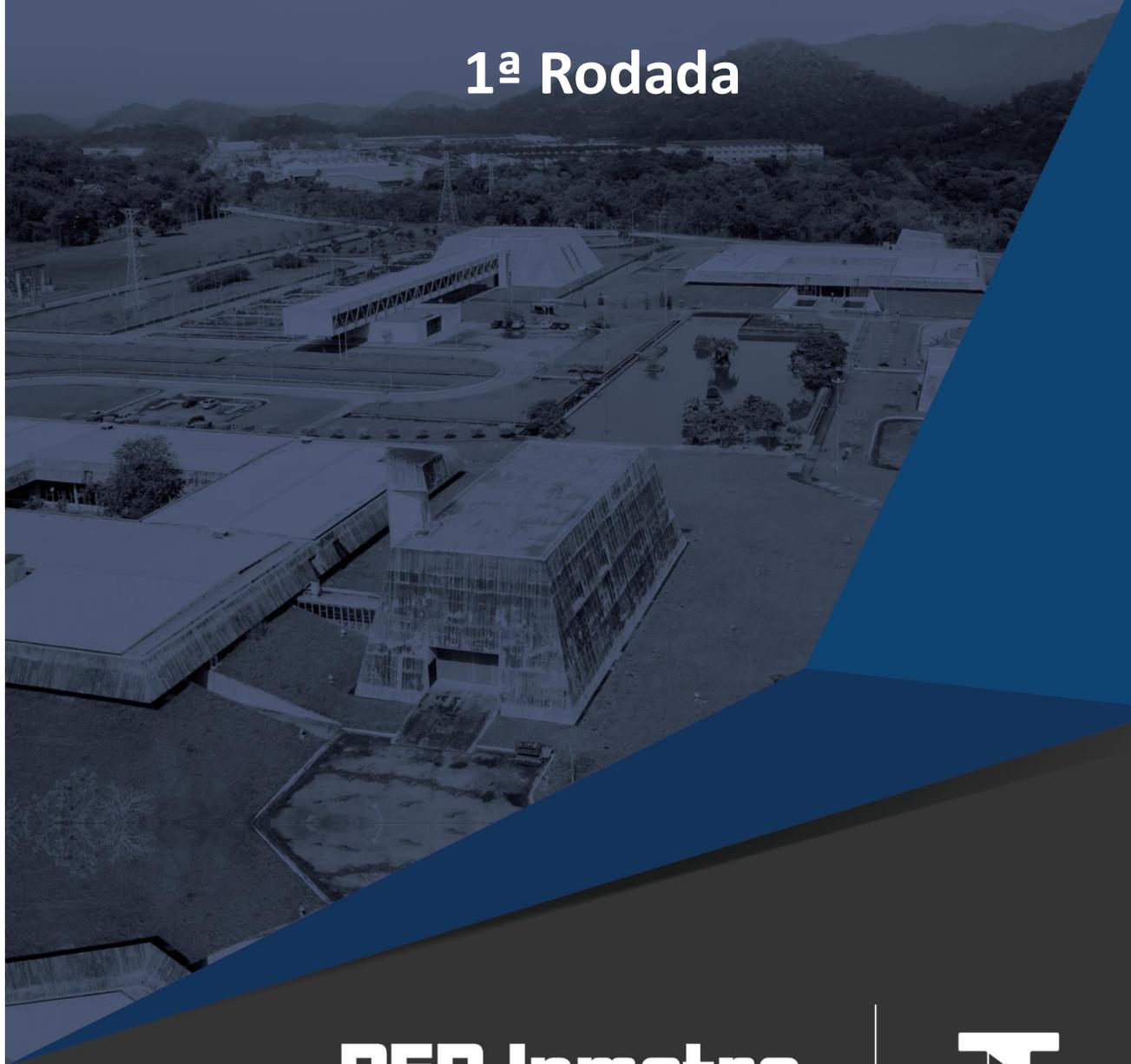


Relatório Final do Ensaio de Proficiência de Eficiência Energética em Refrigeradores

1ª Rodada



PEP-Inmetro

PROGRAMA DE ENSAIOS DE PROFICIÊNCIA DO INMETRO

Os resultados deste relatório referem-se somente aos itens ensaiados e aos respectivos participantes. Este relatório somente pode ser reproduzido em sua forma integral. Reproduções parciais devem ser previamente autorizadas pelo Inmetro.



ENSAIO DE PROFICIÊNCIA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM REFRIGERADORES

1ª RODADA

Período de realização: 27/12/2022 a 13/03/2024

RELATÓRIO FINAL Nº 002/2024

ORGANIZAÇÃO E COORDENAÇÃO DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro

Diretoria de Metrologia Científica, Industrial e Tecnologia - 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 – Telefone: (21) 2679-9745

COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO E COORDENAÇÃO

Adelcio Rena Lemos (Inmetro/Dimci/Lapep)

Carlos Bindé (PTB)

Danielle Assafin Vieira S. Silva (Inmetro/Dconf/Divet) – atualmente lotada no Inmetro/Dplan/Diple

Diego Soares Siqueira (Inmetro/Dimci/Lapep)

Hercules Antonio da Silva Souza (Inmetro/Dconf/Divet) – atualmente lotado no Inmetro/Dconf/Divig

José Ricardo Bardellini da Silva (Inmetro/Dimci/Lapep) – Chefe do Lapep

Leidiane Rangel da Silveira Kefler (Inmetro/Dimci/Lapep)

Lucas Dias Barros (Inmetro/Dimci/Lapep)

Rodrigo Caciano de Sena (Inmetro/ Dimci/Lapep)

COMITÊ TÉCNICO

Adair Askel (Laboratório Whirlpool)

Bruno Marghoti (Laboratório Electrolux)

