	Pressão nominal kPa (mm H ₂ O)	Pressão mínima kPa (mm H ₂ O)						Pressão máxima kPa (mm H ₂ O)
	Primeira	1,0 (100)	0,75 (75)						1,25 (125)
	Segunda	2,0 (200)	1,5 (150)						2,5 (250)
	Terceira	2,8 (280)	2,1 (210)						3,5 (350)
4.8.4	Rendimento								
	O rendimento relacionado ao PCS não pode ser menor que 72%, devendo ser determinado em regime de permanência, na potência nominal com gás de referência da família a qual pertence o aparelho e com elevação da temperatura da água no mínimo de 20°C			C	C	NC	C	C	
4.8.5	Temperatura da capa e dos controles								
4.8.5.1	Com o aquecedor operando com potência nominal, a temperatura da capa não pode exceder 60°C.			C	C	C	C	C	
4.8.5.2	Com o aquecedor operando com potência nominal, a temperatura dos dispositivos de controle e da região da capa próxima a estes não pode exceder 50°C.			NA	C	C	C	NA	
4.8.6	Estabilidade e queima								
4.8.6.1	A ignição deve ocorrer de forma suave.			C	C	C	NA	C	
4.8.6.2	Não deve haver retorno ou descolamento de chama. É aceito em condições transitórias breve retorno ou descolamento de chama, desde que não prejudique o funcionamento regular do queimador.			C	C	C	NA	C	
4.8.6.4	Quando o aparelho é submetido a uma corrente de retorno de 3 m/s de ar aplicada direta e frontalmente à extremidade de saída da chaminé sem a existência do terminal, as chamas devem permanecer estáveis e sem atingir locais fora da câmara de combustão. Além disso, a chama - piloto não deve apagar.			C	C	NA	NA	NA	
4.8.6.5	Devem ser utilizados os três gases de ensaio, bem como as três pressões da família a que pertence o aparelho.			C	C	C	NA	C	
4.8.7	Temperatura máxima								

	A temperatura máxima de saída da água não pode exceder 80°C em nenhuma condição normal de utilização do aparelho.	C	C	C	C	C
4.8.8	Pressão e vazão mínima de operação para o funcionamento do aparelho devem ser verificadas conforme faixa especificada pelo fabricante.	C	C	C	C	C
4.8.9	Tempo de acionamento do dispositivo de segurança de ignição					
4.8.9.2	O tempo necessário para a completa extinção da chama do queimador não pode exceder 60 s, a partir do acionamento do dispositivo de segurança.	C	C	C	C	C
6	Marcação e embalagem					
6.1	Identificação do aquecedor de água					
	O aquecedor deve ter, em lugar visível, uma identificação durável, com as seguintes indicações:					
a)	nome do fabricante e, eventualmente, a marca registrada;	C	C	C	C	C
b)	designação do tipo, conforme a potência nominal estipulada na tabela 1, mencionando:	C	C	C	C	C
	potência nominal nas condições-padrão, em quilowatts (quilocalorias por minuto);	C	C	C	C	C
	rendimento sobre PCS, em percentagem;	C	C	C	C	C
c)	gás a ser utilizado, podendo neste caso ser empregada uma identificação em separado para esta indicação;	C	C	C	C	C
d)	a seguinte inscrição: "Este aparelho só pode ser instalado em locais onde haja ventilação permanente, e o uso de chaminé é obrigatório".	C	C	C	C	C
	NOTA: No caso dos aquecedores projetados para operar sem a chaminé devem ser obedecidos os quesitos descritos na secção relativa à sua utilização na ABNT NBR 13103.	NA	C	NA	C	NA
6.2	Acessórios para conversão					
6.2.1	O kit de conversão, quando fornecido, deve incluir na mesma remessa, além da plaqueta, indicações necessárias para troca de peças, bem como para regulação e verificação das condições de funcionamento do aquecedor de água.	NA	NA	NA	NA	NA
6.2.2	Na conversão do aparelho de uma família de gases para outra, deve ser substituída a plaqueta de identificação, de forma durável, contendo os dados alterados na conversão.	NA	C	NA	NA	NA
6.3	Marcação de embalagem					
	Em local adequado e visível, devem ser colocadas nitidamente as marcações que indiquem a designação do aquecedor e o gás a ser utilizado	C	C	C	C	C

