



GREEN
CLIMATE
FUND



Pesquisa de Mercado para Refrigeradores Comerciais

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

Atividade 2.2.1a

Abril 2023

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 Girolde 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	5
LISTA DE TABELAS	6
1 INTRODUÇÃO E RESUMO	7
2 RESUMO DOS RESULTADOS DA PESQUISA DE MERCADO DO PROCEL	9
2.1 DINÂMICA DO MERCADO.....	9
2.1.1 <i>Fabricantes</i>	10
2.1.2 <i>Fornecedores de fabricantes</i>	11
2.1.3 <i>Distribuidores</i>	12
2.2 PRINCIPAIS ATORES	12
2.3 PRINCIPAIS TIPOS DE REFRIGERADORES COMERCIAIS.....	13
2.4 CONSUMO DE ENERGIA E ECONOMIA	14
2.5 CONCLUSÕES OBTIDAS A PARTIR DE ENTREVISTAS REALIZADAS COM A CADEIA DE SUPRIMENTO E COM USUÁRIOS FINAIS	15
2.6 CONCLUSÕES	16
3 OUTROS ESTUDOS E INFORMAÇÕES	17
4 RESULTADOS DA PESQUISA DE MERCADO COM OS FABRICANTES	19
4.1 REFRIGERADORES DE BEBIDAS	19
4.1.1 <i>Características dos refrigeradores de bebidas</i>	20
4.1.2 <i>Consumo de energia dos refrigeradores de bebidas</i>	21
4.2 EXPOSITOR FRIGORÍFICO INTEGRAL	23
4.2.1 <i>Características dos expositores frigoríficos integrais</i>	23
4.2.2 <i>Consumo de energia dos expositores frigoríficos integrais</i>	25
4.3 EXPOSITOR FRIGORÍFICO REMOTO	27
4.3.1 <i>Características dos expositores frigoríficos remotos</i>	27
4.3.2 <i>Consumo de energia dos expositores frigoríficos remotos</i>	30
4.4 CONSERVADOR PARA SORVETES	34
4.4.1 <i>Características e consumo de energia dos conservadores para sorvete</i>	34
4.5 REFRIGERADOR DE ARMAZENAMENTO	35
5 BASE INSTALADA E ESTIMATIVA DO CONSUMO	37
5.1 DISTRIBUIÇÃO POR TIPO DE REFRIGERADOR.....	37
5.2 PROJEÇÃO DA BASE INSTALADA.....	38
5.2.1 <i>Evolução de vendas</i>	38
5.2.2 <i>Ciclo de vida e função de sobrevivência</i>	39
5.2.3 <i>Projeção da base instalada</i>	41
5.3 CONSUMO DA BASE INSTALADA	41
5.3.1 <i>Tamanho e consumo médio</i>	42
5.3.2 <i>Evolução da eficiência energética para o cenário base</i>	43
5.3.3 <i>Consumo da base instalada</i>	44
6 DISTRIBUIÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA UNIÃO EUROPEIA	46
6.1 REFRIGERADOR DE BEBIDAS	46
6.2 EXPOSITOR FRIGORÍFICO INTEGRAL E REMOTO	47

6.2.1	Vertical para resfriados.....	47
6.2.2	Vertical para congelados	49
6.2.3	Horizontal para resfriados	50
6.2.4	Horizontal para congelados.....	54
6.2.5	Combinado para resfriados e congelados.....	56
6.3	CONSERVADOR PARA SORVETES	56
7	ENQUETES DO GRUPO DE TRABALHO	58
7.1	ENQUETES SOBRE REFRIGERADORES DE BEBIDAS.....	59
7.2	ENQUETES SOBRE EXPOSITORES FRIGORÍFICOS.....	60
7.3	ENQUETES SOBRE CONSERVADORES PARA SORVETES	62
7.4	ENQUETES SOBRE REFRIGERADORES DE ARMAZENAMENTO.....	63
7.5	OUTRAS ENQUETES.....	64
	REFERÊNCIAS.....	65

