



GREEN
CLIMATE
FUND

ONU 
medio ambiente



Melhores práticas internacionais em MEPS e etiquetas para regulamentação de refrigeradores comerciais

Projeto:
“Marco Nacional para Aceleração da
Eficiência Energética e Redução de
Emissões nos Refrigeradores Comerciais no
Brasil”

Atividade 2.2.1b

Abril de 2022

United for Efficiency - U4E

Miquel Pitarch Mocholí
Marcio Nascimento de Oliveira
Roberto Borjabad Garcia
Rocio Soledad Garcia

Ministério de Minas Energia - MME

Alexandra Albuquerque Maciel
Samira Sana Fernandes de Sousa

Elaboração

Miquel Pitarch Mocholi (U4E)
miquel.pitarch@un.org

Revisão Técnica

Alexandra Albuquerque Maciel (MME)
Conrado Augustus Melo (UFABC)
Marcio Nascimento de Oliveira (U4E)
Samira Sana Fernandes de Sousa (MME)

Participantes do Grupo de Trabalho (*Policy Working Group* - PWG)

Alessandra da Costa Barbosa Pires de Souza - Cepel
Ana Cristina Braga Maia - EPE
Andre Rosa - Nidec Global Appliance
Arthur Ngai-Dian Ting - ABRAVA
Bruno Pussoli - Metalfrio
Carlos Alexandre Principe Pires - MME
Carlos Eduardo Carreira Firmeza Brito - ANEEL
Cássio Borrás Santos - ANEEL
Célio Luis Paulo - SDIC
Danielle Assafin Vieira Souza Silva - INMETRO
Davi Miyazaki - Fricon
Fabiano Meinicke - Ártico
Fabio Girolto de Araujo - Esmaltec
Fabio Machado Cucinoto - Esmaltec
Flávio Giongo - Gelopar
Flavio Rios - Tecumseh
Frank Edney Gontijo Amorim - MMA
Geraldo Nawa - ABINEE
Gilson Fernando Kosuiesko - Gelopar

Gustavo Galdi Heidinger - Eletrofrio
Gustavo Haverroth - Eletrofrio
Gustavo Weber - Tecumseh
Hercules Antonio da Silva Souza - INMETRO
Homero Cremm Busnello - Tecumseh
Israel Dulcimar Teixeira - Labelo/PUCRS
João Paulo Rossetto - Nidec Global Appliance
Larissa Cataldo - Metalfrio
Leandro Jose Weschenfelder - Labelo/PUCRS
Leandro Oliveira - UL do Brasil
Leonardo Takaoka Corradini - Metalfrio
Luiz Carlos de Almeida Junior - SDIC
Luiz Renato de Oliveira Chueire - Eletrofrio
Magna Leite Ludovice - MMA
Maicon Oliveira - SGS
Marcello Soares Rocha - Eletrobrás
Marcos Heck - Metalfrio
Mariana Bacarin - Nidec Global Appliance
Michael Matos - Fricon
Oswaldo Bueno - ABRAVA
Pablo de Abreu Lisboa - Cepel
Robson Freitas - ABINEE
Rodolfo da Silva Espíndola - UFSC
Sandro Batista - Arneg
Samuel Mariano do Nascimento - Eletrofrio
Thiago Toneli Chagas - EPE
Tiago Nascimento - Fricon
Thomas Schiller - Arneg
Victor Zidan da Fonseca - Eletrobrás
Viviane Lima - Nidec Global Appliance
Vinicius Pereira Brandão - Refrimate
Wagner Duboc – Cepel

United for Efficiency U4E

Energy, Climate and Technology Branch
Economy Division
UN Environment
1 rue Miollis, Building VII
75015 Paris, França
Telefone: +33 1 44 37 42 61
<http://united4efficiency.org/>

Sumário

SUMÁRIO	4
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	7
1 INTRODUÇÃO	8
1.1 MEPS, ETIQUETAS DE EFICIÊNCIA E REFRIGERAÇÃO COMERCIAL	8
1.2 OBJETIVO DO ESTUDO.....	11
2 DEFINIÇÕES E TIPOS DE EQUIPAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL	13
3 ESCOPO	17
3.1 EQUIPAMENTOS REGULAMENTADOS NOS PAÍSES SELECIONADOS	17
3.2 PADRÕES DE TESTAGEM DISPONÍVEIS	21
3.3 MERCADO INTERNACIONAL.....	24
3.4 MERCADO BRASILEIRO	25
3.5 RECOMENDAÇÕES SOBRE O ESCOPO	28
3.5.1 <i>Expositores frigoríficos (integrals e remotos)</i>	29
3.5.2 <i>Refrigerador de bebidas</i>	31
3.5.3 <i>Refrigeradores de Armazenamento (com portas cegas)</i>	32
3.5.4 <i>Congelador de sorvetes</i>	33
3.5.5 <i>Expositor para sorvetes artesanais</i>	33
3.5.6 <i>Máquina refrigerada de venda automática</i>	34
3.5.7 <i>Câmaras frigoríficas</i>	34
3.5.8 <i>Unidades Condensadoras</i>	35
3.5.9 <i>Rack de Compressores</i>	35
3.5.10 <i>Grandes sistemas de refrigeração</i>	36
3.5.11 <i>Máquinas de bebidas e sorvetes “soft”</i>	36
3.5.12 <i>Outros tipos de refrigeradores comerciais</i>	37
4 PADRÕES E CONDIÇÕES DE TESTAGEM	37
4.1 CONDIÇÕES DE TESTE.....	38
4.1.1 <i>Testes de classe climática e consumo de energia</i>	38
4.1.2 <i>Classe de temperatura segundo a temperatura alvo</i>	39
4.2 ANÁLISE DA NOVA ISO 22044:2021 (REFRIGERADORES DE BEBIDAS)	41
4.2.1 <i>Classes de temperatura (temperatura alvo dentro do gabinete)</i>	41
4.2.2 <i>Teste de recuperação de temperatura e meia recarga</i>	42
4.2.3 <i>Teste de consumo de energia</i>	42
4.2.4 <i>Outras características</i>	43
4.2.5 <i>Conclusões sobre a ISO 22044:2021</i>	43
4.3 ANÁLISE DA ISO 22043:2020 (CONGELADOR PARA SORVETES)	44
4.4 ANÁLISE DA NOVA ISO 23953-2	45
4.5 COMPARAÇÃO ENTRE AS NORMAS ANSI/AHRI E ISO	46
4.6 PRINCIPAIS BARREIRAS PARA OS LABORATÓRIOS DE TESTE	48
5 CATEGORIZAÇÃO DE PRODUTOS E DEFINIÇÃO DE MÉTRICAS PARA APLICAÇÃO DE MEPS E ETIQUETAS	49
5.1 AUSTRÁLIA, UNIÃO EUROPEIA E GUIA DA U4E.....	49

5.1.1	<i>Categorização do congelador de sorvetes</i>	53
5.1.2	<i>Categorização dos refrigeradores de bebidas</i>	54
5.2	ESTADOS UNIDOS (EUA)	55
5.3	MÉXICO.....	57
6	COMPARAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE MEPS INTERNACIONAIS	60
6.1	EF REMOTO VERTICAL RESFRIADO	61
6.2	EF REMOTO VERTICAL CONGELADO	62
6.3	EF REMOTO HORIZONTAL RESFRIADO.....	63
6.4	EF REMOTO HORIZONTAL CONGELADO.....	63
6.5	EF INTEGRAL VERTICAL RESFRIADOS.....	64
6.6	EF INTEGRAL VERTICAL CONGELADOS.....	65
6.7	EF INTEGRAL HORIZONTAL RESFRIADOS	65
6.8	EF INTEGRAL HORIZONTAL CONGELADOS	65
6.9	CONCLUSÃO E COMPARAÇÃO DE MEPS PARA EF.....	66
7	TIPOS E NÍVEIS DE ETIQUETAS	67
7.1	ETIQUETAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA UE E NA AUSTRÁLIA.....	69
7.2	O SELO <i>ENERGY STAR</i> DOS EUA	71
7.3	ETIQUETAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO MÉXICO	71
7.4	ATUALIZAÇÃO DAS ETIQUETAS	72
8	CERTIFICAÇÃO: ABORDAGEM QUANTO AOS LABORATÓRIOS DE TESTE	73
8.1	ABORDAGEM DE AGRUPAMENTO NA UNIÃO EUROPEIA	73
8.2	MÉTODOS DE EXTRAPOLAÇÃO DA ISO 23953-2	76
8.3	MODELOS COM BAIXAS VENDAS E DE GRANDES DIMENSÕES NA AUSTRÁLIA	76
	REFERÊNCIAS	79

Lista de Figuras

<i>Figura 1: Efeito da adoção de MEPS e Etiquetas na eficiência energética dos equipamentos disponíveis no mercado.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2: Percentual do uso final de energia residencial em equipamentos cobertos por padrões mínimos obrigatórios de desempenho energético (MEPS) de 2000-2021. Fonte: adaptado de [3]</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3: Tipos de Refrigeradores Comerciais.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 4: Mercado Global de Refrigeração Comercial por tipo de produto, considerando valor de mercado. Fonte: [6]</i>	<i>24</i>
<i>Figura 5: Consumo Máximo de Energia (MEPS) no México para resfriados/bebidas (consumo anual de energia em função do Volume)</i>	<i>59</i>
<i>Figura 6: Consumo Máximo de Energia (MEPS) no México para congelados (consumo anual de energia em função do Volume).....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 7: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS da UE em 2021 (=1) e em função da Área Total de Exibição (TDA)</i>	<i>61</i>
<i>Figura 8: Comparação de MEPS internacionais tomando como referência o MEPS Europeu vigente em 2021 (=1) em função da Área Total de Exibição (TDA).....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 9: Comparação entre MEPS internacionais levando em consideração os MEPS da UE em 2021 (=1) em função da Área Total de Exibição (TDA)</i>	<i>63</i>
<i>Figura 10: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS europeus em vigor em 2021 (=1) calculados em função da Área Total de Exibição (TDA).....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 11: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS da UE em 2021 (=1) e em função da Área Total de Exibição (TDA)</i>	<i>64</i>
<i>Figura 12: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS da UE em 2021 (1) e em função da Área Total de Exibição (TDA)</i>	<i>65</i>
<i>Figura 13: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS da UE em 2021 (=1) e em função da Área Total de Exibição (TDA)</i>	<i>66</i>
<i>Figura 14: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS da UE em 2021 (1) e em função da Área Total de Exibição (TDA)</i>	<i>66</i>
<i>Figura 15: Etiquetas comparativas para a União Europeia: A) para EF do setor supermercadista; B) para refrigeradores de bebidas. Fonte:[13]</i>	<i>69</i>
<i>Figura 16: Limite superior dos níveis de eficiência da União Europeia e a melhoria relativa necessária para se passar de uma classe de eficiência energética para a seguinte</i>	<i>70</i>
<i>Figura 17: Limite superior dos níveis de eficiência da UE e a melhoria relativa necessária para passar de uma classe de eficiência energética para a seguinte.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 18: Modelos de refrigeração comercial disponíveis no site europeu TopTen (https://www.topten.eu/private/products/vert_display_cabinets)</i>	<i>71</i>
<i>Figura 19: Etiqueta de eficiência energética mexicana para refrigeradores comerciais</i>	<i>72</i>

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1: Equipamentos de refrigeração comercial cobertos por regulamentos internacionais</i>	18
<i>Tabela 2: Padrões de teste usados para equipamentos de refrigeração comercial</i>	23
<i>Tabela 3: Participação no mercado de acordo com o estudo do PROCEL [8]</i>	26
<i>Tabela 4: Consumo total de energia em diferentes tipos de estabelecimento [9]</i>	27
<i>Tabela 5: Temperatura ambiente utilizada nos testes de consumo de energia</i>	38
<i>Tabela 6: Classes climáticas disponíveis nas diferentes normas internacionais</i>	39
<i>Tabela 7: Classes de temperatura disponíveis nas diferentes normas internacionais de acordo com a temperatura do compartimento</i>	39
<i>Tabela 8: Classes climáticas e tempo máximo de recuperação de meia carga na ISO 22044</i>	42
<i>Tabela 9: Diferenças entre a atual ISO 23953-2:2015 e o novo rascunho de ISO/DIS 23953-2</i>	45
<i>Tabela 10: Suposições utilizadas para normalização para ISO 23953 [4], [11]</i>	47
<i>Tabela 11: Suposições usadas para normalização para ISO 22041 [4]</i>	48
<i>Tabela 12: Categorização, métricas e MEPS utilizados na UE, Austrália e U4E</i>	51
<i>Tabela 13: Fatores de compensação na União Europeia e seu efeito no CPAE</i>	52
<i>Tabela 14: Categorização, métricas e MEPS utilizados nos EUA</i>	56
<i>Tabela 15: Categorização, métricas e MEPS utilizados no México</i>	58
<i>Tabela 16: Configuração padrão a ser usada como modelo de referência para refrigeradores de supermercados remotos verticais/semi-verticais fechados (com porta transparente) no Guia EUROVENT [14]</i>	74
<i>Tabela 17: Resumo das regras e condições de extrapolação de acordo com o Guia EUROVENT [14]</i>	75
<i>Tabela 18: Exemplo de combinações de comprimento e profundidade para um refrigerador comercial vertical remoto.</i>	76
<i>Tabela 19: Consumo de energia anual e consumo de energia anual padrão para equipamento com baixas vendas e EF de grandes dimensões</i>	78

1 Introdução

O Brasil é o maior país em termos de território e população na região da América Latina e Caribe (ALC), possuindo atualmente mais de 210 milhões de habitantes, tendo observado um crescimento populacional de 40% desde o início da década de 90. Em 2019, a capacidade de produção energética instalada no Brasil era de cerca de 176 GW – sendo 80% baseada em fontes renováveis, principalmente a hidroelétrica. Ainda assim, estima-se que a demanda de energia deverá crescer 40% nos próximos 10 anos, passando de 546 TWh em 2019 para 762 TWh em 2030 [1] e ocasionando a necessidade de novos investimentos em usinas, contribuindo para o aquecimento global devido ao consequente aumento nas emissões de CO₂.

Uma das formas de se mitigar os efeitos negativos do aumento na demanda por energia é adotar políticas públicas e ações setoriais que incentivem o uso mais eficiente da energia produzida. Quando comparado ao custo econômico de instalação de novas usinas de produção de energia, a adoção de estratégias para aperfeiçoar a eficiência energética (EE) dos equipamentos elétricos tem se mostrado muito eficaz, se colocando como uma alternativa de baixo custo para auxiliar no suprimento das necessidades energéticas dos países [2]. Como resultado prático e visível destas ações, o consumidor final economiza na conta de luz e as emissões de CO₂ são reduzidas, beneficiando as pessoas e o planeta como um todo.

Neste contexto, o Governo Brasileiro assumiu o compromisso de implementar ações visando a redução de emissões, em atendimento ao Acordo de Paris, conforme indicado na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), documento que oficializa a posição do país nesta área e cuja última versão foi apresentada em 2020, no qual assume a meta de reduzir em 37% até 2025 as emissões de gases de efeito estufa no país (em relação aos níveis de 2005), chegar a 43% de redução até 2030 buscando atingir a neutralidade nas emissões até 2060.

1.1 MEPS, etiquetas de eficiência e refrigeração comercial

Uma das ações mais eficazes para se aumentar o nível de eficiência energética dos produtos disponíveis no mercado é o estabelecimento de Padrões Mínimos de Eficiência Energética (*Minimum Energy Performance Standards* - MEPS na sigla em inglês) e de programas de Etiquetas de Eficiência Energética¹. A Figura 1 ilustra o efeito da adoção de MEPS e etiquetas no mercado de produtos que consomem

¹ MEPS e etiquetas devem ser revisados continuamente e serem atualizados quando deixarem de cumprir sua função, ou seja, quando ficarem obsoletos e deixarem de promover o uso de produtos mais eficientes.

energia. Os MEPS indicam o nível mínimo de eficiência que os produtos devem apresentar para que sejam introduzidos no mercado, eliminando gradualmente os dispositivos ineficientes.

Por outro lado, as etiquetas servem para informar o consumidor sobre características de economia no consumo de energia e educá-lo sobre os benefícios ambientais ao se optar por produtos mais eficientes, colaborando para incrementar as vendas destes produtos e preparando todo o mercado para a adoção de MEPS mais rígidos no futuro.

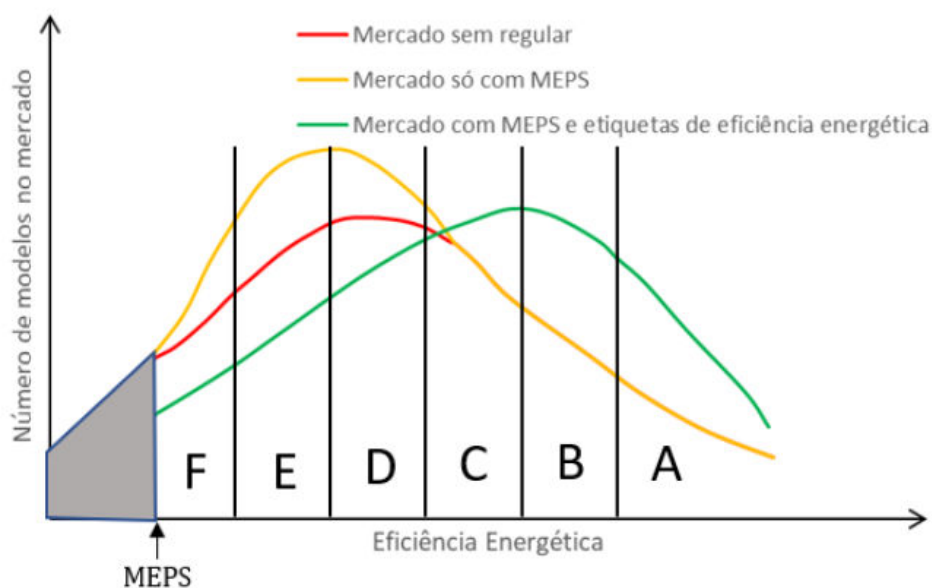


Figura 1:

Figura 1: Efeito da adoção de MEPS e Etiquetas na eficiência energética dos equipamentos disponíveis no mercado.

Muitos países, incluindo o Brasil, estão cientes dos inegáveis benefícios da adoção de MEPS e Etiquetas de Eficiência Energética, e passaram a regulamentar os produtos com mais alto impacto no consumo de energia, particularmente os produtos de uso residencial.

A Figura 2 mostra a evolução do uso global de energia residencial final de equipamentos cobertos por normas de padrões mínimos obrigatórios de desempenho energético (MEPS) nos anos de 2000, 2010 e 2021, incluindo refrigeradores, condicionadores de ar e equipamentos de iluminação. Observa-se o crescimento gradual do percentual de refrigeradores cobertos por regulamentação de eficiência energética ao longo das últimas duas décadas. No ano 2000 menos de 50% do consumo de energia com refrigeradores se dava em equipamentos regulados por MEPS, sendo que este percentual aumentou para 65% em 2010 e chegou a 80% em 2021 [3]. Este crescimento reflete o interesse dos países pelo

grande potencial de impacto advindo da adoção de estratégias graduais de incentivo à melhoria na eficiência energética para este tipo de equipamentos.

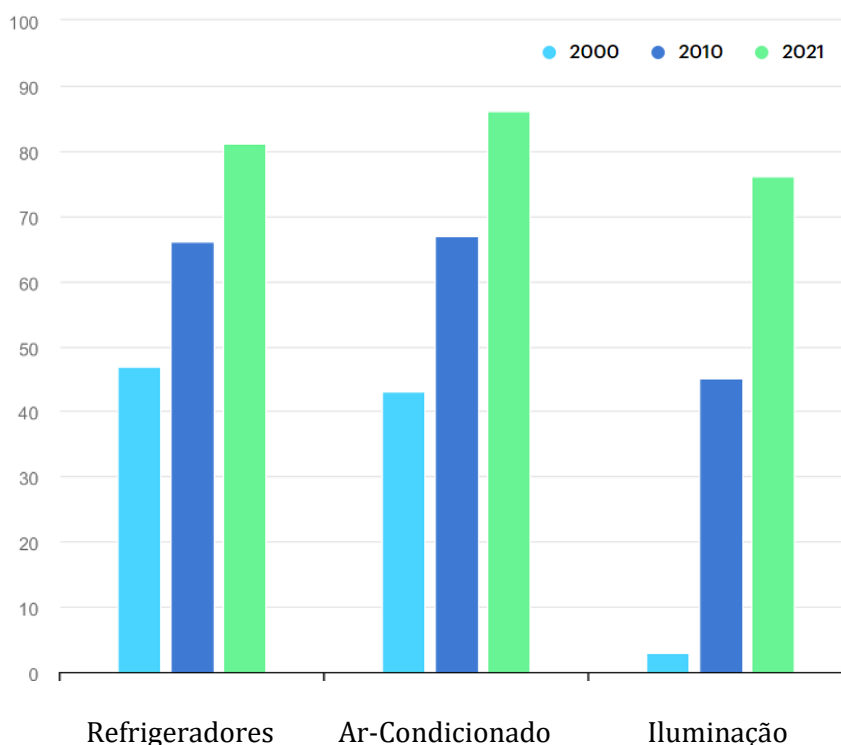


Figura 2: Percentual do uso final de energia residencial em equipamentos cobertos por padrões mínimos obrigatórios de desempenho energético (MEPS) de 2000-2021. Fonte: adaptado de [3]

Após vários anos de experiência na implementação de MEPS no setor residencial, as agências reguladoras de diversos países estão voltando suas atenções para o setor comercial. Este é o caso do setor de refrigeração comercial, cuja base consumidora é formada principalmente por estabelecimentos comerciais (atacado e varejo), além de hotéis, restaurantes, cozinhas industriais etc., e onde existe um elevado potencial para se reduzir o consumo de energia por meio da implementação de normas e regulamentos sobre eficiência energética.

Neste momento, países como Estados Unidos, Austrália e China, além da União Europeia, estão regulando grande parte dos equipamentos do setor de refrigeração comercial, que por sinal é muito mais diversificado e complexo do que o segmento de equipamentos domésticos, cuja regulação já está bastante consolidada. Além destas, outros países, como México e Costa Rica, também já estão adotando MEPS para o setor de refrigeração comercial, mas geralmente suas regulamentações cobrem apenas uma parcela menor dos equipamentos.

A iniciativa *United for Efficiency* (U4E) do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, vêm publicando uma série de documentos, como guias, estudos e

diretrizes, visando apoiar os países emergentes no processo de implementação de MEPS para equipamentos de refrigeração comercial.

No Brasil, estima-se que o consumo de energia com equipamentos de refrigeração de alimentos e de climatização corresponda a mais de 65% da energia total consumida por um supermercado médio, sendo que os refrigeradores respondem por cerca de 25% do consumo total de energia nestes estabelecimentos. Atualmente, nenhum dos equipamentos de refrigeração para o setor comercial comercializados no país é obrigado a seguir Padrões Mínimos de Desempenho Energético (MEPS) ou adotar Etiquetas de Eficiência Energética. Aumentar a eficiência dos equipamentos de refrigeração comercial por meio da adoção de padrões mínimos de eficiência mostra-se, portanto, uma excelente oportunidade para o Brasil, no âmbito das prioridades de seu desenvolvimento sustentável. Ações neste sentido colaboram, dentre outras coisas, para o cumprimento das obrigações assumidas pelo país sob a Emenda de Kigali ao Protocolo de Montreal, e auxiliam no sentido de mitigação dos efeitos nocivos do aumento no consumo de energia no planeta, cumprindo com o Acordo Climático e aliviando a pressão sobre o sistema elétrico Brasileiro.

Nesse sentido, o Projeto visa estabelecer as bases para a implementação de MEPS, etiquetas comparativas e/ou selos de endosso e outras políticas de eficiência energética no Setor de Refrigeração Comercial no Brasil.