		ENSAIO DE PROFICIÊNCIA - REGISTRO DE RESULTADOS																
		Ensaio de Proficiência de Eficiência Energética e Segurança de Aquecedores de Água a Gás - 1ª Rodada																
ITENS DE SEGURANÇA - AQUECEDOR GLP																		
		Conforme – C	Não Conforme – NC	Não Aplicável - NA														
			PEP17.1/51	PEP17.1/14	PEP17.1/99	PEP17.1/86	PEP17.1/11											
ITEM	Desempenho e Segurança NBR 8130:2004	LAUDO	LAUDO	LAUDO	LAUDO	LAUDO												
4	Requisitos																	
4.1	Classificação																	
Os aquecedores são classificados de acordo com sua potência nominal, conforme a tabela 1.																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Potência Nominal (kcal/mim) Kw</th> <th>Volume Compartimento Ensaio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pequeno</td> <td>Menor do que 10,5 (150)</td> <td>6m³</td> </tr> <tr> <td>Médio</td> <td>De 10,5 a 14,0 (150 a 200)</td> <td>8m³</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>Maior que 14,0 (200)</td> <td>11m³</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo	Potência Nominal (kcal/mim) Kw	Volume Compartimento Ensaio	Pequeno	Menor do que 10,5 (150)	6m ³	Médio	De 10,5 a 14,0 (150 a 200)	8m ³	Grande	Maior que 14,0 (200)	11m ³	C	C	C	C	C
Tipo	Potência Nominal (kcal/mim) Kw	Volume Compartimento Ensaio																
Pequeno	Menor do que 10,5 (150)	6m ³																
Médio	De 10,5 a 14,0 (150 a 200)	8m ³																
Grande	Maior que 14,0 (200)	11m ³																
4.2	Dimensões das conexões																	
	As conexões dos aquecedores devem ter diâmetro nominal mínimo de 15 mm e roscas conforme a ABNT NBR 6414.	C	C	C	C	C												
4.3	Estrutura e materiais																	
4.3.1	Os componentes do aquecedor destinados à circulação de água e de gás devem resistir às pressões utilizadas nos ensaios.	C	C	C	C	C												
4.3.2	Os aquecedores devem ser projetados de forma a serem fixados firmemente à parede.	C	C	C	C	C												
4.3.3	As chamas devem ser visíveis ou com indicações de sua presença.	C	C	C	C	C												
4.3.4	As conexões de entrada de água, saída de água e entrada de gás devem ser identificadas no aparelho de modo permanente, a fim de facilitar a sua instalação.	C	C	C	C	C												
4.3.5	Deve ser impossível a penetração de água no circuito de gás.	C	C	C	C	C												
4.3.6	Peças sujeitas à manutenção ou substituição devem ser dispostas, colocadas ou marcadas de tal maneira que possam ser facilmente desmontadas e montadas apenas na posição correta.	C	C	C	C	C												

4.3.7	Sob condição normal de funcionamento não deve gotejar água exsudada.	C	C	C	C	C
4.3.8	As partes sujeitas ao contacto com os produtos da combustão devem ser construídas ou tratadas superficialmente com materiais resistentes à ação corrosiva dos mesmos.	C	C	C	C	C
4.3.9	Queimadores com aspiração de ar primário devem possuir os orifícios dos injetores de gás e as aberturas de ar de queima invariáveis.	C	C	C	C	NA
4.3.10	O diâmetro do orifício do injetor deve ser expresso em centésimos de milímetros e marcado de forma a facilitar sua identificação, no próprio injetor ou no porta-injetores. possuir os orifícios dos injetores de gás e as aberturas de ar de queima invariáveis.	NV	NA	NC	NA	NA
4.3.11	Os queimadores e o intercambiador de calor devem ser removíveis, sem necessidade da remoção dos encanamentos de gás ou dutos de tiragem. O acesso ao queimador deve ser fácil, para permitir a sua limpeza ou remoção.	C	C	C	C	C
4.3.12	A capa do aquecedor deve envolver pelo menos o intercambiador de calor e os queimadores.	C	C	C	C	C
4.4	Dispositivo de controle, de regulação e de segurança					
	O aquecedor de água deve ter os dispositivos de controle e de segurança conforme 4.4.1 e 4.4.2.					