Carlos Bindé (PTB)

Danielle Assafin Vieira Souza Silva (Inmetro/Dconf/Divet) – atualmente lotada no Inmetro/Dplan

Gabriel Fonseca Sarmanho (Inmetro/Dimci)

Leandro José Weschenfelder (PUC-RS/Labelo)

Maicon Oliveira (SGS Laboratório)

SUMÁRIO

1.	Introdução	3
2.	Materiais e Métodos.....	4
2.1.	Itens de Ensaio	4
2.1.1.	Preparo do item de ensaio	5
2.2.	Avaliação da Integridade dos Itens de Ensaio.....	5
2.3.	Avaliação da Homogeneidade e da Estabilidade dos Itens de Ensaio	5
2.4.	Atribuição dos valores designados do EP	6
2.5.	Método de Medição Utilizado pelos Participantes.....	6
3.	Análise Estatística dos Resultados dos Participantes	7
3.1.	Índice z'	7
4.	Resultados e Discussões	9
4.1.	Homogeneidade e Estabilidade dos Itens de Ensaio	9
4.1.1.	Homogeneidade	9
4.1.2.	Estabilidade durante a Circulação dos Itens de Ensaio.....	11
4.2.	Atribuição do Valor Designado	12
4.3.	Resultado dos Participantes.....	13
4.3.1.	Dispersão dos Resultados.....	14
4.3.2.	Índice z'	14
5.	Confidencialidade	16
6.	Conclusões	16
7.	Participantes.....	17
8.	Referências Bibliográficas	17

1. Introdução

O Programa de Ensaio de Proficiência (PEP) para Refrigeradores e Assemelhados, coordenado pela Diretoria de Metrologia Científica, Industrial e Tecnologia (Dimci) do Inmetro, é uma importante etapa para a internalização da norma técnica IEC 62552-1-2-3:2020[1][2][3] no Brasil. Até 31 dezembro de 2025, por força das exigências estabelecidas pela Portaria Inmetro nº 332, de 2021[4], todos os modelos de refrigeradores comercializados no país - hoje temos mais de trezentos modelos cadastrados na Tabela de Eficiência Energética - deverão ser ensaiados com base na norma IEC 62552-1-2-3:2020[1][2][3], e não mais na versão 2007. A internalização da norma é um desafio para laboratórios acreditados e para a indústria e sua realização bem-sucedida também contribuirá para a manutenção do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

Com o advento da nova versão de norma, os laboratórios acreditados, aptos a emitir relatórios para evidenciar os valores declarados pelo fornecedor na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), precisam se adaptar para garantir uma medição de qualidade do consumo de energia. As medições realizadas por esses laboratórios devem também estar harmonizadas. Dessa forma, as etiquetas apostas nos diferentes modelos disponíveis no mercado se tornam mais fidedignamente comparáveis, o que é a essência do PBE.

Além dos laboratórios acreditados, é igualmente importante o envolvimento dos laboratórios de fábrica não acreditados, já que o desenvolvimento de produtos e controle de qualidade passa por eles. Assim, a participação desses laboratórios nos ensaios de proficiência ajudará a minimizar não conformidades e irregularidades nos produtos do mercado, bem como minimizar custos de desenvolvimento e controle de qualidade (já que as medidas obtidas nos laboratórios de fábrica estarão, de certa forma, rastreadas a uma medida de referência).

Este EP foi realizado no âmbito do projeto intitulado “Fortalecimento da Infraestrutura de Qualidade para Energias Renováveis e Eficiência Energética II”, em parceria com o PTB (*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*). O fornecimento dos itens de ensaio e as medições realizadas pelo laboratório-âncora fazem parte da execução das atividades do projeto e não foram consideradas atividades subcontratadas.

Neste relatório são apresentados alguns desvios em relação ao planejamento e o protocolo deste EP em virtude de mudanças na abordagem estatística utilizada para avaliação da homogeneidade, estabilidade e atribuição do valor de referência.

A 1ª rodada do EP de Eficiência Energética em Refrigeradores tem como objetivo avaliar a competência dos participantes em realizar o ensaio de Determinação do Consumo de Energia, segundo a Portaria Inmetro nº 332/2021[4] e requisitos da Norma IEC 62552-3:2020[3], com os seguintes objetivos específicos:

- Proporcionar aos laboratórios nacionais a avaliação de suas capacidades de medição para consumo de energia de refrigerados e assemelhados seguindo os requisitos da Norma IEC 62552-3:2020;
- Avaliar a capacitação técnica dos laboratórios de ensaio em relatar resultados de medição confiáveis, dentro da incerteza de medição, quando declarada;
- Avaliar a gestão da qualidade dos laboratórios de ensaio, propiciando uma oportunidade para identificar não conformidades (por exemplo, no desempenho do pessoal, na calibração de instrumentos e na comparação de métodos) e iniciar as ações corretivas correspondentes; e
- Aperfeiçoar a capacitação dos laboratórios de ensaio em atender as necessidades de medição de consumo de energia elétrica e de eficiência energética constantes dos regulamentos vigentes no País.