1.2 Objetivo do estudo

Este relatório faz parte de uma série de produtos do projeto “Marco Nacional para Aceleração da Eficiência Energética e Redução de Emissões nos Refrigeradores Comerciais no Brasil” financiado pelo Fundo Verde para o Clima (*Green Climate Fund* – GCF), doravante denominado Projeto.

O objetivo do trabalho é apresentar um levantamento sobre as melhores práticas internacionais na implementação de MEPS e etiquetas de eficiência energética no setor de refrigeração comercial, de forma a extrair lições e exemplos aplicáveis ao contexto do Brasil.

O relatório foi organizado em 08 seções, com o seguinte conteúdo:

Seção 1: Introdução ao contexto de eficiência energética e aos regulamentos de Padrões Mínimos de Eficiência Energética (MEPS, na sigla em inglês) e programas de etiquetagem de eficiência energética para refrigeradores comerciais.

Seção 2: Descrição e comentário acerca dos principais conceitos e definições relativos aos diferentes equipamentos de refrigeração comercial.

Seção 3: Apresentação do escopo e das regulações de eficiência energética de refrigeração comercial nos países selecionados, bem como as normas de teste e os

dados do mercado nacional e internacional, visando embasar a definição do escopo para a regulamentação Brasileira.

Seção 4: Análise sobre as principais normas internacionais de ensaio aplicáveis às diferentes categorias de refrigeradores comerciais, visando embasar a implementação de regulamentos de eficiência energética.

Seção 5: Descrição da experiência internacional sobre a categorização e a definição de métricas para se calcular a eficiência energética, comparando as práticas da União Europeia (UE), Austrália, Estados Unidos (EUA), México/El Salvador e Costa Rica, além dos Guias de Regulamento Modelo da U4E.

Seção 6: Comparação entre os MEPS dos EUA e da União Europeia para expositores frigoríficos, com especial atenção às categorias adicionais utilizadas nos EUA.

Seção 7: Apresentação das principais características e conceitos relativos aos programas internacionais de etiquetas de eficiência energética.

Seção 8: Descrição das principais experiências internacionais relativas à adoção de medidas para redução do impacto do custo dos testes de laboratório no processo de certificação de refrigeradores comerciais.

Além deste relatório, outros estudos foram elaborados pela equipe técnica do Projeto, cujos resultados foram utilizados como subsídios nas recomendações do presente relatório. São estes:

- “Pesquisa de Mercado para Refrigeradores Comerciais”
- “Recomendações para as métricas, normas de ensaio e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”
- “Recomendações para MVC: Avaliação da Conformidade e Vigilância de mercado dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”
- “Compras Públicas Sustentáveis para Refrigeradores”
- “Campanha de Comunicação para Refrigeradores Comerciais Eficientes - Recomendações”

2 Definições e tipos de equipamentos de refrigeração comercial

Esta seção descreve conceitos importantes para se entender melhor os diferentes equipamentos de refrigeração comercial. É importante destacar que alguns dos equipamentos incluídos nesta seção não fazem parte do escopo do Projeto, mas foram mantidos neste estudo para possibilitar um melhor entendimento do contexto.

Refrigerador: Consiste em um gabinete cuja estrutura é dotada de isolamento térmico, possuindo uma abertura (não importando se a abertura possui ou não uma tampa ou porta), sendo capaz de atingir e manter uma temperatura específica no seu interior, em uma faixa que se sobreponha à faixa de -18°C a $+10^{\circ}\text{C}$ e sendo destinado principalmente ao armazenamento e/ou exibição de alimentos refrigerados e/ou congelados.

Tipos de refrigeradores:

Refrigerador Integral: Equipamento que contém todas as partes para funcionar de forma independente (compressor, condensador, evaporador etc.).

Refrigerador Remoto: Equipamento que não é integral, mas faz parte de um sistema de refrigeração maior e não contém o compressor.

Refrigerador semi-integral com unidade de condensação refrigerada a líquido: Equipamento que possui um condensador parcial ou totalmente resfriado por um circuito fechado de líquido.

Expositor frigorífico (EF): Refrigerador projetado para armazenar e exibir itens refrigerados ou congelados em um ambiente de varejo para acesso direto dos consumidores. Podem ser remotos ou integrais; sem porta ou com porta transparente; verticais ou horizontais. Ver as Figuras 3a e 3b.

Refrigerador para armazenamento: Refrigerador projetado para armazenar itens refrigerados ou congelados em um ambiente de varejo ou profissional (por exemplo, uma cozinha profissional), mas não para exibição ou acesso do consumidor. São geralmente integrais, podendo ser verticais ou horizontais, e servem para produtos refrigerados ou congelados. Ver a Figura 3c.

Expositor/Refrigerador de bebidas: Significa um EF integral projetado para armazenar e exibir exclusivamente bebidas não perecíveis. Ver a Figura 3d.

Máquina de venda automática refrigerada: Equipamento projetado para aceitar pagamentos ou tokens de consumidores para dispensar alimentos refrigerados ou outros itens alimentícios sem intervenção de mão de obra no local. Ver a Figura 3e.

Congelador para Sorvetes: Equipamento horizontal integral, com volume líquido não superior a 600 litros e relação entre o seu volume e a sua área total de exposição (ou TDA, do inglês *Total Display Area*) superior ou igual a 0,35, sendo destinado ao armazenamento, exposição e acesso direto dos consumidores a pacotes de sorvetes pré-embalados congelados. Pode ser acessado se abrindo uma tampa (transparente ou opaca). Ver a Figura 3f.

Nota: Os refrigeradores utilizados para expor sorvetes, mas que não cumprem a definição de “Congelador para sorvetes”, serão identificados como “Expositor frigorífico”.

Expositor de Sorvetes Artesanais: Equipamento integral projetado para o armazenamento, exibição e serviço de sorvete artesanal, não embalado, dentro dos limites de temperatura prescritos. Ver a Figura 3g.

Equipamentos de refrigeração comercial não incluídos no escopo do Projeto:

Unidade Condensadora: Equipamento que possui pelo menos um compressor e um condensador, capaz de resfriar e manter sob resfriamento contínuo o interior de um equipamento de refrigeração, utilizando um ciclo de compressão e expansão de vapores. Ver a Figura 3h.

Rack do compressor: Equipamento que incorpora um ou mais compressores de refrigeração e um sistema de controle. Ver a Figura 3i.

Máquinas Comerciais Automáticas de Gelo: Sistemas de refrigeração que produzem e podem incluir diferentes meios para armazenar e dispensar gelo. Ver a Figura 3j.

Refrigerador tipo *Blast*: Equipamento destinado a resfriar rapidamente alimentos quentes para abaixo de 10°C no caso de resfriamento e abaixo de -18°C no caso de congelamento. Ver a Figura 3k.

Câmara Frigorífica: Espaço de armazenagem com ambiente resfriado ou com temperatura de congelamento, no qual se pode entrar. Ver a Figura 3l.

Refrigeradores Laboratoriais: Equipamentos de refrigeração utilizados para armazenar reagentes não voláteis e amostras biológicas em temperaturas definidas, normalmente comercializados em lojas de suprimentos de equipamentos de laboratório, para uso laboratorial ou médico. Ver a Figura 3n.

Sistemas de transporte refrigerado: Método de transporte de remessas com caminhões baús com temperatura controlada especialmente projetados. Ver a Figura 3m.

Grandes sistemas de refrigeração: Sistema formado por diferentes equipamentos de refrigeração, tais como refrigeradores remotos, rack de compressores ou unidades de condensação, sistemas de controle etc.



a) Expositores Horizontais Refrigerados



b) Expositores Verticais Refrigerados



c) Refrigeradores de Armazenamento



d) Refrigeradores Expositores de Bebidas



f) Congelador de Sorvetes



h) Unidade Condensadora



j) Máquinas comerciais de gelo



e) Máquinas Refrigeradas de Venda Automática



g) Expositor de Sorvetes Artesanais



i) Rack de Compressores



k) Refrigerador tipo *Blast*



l) Câmara Frigorífica



m) Sistemas de Transporte Refrigerado



n) Refrigeradores Laboratoriais

Figura 3: Tipos de Refrigeradores Comerciais

3 Escopo

Na Seção 2 foram apresentados os diferentes tipos de equipamentos de refrigeração comercial. Devido às diferenças técnicas e de uso entre os diferentes tipos de equipamentos, cada tipo precisa ser tratado individualmente em termos de normas de ensaio, métricas para cálculo de eficiência energética, MEPS e níveis de etiqueta de eficiência energética. Portanto, a regulamentação deste setor é bastante complexa, exigindo um grande esforço para se conseguir regular todos os tipos de equipamentos. Nesse sentido, é comum começar a regulação pelos tipos de equipamentos que apresentem maior potencial de impacto no consumo de energia e que são mais fáceis de regular, e incluir outros tipos de equipamentos em futuras atualizações da regulamentação.

Esta seção fornece um panorama do escopo utilizado em alguns países selecionados quanto à regulação dos regulamentos de refrigeração comercial e os padrões de teste disponíveis, trazendo recomendações específicas para o contexto do Brasil.

3.1 Equipamentos regulamentados nos países selecionados

A Tabela 1 mostra os principais tipos de equipamentos de refrigeração comercial, identificando em verde os que são cobertos e em vermelho os que não são cobertos por qualquer tipo de regulamentação de eficiência energética nos países selecionados, seja com MEPS, etiquetas de eficiência energética ou selos de endosso (semelhantes ao Selo PROCEL).

Tabela 1: Equipamentos de refrigeração comercial cobertos por regulamentos internacionais

Categoria principal	U4E	UE	EUA	Austrália	China	México
Refrigeradores de armazenagem	A	B	D	H	I	L
Expositores Integrais	A	C	D	H	I	L
Expositores Remotos	A	C	D	H	J	
Refrigeradores de Bebidas	A	C	D	H	I	L
Máquinas de Venda Automática	A	C	E		K	
Congeladores para Sorvetes	A	C	D	H	I	
Expositores para Sorvete Artesanal	A	C	D	H		
Unidade Condensadora		B				M
Rack de Compressores						
Câmaras Frigoríficas			F			
Máquinas de Gelo Comerciais			G			
Refrigeradores tipo Blast						
Refrigeradores Laboratoriais			H			L
Sistemas de Transporte Refrigerado						
Grandes Sistemas de Refrigeração						
Máquinas de Sorvete "soft" e Bebidas						

As letras indicadas representam as diferentes regulamentações, as quais são identificadas mais adiante. Os equipamentos que estão indicados com a mesma letra são abrangidos pelo mesmo instrumento regulatório. Por exemplo, no México os refrigeradores de armazenagem, os expositores integrais, os refrigeradores de bebidas e os refrigeradores laboratoriais são cobertos pelo mesmo instrumento regulatório (NOM-022-ENER/SCFI-2014), já as unidades condensadoras são cobertas por outro regulamento (NOM-012-ENER-2019), e os demais equipamentos não são cobertos por regulamentação.

Deve-se considerar que os equipamentos de refrigeração comercial possuem alto nível de estratificação, portanto, mesmo que um país esteja abrangendo um dos principais tipos de refrigeradores comerciais mostrados na tabela, pode haver algumas subcategorias que não são consideradas.

A seguir é apresentado um resumo das práticas em cada país bem como o link para os respectivos regulamentos:

- **Guias de Regulamento Modelo da U4E:** A iniciativa U4E, parte do Programa das Nações Unidas para o Meio-Ambiente – PNUMA, publicou em novembro de 2021 os Guias de Regulamento Modelo U4E [4] visando apoiar os países na implementação de MEPS para equipamentos de refrigeração comercial. As diretrizes da U4E são baseadas nas melhores práticas internacionais e foram revisadas por dezenas de especialistas e por representantes da indústria. Para definir o escopo, quatro pontos principais foram considerados: potencial de mercado, potencial de impacto na economia de energia, facilidade de adoção e aplicação de políticas e consistência dos métodos de

avaliação. Os Guias incluem níveis de MEPS, mas não níveis de etiquetas (apenas três níveis, para referência). Inclui vários tipos de expositores frigoríficos e refrigeradores de armazenamento.

A. **MEPS:** [Guias de regulamento modelo para equipamentos de refrigeração comercial energeticamente eficientes e ecológicos](#)

- **União Europeia:** Possui dois regulamentos principais para equipamentos de refrigeração comercial, sendo um para a maioria dos tipos de expositores (cuja atualização foi feita em 2021), e outro para os refrigeradores de armazenamento (ou profissionais, como são chamados na União Europeia), por exemplo aqueles usados em cozinhas industriais, cuja última atualização foi em 2019 e que também inclui as unidades condensadoras. Todos os produtos possuem MEPS e a maioria deles possui uma etiqueta comparativa (as unidades condensadoras possuem apenas MEPS).

B. **MEPS:** Requisitos de ecodesign para aparelhos de refrigeração com função de venda direta - [\(EU\) 2019/2024](#)

Etiquetas comparativas: Etiquetagem energética de aparelhos de refrigeração com função de venda direta - [\(EU\) 2019/2018](#)

C. **MEPS:** Requisitos de ecodesign para refrigeradores de armazenamento (profissionais), refrigeradores tipo *Blast*, unidades de condensação e resfriadores de processos - [\(EU\) 2015/1095](#)

Etiquetas comparativas: Etiquetagem energética de refrigeradores de armazenamento (profissionais) - [\(EU\) 2015/1094](#)

- **Estados Unidos:** A maioria dos refrigeradores expositores e de armazenamento são cobertos pelo mesmo regulamento (Subparte C, cuja última atualização se deu em 2017), enquanto as máquinas de venda automática são cobertas na Subparte Q (última atualização em 2019) e as Câmaras Frigoríficas na Subparte R (última atualização em 2017). Os Refrigeradores de Laboratório possuem apenas um selo de endosso, mas não MEPS. Nos Estados Unidos não existem etiquetas comparativas para equipamentos comerciais (esta etiqueta em equipamentos domésticos é chamada *Energy Guide*).

D. **MEPS:** Expositores frigoríficos e refrigeradores de armazenamento - [10 CFR 431 Subpart C](#)

Selo de Endosso: [Energy Star](#), somente para refrigeradores integrais fechados.

E. **MEPS:** Máquinas refrigeradas de venda automática de bebidas em garrafas ou latas - [10 CFR 431 Subpart Q](#)

Selo de Endosso: [Energy Star para Máquinas de Venda](#)

F. **MEPS:** Câmaras Frigoríficas (resfriados e congelados) - [10 CFR 431 Subpart R](#)

G. **Selos de Endosso:** [Energy Star para Refrigeradores e Freezers para Laboratórios](#)

- **Austrália:** A partir de 2021, os expositores (integrals e remotos) e os refrigeradores de armazenamento passaram a ser tratados no mesmo regulamento. No momento, não há etiqueta obrigatória de eficiência energética para os equipamentos de refrigeração comercial.
 - H. MEPS:** Expositores frigoríficos e refrigeradores de armazenamento. Determinação 2020 - [F2020L01014](#)
- **China:** Como na maioria dos outros países, os Chineses regulam refrigeradores integrals (a última atualização foi em 2017, atualmente encontra-se em revisão) e remotos (última atualização ocorrida em 2012), mas, neste caso, são regulamentações diferentes. MEPS foram implementados em 2021 para máquinas de venda automática. Existem algumas etiquetas comparativas e selos de endosso para equipamentos de refrigeração comercial, mas sua adoção é voluntária.
 - I. MEPS:** [GB 26920.2-2015 Part 2](#): Refrigeradores comerciais com unidade de condensação integrada
 - J. MEPS:** [GB 26920.1-2011 Part 1](#): Expositores Refrigerados com unidade condensadora remota
 - K. MEPS:** [GB 26920.3-2019 Part 3](#): Máquinas Refrigeradas para Venda Automática de Bebidas
- **México:** Os regulamentos no México são geralmente muito semelhantes aos dos Estados Unidos. No entanto, este não é o caso do setor de refrigeração comercial, pois os Mexicanos não regulamentam os Refrigeradores Remotos e a categorização para Integrals também é diferente (inclui apenas equipamentos fechados), desviando-se do restante dos países analisados. Além disso, inclui alguns tipos de refrigeradores de uso médico. A versão mais recente é de 2014 e parece que está sendo atualizada no momento da redação deste relatório. Outros países da América Central, como Costa Rica e El Salvador, copiaram a regulamentação mexicana.
 - L. MEPS e etiquetas comparativas:** Requisitos de eficiência energética e segurança do usuário para equipamentos de refrigeração comercial integrals. Limites, métodos de teste e etiquetagem - [NOM-022-ENER/SCFI-2014](#)
 - M. MEPS e etiquetas comparativas:** Eficiência energética de unidades de condensação e evaporação para refrigeração. Limites, métodos de teste e etiquetagem - [NOM-012-ENER-2019](#)

Além dos países mencionados, o Japão², o Vietnã e a Coréia possuem regulamentações para equipamentos de refrigeração comercial, variando o tipo de

² O estudo do PROCEL traz informações mais detalhadas sobre os programas de eficiência energética do Japão, União Europeia e Estados Unidos. O relatório pode ser acessado em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=¶ms=itemID=%7BE3547294-0316-4B67-B052-12C2822A8334%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>

regulamentação (MEPS, etiqueta comparativa e selo de endosso) e os tipos de equipamentos incluídos.

Na América do Sul, não são muitos os países que possuem regulamentações para refrigeração comercial. Apenas a Colômbia possui um [selo obrigatório](#) que informa sobre consumo de energia, utilizado para um escopo semelhante ao do México, porém não possui MEPS ou etiquetas comparativas. No Chile é obrigatório realizar o teste de consumo de energia dos expositores integrais de até 3 metros de comprimento, mas ainda não existem MEPS ou etiquetas de eficiência energética.

Observa-se, portanto, que as principais economias mundiais já adotam normas que cobrem a maior parte dos refrigeradores comerciais, incluindo até as máquinas de venda automática e congeladores específicos de sorvete. Para os expositores, na maioria dos países analisados os equipamentos remotos e os integrais são abrangidos pela mesma regulamentação (na China são separados e no México as unidades remotas não são incluídas), visto que em muitas ocasiões a finalidade de ambos os equipamentos é a mesma, dessa forma estes países tentam evitar brechas em suas regulamentações.

Outros equipamentos comerciais, como as unidades de condensação, os racks de compressores, as câmaras frigoríficas, as máquinas de fazer gelo comerciais automáticas, os refrigeradores tipo *Blast*, os refrigeradores laboratoriais, os sistemas refrigerados de transporte, os grandes sistemas de refrigeração e as máquinas de sorvete “soft” e bebidas, ainda não são cobertos por normas nos principais países, ou suas regulamentações ainda são muito incipientes. Para alguns desses tipos de equipamentos não foram encontrados regulamentos em nenhum país.

É importante destacar ainda que a União Europeia está conduzindo um [estudo preliminar](#) [5] que servirá para atualizar o regulamento dos Refrigeradores de Armazenamento. Neste estudo há uma proposta para ampliar o escopo dos equipamentos regulados, incluindo as câmaras frigoríficas, os refrigeradores do tipo *Blast*, os contêineres refrigerados estacionários e as máquinas de gelo, bem como refrigeradores para uso científico e equipamentos para uso exclusivo em serviços de saúde. Além disso, o estudo identifica as máquinas de sorvete “soft” e de bebidas como uma possível categoria a ser incluída no regulamento para expositores frigoríficos, as quais deverão ser tratadas em um estudo preliminar específico para sua futura regulamentação.

3.2 Padrões de testagem disponíveis

Devido às diferenças técnicas e de uso entre os diferentes tipos de equipamentos de refrigeração comercial, não existe um padrão de teste único aplicável a todos. Além disso, o padrão de teste utilizado por cada país também pode ser diferente. Esta seção mostra os principais padrões de teste usados para os diferentes tipos de

equipamentos de refrigeração comercial, com objetivo de avaliar a consistência dos métodos de teste para a implementação de MEPS e programas de etiquetagem de eficiência. A seção 4 apresenta mais detalhes sobre os métodos de teste para o escopo selecionado.

- A

mostra os principais padrões de teste utilizados para os diferentes tipos de equipamentos de refrigeração comercial e onde são utilizados. Para os casos em que existe uma norma nacional alinhada com uma norma de ensaio internacional, a tabela refere-se apenas à norma internacional.

Deve-se considerar também que:

- Para refrigeradores de armazenamento, uma nova norma europeia baseada na norma internacional ISO 22041:2019, substituiu a EN 16825:2016 que, no entanto, ainda é utilizada na Austrália.
- Para os expositores integrais e remotos, a ISO 23953:2015 é amplamente conhecida no mundo, sendo que há uma nova versão atualmente em revisão, com previsão de publicação em 2022. Apesar de ainda não haver MEPS no Brasil, existe uma versão nacional da norma ISO 23953:2015 que é uma tradução literal, chamada de ABNT NBR ISO 23953:2018. Além disso, durante as reuniões do Grupo de Trabalho de Políticas (*Policy Working Group*, PWG na sigla em inglês) do Projeto, os fabricantes nacionais informaram que a ISO 23953:2015 é bastante conhecida pela indústria, sendo a norma utilizada para testar seus produtos.
- Na Colômbia é utilizada a ISO 1992-6:1974+AMD:1980, que é uma versão anterior da ISO 23953, mas também identificam a norma Mexicana como método de teste equivalente.
- Os refrigeradores de bebidas podem ser classificados como refrigeradores *plug-in* fechados com porta transparente e medidos de acordo com a ISO 23953 (na Austrália). No entanto, devido às várias peculiaridades que serão discutidas na Seção 4, a União Europeia utiliza um padrão de teste diferente, que será substituído pelo novo padrão definido pela ISO 22044:2021 publicada em dezembro de 2021 (Ver Seção 4 para as principais diferenças entre a ISO 23953 e a ISO 22044)
- Para máquinas de venda automática, uma nova norma europeia baseada na norma internacional IEC 63252:2020 substituiu a EN 50597:2018
- Para congeladores de sorvetes, uma nova norma europeia baseada na norma internacional ISO 22043:2020 substituiu a EN 16901:2018, que ainda é utilizada na Austrália.
- Para as máquinas de gelo automáticas existe um padrão internacional (ISO/NP 6369) que em março de 2021 ainda estava em fase de rascunho no comitê que espelha padrões semelhantes na Austrália/NZ, EUA e no Japão.

Tabela 2: Padrões de teste usados para equipamentos de refrigeração comercial

Categoria Principal	Padrões de teste (países que adotam os padrões)
Refrigeradores de armazenagem	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 22041:2019 (UE; U4E; Chile) • EN 16825:2016 (Austrália) • ANSI/AHRI 1200 & ANSI/AHRI 72 (EUA) • NOM-022-ENER/SCFI-2014 (México, Colômbia)
Expositores Integrais	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 23953:2015 (UE; China; Austrália; U4E; Brasil) • ANSI/AHRI 1200 & ANSI/AHRI 72 (EUA) • NOM-022-ENER/SCFI-2014 (México)
Expositores Remotos	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 23953:2015 (UE; Austrália; U4E; Brasil) • ANSI/AHRI 1200 & ANSI/AHRI 72 (EUA, China)
Refrigeradores de Bebidas	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 23953:2015 (China; Austrália; U4E) • EN 16902:2016 (UE) • ISO 22044:2021 (novo padrão, UE adotará) • ANSI/AHRI 1200 & ANSI/AHRI 72 (EUA) • NOM-022-ENER/SCFI-2014 (México)
Máquinas de Venda Automática	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 63252:2015 (UE; U4E) • ANSI/AHRI 32.1 (EUA) • GB/T 28493 (China)
Congelador de Sorvetes	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 22043:2020 (UE; U4E) • EN 16901:2018 (Austrália) • ANSI/AHRI 1200 (EUA)
Expositor de Sorvetes Artesanais	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 16838:2019 (UE; U4E)
Unidade Condensadora	<ul style="list-style-type: none"> • EN 13215:2016+A1:2020 (UE) • NOM-022-ENER/SCFI-2014 (México)
Rack de Compressores	Ainda não possui normas de ensaio internacional aplicado a MEPS ou Etiquetas
Câmaras Frigoríficas	<ul style="list-style-type: none"> • EN 16855-1-2:2017 (UE, ainda não possui MEPS) • ANSI/AHRI 1251 (EUA)
Máquinas Comerciais de Gelo	<ul style="list-style-type: none"> • ANSI/ASHRAE 29-2015 & AHRI Standard 810 (EUA)
Refrigeradores <i>Blast</i>	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 22042:2015 (UE; Austrália; U4E; Brasil)
Refrigeradores Laboratoriais	<ul style="list-style-type: none"> • NOM-022-ENER/SCFI-2014 (México) • A Energy Star (EUA) desenvolveu um protocolo de testes (sem MEPS).
Sistemas Refrigerados de Transporte	Ainda não possui normas de ensaio internacional aplicado a MEPS ou Etiquetas
Grandes sistemas de refrigeração	Ainda não possui normas de ensaio internacional aplicado a MEPS ou Etiquetas.
Máquinas de bebidas e sorvete “soft”	Ainda não possui normas de ensaio internacional aplicado a MEPS ou Etiquetas

3.3 Mercado internacional

De acordo com a publicação *Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News* [6], dentre os diversos tipos de equipamentos de refrigeração comercial, os expositores frigoríficos (EF integrais e remotos), utilizados para armazenar e expor itens refrigerados ou congelados em ambiente de varejo para acesso dos consumidores, representam cerca de metade do mercado global (seja por valor de mercado ou por receita), seguidos pelos refrigeradores de bebidas e pelas máquinas de gelo (ver a Figura 4).