4.4.1	Para gás					
4.4.1.1	Dispositivo de controle - as posições que indiquem fechado, piloto e aberto devem estar marcadas de forma clara, durável e indelével.	NA	NA	NA	C	NA
4.4.1.2	Dispositivo de segurança de ignição - este dispositivo deve obedecer às exigências de estanqueidade relativas a 5.3.1.1.	C	C	C	C	C
4.4.1.3	A potência nominal do piloto, medida com o gás de referência na pressão nominal de ensaio, não deve exceder 180 kcal/h.	NA	NA	NA	NA	NA
4.4.1.4	O piloto deve ser montado e fixado de tal modo que seja possível acendê-lo facilmente e que sua chama seja transmitida ao queimador principal com segurança.	NA	NA	NA	NA	NA
	Quando o acendimento do piloto é feito por dispositivo de acionamento manual, deve ser possível também acendê-lo sem a utilização deste dispositivo.	NA	NA	NA	NA	NA
4.4.1.5	O sistema de ignição pela chama-piloto ou outro dispositivo deve oferecer segurança de acendimento do queimador principal, mesmo que a saída de água quente seja aberta ou fechada rapidamente em intervalos curtos.	C	C	C	NA	C
4.4.1.6	Os dispositivos de controle, regulação e segurança devem ser acessíveis, de fácil manuseio e dispostos de forma a evitar um acionamento involuntário.	C	C	C	C	C
4.4.1.7	A possibilidade de desregulação involuntária pelo usuário de qualquer dispositivo de regulação de vazão ou pressão de gás deve ser evitada com a colocação de um lacre ou outro meio de proteção adequado.	C	C	C	C	C
4.4.1.8	O registro de linha deve ser posicionado de forma a facilitar o seu manuseio.	NA	C	C	C	C

4.4.1.9	Para a remoção dos produtos da combustão do ambiente no qual se encontra instalado o aquecedor, é obrigatório que o conjunto de tiragem seja complementado conforme disposto na ABNT NBR 13103.	C	C	C	C	C
4.4.1.10	O aquecedor de água que for conversível de uma família de gás para a outra deve ser convertido com peças previstas e fornecidas pelo fabricante ou através de soluções técnicas desenvolvidas por profissionais qualificados, aceitas pelas companhias distribuidoras de gás, após ensaios em seus laboratórios, segundo esta Norma.	NA	C	NA	NA	NA
4.4.2	Para água					
4.4.2.1	O estrangulador de água para abertura mínima do queimador, uma vez regulado, não deve provocar alteração na vazão mínima, durante a utilização do aquecedor.	C	C	C	C	NA
4.4.2.2	O fechamento da saída de água quente deve interromper instantaneamente o fornecimento do gás para o queimador principal.	C	C	C	C	C
4.5	Instruções para instalação e utilização					
4.5.1	O aquecedor deve ser acompanhado de um manual de instruções contendo:					
a)	Todas as informações necessárias à sua instalação e utilização;	C	C	C	C	C
b)	As seguintes informações técnicas:	C	C	C		-
	Potência nominal nas condições - padrão (15°C e 101,33 kPa (760 mm Hg));	C	C	C	C	C
	Rendimento;	C	C	C	C	C
	Pressões mínimas e máxima de água à entrada do aparelho, necessárias para o funcionamento;	C	C	C	C	C
	Vazão mínima de água para o acendimento;	C	C	C	C	C
	Especificação das conexões de água e gás;	C	C	C	C	C
	Diâmetro da chaminé a ser utilizada;	C	C	C	C	C
	Tempo de acionamento da válvula de segurança para o acendimento;	C	C	C	C	C
	Sistemas de segurança convenientemente descritos;	C	C	C	C	C
	Local de fixação da placa de identificação;	C	C	C	C	C
	Informações para conversão contendo os gases com que pode operar e as providências a serem tomadas.	C	C	C	C	NA
4.5.2	O aquecedor deve ser acompanhado do termo de garantia e da relação da rede de assistência técnica.	C	C	C	C	C
4.6	Documentos que devem ser fornecidos para os ensaios					
4.6.1	Todos os desenhos em escala adequada que forem necessários para mostrar claramente os detalhes de construção do aquecedor e as peças essenciais para o seu funcionamento.	NC	NC	NC	NA	C