2. Materiais e Métodos

2.1. Itens de Ensaio

O comitê técnico deste EP definiu os critérios para a seleção dos itens de ensaios, e considerando que esta comparação é parte do projeto de cooperação técnica entre o Inmetro e o PTB, esses foram cedidos pela Electrolux. Os itens de ensaio foram dois refrigeradores domésticos com as seguintes características (Tabela 1):

Tabela 1 - Descrição dos itens de ensaios

Fabricante	Electrolux
Modelo	DF44
Categoria	Refrigerador-congelador <i>frost-free</i>
Especificação Técnica	Tensão: 220 V (60 Hz) Capacidade total de armazenamento – 402 litros Compressor on-off Sem função de gelo Sem adega Sem <i>dampers</i> eletrônico Sem <i>skin condenser</i>
Código	02322FBA2-06
Nº de série	23601233 e 23601230
Data de fabricação	30/08/2022

Fonte: Protocolo de EP Dimci/Lapep nº 006/2022 – Revisão nº 05

2.1.1. Preparo do item de ensaio

O comitê técnico selecionou o laboratório da Electrolux (laboratório-âncora) para realizar o preparo dos itens de ensaio com a instrumentação extra de evaporadora e condensadora adequada para o ensaio de *pull down*. Além disso, foi definida e marcada uma região ideal para passagem dos cabos dos termopares (TMP₁, TMP₂, TMP₃, TMP₁₁, TMP₁₂, TMP₁₃, TMP₁₄ e TMP₁₅) do compartimento interno para o exterior do produto com o objetivo de minimizar a deformação da gaxeta. As posições das prateleiras dos itens de ensaios foram definidas pelo laboratório-âncora e todos os participantes utilizaram a mesma configuração. De forma complementar foram preparados e disponibilizados manuais para os participantes com orientações para o manuseio, a preparação do item para as medições e a reembalagem dos itens de ensaios para o transporte.

2.2. Avaliação da Integridade dos Itens de Ensaio

A verificação da integridade inicial do item de ensaio foi fundamental para assegurar a correta execução dos ensaios ao longo de todo o EP. Ela foi realizada pelo laboratório-âncora para cada um dos itens de ensaio utilizados no EP, de forma a verificar a existência de irregularidades antes da circulação dos itens pelos participantes.

A integridade dos itens de ensaio foi avaliada por meio do ensaio de abaixamento de temperatura (*pull down*), com o monitoramento das temperaturas e das variáveis de natureza elétrica (corrente, frequência e potência).

Os valores do *pull down* inicial obtidos pelo laboratório-âncora foram utilizados como referência para avaliar a integridade dos itens de ensaio durante a circulação entre os participantes. Todos os laboratórios participantes realizaram o ensaio de *pull down* de modo que foi possível acompanhar a integridade do item durante a circulação dos itens de ensaios.

2.3. Avaliação da Homogeneidade e da Estabilidade dos Itens de Ensaio

Os dois itens de ensaio utilizados neste EP foram selecionados considerando o modelo e data de fabricação, de modo que a variabilidade entre eles fosse a menor possível e apresentassem comportamento similar (consumo de energia) durante a execução da comparação. Partindo dessa premissa, antes da distribuição dos itens de ensaio foram realizadas cinco medições de consumo de energia para cada refrigerador e os valores foram comparados para avaliar a equivalência entre os resultados das medições. Após esta etapa, os dois itens foram circulados entre os participantes em formato de pétala: duas rotas de distribuição foram traçadas, partindo do laboratório-âncora, e os participantes de uma rota realizaram os ensaios em paralelo com os participantes da outra rota.

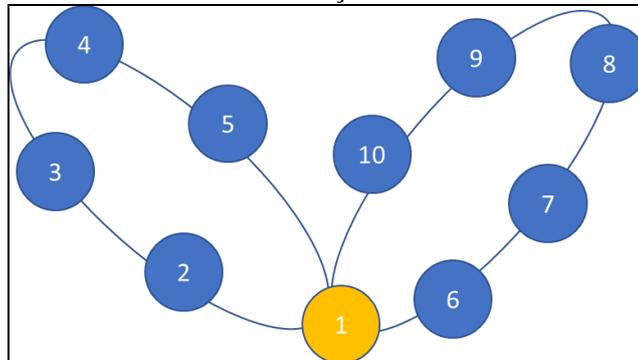
Ao final da circulação entre os participantes o laboratório-âncora realizou novamente 5 medições de consumo de energia para cada item de ensaio. Essas medições foram utilizadas para avaliar a equivalência entre os dois itens de ensaios, bem como sua estabilidade, em relação ao consumo de energia.

O laboratório selecionado, para executar as medições dos estudos para a caracterização dos itens de ensaios, possui competência reconhecida por meio de acreditação dos ensaios para medição de consumo de energia de refrigeradores. Todos os ensaios realizados nos foram realizados de acordo com os requisitos da Norma IEC 62552-3:2020[1,2,3].

2.4. Atribuição dos valores designados do EP

Os valores designados dos itens de ensaio foram calculados a partir dos resultados reportados pelos laboratórios acreditados que participaram deste EP. A circulação dos itens de ensaio foi realizada seguindo o modelo de pétalas (Figura 1) e em cada uma delas havia pelo menos dois laboratórios acreditados. O laboratório destacado em amarelo na Figura 1 foi responsável por executar as medições para a avaliação da equivalência entre os itens de ensaios e para a avaliação da estabilidade.

Figura 1 - Formato de distribuição dos itens de ensaio em pétala



Fonte: Protocolo de EP Dimci/Lapep nº 006/2022 – Revisão nº 05.

Os laboratórios acreditados reportaram os resultados da medição do consumo de energia com a incerteza expandida. Os valores de referência foram calculados a partir da média dos resultados desses laboratórios.

2.5. Método de Medição Utilizado pelos Participantes

Neste EP, todos os participantes utilizaram a mesma norma de referência (Tabela 2) para executar as medições de consumo de energia dos itens de ensaios. A fim de garantir a reprodutibilidade do comportamento dos refrigeradores em relação ao consumo de energia, todos os participantes seguiram as orientações dos manuais elaborados pelo comitê técnico.