Os EF tendem a ser produzidos localmente devido ao seu tamanho relativamente grande e às variações nas especificações em cada região, juntamente com a entrega personalizada, embora em alguns países, como na Austrália, a importação seja mais comum para alguns refrigeradores específicos. Apenas algumas empresas que produzem EF (por exemplo, Panasonic e Carrier) operam globalmente.

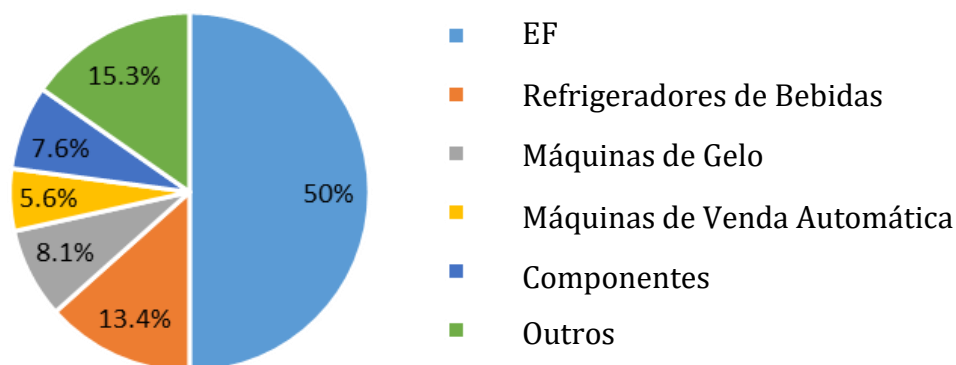


Figura 4: Mercado Global de Refrigeração Comercial por tipo de produto, considerando valor de mercado. Fonte: [6]

Em relação ao consumo de energia, a maioria dos estudos aponta que grande parte do consumo de energia em equipamentos de refrigeração comercial corresponde aos Expositores Frigoríficos (integrais e remotos), Refrigeradores de Bebidas e Unidades Condensadoras, o que mostra uma grande oportunidade de redução de consumo de energia na implementação de MEPS e etiquetas, gerando economia para os usuários desses equipamentos ao final de sua vida útil [4].

Na UE, os refrigeradores para bebidas representam um consumo estimado de 17,2 TWh por ano. Já os expositores frigoríficos do setor de supermercados, incluindo integrais e remotos, são responsáveis pelo consumo de 41 TWh por ano. Dentre os expositores frigoríficos, os refrigeradores remotos têm uma maior presença no mercado (em termos de consumo de energia), com um consumo de 32 TWh [5]. Os refrigeradores de armazenamento com porta cega, são responsáveis pelo consumo de 8,2 TWh por ano, o que é superior, por exemplo, às máquinas de venda automática. As unidades condensadoras são responsáveis pelo consumo de

18,2 TWh por ano, e as câmaras frigoríficas são responsáveis pelo consumo de 18,5 TWh por ano [7].

3.4 Mercado Brasileiro

A obtenção de dados específicos de consumo de energia para os diferentes tipos de equipamentos de refrigeração comercial disponíveis no mercado Brasileiro é uma tarefa difícil, especialmente porque o Brasil ainda não possui um sistema de registro de produtos para este setor e não exige teste de consumo de energia, como na União Europeia ou na Austrália. Portanto, os dados sobre os produtos disponíveis no mercado nacional foram obtidos da própria indústria, dos usuários ou em outros estudos.

Existem duas fontes principais de informação que foram utilizadas durante as pesquisas para este Projeto visando construir um cenário do mercado Brasileiro:

- O estudo do PROCEL [8]: Um extenso estudo publicado em dezembro de 2021 pelo PROCEL, com entrevistas junto à indústria e usuários finais. O estudo completo pode ser baixado no site [PROCELinfo](#)
- Estudos próprios realizados pela equipe do Projeto, os quais foram baseados principalmente em entrevistas e dados coletados juntos aos fabricantes e em outras fontes de informação.

Considerando os dados obtidos do estudo realizado pelo PROCEL e os levantamentos realizados pela equipe do Projeto, está em fase de elaboração um relatório técnico específico sobre o mercado Brasileiro, o qual será disponibilizado por meio dos canais de comunicação do Ministério de Minas e Energia.

De acordo com o estudo do PROCEL, o mercado brasileiro de refrigeradores comerciais movimentou cerca de 1,2 milhão de unidades em 2020. A maioria são de fabricantes instalados no país (95%), desde pequenas empresas regionais até empresas maiores, que atuam em todo o país ou mesmo exportando equipamentos para fora do Brasil. Destes, 07 fabricantes detêm aproximadamente 70% do mercado, sendo que os outros 30% são divididos entre mais de 200 empresas de menor porte.

As maiores empresas possuem laboratórios próprios, adequados para testar a maioria de seus produtos. Em relação aos laboratórios de terceira parte, observa-se que CEPEL, Labelo e POLO atualmente possuem ou planejam obter em breve a capacidade para testar equipamentos de refrigeração comercial, restando identificar o limite de tamanho e tipo de produto que são testados atualmente ou que poderão testar no futuro. De qualquer forma, de acordo com as entrevistas realizadas no estudo do PROCEL e de acordo com as discussões realizadas durante as reuniões do *Policy Working Group* - PWG, a percepção é que à medida que o programa de certificação de eficiência energética para refrigeradores comerciais

começar a se consolidar, a tendência é que mais laboratórios se qualifiquem para realizar a testagem deste tipo de equipamento.

O estudo identifica os expositores frigoríficos com unidade condensadora integrada como os mais utilizados no mercado brasileiro, principalmente a unidade vertical com porta de vidro, sendo sua principal aplicação como refrigerador de bebidas.

Os refrigeradores comerciais integrais estão presentes em todos os tipos de estabelecimentos, como hipermercados, supermercados, restaurantes, padarias, bares, lanchonetes, loja de conveniência, entre outros. Além disso, de acordo com o estudo do PROCEL, nos últimos anos as grandes lojas estão perdendo espaço no cenário nacional para as pequenas lojas de bairro, o que, entre outros motivos, está favorecendo o uso de equipamentos menores e reduzindo o uso de sistemas centralizados com expositores frigoríficos (EF) remotos.

A Tabela 3 fornece um pouco mais de detalhes sobre a participação de mercado para diferentes tipos de refrigeradores comerciais integrais com base em entrevistas realizadas durante o estudo do PROCEL. É importante notar que parte dos freezers de sorvete nesta tabela poderiam ser identificados como EF em termos de categorização para aplicação de MEPS, caso não atendem à definição de Congeladores para Sorvetes.

Embora os refrigeradores integrais tenham sido os mais encontrados durante o estudo do PROCEL, considerando todos os tipos de lojas, observa-se que os EF remotos apresentam forte presença em supermercados e hipermercados com área acima de 400 m² e no mínimo de 4 caixas de pagamento. Devido ao porte destes estabelecimentos, é considerável o potencial de economia de energia nestes tipos de refrigeradores.

A Tabela 4 mostra uma estimativa do consumo de energia em diferentes estabelecimentos comerciais [9], sendo o maior consumo para os supermercados. Mesmo havendo maior presença de lojas de conveniência, os hipermercados ainda são os que representam o maior consumo de energia.

Outros pontos a serem considerados sobre os achados do estudo PROCEL são:

- Em 2020 houve um aumento na demanda por serviços de *retrofit*, que consiste na recuperação e modernização de equipamentos usados. Esse tipo de serviço movimentou mais o setor do que a venda de novos equipamentos durante o ano.

Tabela 3: Participação no mercado de acordo com o estudo do PROCEL [8]

Tipo de refrigerador	Presença no mercado
Refrigeradores para bebidas	45-55%

Refrigeradores genéricos	17-21%
Refrigeradores para sorvetes	11-13%
Refrigeradores para carnes	8-9%
Refrigeradores para lácteos	7-8%
Outros	3-4%

Tabela 4: Consumo total de energia em diferentes tipos de estabelecimento [9]

Tipo de loja	Número de lojas total	Area Media de Vendas (m2)	Consumo estimado por loja [kWh/h]	Consumo estimado total [MWh/mês]
Conveniência	2187	58	5	7873
Sortimento limitado	614	428	12	5305
Supermercado	2843	1464	70	143287
Hipermercado	230	5336	160	26496
Atacado	311	3173	150	33588

- Falta conscientização do usuário final sobre os benefícios da eficiência energética, tendo sido observado que o preço de aquisição do equipamento ainda é considerado mais importante do que a economia no consumo de energia, principalmente nas lojas menores.
- Supermercados maiores estão mais atentos aos benefícios na eficiência energética, mas ainda é um mercado muito orientado pelo preço do produto, e que se preocupa mais com os possíveis aumentos nos custos destes equipamentos.
- Existência do segmento institucional, onde marcas de bebidas, sorvetes e similares são responsáveis pela aquisição e disponibilização de equipamentos de refrigeração em regime de “comodato”, assim os donos dos equipamentos não são os responsáveis pela conta de energia do estabelecimento.
- Em relação à indústria, os fabricantes e fornecedores de peças estão atentos à questão da eficiência energética e da sustentabilidade, e lançaram produtos com melhorias significativas nestes quesitos, porém observa-se que essas melhorias ainda não foram aplicadas na maioria dos modelos disponíveis. Por exemplo, a maioria dos refrigeradores comerciais integrais no Brasil ainda utiliza compressores de velocidade fixa.

Principais conclusões advindas do estudo do PROCEL:

- MEPS devem ser implantados como ponto de partida para os EF integrais, seguidos da implantação de um Selo PROCEL, tanto por sua importância no mercado e potencial de impacto, quanto pela relativa facilidade de implantação. As grandes empresas em geral veem com bons olhos a

introdução de MEPS até um certo nível, pois assim os modelos menos eficientes de outras marcas poderiam ser eliminados do mercado.

- Devido à falta de conscientização sobre os benefícios da eficiência energética por parte dos usuários finais, considera-se que, além da implementação de MEPS e de selo de endosso (selo PROCEL), é fundamental a implementação de etiquetas comparativas de eficiência, semelhantes às que são utilizadas em refrigeradores domésticos. Além disso, a questão dos incentivos fiscais para fabricantes e consumidores, tais como a redução do IPI concedida para os refrigeradores domésticos que atingem o nível “A”, deve ser considerada na concepção da etiqueta de refrigeradores comerciais, prevendo também futuras atualizações, para evitar resistências à melhoria dos níveis de eficiência no futuro.

A partir das conclusões apresentadas no estudo do PROCEL e da análise dos demais dados levantados pela equipe do Projeto, recomenda-se que sejam incorporados ao escopo também os refrigeradores remotos, utilizados em supermercados (ver Seção 3.5 para mais detalhes) devido ao grande impacto potencial destes equipamentos na economia gerada a partir de sua maior eficiência energética.

3.5 Recomendações sobre o escopo

Esta seção apresenta recomendações sobre o escopo de produtos a serem regulamentados quanto à eficiência energética, sobre os quais serão apresentados estudos mais aprofundados neste relatório e em outros relatórios relacionados ao Projeto.

Para determinar o escopo recomendado, foram considerados os seguintes critérios:

1. **Potencial de Mercado (PM):** O produto tem uma boa participação no mercado ou está em crescimento?
2. **Potencial de Impacto (PI):** Espera-se que o grupo de produtos tenha um potencial de impacto significativo na economia de energia?
3. **Facilidade de adoção e supervisão (FAS):** O produto é regulamentado por MEPS nos países analisados e considerado para regulamentação nos países em desenvolvimento e emergentes sem apresentar muita complexidade?
4. **Consistência dos Métodos de Avaliação (CMA):** Padrões internacionais de teste, classificação e segurança estão disponíveis e foram comprovados nos principais mercados mundiais?

3.5.1 Expositores frigoríficos (integrals e remotos)

Recomenda-se incluir no escopo da regulação os dois tipos de EF, sejam estes integrals ou remotos, independentemente de sua estrutura (horizontal ou vertical), da temperatura-alvo (resfriamento e/ou congelamento) e ou do tipo de porta (transparente ou aberta).



Os principais motivos para esta recomendação são:

- Os expositores integrals e remotos são abrangidos por regulamentações nos principais países analisados (Austrália, China, UE, EUA etc.) e os dois tipos podem ser testados utilizando os mesmos padrões.
- A ISO 23953:2015 já possui uma versão brasileira, que já é bastante conhecida pela indústria.
- Os refrigeradores remotos podem ser testados separadamente da unidade de condensação.
- Mesmo que os equipamentos integrals tenham sido identificados como o tipo de refrigerador mais importante do mercado brasileiro, em termos de consumo de energia os equipamentos remotos também são muito importantes.
- Em muitos casos, o uso final dos equipamentos integrals e remotos é o mesmo, por isso é melhor regulamentar todos os tipos de produtos que serão utilizados para a mesma finalidade (exibir gêneros alimentícios aos consumidores) evitando brechas na legislação e excesso de diferenciação entre produtos similares. Nesse sentido, o escopo deve considerar também os refrigeradores com portas transparentes e os abertos, verticais ou horizontais.

A seguir são apresentadas as principais barreiras para a regulação destes produtos e algumas soluções possíveis:

- O alto grau de customização. Especialmente para os refrigeradores remotos, onde pode haver unidades semelhantes, mas oferecidas em diferentes comprimentos, larguras e configurações, ou atendendo a uma demanda especial de um cliente específico, levando a equipamentos com diferentes níveis de consumo de energia e, portanto, necessitando de uma certificação de eficiência separada. O alto número de pequenos fabricantes também indica que estes tendem a produzir poucas unidades de cada modelo, aumentando o custo da certificação por unidade produzida.

- Na Seção 8 são apresentadas algumas experiências internacionais sobre o processo de certificação que visaram reduzir custos de certificação e reduzir seu impacto em um setor altamente customizado, sendo discutidas algumas lições para o Brasil
- O alto grau de customização e o grande número de subcategorias que podem ser consideradas dentro dos tipos de EF também são grandes barreiras para a fiscalização do mercado.
 - O regulamento deve fornecer instruções claras sobre quais produtos são considerados em cada subcategoria ao definir o cálculo da eficiência energética e os níveis de MEPS e etiquetas.
- Para alguns fabricantes de produtos de baixa eficiência pode ser difícil cumprir as novas regulamentações, especialmente para fabricantes de pequeno e médio porte (isso vale para outros tipos de refrigeração comercial, não apenas para EF)
 - Para proteger as pequenas e médias empresas, os MEPS podem ser introduzidos gradualmente e em vários níveis. O tempo entre os diferentes níveis deve estar alinhado com a duração dos ciclos normais de projeto dos aparelhos para que os fabricantes tenham tempo suficiente para adaptar seus produtos aos requisitos de eficiência energética. Em alguns casos, no longo prazo a produção de refrigeradores de alta performance se tornará mais lucrativa, principalmente para empresas que exportam para países que já implementaram programas de eficiência energética.
- Limitações para o teste de determinados tamanhos de EF em laboratório
 - Na Seção 8 algumas experiências internacionais sobre os testes a serem realizados no processo de certificação são discutidas, identificando lições para o Brasil.

As barreiras identificadas acima se aplicam a ambos aos EF integrais e remotos, embora possam ser mais pronunciadas para os remotos. Uma possível solução para reduzir os impactos relacionados à certificação de EF remotos, mantendo estes na mesma regulamentação que os EF integrais, é dar mais tempo para a sua implementação. De qualquer forma, incluir os dois tipos de equipamento no mesmo regulamento dará mais certeza aos fabricantes sobre o que acontecerá no futuro, para que possam otimizar os esforços na melhoria de seus produtos.

Sobre a sobreposição com outros regulamentos, a Portaria INMETRO Nº 332, de 02 de agosto de 2021” incluiu no escopo os “Frigobares” com portas opacas, para que os “Frigobares” com portas transparentes pudessem ser incorporados ao escopo da regulamentação de refrigeradores comerciais. Os “frigobares” com recurso *pull-down* para exibição de bebidas, poderiam ser categorizados como refrigeradores de bebidas. Outro ponto a considerar é como serão considerados os refrigeradores que possuem função de vendas, mas cujas portas são parcialmente ou totalmente cegas.

3.5.2 Refrigerador de bebidas

Em princípio, os refrigeradores de bebidas poderiam ser classificados como EF integrados/plug-in verticais ou horizontais, fechados ou abertos, seguindo a categorização dos expositores frigoríficos da segmentação de supermercados. No entanto, na maioria dos países, estes tipos de equipamentos são separados, devido a várias razões que são discutidas na Seção 5.1.1.2.



Recomenda-se incluir os refrigeradores de bebidas no escopo da regulamentação. Os principais motivos desta recomendação são listados abaixo:

- Este tipo de equipamento é coberto pelos regulamentos dos países analisados (Austrália, China, UE, EUA etc.)
- Existem padrões internacionais de teste disponíveis. A ISO 22044:2021 específica, e a mais genérica para EF: ISO 23953:2015 (que possui versão nacionalizada pela ABNT)
- Estes refrigeradores representam um importante fatia do mercado brasileiro, com grande possibilidade de economia de energia

Algumas das barreiras comentadas para os EF também valem para os refrigeradores de bebidas, como o impacto da regulamentação nos fabricantes que produzem produtos de menor eficiência. Algumas barreiras específicas para este tipo de produto são listadas abaixo:

- Pode ser difícil distinguir um refrigerador de bebidas de um expositor de supermercado com base apenas em características externas, o que seria desejável para facilitar a futura fiscalização do mercado.
- Por vezes, podem ser “multifuncionais”, podendo funcionar como refrigeradores de bebidas ou como EF para outros gêneros alimentícios.
 - O regulamento deve conter instruções claras para se definir quando o equipamento é considerado um refrigerador de bebidas, possibilitando sua correta aplicação.
- A decisão sobre os padrões de teste a serem utilizados afetará as métricas adotadas para definir o consumo de energia e os parâmetros para se definir o tamanho, a capacidade em litros ou sua área total de exposição. Além disso, existem refrigeradores para bebidas com portas parcialmente ou totalmente opacas.
 - Na Seção 4.3, os dois principais padrões internacionais de testagem para este produto são discutidos para fornecer subsídios para que o Brasil possa decidir melhor qual padrão de teste a ser utilizado.

3.5.3 Refrigeradores de Armazenamento (com portas cegas)

Já existem experiências suficientes nos principais países que abrangem este tipo de produto em seus regulamentos de eficiência energética (Austrália, China, UE, EUA etc.) e um padrão de teste internacionalmente aceito para esse tipo de produto.



Quanto ao impacto no mercado e no potencial economia de energia, o estudo do PROCEL identificou que cerca de 17% e 15% dos estabelecimentos entrevistados possuíam refrigeradores horizontais e verticais com portas cegas, respectivamente. No entanto, observa-se que em muitos casos as pequenas empresas utilizam refrigeradores domésticos no lugar de refrigeradores comerciais.

Além disso, para o freezer horizontal com porta cega, é difícil diferenciar entre uso doméstico e comercial/profissional em termos de tecnologia e aparência do equipamento, e a definição de “Doméstico” ou “Comercial”, dependerá principalmente da declaração do fabricante (objetivo de mercado).



Na União Europeia, o freezer horizontal comercial com porta cega está incluído na regulamentação para refrigeração “doméstica”, pois pode ser testado também com a norma de teste para refrigeradores domésticos (IEC 62552-1-2-3: 2015), enquanto outros refrigeradores comerciais com portas cegas (na UE são chamados de profissionais) são regulamentados em regulamento específico. No Brasil, a nova Portaria Nº 332 de 02 de agosto de 2021 indica claramente que os freezers comerciais não estão incluídos no escopo, mesmo que tenham portas cegas.

Nesse sentido, recomendamos a inclusão dos refrigeradores de armazenamento na regulamentação de equipamentos comerciais, principalmente para evitar confusões com o freezer horizontal de portas cegas, que é um produto comum no Brasil e nem sempre fica muito claro se estes equipamentos são certificados pela regulamentação de refrigeradores domésticos, visto que isso depende da declaração do fabricante.

Um ponto a ser considerado ao comparar as regulamentações para refrigeradores de armazenamento disponíveis em outros países é que, mesmo quando se referem a unidades horizontais, na verdade estão se referindo a unidades do tipo “balcão” (é o caso da Austrália). Isso deve ser considerado ao se projetar as métricas de eficiência energética do freezer horizontal com portas cegas, que devem ser diferenciadas das unidades do tipo “balcão”.

Outro ponto é que os principais fabricantes de refrigeradores de armazenamento podem ser diferentes dos fabricantes de EF.

3.5.4 Congelador de sorvetes

Em princípio, os congeladores para sorvetes poderiam ser classificados como Expositores Frigoríficos (EF) integrais horizontais fechados para congelados mas, por diversos motivos que serão vistos com mais detalhes na Seção 5.1.1.1, geralmente estes equipamentos são colocados em uma categoria separada.



Refrigeradores que são usados para expor sorvetes, mas que não atendem à definição de “Congelador de Sorvetes”, serão identificados como Expositores Frigoríficos (EF).

Recomenda-se incluir esta categoria no escopo do regulamento, visto que:

- São cobertos pelos regulamentos dos países selecionados (Austrália, China, UE, EUA, etc.)
- Existem padrões de teste internacionais disponíveis
- Possuem grande participação no mercado brasileiro, com ótimas oportunidades para economia de energia
- Se evitariam confusões com produtos similares, que são usados para exibir sorvetes.

Outro ponto importante a se considerar é que o congelador de sorvetes pode ter portas transparentes ou cegas.

3.5.5 Expositor para sorvetes artesanais

Se por um lado existem experiências suficientes em outros países que abrangem este tipo de produto em seus regulamentos de eficiência energética (Austrália, UE, EUA etc.) e um padrão de teste internacional que poderia ser adotado para testar esse tipo de produto, por outro lado não existem evidências suficientes para se saber qual é real impacto deste tipo de equipamento no mercado brasileiro.



Nesse sentido, duas opções são consideradas para as recomendações:

- a) Aproveitar o novo regulamento e incluir esta categoria para ter uma legislação mais abrangente.

- b) Deixar a inclusão desta categoria para a próxima atualização, de forma a simplificar a implementação do novo regulamento, visto que seria a primeira vez que este tipo de produto seria regulamentado.

Caso os expositores para sorvetes artesanais não estejam contemplados na primeira regulamentação, mas exista a disposição de incluí-las em uma revisão futura, recomenda-se informar desde já a indústria, para que fiquem cientes dos produtos que poderão vir a ser regulados no futuro.