4.6.2	Uma fotografia colorida (13 cm x 18cm) do aquecedor.	NC	NC	NC	NA	NA

4.6.3	Impressos ilustrativos, explicativos e esclarecedores, de acordo com as recomendações de 4.5.	NC	C	NC	NA	C
4.6.4	Descrição do aquecedor e dos detalhes de construção, vista explodida, indicando sua classificação conforme 4.1, o gás ou gases com que pode funcionar, e indicando ainda:					
a)	Procedimento para conversão;	NA	NC	NC	NA	NA
b)	Peças essenciais que devem ser facilmente substituíveis;	NA	NC	NC	NA	NA
c)	Componentes e acessórios, como, por exemplo, dispositivos de regulagem e de segurança;	C	NC	NC	NA	NA
d)	Pressão do gás do queimador principal na potência nominal, quando operar com regulador de pressão incorporado;	C	NC	NC	NA	NA
e)	Tipo de Queimador;	C	NC	NC	NA	C
f)	Massa do aquecedor, em kg;	C	C	NC	NA	C
g)	Dimensões do aquecedor;	C	C	NC	NA	C
h)	Materiais empregados e tratamentos superficiais aplicados nos componentes;	C	NC	NC	NA	NA
i)	Fabricantes e identificação original de componentes e acessórios fornecidos por terceiros.	C	NC	NC	NA	C
4.8	Especificações para os ensaios					
4.8.1	Estanqueidade					
4.8.1.1	Peças condutoras de gás. As especificações referem-se a ensaios com ar comprimido à pressão de 14,7 kPa (1 500 mm H2O). Os ensaios devem ser realizados com o aquecedor regulado para as condições normais de funcionamento. A estanqueidade deve ser considerada suficiente quando não houver vazamento ou este não exceder 70 cm ³ /h, obedecidos aos procedimentos de ensaio.	C	C	C	C	C
4.8.1.2	Peças condutoras de água. As peças condutoras de água devem ser estanques a uma pressão de ensaio de 800 kPa.	C	C	C	C	C
4.8.2	Potência nominal nas condições-padrão. A potência nominal nas condições-padrão deve ser determinada em ensaio com gás de referência da família a qual pertence o aparelho, podendo variar em relação ao valor estipulado pelo fabricante em ± 5%.	C	C	C	C	C
4.8.3	Características higiênicas					
4.8.3.1	As concentrações limites de CO neutro (isentas de excesso de ar e vapor d'água), nos produtos da combustão medidos na extremidade da chaminé, decorridos 10 min do início de funcionamento do aquecedor, não podem ultrapassar:					
a)	0,0500% em volume (500 ppm), quando o aquecedor for alimentado com gás de referência na pressão nominal de ensaio e na sobre pressão de 1,25 vez a pressão nominal de ensaio em corrente natural de ascensão dos produtos da combustão;	NA	C	C	C	C

b)	0,1000% em volume (1 000 ppm), quando o aquecedor for alimentado com gás limite de combustão incompleta na pressão nominal de ensaio e na sobrepressão de 1,25 vez a pressão nominal de ensaio em corrente natural de ascensão dos produtos da combustão.			C	C	C	C	C	
4.8.3.2	A concentração limite de CO medido no ambiente do compartimento-padrão, decorridos 30 min de funcionamento do aquecedor, não pode ultrapassar 0,0025% em volume (25 ppm), quando o aquecedor for alimentado com gás de referência e gás limite de combustão incompleta, operando com uma pressão de 1,25 vez a pressão nominal de ensaio em corrente natural de ascensão.			C	C	C	C	C	
4.8.3.3	Os valores das pressões nominal, mínima e máxima de ensaio para as 3 famílias de gases devem estar de acordo com a tabela 2:			C	C	C	C	C	
	Família	Pressão nominal kPa (mm H ₂ O)	Pressão mínima kPa (mm H ₂ O)						Pressão máxima kPa (mm H ₂ O)
	Primeira	1,0 (100)	0,75 (75)						1,25 (125)
	Segunda	2,0 (200)	1,5 (150)						2,5 (250)
	Terceira	2,8 (280)	2,1 (210)						3,5 (350)
4.8.4	Rendimento								