Lista de Figuras

Figura 1	Distribuição de refrigeradores de bebidas por tipo	20
Figura 2	Número de modelos de refrigeradores de bebidas por faixa de volume.....	20
Figura 3	Consumo de energia dos modelos de refrigeradores de bebidas e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e México ajustado a 32,2°C e 65% UR	22
Figura 4	Índice de eficiência energética (Ie), para os modelos de refrigeradores de bebidas	23
Figura 5	Distribuição de modelos de expositores frigoríficos integrais por faixa de volume.....	25
Figura 6	Consumo de energia dos modelos de expositores frigoríficos integrais verticais para resfriados e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e México ajustado a 25°C e 60% UR	26
Figura 7	Número de modelos por comprimento para os expositores frigoríficos remotos	29
Figura 8	Distribuição de modelos de expositor frigorífico remoto por faixa de área total de exposição....	29
Figura 9	Distribuição de modelos de expositores frigoríficos remotos por faixa de volume	29
Figura 10	Consumo de energia dos modelos de expositores frigoríficos remotos verticais para resfriados e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e Estados Unidos (Aberto e Transparente) ajustado a 25°C e 60% UR	30
Figura 11	Consumo anual de energia dos modelos de expositores frigoríficos remotos horizontais para resfriados e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e Estados Unidos (Aberto e Transparente) ajustado a 25°C e 60% UR	32
Figura 12	Consumo anual de energia dos modelos de expositores frigoríficos remotos verticais para congelados e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e Estados Unidos (Aberto e Transparente) ajustado a 25°C e 60% UR	33
Figura 13	Consumo anual de energia dos modelos de expositores frigoríficos remotos horizontais para congelados e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e Estados Unidos (Aberto e Transparente) ajustado a 25°C e 60% UR	33
Figura 14	Consumo anual de energia dos modelos de conservadores para sorvetes e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) ajustados a 30°C e 55% UR.....	35
Figura 15	Consumo anual de energia dos modelos de congelador horizontal comercial com porta cega e o consumo padrão no novo regulamento brasileiro para refrigeradores residenciais em 2025 e 2030	36
Figura 16	Probabilidade de sobrevivência segundo a função Weibull no ano 2020 para os refrigeradores de bebidas vendidos entre 2005 e 2019.....	40
Figura 17	Projeção da base instalada por tipo de refrigerador comercial	41
Figura 18	Projeção do consumo de energia anual da base instalada por tipo de refrigerador comercial...	45

Figura 19 Distribuição dos modelos de refrigeradores de bebidas da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022.	47
Figura 20 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos verticais para resfriados: a) Integral b) Remoto, da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022	48
Figura 21 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos verticais para resfriados: a) Integral b) Remoto, da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022	50
Figura 22 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos horizontais para resfriados: a) Integral b) Remoto, da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022	52
Figura 23 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos balcões de serviço (atendimento) para resfriados: a) Integral b) Remoto, da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022.....	53
Figura 24 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos horizontais para resfriados: a) Integral b) Remoto, da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022	55
Figura 25 Distribuição dos modelos dos conservadores de sorvete da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022	57
Figura 26 Enquetes sobre refrigeradores de bebidas: norma de ensaio a ser utilizada e condições ambientais para ensaio de consumo de energia	59
Figura 27 Enquetes para expositores frigoríficos, abertura de portas e condições ambientais para ensaio de consumo de energia.....	60
Figura 28 Enquetes para expositores frigoríficos: coeficiente compensatório de classe de temperatura, coeficiente compensatório de classe climática, e uso da área de exposição no cálculo do consumo padrão	61
Figura 29 Enquetes para refrigeradores de bebidas, norma de ensaio a ser utilizada, e condições ambientais para ensaio de consumo de energia	63
Figura 30 Tipo de refrigerador fabricado e tipo de laboratório	64

Lista de Tabelas

Tabela 1 Fabricantes de refrigeradores comerciais no Brasil,	10
Tabela 2 Participação no mercado por tipo de refrigerador comercial	13
Tabela 3 Consumo total de energia em diferentes tipos de estabelecimento	18
Tabela 4 Consumo total de energia em diferentes tipos de estabelecimento	18
Tabela 5 Distribuição dos modelos de expositor frigorífico integral segundo a temperatura alvo, o tipo de fechamento, e a orientação	24
Tabela 6 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos remotos (modelos base) segundo a temperatura alvo, o tipo de fechamento, e a orientação	28
Tabela 7 Distribuição dos tipos e subtipos de refrigeradores comerciais na base instalada	38
Tabela 8 Estimativa de distribuição da base instalada por faixa de idade do refrigerador: calculada com o modelo da base instalada e comparada com os dados do estudo PROCEL.....	40
Tabela 9 Tamanho e consumo médio por tipo e subtipo de refrigeradores comerciais	42
Tabela 10 Participantes do Grupo de Trabalho (PWG)	58

1 Introdução e Resumo

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), contando com a coordenação do Ministério de Minas e Energia – MME e implementação da U4E (*United for Efficiency*), iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA.