3.5.6 Máquina refrigerada de venda automática

Existem experiências suficientes em outros países que abrangem este tipo de produto em seus regulamentos de eficiência energética (Austrália, UE, EUA etc.) e um padrão de teste internacional que poderia ser adotado para testar esse tipo de produto. Por outro lado, ainda não existem evidências suficientes para saber qual seria o impacto no mercado brasileiro, muito provavelmente apresentando um impacto pequeno em comparação com as categorias anteriores.



Neste sentido, são sugeridas duas opções:

- a) Aproveitar o novo regulamento e incluir esta categoria para obter uma legislação mais abrangente.
- b) Deixar a inclusão desta categoria para a próxima atualização, de forma a simplificar a implementação do novo regulamento.

Caso os refrigeradores de venda automática não estejam contemplados na primeira versão da regulamentação, mas exista a intenção de incluí-los em uma futura revisão, recomenda-se informar a desde já a indústria, para que fiquem cientes dos produtos que poderão vir a ser regulados no futuro.

3.5.7 Câmaras frigoríficas

Embora não existam evidências sobre o impacto desta categoria no mercado brasileiro, olhando para a experiência internacional, considera-se que este pode não ser desprezível.

No entanto, a implementação de MEPS e etiquetas para este tipo de produto não está tão madura quanto para os expositores frigoríficos ou refrigeradores de bebidas. Além disso, é difícil a fiscalização do mercado, pois muitas vezes estes tipos de equipamentos são



montados no local, e sua eficiência energética depende de como são instalados e comissionados para uso.

Nesse sentido, recomenda-se deixar este tipo de equipamento de fora do escopo por enquanto e estudar a sua adequação para inclusão nas próximas atualizações do regulamento, uma vez que apareçam mais experiências internacionais na implementação de regulamentos e normas de teste. A União Europeia está atualmente estudando a inclusão desta categoria na próxima atualização dos regulamentos de MEPS [5].

3.5.8 Unidades Condensadoras

Não há evidências sobre o impacto desta categoria de equipamentos no mercado brasileiro. No entanto, considerando a experiência internacional, este impacto pode não ser desprezível, visto que este tipo de equipamento é usado como parte dos expositores frigoríficos remotos e de outros tipos de equipamentos, como as Câmaras Frigoríficas.



No entanto, a implementação de MEPS e etiquetas para este tipo de produto não está tão madura quanto para os expositores frigoríficos ou os refrigeradores de bebidas.

Nesse sentido, recomenda-se deixá-lo fora do escopo por enquanto, e estudar a adequação para sua inclusão na próxima atualização do regulamento, ou mesmo desenvolver um regulamento específico para este tipo de produto.

3.5.9 Rack de Compressores

Durante uma das reuniões do *Policy Working Group* - PWG do Projeto foi levantada a possibilidade de incluir os compressores utilizados em EF integrais na proposta de regulação. Essa discussão não é nova, pois de acordo com o estudo do PROCEL em 2015 já houve essa discussão, mas observamos que a proposta foi rejeitada pelo Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) devido à falta de embasamento técnico suficiente para fazer um instrumento regulatório levando em consideração apenas um componente.



Segundo se observou na pesquisa realizada durante a preparação deste relatório, não existem ainda experiências de regulação deste tipo de equipamento em outros países. Além disso, acreditamos ser um equipamento de difícil fiscalização no mercado, uma vez que não são facilmente identificados no mercado como “um” produto. Portanto, recomenda-se regular os refrigeradores comerciais integrais como um “todo”, deixando para a decisão do fabricante quais partes da unidade desejam aperfeiçoar mais, o que obviamente incluiria os compressores.

Uma discussão diferente é sobre o compressor, ou rack de compressores, que são instalados em grandes sistemas de refrigeração, em supermercados de médio e grande porte, na operação de expositores frigoríficos remotos. Nesse caso, faz sentido regulamentar esses equipamentos, visto estarem disponíveis no mercado como um produto. No entanto, até onde sabemos, este equipamento ainda não foi regulamentado com MEPS e/ou etiquetas em outros países.

Portanto, a recomendação é deixar os racks de compressores de fora do escopo, e eventualmente tratá-los em um regulamento específico.

3.5.10 Grandes sistemas de refrigeração

Os grandes sistemas de refrigeração geralmente são instalados em supermercados de médio a grande porte. São formados por diversos equipamentos independentes (do ponto de vista do mercado), o que inclui os expositores frigoríficos remotos.

Nesse sentido, os sistemas de refrigeração de grande porte não podem ser regulamentados como um produto único, sendo recomendável deixá-los de fora do escopo da regulamentação.

Uma opção neste caso seria considerar a eficiência do sistema completo na edificação, como é feito no programa “PBE – Edifica”, porém este tipo de solução está fora do escopo e dos objetivos deste Projeto.

3.5.11 Máquinas de bebidas e sorvetes “soft”

Durante as reuniões do *Policy Working Group* (PWG) do Projeto, foi levantada a questão sobre a possibilidade de se regular este tipo de equipamento. No entanto, durante a pesquisa realizada para este relatório não foram identificadas experiências de regulação destes equipamentos em outros países, sendo recomendável deixá-los de fora do escopo, por enquanto.

O estudo preliminar [5] que servirá para atualizar o regulamento de Refrigeradores de Armazenamento na União Europeia identificou as máquinas de sorvetes “soft” e bebidas como uma possível categoria a ser incluída no regulamento de Expositores Frigoríficos, sendo também inserida nos estudos preliminares para regulamentos específicos no futuro. Nesse sentido, é recomendável observar como

essa categoria evolui em termos de regulamentações e padrões de teste adequados, para que possa ser considerada sua inclusão na próxima atualização do regulamento para equipamentos de refrigeração comercial no Brasil.

3.5.12 Outros tipos de refrigeradores comerciais

Ainda não existem estudos sobre o impacto de refrigeradores do tipo *Blast*, refrigeradores laboratoriais, máquinas de gelo automáticas comerciais e de sistemas refrigerados de transporte no mercado brasileiro, assim a implementação de MEPS e etiquetas para esses tipos de produtos não está tão madura quanto para os expositores frigoríficos ou os refrigeradores de bebidas. Nesse sentido, recomenda-se deixá-los fora do escopo por enquanto, e estudar a sua inclusão em uma futura atualização do regulamento ou mesmo a adoção de um regulamento específico.

4 Padrões e condições de testagem

Esta seção não se destina a uma análise completa dos padrões de testagem. O objetivo é analisar apenas as partes que são importantes para se definir uma regulação de eficiência energética e tomar decisões sobre a aplicação das normas. A Parte 2 do estudo do PROCEL “Produto 2 – *Benchmarks* Internacionais” também traz uma introdução aos padrões de teste usados na UE e nos EUA.

Nesta seção são apresentadas:

- As principais condições de teste usadas para o escopo proposto nos países selecionados.
- As principais características da nova norma para refrigeradores de bebidas (ISO 22044:2021).
- As principais diferenças entre a ISO 23953-2:2015 e o novo rascunho da ISO/DIS 23953-2 (publicado em dezembro de 2021).
- A conversão de consumo de energia entre os padrões dos EUA e ISO.
- As principais barreiras para os laboratórios de testes.

4.1 Condições de teste

4.1.1 Testes de classe climática e consumo de energia

A Tabela 5 mostra a temperatura ambiente utilizada para o cálculo do consumo de energia em diferentes países para as diferentes categorias de produtos. Para refrigeradores de armazenamento, o teste de temperatura depende se o uso é “pesado” ou não, enquanto os EUA e o México não diferenciam entre uso pesado, leve e normal. O congelador de sorvetes pequeno é normalmente testado a 30°C, enquanto todas as outras categorias são normalmente testadas a 25°C. Nos EUA, todas as categorias são testadas a 24°C de temperatura e 78% de umidade relativa.

Tabela 5: Temperatura ambiente utilizada nos testes de consumo de energia

Categoria principal	U4E	UE	EUA	Austrália	China	México
Refrigeradores de armazenamento de uso leve e normal	25°C	25°C	24°C	25°C	25°C	32,2°C
Refrigeradores de armazenamento de uso pesado	30°C	30°C		30°C	?	
Expositores integrais	25°C	25°C	24°C	25°C	25°C	32,2°C
Expositores remotos	25°C	25°C	24°C	25°C	25°C	-
Refrigeradores de bebidas	25°C	25°C	24°C	25°C	25°C	32,2°C
Congeladores para sorvetes	30°C	30°C	24°C	30°C	?	-
Refrigeradores para sorvetes	25°C	25°C	24°C	25°C	-	-

Além da classe climática usada para testar o consumo de energia, o fabricante pode querer declarar que a unidade é capaz de funcionar corretamente em condições ambientais mais rigorosas. A Tabela 6 mostra as diferentes classes climáticas disponíveis nas normas internacionais para as diferentes categorias de produtos. No caso de congeladores de sorvete pequenos, eles precisam ser testados em temperatura ambiente baixa e alta para cada classe climática (semelhante aos refrigeradores domésticos). Deve-se notar que as classes climáticas para expositores frigoríficos (EF) não são ordenadas pela temperatura, mas pela massa de vapor d'água no ar, o que pode afetar mais o consumo de energia do que apenas a temperatura.

A Norma ABNT NBR 16255 - *Sistemas de refrigeração para supermercados: diretrizes para projeto, instalação e operação* - indica que a classe climática dos expositores frigoríficos deve ser a que melhor represente as condições ambientais esperadas para o local onde os equipamentos serão instalados. Também indica que somente os expositores em ambientes permanentemente condicionados podem ser selecionados na condição de clima 3 da ISO 23953-2 (a norma recomenda controlar as condições do ambiente com a utilização de sistemas de ar-condicionado). Neste

sentido, parece adequado utilizar a classe climática 3 para expositores frigoríficos para o consumo de energia em todos os casos, podendo cada fabricante declarar uma classe climática mais rigorosa, caso seja necessário (o teste de consumo de energia continuaria sendo com classe 3).

Tabela 6: Classes climáticas disponíveis nas diferentes normas internacionais

Padrões e tipos de equipamento	Classe climática segundo a norma de ensaio	Temperatura de bulbo seco ambiental: [°C]	Umidade relativa ambiental: %
EF com ISO 23953-2 e refrigeradores para sorvetes artesanais com EN 16838:2019 *Para refrigeradores de armazenamento com ISO 22041:2019	0	20	50
	1	16	80
	8	24	55
	2	22	65
	3*	25	60
	4*	30	55
	6	27	70
	5*	40	40
Refrigerador de Bebidas com ISO 22044:2021	CC1	25,0	60
	CC2	32,2	65
	CC3	40,6	75
Congelador de Sorvetes com ISO 22043:2020	A	Min (16°C; 80 %) - Max (30°C; 55 %)	
	B	Min (16°C; 80 %) - Max (35°C; 75 %)	
	C	Min (16°C; 80 %) - Max (40°C; 40 %)	

4.1.2 Classe de temperatura segundo a temperatura alvo

A classe de temperatura dos refrigeradores é definida segundo a temperatura alvo no interior dos compartimentos do refrigerador.

Nos EUA, todos os compartimentos descongelados são testados a uma temperatura média de +3,3°C, enquanto os compartimentos congelados são testados a -17,7°C. Para todos os expositores de sorvetes (não apenas pequenos e integrais), a temperatura média é de -26,1°C.

No caso das normas internacionais (ISO), existem diferentes opções dependendo do tipo de produto como pode ser visto na Tabela 7. Além disso, em todos os casos existe uma classe de temperatura S, caso a temperatura do produto não coincida com qualquer um dos parâmetros listados na norma³.

Tabela 7: Classes de temperatura disponíveis nas diferentes normas internacionais de acordo com a temperatura do compartimento

³ A classe S de temperatura foi excluída no último rascunho da atualização da ISO 23953-2

Norma e tipo de equipamento	Classe de temperatura	Θ _{ah} * mais frio ou igual a: [°C]	Θ _b ** mais quente ou igual a: [°C]	Θ _{al} *** mais frio ou igual a: [°C]	Temperatura média igual ou menor do que: [°C]
ISO 23953 para EF não congeladores	H1	+10	+1	-	-
	H2	+10	-1	-	-
	M0	+4	-1	-	-
	M	+6	-1	-	-
	M1	+5	-1	-	-
	M2	+7	-1	-	-
ISO 23953 para EF congeladores	L1	-15	-	-18	-
	L2	-12	-	-18	-
	L3	-12	-	-15	-
ISO 22044 para refrigeradores de bebidas	K1	+7,0	0,0	-	3,5
	K2	+6,0	-1,0	-	2,5
	K3	+1,0	-3,5	-	-1,0
	K4	+9,0	1,0	-	+5,0
ISO 22043 para congeladores de sorvetes	C1	-18	-	-	-
	C2	-7	-	-	-
EN 16838 para expositores de sorvetes artesanais	G1	-10	-14	-	-
	G2	-10	-16	-	-
	G3	-10	-18	-	-
Também L1, L2 e L3 a partir da ISO 23953					
ISO 22041 para refrigeradores de armazenamento	M1 e L1 a partir da ISO 23953				
Faixa de temperatura recomendada segundo**** ABNT NBR 16255	Carnes, Aves, Pescado, Pratos prontos, Legumes processados			0 / +2°C	
	Alimentos processados			0 / +5°C	
	Embutidos, Leite			+2 / +4°C	
	Laticínios			+4 / +6°C	
	Frutas e verduras			+6 / +8°C	
	Congelados, Sorvetes			-18 / -15°C	
* Θ _{ah} : Temperatura mais alta do sensor mais quente ** Θ _b : Temperatura mais baixa do sensor mais frio *** Θ _{al} : Temperatura mínima mais alta de todos os sensores **** O valor acima de temperatura corresponde ao valor médio entre a temperatura de insuflação e a temperatura de retorno					

A Tabela também mostra a faixa de temperatura recomendada de exposição (expositores frigoríficos) na norma brasileira ABNT NBR 16255 para diferentes produtos. Todas as faixas podem ser encaixadas em alguma das classes de temperatura da norma ISO 23953-2, de forma que não existe conflito entre as normas. Inclusive, a ABNT NBR 16255 faz referência à ABNT NBR ISO 23953-2 como norma de referência. No caso dos sorvetes, também não haveria conflito com a ISO 22043, caso fosse utilizada para os pequenos congeladores de sorvetes.

4.2 Análise da nova ISO 22044:2021 (Refrigeradores de Bebidas)

Conforme comentado anteriormente, a ISO publicou um novo padrão de teste específico para atender às particularidades dos refrigeradores de bebidas e excluirá esta categoria da nova versão da ISO 23953-2.

Os principais problemas para se adotar a ISO 23953-2 são:

- O uso de volume é preferível ao de Área Total de Exposição (TDA, na sigla em inglês) em refrigeradores de bebidas. A ISO 22044:2021 inclui os procedimentos para calcular tanto a TDA quanto o volume.
- Os refrigeradores de bebidas são projetados para baixar rapidamente a temperatura dos produtos que foram inseridos à temperatura ambiente, o chamado *pulldown*. Esta característica não é considerada na ISO 23953-2. A ISO 22044:2021 inclui um teste de tempo de *pulldown* para meia recarga
- A natureza não perecível das bebidas abre a oportunidade para a utilização de mecanismos de economia que não são considerados na ISO 23953-2, em particular o chamado *Energy Management Device* (EMD). A ISO 22044:2021 considera o uso de dispositivos EMD durante testes de temperatura e energia.

Atualmente, a Austrália continua a utilizar a ISO 23953-2, enquanto a União Europeia utiliza uma norma EN específica, mas adotará a ISO 22044:2021 assim que a versão EN da ISO estiver pronta. Nesse sentido, o Brasil terá que decidir se utilizará a nova ISO 22044:2021 ou a ISO 23953-2. Esta seção mostra as principais características da ISO 22044:2021.

4.2.1 Classes de temperatura (temperatura alvo dentro do gabinete)

Conforme mostrado na Tabela 7, existem quatro classificações de temperatura dependendo da temperatura no interior do gabinete. Existem algumas classes semelhantes às dos expositores frigoríficos do setor de supermercados, sendo que a principal diferença está na classe K3, que representa uma classe especial de refrigeradores de bebidas, geralmente chamados de refrigeradores abaixo de zero, que funcionam em torno de -1°C.

Outra diferença em relação à ISO 23953-2, é que são utilizadas latas padronizadas no lugar de pacotes padronizados (Pacotes-M) para a carga do refrigerador. As latas utilizadas são do tamanho padrão, com volume de 330 ml, e recebem uma mistura de 33% de propilenoglicol e 67% de água (como porcentagem do peso).

Os fabricantes brasileiros de refrigeradores de bebidas informaram durante as entrevistas realizadas ao longo do Projeto que grandes clientes encomendam este tipo de refrigerador para oferecê-los ao mercado no arranjo de “Comodato”, e têm

suas próprias exigências quanto à classe de temperatura, forma das embalagens, classes climáticas etc. Quanto à classe de temperatura, se houver uma comum que não esteja de acordo com a classificação da ISO 22044:2021, a classificação especial S poderia ser utilizada. Neste caso, os requisitos para a classe S devem ser especificados no regulamento de eficiência energética.

4.2.2 Teste de recuperação de temperatura e meia recarga

Os fabricantes devem declarar uma das três classes climáticas indicadas na Tabela 8. Na classe climática declarada, o refrigerador de bebidas deve ser capaz de manter a temperatura no interior do gabinete conforme declarado pelo fabricante (ver a Tabela 7). Para esta ISO, o teste de temperatura e o teste de consumo de energia devem ser realizados separadamente.

Para o equipamento classificado em uma das três classes climáticas, também existem requisitos quanto ao tempo máximo necessário para baixar a temperatura de meia carga. O teste de recuperação de meia recarga é feito separadamente, removendo 50% da carga (latas padronizadas que já estão na temperatura alvo), e substituindo por outras latas em temperatura ambiente. Em seguida é medido o tempo necessário para se atingir a temperatura alvo nas novas latas.

Tabela 8: Classes climáticas e tempo máximo de recuperação de meia carga na ISO 22044

Classe climática da temperatura no ambiente	Temperatura de bulbo seco: [°C]	Umidade relativa: %	Tempo máximo de recuperação de meia recarga: [h]
CC1	25,0	60	≤13,0
CC2	32,2	65	≤16,0
CC3	40,6	75	≤20,0

4.2.3 Teste de consumo de energia

De acordo com a ISO 22044:2021, o teste de consumo de energia deve ser feito com base na classe climática CC1 (temperatura ambiente de 25°C e UR de 60%). A principal vantagem de usar esta ISO e não a ISO 23953-2 para o cálculo do consumo de energia é que a primeira inclui procedimentos para realizar teste de unidades com Dispositivos de Gerenciamento de Energia (*Energy Management Device*, ou EMD na sigla em inglês) incentivando os fabricantes a utilizar este tipo de equipamento de economia de energia para obter os melhores resultados na etiqueta de eficiência energética.

Outra diferença entre a ISO 22044:2021 e a ISO 23953-2, é que a primeira não inclui aberturas de portas durante o teste de consumo de energia. Neste sentido, não ter nenhuma abertura de porta subestimar o consumo de energia quando

comparado ao uso real do equipamento. Além disso, embora a ISO 22044:2021 considere o tempo de recuperação de meia-carga do ponto de vista do desempenho, a energia utilizada no *pull-down* não é considerada para o consumo de energia.

4.2.4 Outras características

A ISO 22044:2021 também inclui um teste de durabilidade da porta e da tampa, que não foi incluído na ISO 23953-2.

Pequenas alterações foram observadas na minuta da nova ISO 23953-2, as quais não foram contempladas na ISO 22044:2021, tal como a posição dos sensores utilizados para medição da temperatura ambiente.

4.2.5 Conclusões sobre a ISO 22044:2021

Os principais benefícios advindos da utilização da ISO 22044:2021 são:

- Possibilidade de realização do cálculo por volume ou TDA, podendo ser utilizada também para refrigeradores com portas cegas.
- Inclui classes de temperatura normalmente utilizadas em refrigeradores de bebidas.
- Garante uma *performance* mínima e padronizada para a função de *pull-down*
- Considera a utilização de Dispositivos de Gerenciamento de Energia no cálculo do consumo de energia.

A principal desvantagem da ISO 22044:2021 é que nela o consumo de energia é subestimado, pois não inclui o processo de energia (*pull-down*) nem as aberturas de portas. Essa foi uma das razões pelas quais a Austrália decidiu usar a ISO 23953-2 e não a EN 16902:2016, que foi a norma Europeia utilizada como referência para a ISO 22044:2021.

Outro ponto a ser considerado, é que equipamentos com dispositivos EMD não podem ser utilizados para bebidas perecíveis, tais como leite ou sucos de frutas. Portanto, os aparelhos que podem ser usados tanto para perecíveis quanto para não perecíveis, mediante alteração nas configurações do equipamento, deveriam ter os seus dispositivos EMD desativados quando estivessem no “modo perecível”.

Para evitar confusão durante a certificação dos produtos, a Austrália especifica que os modelos que podem ser utilizados para alimentos perecíveis e não perecíveis (por exemplo, bebidas) serão certificados como expositores frigoríficos, e serão classificados como refrigeradores de bebidas apenas quando forem utilizados para bebidas não perecíveis exclusivamente. Portanto, definições ambíguas devem ser evitadas na categorização de equipamentos como refrigeradores de bebidas ou outros expositores frigoríficos, para evitar confusões.

A Austrália comentou em seus relatórios que avaliará a opção de adotar o padrão ISO específico para refrigeradores de bebidas. No entanto, não está claro o que eles farão, visto que a nova ISO não resolve alguns dos problemas pelos quais eles decidiram implementar a ISO 23953-2 em vez da EN 16902:2016.

Grandes fabricantes de bebidas como Heineken, Coca-Cola etc., possuem requisitos próprios para os seus refrigeradores. A partir da implementação da ISO 22044:2021 na UE, espera-se que ocorra uma harmonização dos protocolos de ensaio feitos para atender estes fabricantes com a norma internacional, o que poderia inclusive favorecer a implementação da ISO 22044:2021 no Brasil. Concluindo, ambas as normas apresentam vantagens e desvantagens, sendo recomendada a realização de uma discussão mais profunda pelos membros do PWG, inclusive com apoio de outras instituições internacionais, antes de se tomar uma decisão final. Neste momento, nos parece que a ISO 22044:2021 se adequaria melhor às características dos refrigeradores de bebidas.

4.3 Análise da ISO 22043:2020 (Congelador para Sorvetes)

Conforme comentado anteriormente, a ISO publicou um novo padrão de teste específico para atender às particularidades dos congeladores para sorvetes e excluirá esta categoria da nova versão da ISO 23953-2.

Esta norma de ensaio é a ISO 22043:2020, e só aplica aos Congeladores para Sorvetes concebidos para armazenamento, exposição e acesso dos consumidores a sorvetes congelados pré-embalados (porta transparente ou cega), deve ser integral, horizontal, com volume de ≤ 600 L, e uma razão entre volume e área de exposição ($V/TDA \geq 0,35$ m. Todos aqueles congeladores para sorvetes que são usados para exposição e acesso dos consumidores, mas não cumprem todos os requisitos da definição da ISO 22043:2020, serão tratados como expositores frigoríficos e ensaiados com a ISO 23953-2.

A ISO 22044:2020 e a ISO 23953-2 são parecidas em muitos pontos como os requisitos da sala de ensaios e a carga com os corpos de ensaio (pacotes padronizados). As principais mudanças da norma ISO 22044:2020 em comparação com a ISO 23953-2 são:

- Existem três classes climáticas, e são comprovadas duas temperaturas em cada classe, uma temperatura mínima e outra máxima (ver Tabela 6)
- Existem duas classes de temperatura para o compartimento, -7°C e -18°C (ver Tabela 7)
- Não há abertura de portas durante o ensaio do consumo de energia (sim durante o ensaio de classe climática)

4.4 Análise da nova ISO 23953-2

A ISO 23953-2:2015 está em processo de revisão e atualização, sendo que a nova versão está prevista para 2022 (em dezembro de 2021 foi publicado um rascunho da ISO/DIS 23953-2). Observa-se que Brasil já publicou a ABNT NBR ISO 23953-2:2018, que basicamente é a ISO 23953-2:2015 em português. Portanto, é importante conhecer as principais mudanças nestas normas antes de se decidir se o Brasil precisaria adotar a nova versão da ISO para a regulamentação de eficiência energética dos expositores frigoríficos (Integral e Remoto).