	O rendimento relacionado ao PCS não pode ser menor que 72%, devendo ser determinado em regime de permanência, na potência nominal com gás de referência da família a qual pertence o aparelho e com elevação da temperatura da água no mínimo de 20°C			C	C	C	C	C	
4.8.5	Temperatura da capa e dos controles								
4.8.5.1	Com o aquecedor operando com potência nominal, a temperatura da capa não pode exceder 60°C.			C	C	C	C	C	
4.8.5.2	Com o aquecedor operando com potência nominal, a temperatura dos dispositivos de controle e da região da capa próxima a estes não pode exceder 50°C.			NA	C	C	C	NA	
4.8.6	Estabilidade e queima								
4.8.6.1	A ignição deve ocorrer de forma suave.			C	C	C	NA	C	
4.8.6.2	Não deve haver retorno ou descolamento de chama. É aceite em condições transitórias breve retorno ou descolamento de chama, desde que não prejudique o funcionamento regular do queimador.			C	C	C	NA	C	
4.8.6.4	Quando o aparelho é submetido a uma corrente de retorno de 3 m/s de ar aplicada direta e frontalmente à extremidade de saída da chaminé sem a existência do terminal, as chamas devem permanecer estáveis e sem atingir locais fora da câmara de combustão. Além disso, a chama - piloto não deve apagar.			C	C	NA	NA	NA	
4.8.6.5	Devem ser utilizados os três gases de ensaio, bem como as três pressões da família a que pertence o aparelho.			C	C	C	NA	C	
4.8.7	Temperatura máxima								

	A temperatura máxima de saída da água não pode exceder 80°C em nenhuma condição normal de utilização do aparelho.	C	C	C	C	C
4.8.8	Pressão e vazão mínima de operação para o funcionamento do aparelho devem ser verificadas conforme faixa especificada pelo fabricante.	C	C	C	C	C
4.8.9	Tempo de acionamento do dispositivo de segurança de ignição					
4.8.9.2	O tempo necessário para a completa extinção da chama do queimador não pode exceder 60 s, a partir do acionamento do dispositivo de segurança.	C	C	C	C	C
6	Marcação e embalagem					
6.1	Identificação do aquecedor de água					
	O aquecedor deve ter, em lugar visível, uma identificação durável, com as seguintes indicações:					
a)	nome do fabricante e, eventualmente, a marca registrada;	C	C	C	C	C
b)	designação do tipo, conforme a potência nominal estipulada na tabela 1, mencionando:	C	C	C	C	C
	potência nominal nas condições-padrão, em quilowatts (quilocalorias por minuto);	C	C	C	C	NC
	rendimento sobre PCS, em percentagem;	C	C	C	C	C
c)	gás a ser utilizado, podendo neste caso ser empregada uma identificação em separado para esta indicação;	C	C	C	C	C
d)	a seguinte inscrição: "Este aparelho só pode ser instalado em locais onde haja ventilação permanente, e o uso de chaminé é obrigatório".	C	C	C	C	C
	NOTA: No caso dos aquecedores projetados para operar sem a chaminé devem ser obedecidos os quesitos descritos na seção relativa à sua utilização na ABNT NBR 13103.	NA		NA	C	NA
6.2	Acessórios para conversão					
6.2.1	O kit de conversão, quando fornecido, deve incluir na mesma remessa, além da plaqueta, indicações necessárias para troca de peças, bem como para regulação e verificação das condições de funcionamento do aquecedor de água.	NA	NA	NA	NA	NA
6.2.2	Na conversão do aparelho de uma família de gases para outra, deve ser substituída a plaqueta de identificação, de forma durável, contendo os dados alterados na conversão.	NA	C	NA	NA	NA
6.3	Marcação de embalagem					
	Em local adequado e visível, devem ser colocadas nitidamente as marcações que indiquem a designação do aquecedor e o gás a ser utilizado	C	C	C	C	C



Programa de Ensaio de Proficiência da Diretoria de Metrologia Científica e Industrial - PEP Dimci
Av. Nossa Senhora das Graças, 50 - Xerém / Duque de Caxias - RJ - Brasil CEP: 25250 - 020
Fax: +55 21 2679-9745 / www.inmetro.gov.br / pep-dimci@inmetro.gov.br