Tabela 2 - Normas de referência

Parâmetros	Requisito da Norma de Referência
<i>Pull Down</i> – temperatura de condensação	Procedimento disponível no site do Inmetro
<i>Pull Down</i> – temperatura de evaporação	Procedimento disponível no site do Inmetro
Consumo de Energia diário a 32 °C	IEC 62552-1-2-3:2020[1][2][3]
Curva de Temperatura no ensaio de Consumo de Energia	IEC 62552-1-2-3:2020[1][2][3]
Curva de Potência Instantânea no ensaio de Consumo de Energia	IEC 62552-1-2-3:2020[1][2][3]

Fonte: Protocolo de EP Dimci/Lapep n° 006/2022 – Revisão n° 05.

3. Análise Estatística dos Resultados dos Participantes

O plano de trabalho e o protocolo deste EP previam o uso do índice z para a avaliação de desempenho dos laboratórios participantes, no entanto nesses documentos não foram considerados os possíveis efeitos da não homogeneidade entre os itens e a instabilidade como fatores que poderiam afetar a avaliação de desempenho dos participantes.

O índice z' é utilizado nos casos em que a incerteza do valor designado, da não homogeneidade ou da instabilidade for superior ao critério definido no item 9.2 e no Anexo B da Norma ISO 13528 [6]. Esse foi o caso observado no estudo de estabilidade dos itens deste EP e por conta disso, o cálculo do índice z foi substituído pelo índice z' (equação 1).

O uso do índice *zeta* também estava previsto no protocolo do EP. No entanto seu emprego não foi viável, já que apenas três laboratórios acreditados reportaram as incertezas expandidas da medição do consumo de energia. Isso, associado com o número limitado de participantes, não permitiu uma avaliação confiável da consistência das incertezas reportadas e atribuir ao valor designado uma incerteza realística.

3.1. Índice z'

Para a avaliação dos resultados dos participantes, foi seguido um dos critérios da ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011 [5], o índice z' (z' -score, medida da distância relativa do resultado da medição do laboratório em relação ao valor designado do ensaio de proficiência), que foi calculado de acordo com a equação 1.

$$z'_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma'} \quad (1)$$

Onde:

x_i é o resultado médio da medição do i-ésimo participante;

x_{pt} é o valor designado deste EP;

σ_{pt} é o desvio-padrão para avaliação de proficiência dos participantes do EP através do índice z .

Nesta rodada, o σ_{pt} foi estabelecido como 3,75% em relação ao valor designado*.

O desvio-padrão para avaliação de desempenho dos participantes foi recalculado de acordo com a equação 2.

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_{pt}^2 + u^2(x_{pt})} \quad (2)$$

Onde,

σ' , é o desvio-padrão recalculado para avaliação de proficiência dos participantes do EP;

σ_{pt} é o desvio-padrão para avaliação de proficiência dos participantes do EP através do índice z .

Nesta rodada, o σ_{pt} foi estabelecido como 3,75% em relação ao valor designado*.

$u(x_{pt})$ é a incerteza-padrão combinada do valor médio de consumo de energia de todos laboratórios do EP.

A interpretação do índice z' é apresentada a seguir:

$|z'| \leq 2,0$ - indica desempenho “satisfatório” e não gera sinal;

$2,0 < |z'| < 3,0$ - indica desempenho “questionável” e gera um sinal de alerta;

$|z'| \geq 3,0$ - indica desempenho “insatisfatório” e gera um sinal de ação.

*** A Portaria Inmetro Nº 332, de 2 de agosto de 2021 estabelece os requisitos de avaliação da conformidade para refrigeradores e assemelhados [4] e no Anexo II desta Portaria consta o seguinte requisito:**

6.2.1.2.3 *Nos ensaios de desempenho, a amostra deve estar conforme quanto à Classe Climática e o valor de consumo de energia medido deve ser de no máximo 7,5% superior ao valor declarado na ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia).*

Considerando que o desvio máximo permitido entre o resultado declarado na ENCE e o resultado do ensaio realizado em laboratório é de 7,5%, o desvio-padrão para o ensaio de proficiência (σ_{pt}) foi

definido como a metade desse valor (3,75%), já que na avaliação de desempenho dos laboratórios serão considerados satisfatórios os valores do índice $z' \leq 2,0$.

4. Resultados e Discussões

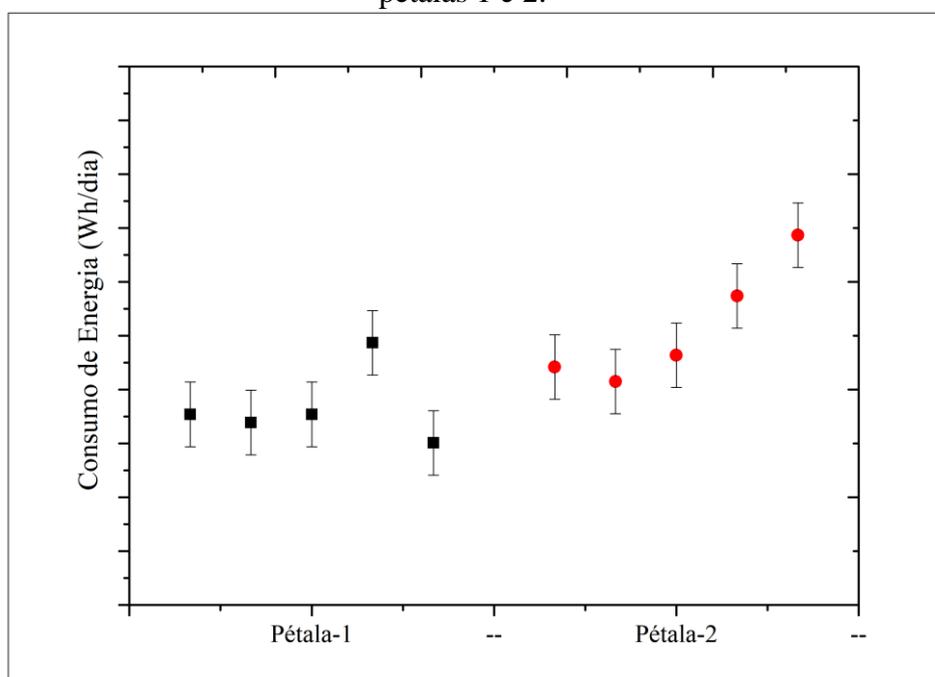
4.1. Homogeneidade e Estabilidade dos Itens de Ensaio