A Tabela 9 resume as principais mudanças que são esperadas na nova versão da ISO 23953-2 (outras podem ocorrer na versão final). São três as principais mudanças:

- A inclusão de procedimentos de testagem para unidades condensadoras refrigeradas a líquido (semi-integrais).
- A inclusão de regras de extrapolação para diferentes comprimentos, alturas e larguras, que são semelhantes às recomendações Eurovent (ver Seção 8).
- Exclui claramente os refrigeradores de bebidas do escopo e não traz mudanças substanciais em como o teste seria feito na nova versão, portanto, esta decisão está relacionada à publicação de uma nova ISO, específica para refrigeradores de bebidas, a ISO 22044:2021 (ver Seção 4.2).

Tabela 9: Diferenças entre a atual ISO 23953-2:2015 e o novo rascunho de ISO/DIS 23953-2

Parâmetros e seções na ISO/DIS 23953-2	Principal alteração
Escopo (1)	Inclui unidades de condensação refrigeradas a líquido e exclui refrigeradores de bebidas e congeladores de sorvete
Requisitos: Construção (4.1)	Os gabinetes devem incorporar um meio de controlar toda ou parte da iluminação
Classe de temperatura (4.2.2)	A nova ISO não inclui a classificação especial "S"
Ambientes de teste e documentos (5.3.3)	<ul style="list-style-type: none">➤ Posição ligeiramente diferente do sensor de clima➤ Nova exigência de período de amostragem para unidades com válvulas de expansão eletrônicas
Preparação do refrigerador (5.3.3.3)	Apenas ligeira diferença nas alturas de carga para refrigeradores verticais fechados
Condições de estabilidade e período de teste (5.3.3.5 e 5.3.3.6)	<ul style="list-style-type: none">➤ Mais especificações para condições estáveis➤ Critérios adicionais para refrigeradores com porta ou com tampa durante o período de teste
Abertura de portas (5.3.4.2)	O mesmo, porém, especifica o sentido de abertura no caso de várias portas/tampas

Consumo de energia (5.3.6)	Inclui instruções para testar unidades de condensação refrigeradas a líquido
Limite de carga (7.1)	Requer marcação da classificação de temperatura se os compartimentos apresentarem limites de carga diferentes
Cálculo da TDA (A.2)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Limite de 60 mm para as tarjetas de marcação de preço para não serem deduzidas do cálculo do TDA (Anexo A) ➤ Mais exemplos com figuras para cálculo de TDA
Classificação quanto à performance e energia (Anexos D e E)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mais especificações sobre as Condições de Classificação Padrão ➤ Adição de métodos de extrapolação para unidades de condensação refrigeradas a líquido ➤ Adição de métodos de extrapolação para diferentes comprimentos, altura e largura (Ver Seção 8) ➤ Adição de coeficientes M e N que podem ser usados para o método de extrapolação

As demais mudanças são pequenas e não afetam muito o consumo de energia. A regulamentação australiana [10], também inclui pequenas alterações na ISO 23953-2:2015. Essas alterações geralmente adicionam algumas informações ou alteram pequenas partes do texto para ficarem mais claras. Algumas das mudanças são consideradas também no rascunho da nova ISO 23953-2.

4.5 Comparação entre as normas ANSI/AHRI e ISO

O material suplementar dos Guias de Regulamento Modelo U4E [4] mostra um estudo sobre a diferença no consumo de energia entre a ISO 23953 (usada na Austrália, Nova Zelândia, China, UE) e ANSI/ASHRAE 72 e ANSI/AHRI 1200 (usada nos EUA). Esses resultados são resumidos nesta seção, visando sua utilização na Seção 6 para realizar a comparação de MEPS entre os diferentes países.

Os efeitos de algumas diferenças entre os padrões de teste nos resultados de medição ou cálculo podem ser previstos ou estimados, enquanto outros fatores são difíceis de estimar ou são menos importantes, portanto, devem ser considerados como indicativos e não como fatores de conversão exatos. As premissas usadas na análise feita pela U4E [4] para converter os consumos de energia declarados dos sistemas em diferentes padrões consideram temperatura e a umidade da sala de teste, temperatura do produto, regime de abertura da porta/tampa, regime de iluminação, configuração de carga/material etc.

A Tabela 10 resume as premissas utilizadas para a normalização de expositores frigoríficos (EF) das normas (ANSI/ASHRAE 72: 2005 & ANSI/AHRI 1200: 2010) para a ISO 23953. Por exemplo, para um refrigerador aberto horizontal integral descongelado (classificado como HZO.SC.M nos EUA), o consumo de energia medido de acordo com ISO 23953 é 3,9% mais alto do que o medido com as normas de ensaio

dos EUA. Particularmente para EF remotos, considerando capacidade de resfriamento e temperatura de evaporação idênticas, o consumo de energia calculado para refrigeração é muito maior sob a norma ISO 23953 do que sob a norma ANSI/AHRI 1200.

A maior diferença em gabinetes remotos é devido à natureza do teste e suposições feitas para a unidade condensadora. Enquanto o consumo de energia em um EF integral é medido diretamente no laboratório de testes, contabilizando a eficiência do isolamento e de todo o sistema de refrigeração, para o EF remoto mediu-se a eficiência do isolamento, do evaporador e do consumo secundário, enquanto a eficiência do compressor e condensador é assumida.

A Tabela 11 resume as premissas utilizadas para normalização de refrigeradores de armazenamento das normas (ANSI/ASHRAE 72: 2005 & ANSI/AHRI 1200: 2010) para a ISO 22041.

Tabela 10: Suposições utilizadas para normalização para ISO 23953 [4], [11]

Categoria de equipamento típico na UE e na Austrália ^a				Categoria de equipamento nos EUA ^b	ANSI/ASHRAE 72: 2005 & ANSI/AHRI 1200: 2010	Normalizado na ISO 23953: 2015 ^c
Integral	Horizontal	Resfriados	EF-IHR	HZO.SC.M	100%	103,9%
				SOC.SC.M	100%	99,6%
				HCT.SC.M	100%	161,3%
		Congelados	EF-IHF	HZO.SC.L	100%	96,3%
				SOC.SC.L	100%	92,3%
				HCT.SC.L	100%	94,9%
	Vertical	Resfriados	EF-IVR	VOP.SC.M	100%	101,6%
				SVO.SC.M	100%	106,0%
				VCT.SC.M	100%	169,1%
		Congelados	EF-IVC	VOP.SC.L	100%	96,5%
				SVO.SC.L	100%	100,7%
				VCT.SC.L	100%	104,9%
Remote	Horizontal	Resfriados	EF-RHR	HZO.RC.M	100%	144,7%
				SOC.RC.M	100%	139,9%
				HCT.RC.M	100%	222,1%
		Congelados	EF-RHC	HZO.RC.L	100%	124,2%
				SOC.RC.L	100%	123,4%
				HCT.RC.L	100%	124,4%
	Vertical	Resfriados	EF-RVR	VOP.RC.M	100%	143,0%
				SVO.RC.M	100%	149,5%
				VCT.RC.M	100%	260,6%
		Congelados	EF-RVC	VOP.RC.L	100%	120,9%
				SVO.RC.L	100%	126,8%
				VCT.RC.L	100%	133,8%

- a. IHR: integral horizontal resfriado; IHC: integral horizontal congelado; IVC: integral vertical resfriado; IVC: integral vertical congelado; RHC: remoto horizontal resfriado; RHF: remoto horizontal congelado; RVC: remoto vertical resfriado; RVF: remoto vertical congelado
- b. HZO: aberto horizontal; SOC: Balcão; HCT: transparente fechado horizontal; VOP: abertura vertical; SVO: semi-vertical aberto; VCT: transparente fechado vertical; SC: Integral; RC: Remoto; M: Resfriados; L: Congelados
- c. Por exemplo, a primeira linha deve ler que o consumo de energia estimado de um produto classificado nos EUA HZO.SC.M sob ISO 23953 é 1,039 vezes ou 3,9% maior que o padrão dos EUA.

Tabela 11: Suposições usadas para normalização para ISO 22041 [4]

Classificação do equipamento				Classe do equipamento nos EUA	ANSI/ASHRAE 72: 2005 & ANSI/AHRI 1200: 2010	Normalizado para a ISO 22041: 2019
Integral	Horizontal	Resfriado	RA-IHR	HFO.SC.M	100%	120,0%
		Congelado	RA-IHC	HFO.SC.L	100%	127,2%
	Vertical	Resfriado	RA-IVR	VFO.SC.M	100%	129,5%
		Congelado	RA-IVC	VFO.SC.L	100%	129,7%

RA: Refrigerador de armazenamento; IHR: integral horizontal resfriado; IHC: integral horizontal congelado; IVC: integral vertical resfriado; IVC: integral vertical congelado / HFO: horizontal fechado opaco; VFO: vertical fechado opaco

4.6 Principais barreiras para os laboratórios de teste

A principal barreira para os laboratórios de teste pode ser a limitação de realizar testes em determinados tamanhos de expositores frigoríficos. A Seção 8 apresenta experiências internacionais no processo de certificação para reduzir a necessidade de teste em equipamentos com grandes dimensões, e reduzir o número de testes em geral, visando principalmente minimizar o impacto do custo dos testes, especialmente para equipamentos com alto grau de customização.

Outro ponto a ser considerado é a diferença nas especificações das salas de testes entre os padrões para refrigeradores domésticos e comerciais. Um exemplo é a direção do fluxo de ar na sala de testes: enquanto os padrões para refrigeradores domésticos exigem movimento descendente vertical do ar, os padrões de teste da refrigeração comercial exigem o movimento horizontal do ar, no sentido longitudinal à unidade. Nesse sentido, laboratórios que possuem fluxo de ar vertical teriam que ser adaptados para realizar testes de refrigeração comercial.

5 Categorização de produtos e definição de métricas para aplicação de MEPS e etiquetas

Esta seção mostra a experiência internacional sobre a categorização e a definição de métricas para se calcular a eficiência energética, na definição de MEPS e na regulamentação de etiquetas de eficiência energética.

É importante considerar que as mesmas métricas são utilizadas para se definir os níveis de eficiência energética, seja para MEPS, seja para as etiquetas comparativas de eficiência energética ou para os selos de endosso. Portanto, é importante que todas as instituições⁴ responsáveis pelas diferentes regulamentações concordem com as métricas a serem utilizadas como padrão. Uma vez que as métricas forem acordadas, os níveis para MEPS e etiquetas podem ser ajustados.

5.1 Austrália, União Europeia e Guia da U4E

Na Austrália, União Europeia e no Guia da U4E a eficiência energética é definida pelo Índice de Eficiência Energética (IEE), que pode ser calculado com a equação abaixo:

$$IEE = \frac{CAE}{CPAE} \cdot 100 \quad [\%]$$

⁴ Neste caso, destacam-se o Ministério de Minas e Energia - MME para a definição dos MEPS, o Instituto Nacional de Metrologia - INMETRO para inserção dos refrigeradores comerciais no programa de etiquetas comparativas e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, para o selo de endosso.

Onde CAE é o consumo anual de energia da unidade (com base em testes de laboratório), e CPAE é o consumo padrão anual de energia, que representa um consumo de energia típico com base nas características da unidade. Quando $CAE=CPAE$, $IEE=100$, e quanto menor o CAE menor o IEE (mais eficiente). Por exemplo, um MEPS de $IEE=80$ significa que o consumo de energia para o equipamento é de 80% do consumo padrão representado pelo CPAE.

A Tabela 12 mostra a principal categorização utilizada na União Europeia, na Austrália e no Regulamento Modelo da U4E, que geralmente é semelhante à Austrália ou UE, dependendo do tipo de produto. A tabela também mostra as métricas (equação CPAE) e o nível de MEPS em termos de IEE, que podem ser distintos nos diferentes países, mesmo que sejam utilizadas métricas semelhantes. Os principais pontos que podem ser concluídos a partir da tabela são:

- Não existe diferença nas métricas nem nos MEPS de expositores frigoríficos (EF) abertos ou fechados para um determinado país (porém, estes podem ser diferentes entre os países apresentados).
- Todos os países analisados diferenciam EF verticais de horizontais, permitindo um consumo cerca de 150% maior em EF verticais para resfriados, e 87% a mais para congelados, em comparação com as unidades horizontais.
- Apenas na UE são utilizados fatores de compensação para os EF, dependendo da temperatura alvo (ver também Tabela 13).
- Somente a UE diferencia os expositores integrais dos remotos, utilizando um fator de compensação (P) para permitir um consumo de energia 10% maior nos equipamentos integrais.
 - O Guia da U4E também permite um consumo 30% maior, mas apenas para refrigeradores verticais para resfriados.
- Todos os países separam os refrigeradores de bebidas de outros EF utilizados para alimentos perecíveis (ver Seção 5.1.2), porém:
 - Somente a UE adota fatores de compensação dependendo da temperatura alvo (ver também Tabela 13)
 - Somente a UE adota fatores de compensação dependendo da classe climática (ver também Tabela 13)
- Todos os países separam pequenos congeladores integrais de sorvete de outros EF (ver Seção 5.1.1), porém:
 - Somente a UE adota fatores de compensação dependendo da temperatura alvo (ver também Tabela 13)
 - Somente a UE adota fatores de compensação dependendo da classe climática (ver também Tabela 13)
- Para os refrigeradores de armazenamento, todos os países usam as mesmas métricas, com diferentes MEPS (o da U4E é igual ao da Austrália em aplicações normais e pesadas).

Tabela 12: Categorização, métricas e MEPS utilizados na UE, Austrália e U4E

Categoria	União Europeia kWh/ano (TDA em m² e V em Litros)	Austrália kWh/ano (TDA em m² e V em Litros)	U4E
EF refrigerados verticais e combinados (Integrais e Remotos)	$365 \cdot P \cdot C \cdot (9,1 + 9,1 \cdot TDA)$ P para Integral vs. Remoto C depende da temperatura alvo MEPS 2021 = 100 MEPS 2023 = 80	$365 \cdot (9,1 + 9,1 \cdot TDA)$ MEPS 2021 = 130	= Austrália, porém MEPS = 100 para remotos
EF congelados verticais e combinados (Integrais e Remotos)	$365 \cdot P \cdot C \cdot (7,5 + 19,3 \cdot TDA)$ P para Integral vs. Remoto C depende da temperatura alvo MEPS 2021 = 100 MEPS 2023 = 80	$365 \cdot (1,6 + 19,1 \cdot TDA)$ MEPS 2021 = 130	= Austrália
EF Horizontal Refrigerados (Integral e Remoto)	$365 \cdot P \cdot C \cdot (3,7 + 3,5 \cdot TDA)$ P para Integral vs. Remoto C depende da temperatura alvo MEPS 2021 = 100 MEPS 2023 = 80	$365 \cdot (3,7 + 3,5 \cdot TDA)$ MEPS 2021 = 130	= Austrália
EF horizontais congelados (Integrais e Remotos)	$365 \cdot P \cdot C \cdot (4,0 + 10,3 \cdot TDA)$ P para Integral vs. Remoto C depende da temperatura alvo MEPS 2021 = 100 MEPS 2023 = 80	$365 \cdot (4,2 + 9,8 \cdot TDA)$ MEPS 2021 = 130	= Austrália
Refrigeradores de bebidas	$365 \cdot (2,1 + 0,006 \cdot V_{eq})$ $V_{eq} = V_G \cdot \frac{25 - T_C}{20} \cdot CC$ V_G e T_C = volume bruto e temperatura CC depende da classe climática MEPS 2021 = 100 MEPS 2023 = 80	$365 \cdot (0,69 + 5,97 \cdot TDA)$ MEPS 2021 = 130	= Austrália
Congeladores de sorvetes	$365 \cdot (2,0 + 0,009 \cdot V_{eq})$ $V_{eq} = V_n \cdot \frac{12 - T_C}{30} \cdot CC$ V_n e T_C = volume bruto e temperatura CC depende da classe climática MEPS 2021 = 80 MEPS 2023 = 50	$365 \cdot (1,0 + 0,009 \cdot V_n)$ MEPS 2021 = 130	Métrica = Austrália, porém MEPS = 100
Expositores para sorvetes artesanais	$365 \cdot (25,0 + 30,4 \cdot TDA)$ MEPS 2021 = 100 MEPS 2023 = 80	$365 \cdot (10,4 + 30,4 \cdot TDA)$ MEPS 2021 = 130	Métrica = Austrália, porém MEPS = 100
Máquina refrigerada de venda automática	$365 \cdot C \cdot (4,1 + 0,004 \cdot V_n)$ $C = 1 + \frac{12 - T_V}{25}$ T_V é a temperatura do compartimento MEPS 2021 = 100 MEPS 2023 = 80	Sem MEPS	= União Europeia, porém MEPS = 100
RA Vertical Refrigerado	$609 + 1,643 \cdot V_n$ MEPS 2019 leve e normal = 85 MEPS 2016 pesado = 115	Métrica = UE, porém MEPS 2021 leve e normal = 95 MEPS 2021 pesado = 115	= Austrália, mas 17% mais rígida para uso leve
RA Vertical Congelado	$1472 + 4,928 \cdot V_n$ MEPS 2019 leve e normal = 85 MEPS 2016 pesado = 115	Métrica = UE, porém MEPS 2021 leve e normal = 95 MEPS 2021 pesado = 115	= Austrália, mas 9% mais rígida para uso leve
RA tipo Balcão Refrigerado	$1790 + 2,555 \cdot V_n$ MEPS 2019 leve e normal = 85 MEPS 2016 pesado = 115	Métrica = UE, porém MEPS 2021 leve e normal = 95 MEPS 2021 pesado = 115	= Austrália, mas 17% mais rígida para uso leve

Categoria	União Europeia kWh/ano (TDA em m² e V em Litros)	Austrália kWh/ano (TDA em m² e V em Litros)	U4E
RA tipo Balcão Congelado	$2380 + 5,84 \cdot V_n$ MEPS 2019 leve e normal = 85 MEPS 2016 pesado = 115	Métrica = UE, porém MEPS 2021 leve e normal = 95 MEPS 2021 pesado = 115	= Austrália, mas 9% mais rígida para uso leve

A Tabela 13 mostra o valor dos fatores de compensação utilizados na UE e seu efeito no consumo de energia padrão (CPAE) e, conseqüentemente, nos MEPS. As condições com impacto de 0% são utilizadas como referência para produtos similares e temperaturas (congelados ou resfriados). Por exemplo, um EF vertical para resfriados testado em M0 terá um CPAE 30% maior que uma unidade similar trabalhando na temperatura de referência M2, significando que para M0 é permitido 30% mais consumo de energia no MEPS. Por outro lado, um EF congelador vertical testado em L2 terá um CPAE 8% menor que uma unidade similar trabalhando na temperatura de referência L1, ou seja, L2 pode consumir 8% menos que L1 para atingir o padrão dos MEPS.

Durante a elaboração do estudo preliminar da União Europeia [12], alguns participantes sugeriram uma segmentação adicional a partir da configuração mais detalhada do refrigerador (semi-vertical, *multi-deck*, combinado, tampa de vidro, porta de vidro etc.) alinhada à classificação das famílias de refrigeradores conforme a ISO 23953. No entanto, esta sugestão acabou não sendo aceita, pois seria de difícil justificativa com base no consumo de energia e, além disso, tornaria a regulamentação demasiadamente complexa. Também prejudicaria o objetivo geral de tornar o regulamento para refrigeradores comerciais mais eficiente, em termos energéticos, possibilitando a eliminação dos subtipos ineficientes do mercado.

Tabela 13: Fatores de compensação na União Europeia e seu efeito no CPAE

Fator de compensação	Parâmetro de referência**	Valor	Efeito no CPAE e MEPS
P = para EF Integral x Remoto (setor supermercadista)	Integral	1,1	+10%
	Remoto	1,0	0%
C = a depender da temperatura alvo para EF verticais (setor supermercadista)	H1 e H2	0,82	-18%
	M2	1,00	0%
	M1	1,15	+15%
	M0	1,30	+30%
	L1	1,00	0%
	L2	0,90	-10%
	L3	0,90	-10%
C = a depender da temperatura alvo para EF horizontais (setor supermercadista)	H1 e H2	0,92	-8%
	M2	1,00	0%
	M1	1,08	+8%
	M0	1,13	+13%
	L1	1,00	0%
	L2	0,92	-8%
	L3	0,92	-8%

CC = a depender da classe climática para refrigeradores de bebidas	CC1	1,00	0%
	CC2	1,05	+2%*
	CC3	1,10	+4%*
A depender da classe climática para refrigeradores de bebidas (Tc). Valor de $\frac{25-T_c}{20}$	K1	1,075	+3%*
	K2	1,125	+5%*
	K3	1,300	+13%*
	K4	1,000	0%
CC = a depender da classe climática para congeladores de sorvetes com porta transparente	A	1,00	0%
	B	1,10	+6%*
	C	1,20	+13%*
CC = a depender da classe climática para congeladores de sorvetes com porta cega	A	1,00	0%
	B	1,04	+2%*
	C	1,10	+6%*
A depender da classe de temperatura para congeladores de sorvetes (Tc). Valor do fator: $\frac{12-T_c}{30}$	C1	1,00	0%
	C2	0,63	-22%*

* O impacto no CPAE pode variar com o tamanho do equipamento

** Ver Tabela 6 e Tabela 7 para as temperaturas do parâmetro de referência

5.1.1 Categorização do congelador de sorvetes

Em princípio, os congeladores para sorvetes definidos na Seção 2 podem ser classificados como refrigeradores integrados/plug-in para congelados, horizontais, fechados dentro da classificação dos Expositores Frigoríficos (EF). No entanto, na União Europeia e na Austrália este tipo de equipamento é identificado em uma categoria separada. Deve-se observar que os refrigeradores que são utilizados para expor sorvetes, mas que não atendem à definição de “Congeladores de Sorvetes”, serão identificados como “Expositores Frigoríficos (EF)” e inseridos em uma das classes de temperatura, de acordo com a classificação da ISO 23953-2.

Nos EUA são utilizadas métricas e condições de teste próprias para os expositores de sorvetes, as quais servem para todos eles, não apenas para aqueles que atendem à definição de “Congeladores de Sorvetes”.

De acordo com o estudo preliminar do regulamento de Ecodesign da União Europeia [12], essa diferenciação foi proposta com base nos seguintes argumentos:

- O volume líquido refrigerado costuma ser menor para os congeladores de sorvete destinados a *merchandising*, em comparação com os do segmento supermercadista. No entanto, a proporção entre o volume líquido refrigerado e a área de exposição total geralmente é maior para os pequenos congeladores de sorvete de *merchandising*, pois geralmente estes também são utilizados para armazenamento (geralmente possuem compartimentos de armazenamento na parte inferior, que ficam escondidos).

- Congeladores de pequeno porte funcionam com resfriamento de ar estático (sem circulação forçada de ar por meio de um ventilador evaporador). Não possuem degelo a gás ou controles eletrônicos, e geralmente trabalham com condensadores de contato tipo “*skin*”.
- Os dados sobre os pequenos congeladores de sorvete geralmente usam o volume como referência do tamanho, enquanto os expositores de supermercados usam a área de exposição total.

5.1.2 Categorização dos refrigeradores de bebidas

Em princípio, os refrigeradores de bebidas poderiam ser classificados como integrais/plug-in para resfriados e verticais, seguindo a categorização dos expositores da segmentação de supermercados. No entanto, em muitos países, este tipo de equipamento é identificado em uma categoria separada.