O Projeto visa estabelecer as bases para a implementação de Padrões Mínimos de Eficiência Energética (MEPS, na sigla em inglês), além de etiquetas comparativas e/ou selos de endosso e outras políticas de eficiência energética no Setor de Refrigeração Comercial no Brasil.

É importante destacar que a obtenção de dados específicos de consumo de energia e outras características para os diferentes tipos de equipamentos de refrigeração comercial disponíveis no mercado Brasileiro constitui-se em uma tarefa bastante complexa e de difícil execução, especialmente porque o Brasil ainda não possui um sistema de registro de produtos ou um regulamento de eficiência energética para este tipo de equipamento.

Para realizar este estudo foram utilizados dados sobre os produtos disponíveis no mercado nacional obtidos diretamente da própria indústria, dos usuários ou em outros estudos realizados sobre o tema, como o estudo de mercado realizado para o PROCEL em 2021.

Além desta seção introdutória, o relatório foi organizado em mais 06 seções, com o seguinte conteúdo:

Seção 2 – Resumo do estudo do PROCEL: Principais informações constantes do estudo encomendado pelo PROCEL, consideradas importantes para a tomada de decisões sobre a implementação de regulamentos técnicos de MEPS e etiquetas para refrigeradores comerciais. O estudo do PROCEL [1] foi publicado em dezembro de 2021, e se baseou principalmente em entrevistas realizadas junto à indústria e a usuários finais de refrigeradores comerciais

Seção 3 – Outros estudos e informações: Apresenta as conclusões de outros relatórios e estudos relacionados com os refrigeradores comerciais, incluindo a “Pesquisa de Campo no Setor de Serviços do Brasil” [3].

Seção 4 – Pesquisa de mercado com fabricantes: Apresenta os resultados da pesquisa de mercado realizada pela equipe do Projeto GCF com os fabricantes que participam do Grupo de Trabalho de Políticas (*Policy Working Group* – PWG) para complementar as informações de outros estudos como o realizado pelo PROCEL. A pesquisa contém informações de modelos dos diferentes tipos de refrigeradores

comerciais disponíveis no Brasil, tais como tamanho, consumo de energia, tipo de fluido refrigerante, tipo de porta, etc.

Seção 5 – Base instalada e estimativa do consumo: Apresenta o modelo da base instalada e estimativa do consumo energético desta base instalada, elaborado pela equipe do projeto GCF. O modelo utiliza as informações das seções anteriores e adota premissas para dados que atualmente não estão disponíveis.

Seção 6 – Distribuição de eficiência energética na União Europeia: Apresenta as análises feitas pela equipe do projeto GCF sobre a base de dados da União Europeia para a etiqueta (*European Product Registry for Energy Labelling - EPREL*). Mostra a distribuição dos índices de eficiência energética para os diferentes tipos de refrigeradores comerciais disponíveis na União Europeia. Esses dados podem ajudar a entender melhor a distribuição de eficiência dos refrigeradores comerciais com dados confiáveis de consumo, já que no caso dos dados atualmente disponíveis no Brasil os fabricantes por vezes adotam condições de ensaio diversas, principalmente por não existir um regulamento técnico que obrigue aos fabricantes a seguirem regras específicas estabelecendo as condições para realização de ensaios de consumo e eficiência energética. Assim, foram utilizadas premissas e cálculos estimativos para se comparar os dados dos equipamentos produzidos pelos fabricantes nacionais.

Seção 7 – Enquetes do Grupo de Trabalho: Apresenta os resultados das enquetes realizadas durante as reuniões e workshops do Grupo de Trabalho de Políticas (*Policy Working Group - PWG*). Para proporcionar uma ampla discussão sobre o regulamento de refrigeradores comerciais, os principais interessados na questão regulatória do setor foram convidados a integrar o PWG, cuja missão foi discutir e acompanhar as atividades do projeto. Contando com apoio técnico da U4E e a coordenação do MME, o PWG contou com a participação dos principais fabricantes e empresas do setor, além de associações, laboratórios de ensaio, órgãos reguladores e instâncias governamentais.