4.1.1. Homogeneidade

Neste EP foram utilizados dois refrigeradores com características similares (fabricante, modelo e data de fabricação) como itens de ensaio. Considerando que o consumo declarado na etiqueta nacional de conservação de energia é baseado em uma amostragem dos refrigeradores, o comitê técnico avaliou a possibilidade de atribuir apenas um valor de referência para os dois itens de ensaio. Neste caso foi necessário testar a premissa da equivalência do consumo de energia entre os itens.

Na Figura 2 são apresentados os resultados de 5 medições de consumo de energia para o item utilizado na pétala 1 e os outros utilizados na pétala 2. As barras de erro para cada medição representam a incerteza expandida reportada pelo laboratório-âncora.

Figura 2 - Comparação das medições de consumo de energia entre os itens de ensaio circulados nas pétalas 1 e 2.



Fonte: Dimci/Lapep

Os resultados apresentados na Figura 2 indicam que o item de ensaio utilizado na pétala 2 tem um consumo de energia ligeiramente superior ao item de ensaio da pétala 1, bem como uma dispersão maior das medições. Na Tabela 3 é apresentada a análise descritiva dos resultados das medições de consumo de energia de cada item de ensaio utilizado neste EP.

Tabela 3 - Resumo da análise descritiva dos resultados das medições iniciais dos itens de ensaio circulados no EP.

	Pétala 1	Pétala 2
Média do Consumo de Energia (relativo) *	0,9958	1,0042
Incerteza Expandida (%)	0,34	0,33
Desvio-padrão (Wh/dia)	7	11,3
Desvio-padrão relativo (%)	0,40	0,63
Incerteza-padrão (repetibilidade) – Wh/dia	3,2	5,0

Fonte: Dimci/Lapep

* Para manter a confidencialidade, o valor nominal de consumo de energia do estudo de homogeneidade foi substituído pelo valor relativo da média de cada pétala em relação ao valor médio das duas pétalas.

A diferença entre as médias de consumo de energia entre os itens de ensaios foi de 14,9 Wh/dia, que equivale a uma diferença percentual de 0,84 % em relação ao item de ensaio com o menor resultado de consumo de energia. A incerteza expandida da diferença das médias de consumo de energia é 8,5 Wh/dia e sendo esse valor menor do que a diferença das médias de consumo de energia (14,9 Wh/dia), conclui-se que, dentro dos limites das incertezas expandidas das medições, os dois itens não são equivalentes em termos de consumo de energia.

No entanto, para o propósito deste EP foi considerado o critério previsto na Norma ISO 13528 [6] para a avaliação de homogeneidade dos itens de ensaio, conforme a inequação 1:

$$\text{Desvio-padrão da repetibilidade} \leq 0,3 \sigma_{pr} \quad (1)$$

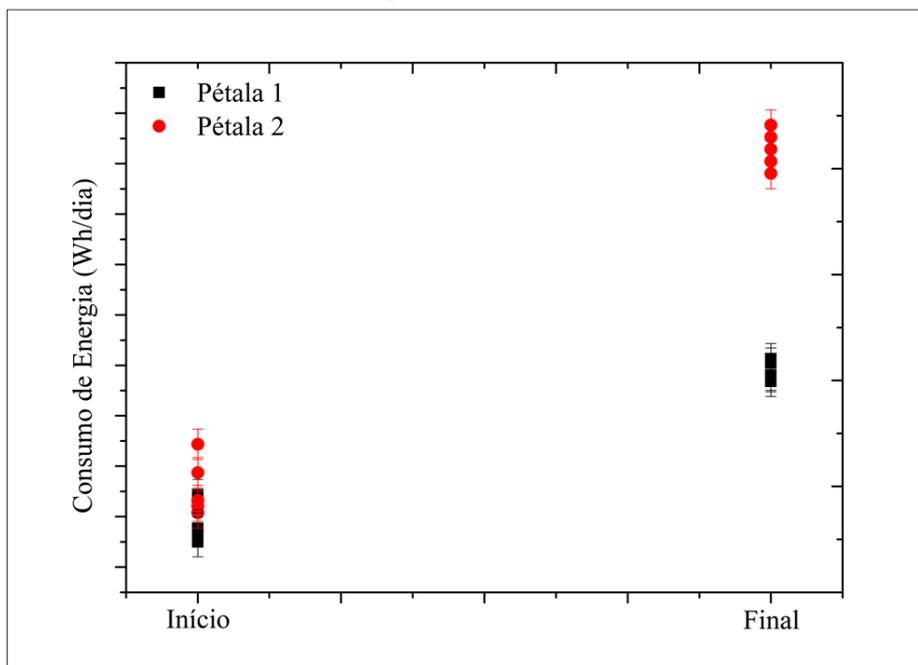
No caso específico deste EP, o desvio-padrão da repetibilidade foi substituído pela diferença das médias das cinco medições de consumo de energia para cada refrigerador. Neste caso, foi assumido que os itens de ensaio fazem parte de um lote de refrigeradores fabricados no ano de 2022 cujo processo de produção é bem controlado e reprodutivo, bastando apenas verificar se a diferença observada no consumo de energia é aceitável para o propósito deste EP, atendendo o limite definido na inequação 1.