De acordo com o estudo preliminar para o regulamento de Ecodesign da União Europeia [12], esta diferenciação teve como base uma série de motivos, dentre os quais destacam-se:

- O maior potencial de uso de dispositivos de gerenciamento de energia, visto que são equipamentos projetados para armazenar e exibir alimentos não perecíveis
- O uso do volume e não da área de exibição total (TDA) como métrica de referência (somente na Austrália é utilizada a TDA)
- Geralmente são projetados para baixar rapidamente a temperatura dos produtos que foram inseridos à temperatura ambiente, o chamado mecanismo *pull-down*.

Em relação à característica de *pull-down*, existe uma diferença em relação aos expositores de supermercados, onde os produtos são perecíveis e, portanto, já são inseridos em baixa temperatura para não interromper a cadeia de frio. Isso afeta o projeto e o dimensionamento (normalmente ocorre um superdimensionamento) dos componentes de refrigeração nos refrigeradores de bebidas, em comparação com os expositores frigoríficos de mesmo volume. No entanto, o estudo da União Europeia conclui que, em condições de regime permanente, o referido superdimensionamento dos componentes não tem um impacto significativo no consumo global de energia (com base nos dados disponíveis no momento do estudo).

Os refrigeradores de bebidas estão cada vez mais sendo equipados com dispositivos de economia de energia (por vezes chamados de EMD ou EMS) que permitem um aumento da temperatura de trabalho por um determinado período em que a atividade seja estatisticamente baixa. Isso vai além do que é permitido aos refrigeradores de supermercados para produtos perecíveis que, no entanto, também podem incluir tais dispositivos para reduzir a potência de refrigeração ou

a iluminação (por exemplo, à noite), mas ainda garantindo que o interior do equipamento mantenha temperatura máxima definida nos protocolos de segurança alimentar.

Alguns refrigeradores de bebidas também são projetados para fins comerciais em formatos não usuais, tais como tigelas ou cilindros. Pequenos refrigeradores que são colocados perto dos caixas para compras “por impulso”, por exemplo, podem ter uma estrutura aberta. Deve-se notar que a definição de refrigeradores de bebidas no regulamento MEPS da União Europeia inclui equipamentos verticais, horizontais ou de qualquer formato, bem como abertos, transparentes ou sólidos.

Por fim, a União Europeia decidiu usar uma equação de consumo de energia independente, baseada no volume líquido refrigerado e um padrão de teste específico (ver Seção 4.2). O consumo máximo de energia permitido pelo MEPS Europeu para um expositor frigorífico no setor supermercadista é mais de 4 vezes maior do que no refrigerador de bebidas para tamanhos parecidos. O estudo europeu não explica o motivo desta diferença tão grande entre esses dois produtos, porém analisando as normas e regulamentos, os principais motivos podem estar relacionados ao fato de não haver abertura de portas durante o teste de energia dos refrigeradores de bebidas, e o fato que existem poucos refrigeradores de bebidas abertos no mercado, e os MEPS visam eliminá-los do mercado, enquanto os MEPS para EF do setor supermercadista são os mesmos para equipamentos abertos ou fechados e não pretendem eliminar os abertos do mercado.

5.2 Estados Unidos (EUA)

A Tabela 14 mostra a categorização utilizada nos EUA, que têm muito mais categorias do que na União Europeia e na Austrália. As equações correspondem diretamente ao nível de MEPS, sendo baseadas na TDA expressa em pés quadrados (ft²). Além da subcategorização feita pela UE nos expositores frigoríficos, os EUA também diferenciam entre remotos ou integrais, abertos ou fechados, horizontais ou tipo balcão, e os Congeladores de Sorvetes.

Os principais pontos que podem ser concluídos a partir desta tabela são:

- Não são utilizados fatores de compensação para as diferentes temperaturas alvo.
- Resfriados e congelados são considerados separadamente, mas apenas uma temperatura é possível para cada um.
- Os sorvetes são separados dos congelados em geral, com uma temperatura alvo diferente.
- As unidades integrais podem consumir cerca de duas vezes mais do que as remotas, embora haja uma grande variação dependendo do tipo e tamanho do aparelho (a eficiência do compressor é assumida nas unidades remotas).

- É permitido que a unidades abertas consumam entre 2 a 3 vezes mais energia (a depender do tipo e tamanho do aparelho) do que as fechadas.
- As unidades verticais podem consumir até 3 vezes mais em comparação às horizontais, embora haja uma grande variação dependendo do tipo e tamanho do aparelho.

Essas conclusões não podem ser comparadas diretamente com as conclusões obtidas para a UE, pois estes países utilizam padrões de teste diferentes (ver a Seção 4.5). Por exemplo, se os resultados do MEPS para os EUA fossem convertidos considerando que seriam testados com a ISO 23953-2, a maioria das unidades integrais teria permissão para consumir cerca de 50% a mais do que as remotas, ao invés dos 100% observados se olharmos apenas para as equações dos EUA. Inclusive, alguns tamanhos de equipamento tipo balcão integral, poderiam consumir menos do que os remotos. A Seção 5.3 compara os níveis de MEPS entre os diferentes países, considerando os ajustes para diferentes padrões de teste.

Tabela 14: Categorização, métricas e MEPS utilizados nos EUA

Tipo de equipamento	Categoria	EUA (MEPS) kWh/dia (TDA em ft² e V em ft³)
EF Remoto	Aberto Vertical Resfriado	$4,07 + 0,64 \cdot TDA$
	Aberto Vertical Congelado	$6,85 + 2,2 \cdot TDA$
	Aberto Semi-Vertical Resfriado	$3,18 + 0,66 \cdot TDA$
	Aberto Semi-Vertical Congelado	$6,85 + 2,2 \cdot TDA$
	Aberto Horizontal Resfriado	$2,88 + 0,35 \cdot TDA$
	Aberto Horizontal Congelado	$6,88 + 0,55 \cdot TDA$
	Vertical Transparente Resfriado	$1,95 + 0,15 \cdot TDA$
	Vertical Transparente Congelado	$2,61 + 0,49 \cdot TDA$
	Horizontal Transparente Congelado	$0,13 + 0,16 \cdot TDA$
	Horizontal Transparente Resfriado	$0,34 + 0,26 \cdot TDA$
	Serviço no Balcão Resfriado	$0,11 + 0,44 \cdot TDA$
	Serviço no Balcão Congelado	$0,22 + 0,93 \cdot TDA$
EF Integral	Aberto Vertical Resfriado	$4,71 + 1,69 \cdot TDA$
	Aberto Vertical Congelado	$11,82 + 4,25 \cdot TDA$
	Aberto Semi-Vertical Resfriado	$4,59 + 1,7 \cdot TDA$
	Aberto Semi-Vertical Congelado	$11,51 + 4,26 \cdot TDA$
	Aberto Horizontal Resfriado	$5,55 + 0,72 \cdot TDA$
	Aberto Horizontal Congelado	$7,08 + 1,9 \cdot TDA$
	Vertical Transparente Resfriado	$0,86 + 0,1 \cdot V$
	Vertical Transparente Congelado	$2,95 + 0,29 \cdot V$
	Horizontal Transparente Congelado	$0,37 + 0,06 \cdot V$
	Horizontal Transparente Resfriado	$1,23 + 0,08 \cdot V$
	Serviço no Balcão Resfriado	$1,0 + 0,52 \cdot TDA$
	Serviço no Balcão Congelado	$2,1 + 1,1 \cdot TDA$

Integral	Refrigerador de bebidas (<i>pull-down</i>)	$0,81 + 0,11 \cdot V$
Remoto para sorvetes	Vertical Aberto	$8,7 + 2,79 \cdot TDA$
	Semi-vertical Aberto	$8,7 + 2,79 \cdot TDA$
	Horizontal Aberto	$8,74 + 0,7 \cdot TDA$
	Vertical Transparente	$3,05 + 0,58 \cdot TDA$
	Horizontal Transparente	$0,31 + 0,4 \cdot TDA$
	Vertical e Horizontal Sólidos	$0,63 + 0,25 \cdot V$
	Horizontal Sólido	$0,63 + 0,25 \cdot V$
	Serviço no balcão	$0,26 + 1,09 \cdot TDA$
Integral para sorvetes	Vertical Aberto	$15,02 + 5,4 \cdot TDA$
	Semi-Vertical Aberto	$14,63 + 5,41 \cdot TDA$
	Horizontal Aberto	$9,0 + 2,42 \cdot TDA$
	Vertical Transparente	$3,29 + 0,62 \cdot TDA$
	Horizontal Transparente	$0,43 + 0,56 \cdot TDA$
	Vertical Sólido	$0,88 + 0,34 \cdot V$
	Horizontal Sólido	$0,88 + 0,34 \cdot V$
	Serviço no balcão	$0,36 + 1,53 \cdot TDA$
RA Integral	Vertical Sólido Resfriado	$1,36 + 0,05 \cdot V$
	Vertical Sólido Congelado	$1,38 + 0,22 \cdot V$
	Horizontal Sólido Congelado	$0,91 + 0,05 \cdot V$
	Horizontal Sólido Resfriado	$1,12 + 0,06 \cdot V$

5.3 México

No caso do México, o escopo de equipamentos cobertos por regulação é mais reduzido que nos EUA e na União Europeia, e não inclui os expositores frigoríficos remotos nem qualquer tipo de equipamento aberto, seja remoto ou integral. Apesar disso, a experiência Mexicana de implementação de MEPS em refrigeradores comerciais foi uma das primeiras no mundo, considerando que sua primeira implementação ocorreu no ano de 2001. Este fato pode inclusive ser o motivo pelo qual a regulamentação Mexicana para refrigeradores comerciais é diferente da implementada nos EUA, visto que em outros tipos de equipamentos os dois países adotam regulamentações similares. A versão atual da regulamentação Mexicana data de 2014 e inclusive já existe uma nova versão, elaborada em 2020, que está em fase de consultas públicas.

Observa-se que os países da América Central normalmente costumam seguir os passos do México, mesmo que com alguns anos de atraso. É o caso de Costa Rica, que implementou em 2008 os mesmos MEPS que o México utilizava para refrigeração comercial naquele ano (os quais permitem um consumo energético aproximadamente 6% maior) e os mantém até hoje. El Salvador também adotou os mesmos MEPS Mexicanos de 2014.

A Tabela 15 mostra a categorização utilizada no México e as métricas usadas na regulamentação atual e no rascunho de 2020. Neste caso, a separação entre expositores frigoríficos (supermercados) e os refrigeradores para bebidas não é tão

evidente, já que a subcategorização é feita entre refrigeradores com circulação forçada de ar e circulação natural (placa fria). No caso dos refrigeradores com circulação forçada, estes devem possuir uma capacidade mínima de redução de temperatura (*pull-down*), característica usada geralmente em refrigeradores para bebidas, mas não em expositores frigoríficos para alimentos perecíveis onde os alimentos já são inseridos em baixa temperatura. Os expositores tipo balcão também são separados dos expositores horizontais e verticais, independentemente do tipo de circulação de ar.

A Figura 5 mostra os níveis máximos de consumo em função do volume para as diferentes categorias de equipamentos considerados no regulamento Mexicano. Pode-se observar que os MEPS dos equipamentos com circulação de ar forçada permitem um consumo de energia cerca de 4 vezes maior quando comparado a um refrigerador com placa fria, no caso dos refrigeradores verticais, e 1.8 vezes maior nos horizontais. Os expositores do tipo balcão são os que permitem o maior consumo de energia. No caso dos refrigeradores para congelados (Figura 6), os MEPS dos equipamentos com circulação de ar forçada permitem um consumo cerca de 2,5 maior quando comparado com um refrigerador com placa fria, no caso dos refrigeradores verticais, e 1.8 vezes maior nos horizontais. Os expositores tipo balcão continuam sendo os que permitem o maior consumo de energia, mesmo com uma temperatura alvo menor do que os expositores verticais para congelados. Neste caso, os conservadores de gelo são os que permitem o menor consumo de energia.

Tabela 15: Categorização, métricas e MEPS utilizados no México

Categoria (Todos Integrais)	México atual kWh/dia/L (V em Litros)	México (Rascunho) kWh/dia/L (V em Litros)
Expositor Vertical para resfriados/bebidas com porta transparente e circulação de ar forçada (3,3°C)	$221,7 \cdot V^{-0,4537}$	$199,5 \cdot V^{-0,4537}$
Refrigerador Armazenamento Vertical para resfriados/bebidas com porta cega e circulação de ar forçada (3,3°C)	$221,7 \cdot V^{-0,4537}$	$188,4 \cdot V^{-0,4537}$
Expositor/Armazenamento Vertical para resfriados/bebidas com porta cega/transparente e placa fria (5,0°C)	$996,5 \cdot V^{-0,8763}$	$996,5 \cdot V^{-0,8763}$
Expositor/Armazenamento Horizontal para resfriados/bebidas com porta cega/transparente e circulação de ar forçada (3,3°C)	$4362,6 \cdot V^{-1,0162}$	$3926,3 \cdot V^{-1,0162}$
Expositor/Armazenamento Horizontal para resfriados/bebidas com porta cega/transparente e placa fria (5,0°C)	$1017,4 \cdot V^{-0,8763}$	$966,5 \cdot V^{-0,8763}$
Expositor Vertical para congelados com porta transparente e circulação de ar forçada (<-18°C)	$70,3 \cdot V^{-0,1136}$	$68,2 \cdot V^{-0,1136}$
Refrigerador Armazenamento Vertical para congelados com porta cega e circulação de ar forçada (<-18°C)	$70,3 \cdot V^{-0,1136}$	$56,2 \cdot V^{-0,1136}$
Expositor Vertical para congelados com porta transparente/cega e placa fria (<-18°C)	$230,7 \cdot V^{-0,4189}$	$219,2 \cdot V^{-0,4189}$
Refrigerador Armazenamento Horizontal para congelados com porta cega (inclui uso médico) (<-18°C)	$35,3 \cdot V^{-0,2142}$	$35,3 \cdot V^{-0,2142}$

Expositor Horizontal para congelados com porta transparente (inclui uso médico) (<-18°C)	$76,7 \cdot V^{-0,2839}$	$74,8 \cdot V^{-0,2839}$
Expositor tipo Balcão para temperaturas entre -2°C e 12°C	$147,7 \cdot V^{-0,2915}$	$140,3 \cdot V^{-0,2915}$
Expositor tipo Balcão para temperaturas entre -5°C e 0°C	$97,8 \cdot V^{-0,1228}$	$97,8 \cdot V^{-0,1228}$
Conservador de sacolas de gelo (<-6°C)	$224,5 \cdot V^{-0,5674}$	$245,5 \cdot V^{-0,5674}$

As normas de ensaio adotadas no México são diferentes das normas internacionais ISO e das usadas nos EUA. Por este fato, os níveis dos MEPS não podem ser comparados facilmente com os adotados em outros países. Porém, se comparamos diretamente⁵ com os MEPS dos EUA, apenas de forma orientativa, os refrigeradores para bebidas no México podem ter um consumo energético cerca de 30% maior do que nos EUA (o cálculo exato depende do volume do equipamento). Porém, se comparamos um refrigerador para armazenamento (porta cega) dos EUA com o refrigerador com placa fria do México, o Mexicano México permite um consumo aproximadamente 50% menor do que nos EUA (novamente, a depender do volume).

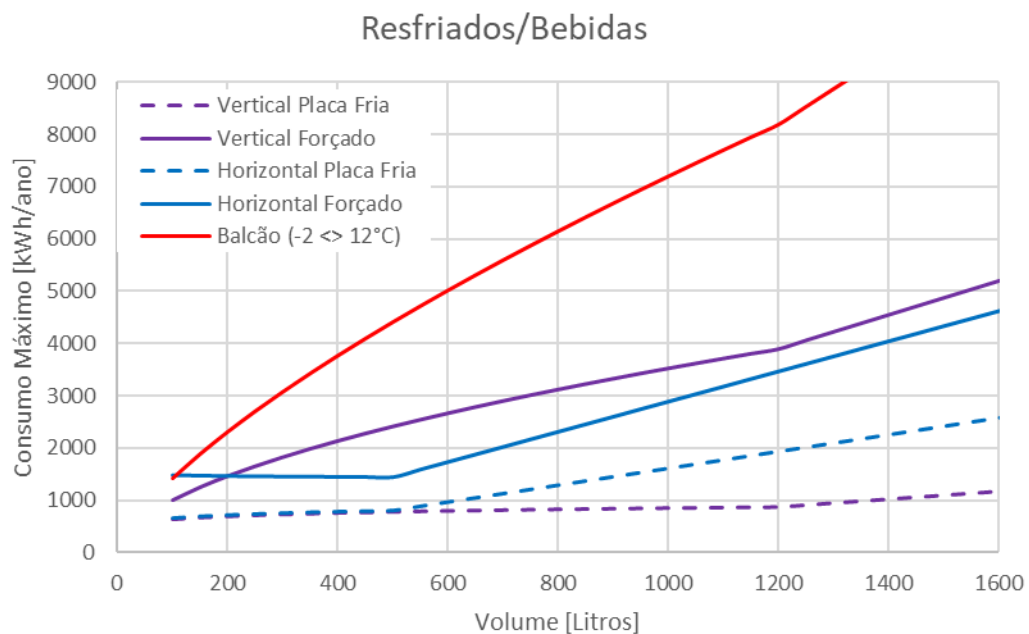


Figura 5: Consumo Máximo de Energia (MEPS) no México para resfriados/bebidas (consumo anual de energia em função do Volume)

⁵ A única conversão realizada para comparar os MEPS dos EUA com os do México é a conversão do consumo de energia de uma temperatura ambiente de 24°C (usada nos EUA) para 32.2°C (usada no México).

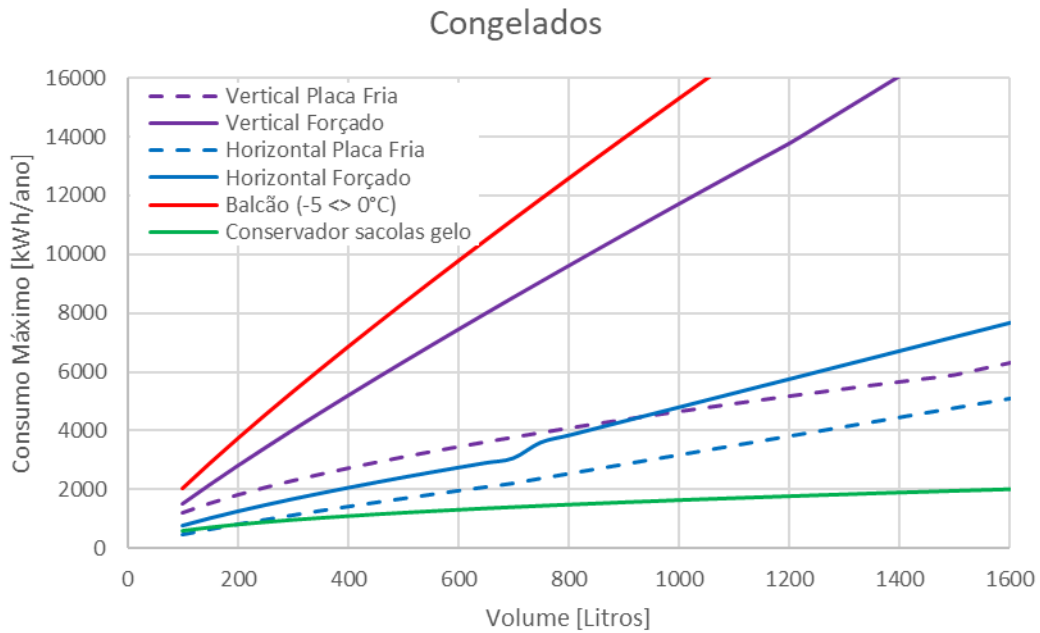


Figura 6: Consumo Máximo de Energia (MEPS) no México para congelados (consumo anual de energia em função do Volume)

6 Comparação entre níveis de MEPS internacionais

Esta seção mostra uma comparação entre os níveis de MEPS dos EUA, da União Europeia e da Austrália, além do Guia de Regulação da U4E para os expositores frigoríficos (integral e remoto). Um dos principais objetivos é estudar a diferença entre os MEPS, visto que a UE não faz diferenciação entre os MEPS das subcategorias: Aberto x Porta Transparente, Vertical x Semi-vertical, Horizontal x Balcão, e os EUA utilizam MEPS diferentes para todas as subcategorias. Para comparar os MEPS de forma mais justa, foram utilizados fatores de ajuste no consumo de energia, conforme descritos na Seção 4.5.

Os MEPS usados no México não foram incorporados nesta comparação por falta de estudos que indiquem fatores de ajuste entre os consumos de energia medidos sob a norma de ensaio Mexicana, e as usadas nos outros países.

O material de suporte à Regulação Modelo da U4E [4] incorpora comparações para outros tipos de equipamentos comerciais, como os refrigeradores para bebidas, congeladores de sorvetes, máquinas refrigeradas de venda automática e expositores de sorvete artesanal, além do consumo de modelos reais dos EUA, Austrália, e a União Europeia.

6.1 EF remoto vertical resfriado

A Figura 7 mostra uma comparação de MEPS para expositores frigoríficos (EF) verticais remotos para resfriados, tomando como referência os MEPS da União Europeia para 2021 (=1), que é o mesmo do Regulamento Modelo da U4E para este tipo de equipamento. Os MEPS da UE para 2023 permitem um consumo de energia 20% menor. Os MEPS da Austrália permitem consumo de energia 30% maior do que a UE permitia em 2021. Nos EUA, depende se o equipamento é aberto ou com porta transparente, com uma pequena diferença também entre os modelos verticais e semi-verticais. Para equipamentos abertos, os MEPS são semelhantes aos da UE 2021 a partir de uma Área Total de Exposição (TDA) de 2 m², enquanto equipamentos com porta transparente nos EUA são permitidos com metade do consumo de energia em comparação com os níveis da UE em 2021.

Nesse sentido, a UE em 2023 será mais rigorosa que os EUA para equipamentos abertos e menos rigorosa para equipamentos com porta transparente. A ideia do regulamento europeu é utilizar MEPS único para porta aberta e para transparentes. Portanto, os fabricantes de equipamentos abertos precisarão aumentar a eficiência destes se não quiserem ver seus produtos banidos do mercado. Esta medida pode convencer alguns fabricantes a alterar seus produtos de portas abertas para portas transparentes, ou melhorar outras partes do refrigerador aberto, buscando economizar energia. O problema é que os MEPS para portas transparentes não servem como incentivo para a adoção de produtos mais eficientes, pois para este tipo de equipamentos ficaria muito fácil atender os MEPS.

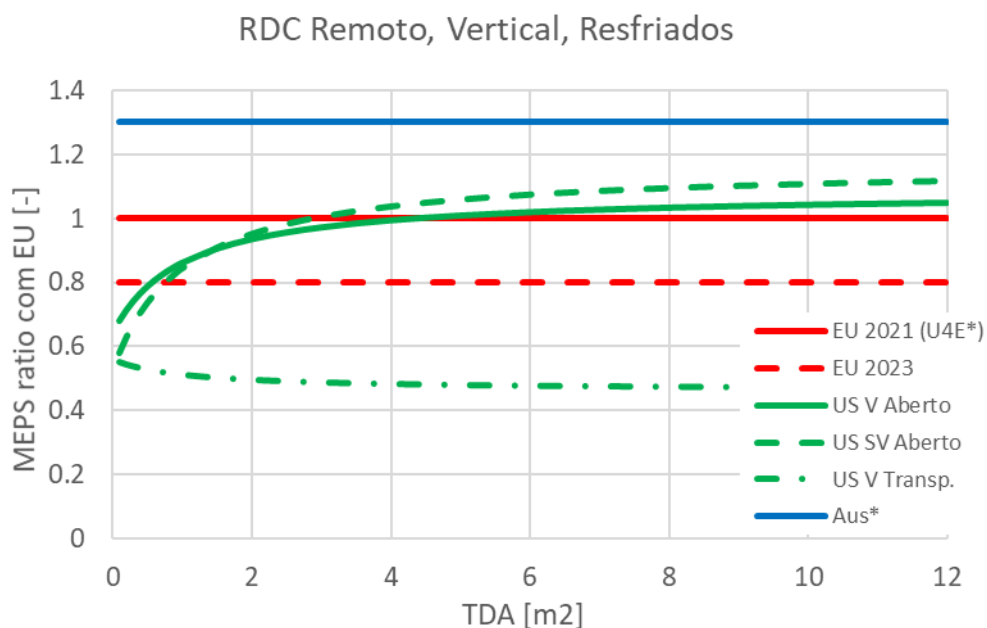


Figura 7: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS da UE em 2021 (=1) e em função da Área Total de Exposição (TDA)

Em relação às comparações entre União Europeia, Austrália e U4E, é importante lembrar que a União Europeia utiliza fatores de compensação para diferentes classes de temperatura para todos os subtipos de expositor frigorífico (integral, remoto, vertical, horizontal, resfriados e congelados), enquanto Austrália e U4E não fazem uso destes fatores. Por exemplo, se o aparelho for testado na classe de temperatura M0, a UE compensará com um consumo de energia de +30%, enquanto o consumo máximo de energia para a Austrália não mudará, portanto, neste caso, a diferença entre MEPS da UE e da Austrália será reduzida.