Além deste relatório, outros relatórios foram elaborados pela equipe técnica do Projeto, cujos resultados são utilizados como subsídios nas recomendações do presente estudo. Outros relatórios deste projeto são:

- “Melhores práticas internacionais em MEPS e etiquetas para regulamentação de 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”

2 Resumo dos Resultados da Pesquisa de Mercado do PROCEL

O projeto “Mapeamento do Mercado de Refrigeradores Comerciais” do PROCEL [1] foi finalizado em dezembro de 2021, com os seguintes pontos principais:

- Dinâmica do mercado de refrigeradores comerciais no Brasil
- Características do mercado – tipos e categorias
- Características do mercado – ambiente competitivo
- Características do mercado – ambiente regulatório
- Referências internacionais
- Características do mercado – usuários finais

O estudo analisa o mercado de refrigeradores comerciais de uma forma abrangente, com entrevistas junto à indústria e usuários finais, mas sem mostrar dados de modelos específicos de refrigeradores. Por este motivo, a equipe do projeto GCF elaborou uma pesquisa de mercado própria junto aos fabricantes (Seção 4), assim como outros estudos, para completar a informação necessária ao estudo da implementação de MEPS e etiquetas para refrigeradores comerciais no país.

A seguir é apresentado um resumo dos principais resultados do estudo do PROCEL, dentre os que a equipe do projeto GCF considerou mais importantes para auxiliar a tomada de decisões no processo de implementação de regulamentos técnicos de MEPS e etiquetas para refrigeradores comerciais. O estudo completo do PROCEL pode ser consultado no site: [PROCELinfo](#).

2.1 Dinâmica do mercado

A maioria dos refrigeradores comerciais utilizados no Brasil são de fabricantes instalados no país (95%), desde pequenas empresas regionais até empresas maiores, que atuam no mercado nacional e/ou exportando equipamentos para fora do Brasil. De acordo com o estudo do PROCEL, o mercado brasileiro de refrigeradores comerciais novos movimentou 1.191.000 de unidades em 2020, estimando-se uma base instalada de 6,8 milhões de unidades (o ciclo de vida média foi estimado em 5,7 anos). Os dados foram baseados em extensa pesquisa secundária, questionários com 1925 usuários finais e mais de 30 entrevistas em profundidade com participantes da cadeia de valor de refrigeração comercial.

Os principais clientes de refrigeradores comerciais são hipermercados, supermercados, bares, lanchonetes, lojas de conveniência, restaurantes e padarias, dentre outros. Uma tendência apontada para o segmento pelo estudo do PROCEL foi o aumento do uso de refrigeradores domésticos por parte de estabelecimentos comerciais de pequeno porte durante a pandemia do COVID, o que já era uma prática observada antes deste período. Porém, também foi apontada uma pequena elevação

nas vendas de refrigeradores comerciais destinados ao segmento doméstico (principalmente refrigeradores de bebidas que são instalados em áreas de churrasqueiras), o que deve ser uma tendência para os próximos anos.

Os equipamentos podem ser vendidos diretamente ao cliente e instalados pelo fabricante de refrigeradores, ou por meio de uma distribuidora. Também existe o segmento institucional, onde marcas de bebidas, sorvetes e similares são responsáveis pela aquisição e disponibilização de equipamentos de refrigeração em regime de “comodato”. Neste modelo, os donos dos equipamentos não são os responsáveis pela conta de energia do estabelecimento, mas somente de sua manutenção periódica, feita muitas vezes pelo serviço de assistência técnica dos próprios fabricantes.

Além da venda de equipamentos novos, alguns fabricantes e empresas também oferecem serviços de *retrofit*, que consiste na recuperação e modernização de equipamentos usados. Este serviço teve um aumento na demanda durante o ano 2020. De acordo com o estudo do PROCEL, o retrofit movimentou algo em torno de 1 milhão de equipamentos por ano no mercado brasileiro.

2.1.1 Fabricantes

A Tabela 1 mostra os 7 maiores fabricantes de Refrigeradores Comerciais no Brasil, os quais detêm 70% do mercado, sendo que os outros 30% são divididos entre mais de 200 empresas de menor porte. Cada um dos fabricantes líderes possui um foco de atuação no mercado. Por exemplo, para os refrigeradores comerciais integrais (com compressor incorporado), assim como os refrigeradores de bebidas, conservadores de sorvetes, refrigeradores multiuso, e outros, as empresas Metalfrio e Imbera são as principais, e atuam fortemente no setor institucional. Já Mercofricon lidera no segmento dos refrigeradores horizontais tipo ilha, e a Gelopar lidera no segmento de *foodservice*.

Além destas, é importante salientar o domínio da Eletrofrio no segmento de supermercados e hipermercados, detendo aproximadamente 80% deste segmento (lojas com mais de 400 m²), onde os refrigeradores do tipo remoto são mais comuns. Os outros 20% do mercado no setor supermercadista estão divididos entre outros fabricantes como, Arneg, Plotter Racks e AHT Service, dentre outros.