Como a diferença percentual entre as duas médias é de 0,84 % e o valor de $0,3 \sigma_{pr}$ é de 1,13 %, podemos assumir que a diferença observada no consumo de energia entre os itens não é impeditiva para atribuir um único valor de consenso para os dois itens.

4.1.2. Estabilidade durante a Circulação dos Itens de Ensaio

Os itens de ensaio circularam entre os participantes do EP durante 10 meses e para avaliar a estabilidade deles durante esse período foi utilizada a abordagem de comparar os resultados do consumo de energia dos refrigeradores no início e no final da rodada (Figura 3). A comparação do comportamento do consumo de energia entre os itens que circularam nas pétalas 1 e 2 demonstra que ambos apresentaram tendência de aumento no consumo de energia, sendo esse efeito mais pronunciado no item que circulou na pétala 2.

Figura 3 - Comparação das medições de consumo de energia entre os itens de ensaio circulados nas pétalas 1 e 2.



Fonte: Dimci/Lapep

A Tabela 4 apresenta para cada item de ensaio a diferença do consumo médio de energia observada entre o início e o final do EP. Para o item de ensaio que circulou na pétala 2, o aumento do consumo de energia foi aproximadamente o dobro do valor observado na pétala 1. A avaliação dos resultados dos ensaios de *pull down* enviado pelos participantes não indicou nenhuma alteração nos parâmetros monitorados que indicasse o comprometimento da integridade dos itens de ensaio.

Tabela 4 - Avaliação da estabilidade durante a circulação dos itens de ensaio.

Item de Ensaio	Diferença de consumo de energia (%)
Pétala 1	3,4
Pétala 2	7,5

Fonte: Dimci/Lapep

Para avaliar a significância da diferença observada foi utilizada a abordagem prevista no anexo B.4.2 da ISO 13528:2022 [6], que tem como princípio a verificação de mudança significativa do valor da propriedade durante o curso do EP, comparando-se os resultados de amostras analisadas no início e no final da rodada.

As diferenças observadas de consumo de energia dos itens de ensaio foram maiores do que $1,13\%$ ($0,3 \sigma_{pt}$), indicando que a diferença observada não pode ser negligenciada.

4.2. Atribuição do Valor Designado

Nesta rodada, os resultados dos laboratórios acreditados foram utilizados para a determinação do valor designado e foi solicitado aos laboratórios acreditados que reportassem o valor da incerteza de medição do consumo de energia, mas apenas dois enviaram esses dados de forma clara.

Tabela 5 - Valores médios do consumo de energia dos itens de ensaio

Item de Ensaio	Quantidade de Laboratórios	Consumo de Energia (Wh/dia)	Desvio-padrão (Wh/dia)	Incerteza-padrão (Wh/dia)	Incerteza-padrão (%)
Pétala 1	2 ¹	1746	44	31	1,77
Pétala 2	3 ¹	1748	45	26	1,47
Pétala (1 e 2)	9 ^{2,3}	1748	67	22	1,28
Valor designado	5	1747	38	17	0,98

Fonte: Dimci/Lapep

¹ Acreditados.

² Foram considerados os resultados do laboratório-âncora nas duas pétalas.

³ O resultado do participante 64 foi considerado um *outlier* (erro grosseiro de relato de resultado).

Os resultados apresentados na Tabela 5 demonstram que a média do consumo de energia dos itens das pétalas são similares, bem como o desvio-padrão.

A diferença da média de consumo energia entre os itens de ensaio no início do EP foi de 14,9 Wh/dia e a média obtida a partir dos laboratórios acreditados foi de apenas 2 Wh/dia. Como não houve diferença significativa entre as médias de consumo de energia dos itens de ensaio circulados nas pétalas 1 e 2, o valor designado foi atribuído a partir da média dos cinco laboratórios acreditados distribuídos nas duas pétalas.

Conforme descrito no item 4.1.2, os dados utilizados para avaliar a estabilidade dos itens, durante o transporte, indicam que a essa fonte não pode ser negligenciada na avaliação de desempenho dos participantes do EP. Como a incerteza da média dos resultados das pétalas 1 e 2 já considera as componentes de incerteza devido a não homogeneidade e instabilidade (nota 1 do item 7.7.7 da ISO

13528) e essa incerteza é maior do que $0,3 \sigma_{pt}$, ela foi considerada no desvio-padrão para avaliação de desempenho dos participantes.

A Tabela 6 apresenta o valor designado para o consumo de energia, bem como o desvio-padrão para avaliação de desempenho.

Tabela 6 - Valor designado para consumo de energia e desvio-padrão para avaliação de desempenho.

Consumo de Energia	Wh/dia
Valor Designado	1747
Desvio-padrão para avaliação de desempenho (σ_{pt})	66
Desvio-padrão para avaliação de desempenho – recalculado (σ')	69

Fonte: Dimci/Lapep

4.3. Resultados dos Participantes

Os resultados das medições de consumo de energia dos itens de ensaio reportados pelos laboratórios participantes deste EP são mostrados na Tabela 7 e apresentados conforme reportados pelos participantes (número de algoritmos significativos e casas decimais).

Os participantes são identificados nos gráficos, tabelas e textos deste relatório pelos dois últimos caracteres do seu código de identificação.