6.2 EF remoto vertical congelado

A Figura 8 mostra uma comparação de MEPS para EF congelados verticais remotos, tomando como referência os MEPS da União Europeia para 2021 (=1). Observa-se que os MEPS utilizados na Austrália são os mesmos que os do Guia da U4E, permitindo um consumo de energia cerca de 20% maior do que os níveis que eram praticados na UE em 2021 (a partir de uma TDA de 2 m²).

Os equipamentos abertos nos EUA podem consumir até um 50% mais que os MEPS da UE em 2021. Já os fechados podem consumir 60% menos nos EUA em comparação com os MEPS de 2021 da EU. A grande diferença entre os MEPS para abertos e fechados nos EUA reside principalmente na maior perda de ar frio em congeladores verticais abertos. De acordo com o estudo preliminar da UE, não houve preocupação em banir do mercado os EF congelados verticais abertos, pois sua presença no mercado Europeu já era considerada baixa.

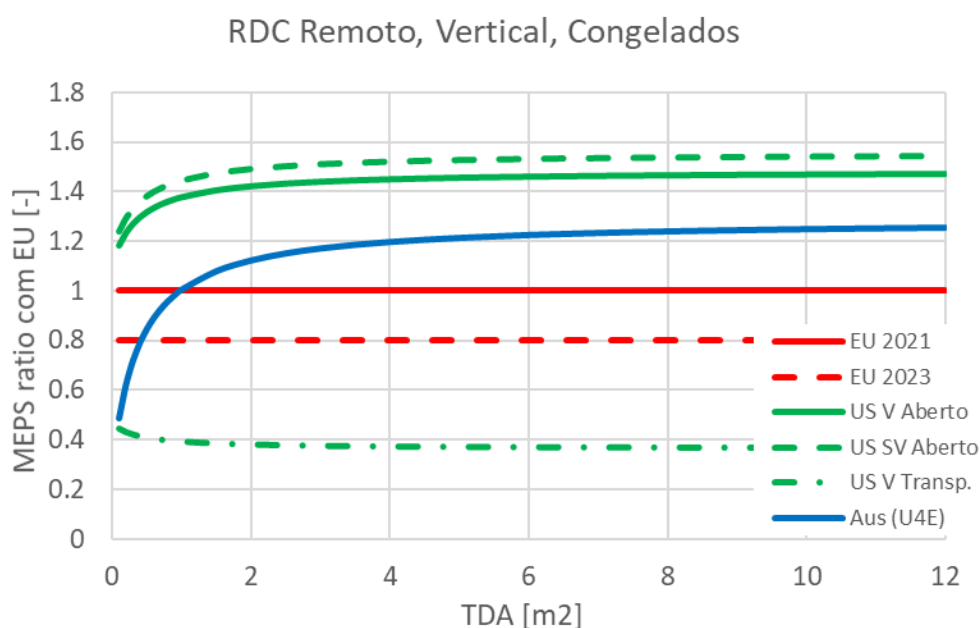


Figura 8: Comparação de MEPS internacionais tomando como referência o MEPS Europeu vigente em 2021 (=1) em função da Área Total de Exibição (TDA)

6.3 EF remoto horizontal resfriado

A Figura 9 mostra uma comparação de MEPS para EF horizontais remotos para resfriados, tomando como referência os MEPS da União Europeia para 2021 (=1). Observa-se que os MEPS utilizados na Austrália (iguais aos do Guia U4E) permitem um consumo de energia 30% maior. Nos EUA depende se o equipamento é aberto ou com porta transparente, sendo que adotam MEPS diferentes para os equipamentos do tipo balcão, como os utilizados em restaurantes *self-service*.

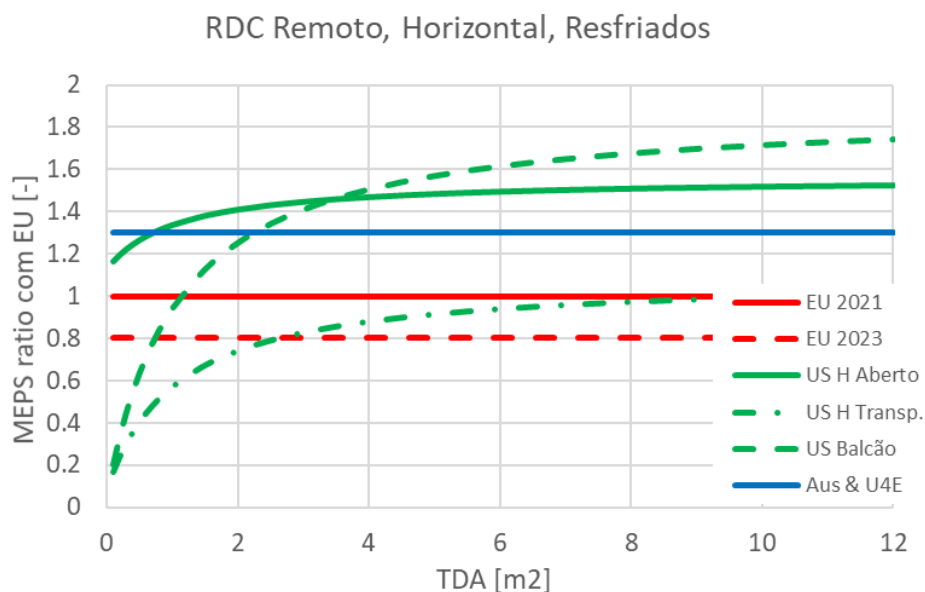


Figura 9: Comparação entre MEPS internacionais levando em consideração os MEPS da UE em 2021 (=1) em função da Área Total de Exibição (TDA)

Para este tipo de refrigerador, observa-se que os MEPS europeus são mais rigorosos do que nos EUA para as unidades do tipo abertas e para as do tipo balcão. Para as unidades com portas transparentes, os MEPS que entrarão em vigor na UE em 2023 também serão mais rigorosos.

6.4 EF remoto horizontal congelado

A Figura 10 mostra uma comparação de MEPS para EF horizontais remotos para congelados, tomando como referência os MEPS da União Europeia para 2021 (1). Os MEPS da Austrália são os mesmos que os do Guia da U4E e permitem um consumo de energia cerca de 20% maior do que os níveis praticados na UE em 2021. Para os EUA, os equipamentos abertos têm MEPS tão rigorosos quanto os que serão utilizados na União Europeia em 2023 (a partir de uma TDA de 4 m²), enquanto as unidades com portas transparentes possuem MEPS bem mais rigorosos nos EUA. Já com relação aos equipamentos do tipo balcão (*self-service*), a União Europeia é que possui os MEPS mais rigorosos. Importante notar também que a questão de

vazamento de ar frio é menos significativa nas unidades horizontais do que nas verticais.

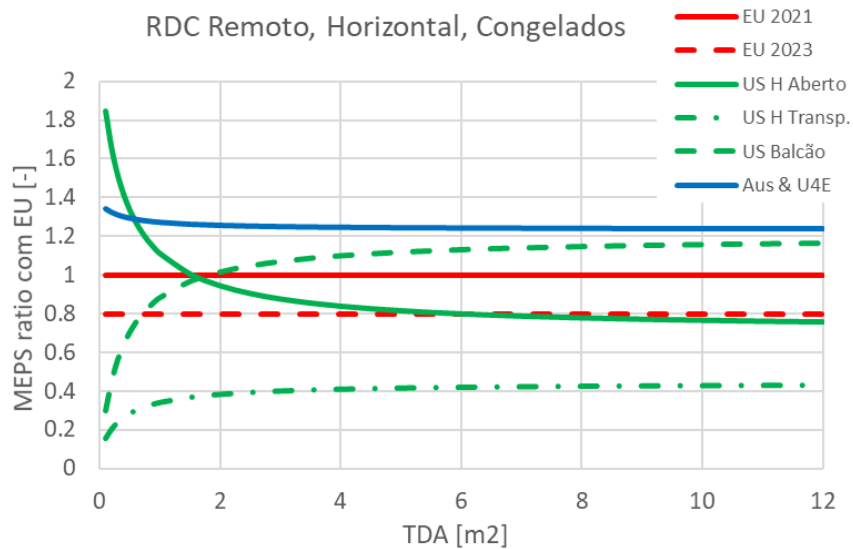


Figura 10: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS europeus em vigor em 2021 (=1) calculados em função da Área Total de Exibição (TDA)

6.5 EF integral vertical resfriados

A Figura 11 mostra uma comparação de MEPS para expositores frigoríficos (EF) verticais integrais para resfriados, tomando como referência os MEPS da União Europeia para 2021 (1). Neste caso os MEPS na Australia (iguais ao regulamento modelo da U4E) permitem um consumo de energia 19% maior. Como no caso dos remotos, nos EUA, os equipamentos abertos podem apresentar um consumo de energia aproximadamente 50% maior. No caso dos equipamentos com portas transparentes, o consumo depende do tamanho, sendo mais rigoroso que UE 2023 para os equipamentos com TDA abaixo de 4 m².

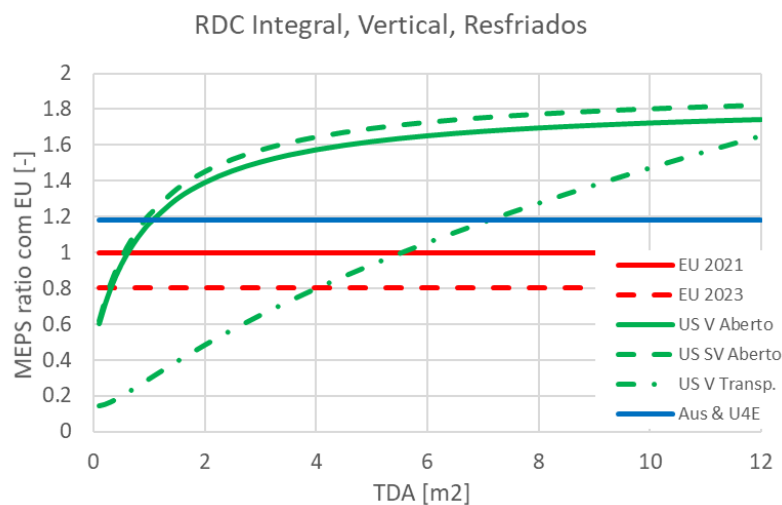


Figura 11: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS da UE em 2021 (=1) e em função da Área Total de Exibição (TDA)

6.6 EF integral vertical congelados

A Figura 12 mostra uma comparação de MEPS para expositores frigoríficos (EF) verticais integrais para congelados, tomando como referência os MEPS da União Europeia para 2021 (1). Neste caso, os MEPS da Australia (iguais ao regulamento modelo da U4E) permitem um consumo de energia 10% maior. Como no caso dos remotos, a diferença entre os abertos dos EUA e UE é maior no caso dos equipamentos para resfriados, mas a comparação dos equipamentos com portas transparentes dependerá de seu tamanho.

6.7 EF integral horizontal resfriados

A Figura 13 mostra uma comparação de MEPS para expositores frigoríficos (EF) Horizontais integrais para resfriados, tomando como referência os MEPS da União Europeia para 2021 (1). Neste caso os MEPS na Australia (mesmos que o regulamento modelo da U4E) permitem um consumo 19% maior de energia. Nos EUA, é permitido que os equipamentos abertos apresentem um consumo até duas vezes maior, e os do tipo balcão até 20% maior. Já para os equipamentos com portas transparentes, o consumo máximo permitido dependerá de seu tamanho.

6.8 EF integral horizontal congelados

A Figura 14 mostra uma comparação de MEPS para expositores frigoríficos (EF) Horizontais integrais para resfriados, tomando como referência os MEPS da União Europeia para 2021 (1). Neste caso os MEPS na Australia e do Regulamento Modelo da U4E permitem um consumo de energia até 15% maior. Nos EUA, é permitido que equipamentos do tipo aberto apresentem consumo até 75% maior. Já para os do tipo balcão, a exigência estaria entre os MEPS de UE de 2021 e de 2023. Os MEPS para equipamentos com porta transparente são mais rigorosos nos EUA.

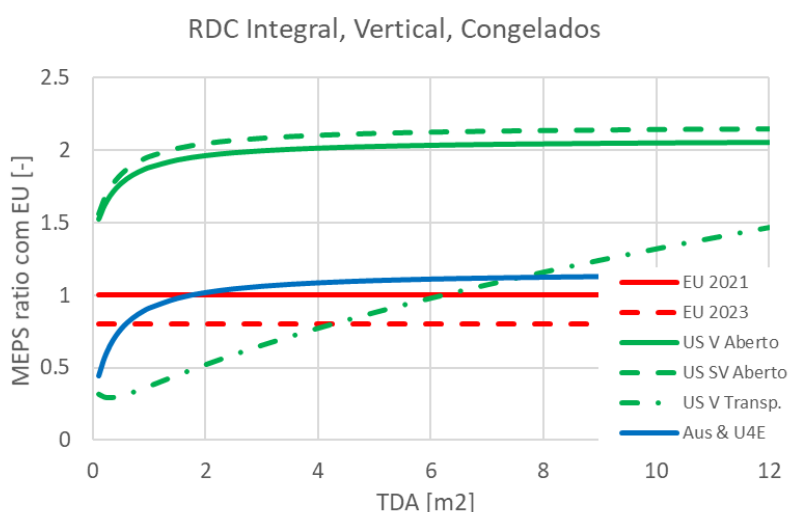


Figura 12: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS da UE em 2021 (1) e em função da Área Total de Exibição (TDA)

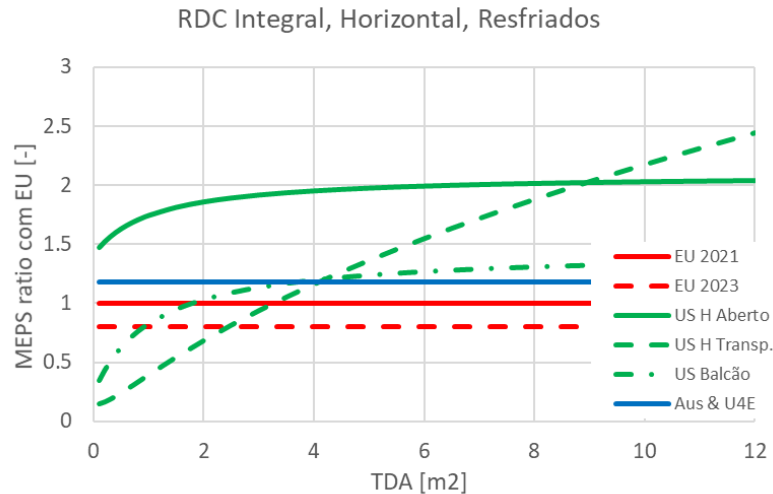


Figura 13: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS da UE em 2021 (=1) e em função da Área Total de Exibição (TDA)

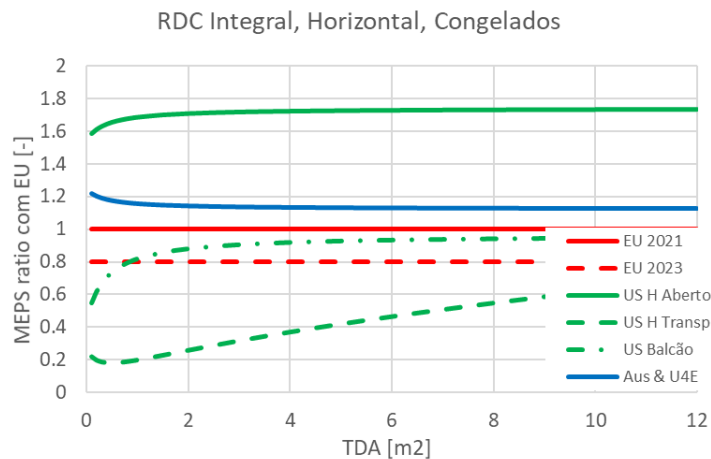


Figura 14: Comparação entre MEPS internacionais tomando como referência os MEPS da UE em 2021 (1) e em função da Área Total de Exibição (TDA)

6.9 Conclusão e comparação de MEPS para EF

Vertical x Semi-vertical

Na maioria dos casos, as diferenças entre os MEPS para equipamentos verticais e semi-verticais nos EUA é pequena, sendo inexistente na União Europeia. Portanto, não existem evidências da necessidade de se utilizarem MEPS distintos para considerar diferenças técnicas no âmbito destas duas subcategorias, sendo recomendada a utilização das mesmas métricas e MEPS no Brasil, de forma a simplificar o regulamento.

Horizontal x Balcão

Nos EUA, os expositores do tipo balcão possuem MEPS mais rigorosos para os expositores do tipo integral, sendo que nos equipamentos do tipo remoto dependerá

de seu tamanho. A UE não diferencia entre os equipamentos horizontais e do tipo balcão. No entanto, neste caso a diferença construtiva é bastante óbvia, e a adoção de MEPS diferentes poderia ser justificada. Apesar disso, recomenda-se usar as mesmas métricas e MEPS para as duas subcategorias, para simplificar o regulamento, assim como foi feito na UE.

Aberto x Porta transparente

A utilização da mesma métrica e dos mesmos MEPS para expositores abertos e fechados, como na EU, significaria que os MEPS seriam muito rigorosos para os expositores abertos e pouco rigorosos para expositores com porta transparente. A ideia da UE é que seja cada vez mais difícil cumprir com as exigências dos MEPS para expositores abertos e assim haveria uma migração gradual do mercado para expositores mais eficientes com portas transparentes. Mesmo que no Brasil sejam adotados MEPS diferentes para abertos e fechados, incentivando que sejam produzidos produtos mais eficientes dos dois tipos sem necessariamente banir um deles, recomenda-se utilizar a mesma métrica e os mesmos níveis de eficiência na etiqueta comparativa, para que os consumidores possam comparar os dois produtos de uma forma mais justa e transparente.

Em relação às comparações entre União Europeia, Austrália e o Guia da U4E, é importante lembrar que a União Europeia utiliza fatores de compensação para diferentes classes de temperatura, enquanto Austrália e U4E não fazem uso deste recurso.

7 Tipos e níveis de etiquetas

Existem dois tipos principais de etiquetas de eficiência energética: etiquetas comparativas e selos de endosso.

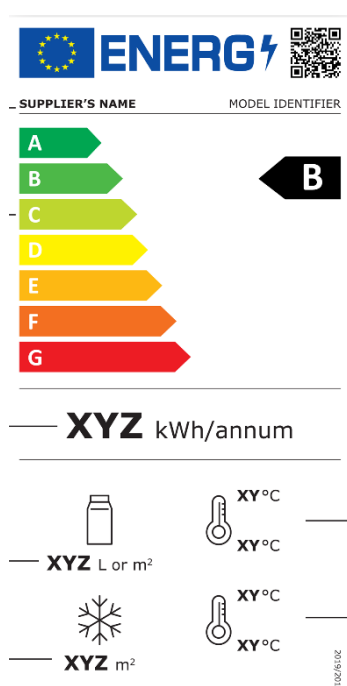
Os EUA decidiram utilizar apenas o selo de endosso para refrigeradores comerciais, por meio do programa *Energy Star*, e não adotaram etiquetas comparativas. Na Austrália a etiqueta comparativa é de adesão voluntária, enquanto na União Europeia a adesão é obrigatória. No Brasil existem tanto a etiqueta comparativa, emitida pelo INMETRO, quanto o selo de endosso, emitido pelo PROCEL, porém estes dois programas ainda não contemplam os equipamentos de refrigeração comercial. A utilização da etiqueta de eficiência do INMETRO passou a ser obrigatória a partir de 2006 para todos os refrigeradores domésticos comercializados no país. A adesão ao Selo PROCEL, por sua vez, é voluntária, sendo que ao aderir ao programa o fabricante se compromete a utilizar o selo em todos os modelos para os quais foi concedida a autorização de uso.

Durante a pesquisa de mercado realizada pelo PROCEL e divulgada no final de 2021 [8], foi constatado o baixo nível de conscientização dos consumidores de equipamentos de refrigeração comercial sobre os benefícios da eficiência energética. Por este motivo, além da implementação dos MEPS e do selo de endosso (selo PROCEL), também é recomendada a adoção de um programa de etiquetas comparativas de adesão obrigatória, semelhante ao programa existente no setor de refrigeradores domésticos. As etiquetas comparativas do setor de refrigeração comercial poderão informar, além do consumo anual de energia do equipamento, outros parâmetros importantes, tais como a classe de temperatura e a classe climática. A Figura 15 mostra as etiquetas de eficiência energética da UE para expositores frigoríficos (a) e refrigeradores de bebidas (b).

É importante observar que a implementação de etiquetas comparativas não requer a realização de testes extras, podendo ser utilizados os mesmos testes realizados para verificação da conformidade aos MEPS e para a outorga do selo PROCEL.

Outro ponto a ser considerado é a adoção de incentivos fiscais para os fabricantes, tais como a redução do IPI para equipamentos “grau A”, como é feito no setor de refrigeradores domésticos. Esta questão será abordada com mais detalhes em relatórios a serem desenvolvidos futuramente pela equipe do Projeto.

A) Etiquetas para EF



B) Etiquetas para Refrigeradores de Bebidas

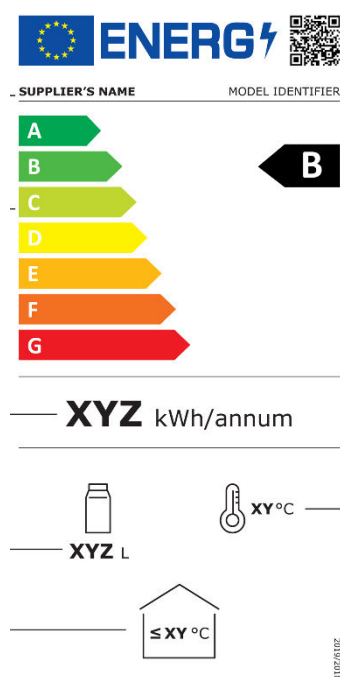


Figura 15: Etiquetas comparativas para a União Europeia: A) para EF do setor supermercadista; B) para refrigeradores de bebidas. Fonte:[13]

7.1 Etiquetas de eficiência energética na UE e na Austrália

O selo europeu utiliza os mesmos níveis de IEE para todos os tipos de refrigeradores comerciais com função de venda direta. Portanto, como o consumo de energia padrão das unidades abertas e fechadas (com porta transparente) é o mesmo, estes equipamentos usam a mesma etiqueta. A Figura 16 mostra o limite superior do IEE para as diferentes classes de eficiência energética da etiqueta europeia e a relativa melhoria necessária para se passar de uma classe para outra. Por exemplo, para passar da classe “F” para a classe “E”, um produto deve reduzir o consumo de energia em 19%, enquanto para passar da classe “B” para a “A” exige redução de 50% de consumo. Para obter o mais alto nível de eficiência da etiqueta Europeia, ou seja, o nível “A”, a unidade deve obter um IEE igual ou inferior a 10%, ou seja, um consumo de energia dez vezes menor do que os MEPS que estavam em vigor em 2021 (IEE=100)

Não está clara a motivação de terem sido adotadas melhoras relativas diferentes nas regulações destes países para se passar de uma classe de eficiência para outra, tornando cada vez mais rigorosa a evolução a ser alcançada para se chegar às classes mais eficientes. Este rigor progressivo não é observado em outros equipamentos, como os refrigeradores domésticos na EU onde as melhoras relativas são constantes.