A Tabela 1 também mostra o volume de vendas em 1000 unidades para os principais fabricantes no ano de 2020. Cabe salientar que estes dados são em unidades, e não em valor, ou em capacidade de refrigeração. Por exemplo, é de se esperar que os refrigeradores vendidos pela Eletrofrio (líder do setor supermercadista), sejam de maior tamanho, em média, que os de outros fabricantes. Assim, mesmo tendo uma menor quantidade de unidades instaladas, quando comparado a outros fabricantes, a capacidade de refrigeração total poderia ser maior (ou seja, isto dependerá dos tipos de refrigeradores vendidos pelos outros fabricantes).

Fabricantes Principais	Volume de vendas 2020 em 1000 unidades
Metalrio Solutions	270
Mercofricon	230
Imbera	130
Gelopar	100
Refrimate	70
Esmaltec	30
Eletrofrio	18
Outros Fabricantes	
Arneg	Sem informação
Plotter Racks	Sem informação
AHT Service	Sem informação
Venax Eletrodomésticos	Sem informação
Conservex	Sem informação
Castellmaq	Sem informação
Kofisa	Sem informação
Ártico	Sem informação
Polofrio	Sem informação
Polar	Sem informação
outros	Total vendas outros = 343
Tota de venda Brasil	1.191

(Fonte: estudo do PROCEL [1])

2.1.2 Fornecedores de fabricantes

Os principais fornecedores dos fabricantes de refrigeradores comerciais são empresas nacionais, apesar de que alguns itens são importados, principalmente da Ásia, tais como portas de vidro, fitas de LED e alguns componentes elétricos. Existe também uma forte dependência de importação de matérias primas, como aço, cobre, e também de fluidos refrigerantes.

Os principais atores identificados na cadeia de suprimentos são:

- Compressores: os maiores fabricantes no Brasil de compressores para refrigeradores comerciais integrais são: Embraco/Nidec e Tecumseh.
- Fabricantes de vidros: Schott, Cebrace, Unividros, VTC Vidros, Linde Vidros, entre outros.
- Fabricantes de controladores e sensores: Coel, Full Gauge Controls, entre outros.
- Gaxetas: Ilpea do Brasil
- Perfilados plásticos: Tecnoperfil Plásticos

2.1.3 Distribuidores

Os principais distribuidores de refrigeradores comerciais trabalham com um portfólio de marcas parceiras, dando capilaridade à distribuição dos principais fabricantes, com vendas em diferentes regiões do país.

Os principais distribuidores identificados na pesquisa são: Catral, Dufrio, Acimaq, Frigelar e Frigo.

2.2 Principais atores

Os principais atores interessados num regulamento de eficiência energética para os refrigeradores comerciais, segundo o estudo PROCEL, são:

- INMETRO: Principal responsável governamental pela implementação dos regulamentos técnicos (incluídos os de etiquetagem de eficiência energética), a avaliação da conformidade e vigilância de mercado
- Ministério de Minas e Energia (MME): Principal responsável governamental pela implementação de MEPS. Coordena o Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética (CGIEE), que inclui outros órgãos além do MME.
- PROCEL: Principal responsável governamental pela implementação do Selo PROCEL
- Fabricantes, fornecedores de fabricantes e distribuidores (ver Seção 2.1)
- Laboratórios: Os maiores fabricantes possuem laboratórios próprios, adequados para testar a maioria de seus produtos. Em relação aos laboratórios de terceira parte, observa-se que CEPTEL, Labelo e POLO atualmente possuem ou planejam¹ obter em breve a capacidade para testar equipamentos de refrigeração comercial
- ABRAVA: Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento
- ABRAS: Associação Brasileira de Supermercados (estabelecimentos do varejo de alimentação, como supermercados e hipermercados, ...)
- ABRASEL: Associação Brasileira de Bares e Restaurantes
- Instituto Clima e Sociedade (ICS): organização filantrópica que promove projetos para reduzir as emissões de gases de efeito estufa
- Programa Brasileiro para Eliminação dos HCFC (PBH): Programa do Ministério do Meio Ambiente para a eliminação dos HCFC

¹ 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.

2.3 Principais tipos de refrigeradores comerciais

O estudo do PROCEL identifica os expositores frigoríficos com unidade condensadora integrada como os mais utilizados no mercado brasileiro, principalmente a unidade do tipo 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 e lojas de conveniência, dentre outros. Além disso, de acordo com o estudo, nos últimos anos as grandes lojas estão perdendo espaço no cenário nacional para as pequenas lojas de bairro, o que, entre outras questões, está favorecendo o uso de equipamentos menores e reduzindo o uso de sistemas centralizados com expositores frigoríficos remotos.