Tabela 7 - Resultados das medições de consumo de energia reportados pelos participantes

Código do Participante	Consumo de Energia (Wh/dia)	Incerteza Expandida (Wh/dia)	k
Pétala 1			
39	1883,0	2,82	2
53	1776,7	± 6	2
64	1,81	Não reportado	Não reportado
87 ¹	1715	Não reportado	Não reportado
90	1639,3	Não reportado	Não reportado
Pétala 2			
83	1734,1	Não reportado	Não reportado
84 ¹	1739,0	Não reportado	Não reportado
91	1702,5	33	2,00
93 ¹	1751,0	Não reportado	Não reportado

Fonte: Dimci/Lapep

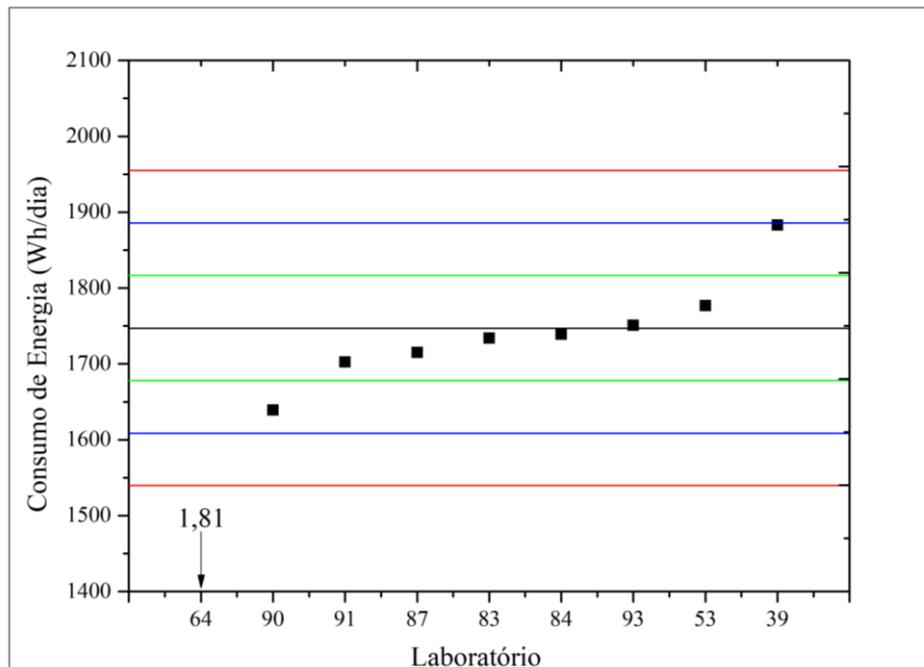
¹ Os participantes 84, 87 e 93 reportaram a incerteza expandida do E_{daily} .

O comitê de organização identificou na avaliação inicial dos formulários de resultados enviados pelos participantes que alguns reportaram resultados 1000 vezes menores em relação aos resultados do laboratório-âncora. Considerando o número limitado de participantes, o comitê de organização solicitou que os laboratórios ratificassem ou retificassem seus resultados.

4.3.1. Dispersão dos Resultados

Na Figura 4 são apresentados os resultados finais para as medições de consumo de energia em refrigerador. A linha preta do gráfico representa o valor designado (x_{pt}) e a linha verde representa o valor designado com relação a uma vez o desvio-padrão para o EP ($x_{pt} \pm \sigma'$). A linha contínua azul representa o valor designado com relação a duas vezes o desvio-padrão para o EP ($x_{pt} \pm 2\sigma'$) e a linha contínua de cor vermelha representa o valor designado com relação a três vezes o desvio-padrão para o EP ($x_{pt} \pm 3\sigma'$). O resultado com seta indica que o resultado final fornecido pelo participante está fora da escala do gráfico.

Figura 4 - Dispersão dos resultados do EP para medição de consumo de energia em refrigeradores



Fonte: Dimci/Lapep

4.3.2. Índice z'

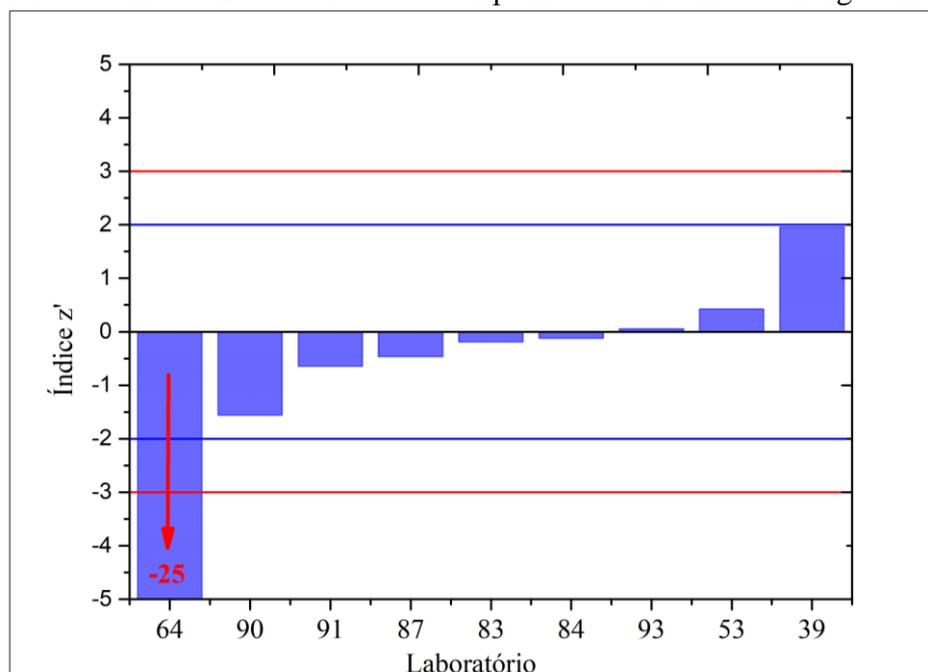
A Tabela 8 apresenta o resultado da avaliação de desempenho dos laboratórios por meio do índice z' e a Figura 5 apresenta o gráfico do índice z' referente ao desempenho dos participantes do EP de eficiência energética em refrigeradores.