A utilização da mesma etiqueta para unidades abertas e fechadas (com porta transparente) traz a vantagem de os consumidores compararem de forma justa os produtos com características semelhantes. Assim as unidades abertas estariam concentradas nas classes inferiores de eficiência (D, E e F), enquanto as unidades com portas transparentes estariam concentradas nas classes superiores (A, B e C). A principal desvantagem deste formato é que existem poucas classes de eficiência energética para cada tipo, e pode ser difícil escolher os níveis da etiqueta para se incluir os refrigeradores abertos de baixa eficiência, e ainda assim conseguir ser ambicioso para que poucos produtos com portas transparentes consigam atingir a classe superior “A”.

Nesse sentido, parece razoável manter a classe “G” ativa (na UE a classe “G” será banida somente a partir de 2023, com a entrada em vigor dos novos MEPS), e proporcionar uma melhora relativa maior entre as classes “C” e “D” visando diferenciar bem equipamentos abertos de fechados, ao invés de exigir 50% de melhoria entre as classes “B” e “A” como na etiqueta da UE.



Figura 16: Limite superior dos níveis de eficiência da União Europeia e a melhoria relativa necessária para se passar de uma classe de eficiência energética para a seguinte

Como comentado anteriormente, a etiqueta australiana não tem adesão obrigatória e possui diversos níveis indicativos de eficiência energética, sendo a pior classe (1 estrela) aquela que apresenta um IEE entre 100 e 130, e a primeira classe (10 estrelas) chega a um IEE < 12. Neste caso, a melhoria relativa entre as classes mantém-se semelhante ao longo de todo o percurso, sendo exigida uma melhoria de cerca de 23% para se passar à próxima classe, como pode ser visto na Figura 17. A etiqueta australiana possui um número maior de classes de eficiência (10). Como na UE, a mesma etiqueta é utilizada para equipamentos abertos ou com porta transparente, pois estes utilizam as mesmas equações padrão.

Embora em alguns casos o IEE da Austrália possa ser comparado diretamente com o IEE utilizado na União Europeia, deve-se ter cuidado, pois as equações padrão podem diferir em alguns casos e, mesmo que sejam as mesmas, a UE pode utilizar fatores de compensação em alguns casos, enquanto a Austrália não utiliza tal recurso.



Figura 17: Limite superior dos níveis de eficiência da UE e a melhoria relativa necessária para passar de uma classe de eficiência energética para a seguinte.

A União Europeia geralmente projeta etiquetas para vigorar por cerca de 10 anos, e no momento de sua implementação são poucos (ou nenhum) os modelos que chegam a atingir as classes de eficiência energética superiores, deixando assim espaço para melhorias nos anos seguintes.

A Figura 18 mostra uma captura de tela com os refrigeradores comerciais eficientes selecionados no site *TopTen* da União Europeia. Verifica-se que atualmente existem modelos que conseguem obter a classe “A”, com o IEE mais baixo de 8,8%, mas a maioria dos equipamentos eficientes constantes no site, ainda são da classe “B”.







		Energy (kWh/year): 1'478 Efficiency index (%): 8,8 Temperature class: M1 Climate class: 3	Vertical display refrigerator	Total net volume (l): 793 Total display area (m ²): 3,01
	Pastorfrigor s.p.a. Genova OV Doors 1250 R290 3M1 75-205 Series products: Genova OV Doors 1250 R290 3M0 75-205	Energy (kWh/year): 1'230 Efficiency index (%): 9,9 Temperature class: M1 Climate class: 3	Vertical display refrigerator Heavy-duty	Total net volume (l): 769 Total display area (m ²): 1,95
	Pastorfrigor s.p.a. Genova OV Doors 2500 R290 3M1 75-205	Energy (kWh/year): 2'518 Efficiency index (%): 12,2 Temperature class: M1 Climate class: 3	Vertical display refrigerator Heavy-duty	Total net volume (l): 1'538 Total display area (m ²): 3,90
	True TSD-09G-HC-LD	Energy (kWh/year): 641 Efficiency index (%): 12,5 Temperature class: M2 Climate class: 3	Counter top refrigerator	Total display area (m ²): 0,40
	True T-15G-HC-FGD01 Series products: T-11G-HC-FGD01, T-23G-HC-FGD01	Energy (kWh/year): 802 Efficiency index (%): 13,2 Temperature class: M2 Climate class: 3	Vertical display refrigerator	Total display area (m ²): 0,66

Figura 18: Modelos de refrigeração comercial disponíveis no site europeu TopTen (https://www.topten.eu/private/products/vert_display_cabinets)

7.2 O selo *Energy Star* dos EUA

Nos EUA o selo *Energy Star* é utilizado apenas para unidades integrais com portas transparentes, verticais e horizontais, mas não para unidades do tipo balcão. A utilização do selo é voluntária e apenas os fabricantes que se candidatam precisam cumprir os requisitos. Uma descrição mais detalhada deste selo pode ser encontrada na avaliação de mercado realizada pelo PROCEL [8].

Para obter o selo *Energy Star* os produtos devem apresentar consumo entre 20% e 40% menor (dependendo do tipo e do tamanho do aparelho) em comparação com os níveis dos MEPS.

7.3 Etiquetas de eficiência energética no México

No caso do México, as etiquetas de eficiência energética comparativas não usam classes de eficiência (A, B, C, etc.) como é o caso dos refrigeradores domésticos Brasil. A melhora de eficiência energética é mostrada em percentual de 0% a 50% (ver Figura 19) tomando como base o consumo de energia dos MEPS.

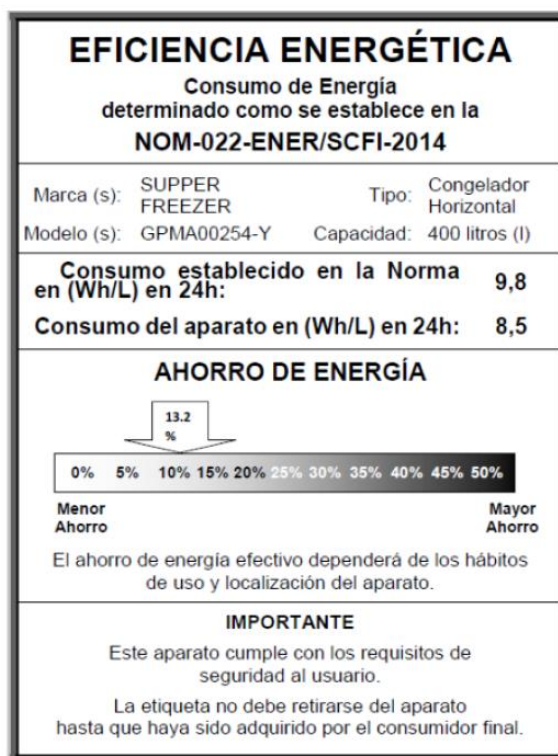


Figura 19: Etiqueta de eficiência energética mexicana para refrigeradores comerciais

7.4 Atualização das etiquetas

Etiquetas de eficiência energética não permanecem eficazes para sempre, sendo necessário que sejam atualizadas com frequência, de forma a abarcar o avanço da tecnologia e os ganhos de eficiência energética que essa evolução promove ao longo do tempo. Por exemplo, o regulamento europeu diz que as etiquetas deverão ser revisadas e atualizadas para contemplar objetivos mais ambiciosos quando:

- A classe de eficiência energética superior (A) contiver mais de 30% dos produtos disponíveis no mercado.
- E/ou as duas principais classes de eficiência energética (A+B) contiverem mais de 50% dos produtos disponíveis no mercado.

A frequência das atualizações pode depender tanto dos avanços em eficiência energética no setor quanto da forma como foi projetada a etiqueta atual. Por exemplo, na UE a etiqueta é projetada para se manter eficaz por 10 anos, enquanto outros países cujas etiquetas possuem classes de eficiência superior menos rigorosas irão precisar de uma atualização mais frequente.

8 Certificação: abordagem quanto aos laboratórios de teste

Uma das principais barreiras para se conseguir regular os equipamentos de refrigeração comercial é o alto grau de customização de alguns modelos, como no caso dos refrigeradores remotos e integrais disponíveis para o setor supermercadista, que possibilitam grandes variações de tamanho e de outras características, como as diferentes opções de iluminação. Além disso, o Brasil possui um número considerável de pequenas e médias empresas que produzem equipamentos de refrigeração comercial, o que significa que podem existir poucas unidades de cada modelo. Outro ponto importante a ser considerado é a limitação dos laboratórios para conseguir testar determinados tamanhos de aparelhos.

Assim, considera-se que testar cada modelo em suas diversas variações para sua certificação quanto à eficiência energética pode aumentar substancialmente o custo da certificação por modelo, em comparação com outros aparelhos que apresentam menor grau de customização. Esta seção analisa as principais experiências internacionais sobre a questão dos testes laboratoriais no custo da certificação, com objetivo de verificar as possibilidades de aplicação no contexto brasileiro.

8.1 Abordagem de agrupamento na União Europeia

Na União Europeia, é responsabilidade de cada fabricante declarar o consumo de energia e a eficiência energética dos equipamentos que produz, não sendo necessário enviar os equipamentos para testes em um laboratório independente. Embora todos os modelos diferentes, com todas as combinações possíveis (por exemplo, comprimentos, profundidades ou alturas diferentes), precisem ser registrados separadamente e ter sua própria etiqueta de eficiência energética, não há necessidade de realizar testes em todas as combinações, sendo permitida a utilização de cálculos estimativos, desde que os fabricantes consigam demonstrar que os cálculos são confiáveis.

Nesse sentido, a associação EUROVENT publicou um guia de interpretação [14] para os expositores frigoríficos na União Europeia, onde propõem a abordagem de “agrupamento” para o processo de certificação de produtos.

O Guia da EUROVENT propõe modelos de referência para diferentes tipos de aparelhos para os quais é necessário a realização de um teste no laboratório. Tomando como referência os resultados do modelo testado, são utilizadas regras de extrapolação para se deduzir o consumo de energia e o índice de eficiência energética para o mesmo modelo (tipo de aparelho, sistema de isolamento etc.) que apresente comprimento, profundidade ou altura diferentes. Essas regras de extrapolação são geralmente conservadoras, o que significa que se o modelo fosse

testado, os resultados provavelmente seriam melhores do que aqueles obtidos com as regras de extrapolação. Segundo a EUROVENT, essas regras de extrapolação foram amplamente verificadas pela indústria e funcionam bem para certificação, reduzindo a necessidade de se realizarem mais testes.

A Tabela 16 mostra um exemplo de modelo de referência com a configuração padrão para os expositores frigoríficos verticais/semi-verticais remotos fechados (com porta transparente) utilizados nas diretrizes da EUROVENT. O comprimento de 2,5 metros é utilizado como referência, pois este é um dos comprimentos mais comuns no mercado, e para a iluminação é utilizada a configuração com maior consumo de energia (a partir das configurações disponíveis).

Tabela 16: Configuração padrão a ser usada como modelo de referência para refrigeradores de supermercados remotos verticais/semi-verticais fechados (com porta transparente) no Guia EUROVENT [14]

Parâmetro	Configuração
Quantidade de prateleiras	Altura de abertura frontal declarada [em mm] dividida por 300, e arredondada para o próximo número inteiro
Profundidade da prateleira	Profundidade máxima da prateleira permitida pela linha de limite de carga do expositor
Comprimento	2,5m ou comprimento mais próximo (por exemplo: 2,44 m)
Temperatura do produto	Temperatura mais baixa aplicável
Inclinação da prateleira	0° a não ser que outra inclinação seja especificada pelo fabricante
Fechamento posterior	Sólido
Iluminação	Se a opção de iluminação for por baixo da prateleira: Iluminação do dossel e prateleira de iluminação por baixo da prateleira (número de prateleiras igual ao número listado de prateleiras) Se a opção de iluminação no montante estiver disponível: Iluminação do dossel e iluminação vertical (máxima iluminação vertical disponível) Se a opção de iluminação inferior e vertical não estiver disponível: apenas iluminação do dossel O IEE declarado deve referir-se ao sistema de iluminação fornecido, que deve levar em consideração a fiação do equipamento (se o gabinete for preparado para ter iluminação, o IEE deverá refletir essa configuração)
Suporte para placa com preço	40-60 mm
Portas	Com dobradiças, se estiver disponível
Degelo com evaporador	Degelo elétrico, se estiver disponível
Sistema anti-embacamento e anti-neblina	Aquecedores antiembacantes/anti-neblina, se estiverem disponíveis. O IEE declarado deve se referir à configuração anti-embacamento fornecida, a qual deve levar em consideração a fiação fornecida.
Outros aquecedores	Se disponível, o IEE deve se referir à configuração máxima para operação segura e confiável sob condições de classificação de classe climática da ISO 23953, levando em consideração a fiação fornecida.

A utilização dos modelos de referência como os da EUROVENT facilita a replicabilidade, diminui o número de modelos potencialmente diferentes, permite a comparação e uniformiza a entrada em métodos de extrapolação.

Na Tabela 17 são resumidas as regras de extrapolação para comprimento, altura e profundidade, e as principais condições para sua aplicação. Para verificar as regras completas, consultar as orientações EUROVENT [14]. As regras de extrapolação aplicam-se aos expositores frigoríficos (setor supermercadista), ou seja, inclui unidades remotas, integrais e as *semi-plug-in*, sendo excluídos os refrigeradores de bebidas. Para equipamentos com comprimentos e alturas diferentes, tanto o modelo de referência quanto o modelo deduzido possuem o mesmo IEE, enquanto para equipamentos de profundidades diferentes é adotado o mesmo Consumo Total de Energia (CTE).

A Tabela 18 mostra um exemplo de possíveis combinações de um modelo de expositor frigorífico remoto. No total, são 21 combinações de tamanhos considerando o comprimento (7 comprimentos diferentes) e a profundidade (3 profundidades diferentes). Seguindo o Guia da EUROVENT, apenas uma das 21 combinações seria testada, e as outras seriam deduzidas (se quiser, o fabricante pode decidir fazer mais testes). O modelo de referência seria então o da unidade mais profunda (600 mm), e com 2,5 metros de comprimento.

Tabela 17: Resumo das regras e condições de extrapolação de acordo com o Guia EUROVENT [14]

Método	Regra	Condições
Comprimento	$IEE_L = IEE_{REF} \approx IEE_{2,5}$	Mesmo gabinete, apenas variação de comprimento. Aplica-se a todos os tipos de expositores frigoríficos, mas para integral aplica-se apenas a unidades multiplexáveis com módulos idênticos.
Altura da abertura	$IEE_{DEC} = IEE_{REF}$	Mesmas segmentações de produtos, classe de temperatura, geometria de descarga/retorno de ar e mesmo circuito de refrigeração (no caso de integral e <i>semi-plugin</i>) Dutos de ar encurtados apenas em comprimento. Modelo deduzido encurtado apenas em altura [+0; -10%] Não se aplica às unidades horizontais.
Profundidade	$CTE_{DEC} = CTE_{REF}$	Mesmas segmentações de produtos, geometria de descarga/retorno de ar, distância entre a linha de limite de carga e a saída de ar, componentes de refrigeração, padrão do painel traseiro, classe de temperatura, número e tipo de ventiladores (incluindo a velocidade destes) e mesmo circuito de refrigeração (no caso de integral e <i>semi-plugin</i>). Dutos de ar encurtados apenas no comprimento. Modelo deduzido encurtado apenas na altura [+0; -30%]. Mudança na profundidade=mudança na profundidade da prateleira base. Não se aplica às unidades horizontais.

Tabela 18: Exemplo de combinações de comprimento e profundidade para um refrigerador comercial vertical remoto.

Comprimento em cm	Profundidade em mm		
	350	450	600
125	Combinação 1	Combinação 2	Combinação 3
150	Combinação 4	Combinação 5	Combinação 6
170	Combinação 7	Combinação 8	Combinação 9
188	Combinação 10	Combinação 11	Combinação 12
210	Combinação 13	Combinação 14	Combinação 15
250	Combinação 16	Combinação 17	Combinação 18
350	Combinação 19	Combinação 20	Combinação 21

8.2 Métodos de extrapolação da ISO 23953-2

A nova ISO 23953-2 incluiu em sua versão preliminar as mesmas regras de extrapolação utilizadas pela EUROVENT, com pequenas modificações nas condições de uso das regras. Além disso, a nova ISO inclui também os valores dos coeficientes M e N utilizados para se deduzir o CTE, que são os mesmos utilizados na União Europeia para a definição do consumo de energia padrão.

Além das regras de extrapolação para diferentes comprimentos, alturas e profundidades, a ISO 23953-2 também inclui um procedimento para se calcular o consumo de energia quando são utilizados componentes elétricos alternativos, tais como função de degelo, ventiladores, iluminação etc. Assim, se o fabricante quiser melhorar um modelo alterando, por exemplo, a iluminação, ele pode calcular o novo consumo de energia a partir do modelo de referência em vez de testar a unidade novamente.

8.3 Modelos com baixas vendas e de grandes dimensões na Austrália

Na Austrália e na Nova Zelândia não são utilizadas regras de extrapolação em função do comprimento, profundidade ou altura, mas estes países utilizam o conceito de “família” com a utilização de um modelo de referência. Nesse sentido, uma família pode conter vários modelos com tamanhos diferentes, mas o modelo de referência, aquele que será testado, deve ser o que apresentar o maior consumo específico de energia quando comparado aos demais modelos da família. Existem outros requisitos para o modelo de referência e para outros modelos da família. Por exemplo, o modelo de referência deve ser o que tiver a maior profundidade e a maior abertura, vertical ou horizontal.

Nota: Apesar de não estar explicitamente escrito no regulamento, a nossa interpretação é de que todos os modelos de uma mesma família

deverão apresentar o mesmo IEE, portanto, em teoria, a aplicação pode ser semelhante à abordagem da EUROVENT, sendo que no Guia da EUROVENT fica mais clara a necessidade de se derivar o IEE e CAE para os modelos deduzidos.

Além da abordagem das famílias de produtos, a Austrália também oferece um método alternativo de demonstração de conformidade para fins de registro de equipamentos com baixo volume de vendas, equipamentos feitos sob medida ou de equipamentos de grandes dimensões⁶ que não podem ser testados em um laboratório padrão [10], o que não é considerado nas regras da UE. Para serem considerados na categoria de baixo volume de vendas, será permitida a venda no máximo de 10 unidades para registro de um modelo único e no máximo 25 unidades para registros de famílias. O envio de dados de vendas anuais para tais registros é obrigatório na Austrália e na Nova Zelândia. Se os volumes de vendas forem excedidos, é necessário realizar o procedimento de teste completo, caso contrário, outras medidas de verificação de conformidade podem ser consideradas pela instituição responsável pela fiscalização do mercado.

O Índice de Eficiência Energética (IEE) de um refrigerador que foi registrado como tendo baixo volume de vendas ou feito sob medida é encontrado comparando o uso de energia do refrigerador tal como “medido na prática” com o de um refrigerador equipado com um conjunto de componentes “de baixa eficiência de referência”. Para uma aplicação bem-sucedida é necessário demonstrar que um gabinete consegue melhorar os níveis mínimos de eficiência de uma classe similar de produto em aproximadamente 15%. Um relatório impresso a partir do software utilizado pelo fabricante (em vez de um relatório de teste) precisará ser enviado no momento do registro.

A Tabela 19 mostra as equações a serem usadas para calcular $IEE = CAE/CPAE$ em equipamentos com baixo volume de vendas ou expositores frigoríficos de grandes dimensões.

- DEC_{actual} e TEC_{actual} é medido ou calculado de acordo com o Anexo D da ISO 23953-2
- REC_{actual} é calculado de acordo com a equação 9 da ISO 23953-2
- af é o fator de ajuste com o valor de 1,1304
- $DEC_{reference}$ e $TEC_{reference}$ se referem ao consumo hipotético de energia (CHE) elétrica de uma versão de referência de baixa eficiência do equipamento, calculado de acordo com os componentes elétricos alternativos. A norma australiana define a referência de baixa eficiência, como motores de ventiladores com eficiência 35% menor, lâmpadas

⁶ Esta regra não se aplica a todos os refrigeradores. Por exemplo, freezers de sorvete e expositores de sorvetes artesanais não podem ser registrados como “baixas vendas” e/ou “superdimensionados”, e refrigeradores de armazenamento não podem ser registrados como “superdimensionados”.

fluorescentes com reator B2, dispositivos anticondensação não controlados e aquecedores de degelo controlados por *timer*.

Nota: Não está totalmente claro como o REC_{actual} é calculado. Além disso, parece que a mesma eficiência para o compressor é utilizada em CAE e CPAE, não contemplando a implementação de compressores mais eficientes. Portanto, se uma abordagem semelhante for seguida no Brasil para equipamentos com baixo volume de vendas ou de grandes dimensões, mais informações serão necessárias para avaliar se esta abordagem pode ser aprimorada ou se pode ser utilizada tal como na regulamentação australiana.

Tabela 19: Consumo de energia anual e consumo de energia anual padrão para equipamento com baias vendas e EF de grandes dimensões

Tipo de produto	Consumo anual de energia (CAE)[kWh/y]	Consumo anual padrão de energia (CPAE) [kWh/y]
EF remoto	$(DEC_{actual} + REC_{actual}) \cdot af \cdot 365$	$(DEC_{reference} + REC_{actual}) \cdot 365$
EF integral	$TEC_{actual} \cdot af \cdot 365$	$TEC_{reference} \cdot 365$

Referências

- [1] Plano Decenal de Expansão de Energia: PDE 2030 [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030 RevisaoPosCP rv2.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030%20RevisaoPosCP_rv2.pdf)
- [2] Maggie Molina (2014), The Best Value for America's Energy Dollar: A National Review of the Cost of Utility Energy Efficiency Programs
- [3] IEA, Final residential energy use covered by mandatory minimum energy performance standards (MEPS), 2000-2021, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/final-residential-energy-use-covered-by-mandatory-minimum-energy-performance-standards-meps-2000-2021>
- [4] UNEP's United for Efficiency (2021). Model Regulation Guidelines for Commercial Refrigeration Equipment. Nairobi <https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-commercial-refrigeration-equipment/>
- [5] EU (2021), Review study ecodesign & energy labelling PROFESSIONAL REFRIGERATION EQUIPMENT <https://ecoprorefrigeration.eu/>
- [6] Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News (JARN, 2020). World Refrigeration Equipment Market. September 24, 2020.
- [7] EU (2022), Second stakeholder meeting for the review study ecodesign & energy labelling PROFESSIONAL REFRIGERATION EQUIPMENT
- [8] PROCEL (2021), Mapeamento do Mercado de Refrigeradores Comerciais; Produto 1, 2, 3 e 4,
- [9] Eduardo de Almeida 2018, Apresentação: Refrigeração Comercial “Quem somos e para onde vamos”
- [10] Regulamentação Australiana F2020L01014 - Greenhouse and Energy Minimum Standards (Refrigerated Cabinets) Determination 2020. <https://www.legislation.gov.au/Details/F2020L01014>
- [11] CLASP (2014) Analysis of EU policy proposals for DG ENER Lot 12 Commercial Refrigeration
- [12] EU (2014), Review study ecodesign & energy labelling for Commercial Refrigeration
- [13] REGULATION (EU) 2019/2018, supplementing Regulation (EU) 2017/1369 of the European Parliament and of the Council with regard to energy labelling of refrigerating

appliances with a direct sales function. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019R2018>

[14] Eurovent AISBL / IVZW / INPA. (2020). Eurovent 14/6/ - 2020 - Interpretation of Regulation (EU) 2019/2018 and of Regulation (EU) 2019/2024. Brussels: Eurovent.

[15] Carrier catalogue. Modular Line 2021/22. <https://www.carrier.com/>