A Tabela 2 fornece detalhes sobre a participação de mercado para diferentes tipos de refrigeradores comerciais integrais, com base em entrevistas realizadas durante o estudo do PROCEL.

Nota 1: Embora os refrigeradores integrais tenham sido os mais comuns durante o estudo do PROCEL em quantidade de unidades, observa-se que os expositores frigoríficos remotos apresentam forte presença em supermercados e hipermercados (área acima de 400 m²). Devido ao porte destes estabelecimentos, mesmo se o número de lojas for menor quando comparado com lojas menores, a equipe do projeto GCF acredita que o consumo de energia, e o potencial de economia associado aos expositores frigoríficos remotos é considerável dentro do setor de refrigeradores comerciais. Além disso, a norma ISO 23953 já inclui procedimentos de ensaio para esse tipo de equipamento, e eles já são regulados pelas principais economias do mundo. Neste sentido, recomenda-se incluir também os expositores remotos na regulamentação e estudos das próximas seções deste relatório (pesquisa de mercado com os fabricantes da Seção 4)

Nota 2: É importante notar que parte dos conservadores de sorvete na Tabela 2 poderiam ser identificados como expositores frigoríficos, em termos de categorização para aplicação de MEPS e etiquetas, caso não atendam à definição de Congeladores para Sorvetes da ISO 22043:2020.

Tabela 2 Participação no mercado por tipo de refrigerador comercial

Tipo de refrigerador comercial	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%

(Fonte: estudo do PROCEL [1])

2.4 Consumo de energia e economia

De acordo com o estudo do PROCEL:

- As grandes marcas de refrigeradores comerciais possuem modelos com compressores de velocidade variável, mas representam somente 5% do mercado nacional. O compressor em si representa ao redor de 15% do custo total do refrigerador, chegando a 30% para o compressor com velocidade variável, que é mais eficiente.
- Os principais fornecedores de vidro possuem a tecnologia *low-e*, ou de baixa emissividade, mas que ainda é muito pouco empregada no setor de refrigeradores comerciais no Brasil, devido ao seu custo ser 30% maior comparado ao vidro usualmente utilizado pelos fabricantes
- Tecnologias como Internet das Coisas (IoT) e inteligência artificial vêm sendo empregadas pelos fornecedores de sensores no intuito de operarem de forma mais eficiente e proporcionarem maior economia de energia para os equipamentos. Como essas tecnologias permitem a customização para o uso específico de determinado equipamento, essa tendência tecnológica deve permitir a otimização da base instalada.

A maior parte dos fabricantes acredita que uma movimentação para a aquisição de compressores de velocidade variável não seria feita voluntariamente, dado ao seu alto custo em comparação com o compressor padrão. Da mesma forma, outras tecnologias energeticamente mais eficientes e mais caras, como vidros *low-e*, sensores e controladores inteligentes, entre outros, dependem de normatização ou programas governamentais de incentivo para uma adesão mais ampla.

O estudo do PROCEL também incluiu a distribuição da base instalada por consumo de energia, com base nas entrevistas com os usuários finais, sendo que a maioria dos equipamentos (45-65%) consomem entre 101 e 200 kWh/mês.

Nota 3: Considerando a base instalada de 6,8 milhões de equipamentos, e as faixas de consumo estimadas pelo estudo do PROCEL, pode se estimar um consumo da base instalada de 16 TWh por ano. Este dado está próximo dos valores estimados a partir de outros estudos (Seção 3) e os valores calculados pela equipe com o modelo de base instalada (Seção 5)

2.5 Conclusões obtidas a partir de entrevistas realizadas com a cadeia de suprimento e com usuários finais

As principais conclusões advindas das entrevistas realizadas pelo PROCEL junto à cadeia produtiva e aos usuários finais em relação à eficiência energética são:

- 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 uma eventual economia no consumo de energia, principalmente nas lojas menores.
- Supermercados maiores estão mais atentos aos benefícios na eficiência energética, mas ainda se trata de um mercado muito orientado pelo preço de aquisição do produto, e que se preocupa mais com os possíveis aumentos nos custos destes equipamentos.
- Em relação à indústria, os fabricantes e fornecedores de peças estão atentos à questão da eficiência energética e da sustentabilidade, e lançaram recentemente 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.

Em relação à adoção de selos de endosso, como o Selo PROCEL, observa-se uma preocupação da indústria em relação aos custos envolvidos, pois existem taxas de obtenção e de manutenção do selo, assim acreditamos que programas de endossos voluntários possam ter baixa adesão em função desses custos. Segundo o estudo do PROCEL há sugestões por parte da indústria para que sejam adotados programas de adesão compulsória, ou mesmo de programas voluntários, mas que sejam apoiados por incentivos governamentais e renúncias fiscais, a fim de compensar os custos adicionais.