Tabela 8 - Resultados do índice z' referentes à medição de consumo de energia em refrigeradores

Código do Participante	Índice z'
39	1,96
53	0,42
64	-25
83	-0,19
84	-0,12
87	-0,47
90	-1,56
91	-0,65
93	0,05

Fonte: Dimci/Lapep
 Resultado satisfatório.
 Resultado questionável.
 Resultado insatisfatório.

Figura 5 – Gráfico do índice z' referente ao desempenho de consumo de energia em refrigeradores



Fonte: Dimci/Lapep

Apenas o laboratório 64 apresentou desempenho considerado insatisfatório, sendo que o resultado desse laboratório foi cerca de 1000 vezes menor em relação ao valor designado. Isso indica um possível erro de relato do resultado.

5. Confidencialidade

Cada participante foi identificado por código individual que é conhecido somente pelo próprio participante e pela coordenação do EP. Conforme estabelecido na ficha de inscrição, a identificação dos laboratórios acreditados e em fase de acreditação será enviada para conhecimento da Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre). O participante recebeu, via e-mail, o seu código de identificação correspondente à sua participação no EP. Este código foi utilizado como identificação do participante no preenchimento do formulário de registro de resultados. Os resultados poderão ser utilizados em trabalhos e publicações pelo Inmetro respeitando-se a confidencialidade de cada participante.

Conforme estabelecido no item 4.10.4 da ABNT ISO/IEC 17043:2011, em circunstâncias excepcionais, uma autoridade reguladora pode requerer os resultados e a identificação dos participantes do EP ao provedor. Se isto ocorrer, o provedor do EP notificará esta ação aos participantes.

6. Conclusões

Esta foi a primeira rodada de EP de eficiência energética em refrigeradores que contou com a participação de 09 (nove) laboratórios, sendo quatro acreditados.

Os resultados dos laboratórios participantes deste EP foram avaliados por meio do índice z' , por conta de um desvio em relação ao plano de trabalho e protocolo. Oito laboratórios participantes (88%) apresentaram desempenho satisfatório e 1 laboratório participante (12%) apresentou desempenho insatisfatório.

Recomenda-se que os participantes que não apresentaram desempenho satisfatório analisem criticamente sua metodologia de medição. Além disso, recomenda-se também uma avaliação da ocorrência de erros grosseiros, tais como transcrição incorreta de dados, erros de conversão de unidades, de validação de planilhas e interpretação incorreta das instruções do protocolo. Essa avaliação deve ser realizada, principalmente para os laboratórios que obtiveram resultados muito acima ou abaixo do esperado, como foi o caso do participante 64.

Vale ressaltar que neste EP apenas três laboratórios informaram os resultados da estimativa de incerteza de medição. Esses valores variaram de 0,15 a 1,94 % em relação ao resultado de medição do consumo de energia do refrigerador. Destacamos que é requisito da Norma IEC 62552-3:2020 a estimativa de incerteza de medição do consumo de energia, assim como na Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 [7].

Finalmente, deve-se ressaltar a importância da participação em exercícios de EP. Um EP constitui uma ferramenta útil para monitorar os procedimentos de análises usados na rotina e avaliar os resultados das medições, possibilitando a melhoria da qualidade dos resultados e garantindo maior confiabilidade às medições.

7. Participantes

Nove participantes se inscreveram na 1ª rodada do Ensaio de Proficiência de Eficiência Energética em Refrigeradores. A lista dos participantes que enviaram os resultados à coordenação deste EP é apresentada na Tabela 9. É importante ressaltar que a numeração da tabela é apenas indicativa do número de participantes no EP, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos participantes na apresentação dos resultados.

Tabela 9 – Participantes

Instituição	
1.	CEPEL- CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (LabEE)
2.	ELECTROLUX DO BRASIL S. A. LAB. DE SEGURANÇA E DESEMPENHO DE ELETRODOMÉSTICOS (LABESE)
3.	ESMALTEC S/A ESMALTEC
4.	NIDEC GLOBAL APPLIANCE BRASIL Laboratório de Aplicação
5.	Panasonic do Brasil Limitada
6.	SGS do Brasil LTDA
7.	TECUMSEH DO BRASIL LTDA LABORATÓRIO DE APLICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO - LAD
8.	UBEA – União Brasileira de Educação e Assistência LABELO - Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica
9.	Whirlpool SA Laboratório de Desenvolvimento e Aprovação de Produtos

Total de participantes: 9 participantes.

8. Referências Bibliográficas

- [1] IEC 62552-1:2020 - *Household refrigerating appliances – Characteristics and test methods – Part 1: General requirements.*
- [2] IEC 62552-2:2020 - *Household refrigerating appliances – Characteristics and test methods – Part 2: Performance requirements.*

- [3] IEC 62552-3:2020 - *Household refrigerating appliances – Characteristics and test methods – Part 3: Energy consumption and volume.*
- [4] Portaria Inmetro nº 332, de 02/08/2021- Aprova os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Refrigeradores e Assemelhados – Consolidado.
- [5] ABNT ISO/IEC 17043:2011: Avaliação da conformidade. Requisitos gerais para ensaios de proficiência.
- [6] ISO 13528:2022. *Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.*
- [7] ABNT NBR ISO/IEC 17025, “Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração”, 2017.
-



Programa de Ensaio da Proficiência do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – PEP-Inmetro
Av. Nossa Senhora das Graças, 50 – Xerém – Duque de Caxias – RJ – Brasil – CEP: 25250-020
Tel.: +55 21 2679-9745 – www.inmetro.gov.br – E-mail: pep-inmetro@inmetro.gov.br