Em termos de período de adequação necessário para que os fabricantes do setor de refrigeração comercial adotem essas novas tecnologias, segundo o estudo do PROCEL, a indústria estima um tempo médio de 5 anos para que todos os fabricantes, incluindo os de pequeno porte – que somam mais de 200 fabricantes no Brasil – possam ter os recursos necessários como capital, mão-de-obra qualificada, equipamentos de medição e acesso a laboratórios de testes próprios ou de terceiros. Neste sentido, segundo eles, os incentivos fiscais seriam de extrema importância para que não haja perda de competitividade das indústrias menores, que muitas vezes competem diretamente com multinacionais.

Conforme indicado nas entrevistas realizadas pelo PROCEL, a ABRAVA manifestou opinião de que para se obter sucesso na regulamentação sobre eficiência energética do setor de refrigeração comercial, um fator crucial seria a adoção de um pacote de incentivos, incluindo fiscais, por parte do governo, de forma a compensar o aumento nos custos de produção nos investimentos em tecnologia por parte dos fabricantes.

Nota 4: Mesmo que a implementação de regulamentos técnicos para eficiência energética possam implicar a necessidade de investimentos por parte da indústria para que possam cumprir com os requisitos, como indicado pela equipe do projeto GCF no relatório “Melhores Práticas Internacionais”, a experiência em outros países (como os Estados Unidos) é que no médio e longo prazo, a implementação de regulamentos técnicos não implicam um aumento do preço final ao consumidor, mesmo sem subsídios públicos. Além disso, a implementação de índices mínimos de eficiência energética elimina do mercado os equipamentos menos eficientes, que são os que apresentam um maior impacto nos custos de operação para o consumidor, pelo maior consumo de energia elétrica. O objetivo deste relatório não é fazer recomendações sobre a adoção de subsídios públicos. Uma discussão mais profunda sobre a redução de impostos para os equipamentos mais eficientes se encontra no relatório “Recomendações para as métricas, normas de ensaio e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”.

2.6 Conclusões

As principais conclusões do estudo realizado pelo PROCEL sobre Refrigeradores Comerciais são:

- MEPS devem ser implantados como ponto de partida para os refrigeradores 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 enxergam com bons olhos a introdução de MEPS, até um certo nível.
- 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.

3 Outros estudos e informações

Fora o estudo de mercado do PROCEL e os estudos que estão sendo realizados atualmente durante as atividades do projeto GCF, há pouca informação específica sobre refrigeradores comerciais no Brasil que possa ser adotada como base para elaboração de regulamentos técnicos em eficiência energética no setor.

Uma das primeiras discussões sobre a regulamentação dos refrigeradores comerciais aconteceu no ano 2015. De acordo com o estudo do PROCEL, houve um debate sobre a inclusão dos compressores utilizados em refrigeradores comerciais integrais na proposta de regulação. Porém, a proposta foi rejeitada pelo Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) devido à falta de embasamento técnico suficiente para se criar um instrumento regulatório levando em consideração apenas um componente.

Nota 5: O posicionamento da equipe do projeto GCF é o mesmo do CGIEE, recomendando regulamentar o refrigerador comercial como um todo, e não apenas um dos seus componentes.

Em agosto de 2018, a ABRAVA promoveu o seminário Programa Brasileiro de Etiquetagem em Eficiência Energética para Sistemas de Refrigeração e Ar-condicionado com a participação de importantes órgãos vinculados ao setor como MME, Eletrobrás, PROCEL, INMETRO e CEPEL. Na ocasião, se discutiu o desenvolvimento de um plano de ação para a regulamentação da eficiência energética em equipamentos e sistemas no segmento de refrigeração e ar-condicionado não certificados, mas o tema não foi analisado de novo até o projeto atual do GCF.

A Tabela 3 mostra uma estimativa do consumo de energia em diferentes estabelecimentos comerciais [2], apresentada no seminário de 2018. Pode se observar que mesmo havendo maior presença de lojas de conveniência, os hipermercados ainda são os que representam o maior consumo de energia.

Considerando que os refrigeradores comerciais são responsáveis por 25% do consumo total de energia elétrica nesse tipo de lojas [2], o consumo total anual para os refrigeradores comerciais no Brasil, de acordo com a Tabela 3, seria de 0,65 TWh, o que nos parece um valor muito pequeno quando comparado com outras fontes, pelo que entendemos que possam estar faltando dados do consumo na Tabela 3. Esse é o caso quando comparamos os resultados com os obtidos na “Pesquisa de Campo no Setor de Serviços do Brasil” elaborada pela EPE em 2015 [3]. A Tabela 4 mostra o consumo anual estimado dos segmentos que utilizam os refrigeradores comerciais segundo a pesquisa elaborada pela EPE [3], o que dá um total de 46,0 TWh anual, muito superior aos 2,6 TWh mostrados na Tabela 3.

Considerando que os refrigeradores comerciais são responsáveis por 25% do consumo neste tipo de lojas [2], o consumo total anual para os refrigeradores

comerciais no Brasil, de acordo com a Tabela 4, seria de 11,5 TWh. Esse valor é estimativo, já que podem existir lojas que consomem menos de 25% de seu consumo total de energia com os refrigeradores comerciais contemplados no escopo do projeto GCF, e outras que consomem mais do que 25%.

Os resultados da pesquisa elaborada pela EPE coincidem com as conclusões obtidas do Plano Decenal de Expansão de Energia de 2031 [4], onde estimou-se que no ano de 2021 o consumo de energia elétrica do setor comercial foi de 135 TWh, o que resultaria em aproximadamente 67,5 TWh para os segmentos que utilizam os refrigeradores comerciais (aplicando o percentual de 50% do total encontrado na pesquisa EPE [3]), e um consumo estimativo de 16,9 TWh para os refrigeradores comerciais (aplicando 25% para este segmento [2]).

Neste sentido, para 2022 nos parece razoável esperar um consumo de energia dos refrigeradores comerciais no Brasil entre 9 e 16 TWh/ano.

Tabela 3 Consumo total de energia em diferentes tipos de estabelecimento

Tipo de loja	Número de lojas total	Area Media de Vendas (m2)	Consumo estimado por loja [kWh/h]	Consumo estimado total [MWh/mês]	Consumo estimado total [GWh/ano]
Conveniência	2.187	58	5	7.873	94
Sortimento limitado	614	428	12	5.305	64
Supermercado	2.843	1.464	70	143.287	1.719
Hipermercado	230	5.336	160	26.496	318
Atacado	311	3.173	150	33.588	403
Total					2.599

(Fonte: apresentação seminário refrigeração comercial [2])

Tabela 4 Consumo total de energia em diferentes tipos de estabelecimento

Tipo de loja	Consumo estimado total [GWh/ano]
Alojamento	2.750
Hiper e supermercados	8.382
Atacado com predominância de produtos alimentícios	2.036
Atacado com predominância de produtos perecíveis	4.467
Atacado com predominância de produtos não-perecíveis	500
Restaurantes, Lanchonetes, Bares, Casas de Chá, de Sucos e Similares	5.794
Outros serviços de comida	800
Comércio varejista	10.490
Padarias e confeitarias	2.193
Outros varejos de comida	8.576
Total	45.988

(Fonte: pesquisa EPE [3])

4 Resultados da pesquisa de mercado com os fabricantes

Após analisar os dados do estudo do PROCEL, observamos a necessidade de realizar uma pesquisa complementar com os fabricantes, de forma a obter dados mais detalhados acerca dos diferentes tipos de refrigeradores comerciais produzidos, já que o estudo do PROCEL se baseou em dados mais gerais e em entrevistas com os usuários finais e fabricantes, sem incluir dados específicos dos modelos atualmente comercializados no país.

A pesquisa buscou conhecer não apenas a distribuição no consumo de energia e eficiência dos equipamentos, mas também detalhes como o tamanho, tipo de fechamento, condições adotadas pelos fabricantes para os ensaios de consumo, classe climática, temperatura alvo dos equipamentos, etc. A seguir, são apresentados os resultados para os diferentes tipos de refrigeradores comerciais obtidos a partir das informações fornecidas por quatro grandes fabricantes² de refrigeradores comerciais no Brasil. Os resultados apresentados neste estudo estão agregados, sem identificação dos respectivos fabricantes.

É importante salientar que os resultados apresentados são qualitativos, já que **os resultados de consumo dos modelos entre si, e a comparação com os MEPS de outros países são resultado de uma estimativa**. A equipe do projeto desenvolveu um modelo matemático que proporciona uma estimativa na variação do consumo de energia com as variações de temperatura e umidade para comparar modelos que foram ensaiados em condições diferentes. Outras diferenças, como o fluxo de ar dentro da sala de ensaios não foi considerado. Também cabe lembrar que os dados apresentados correspondem à informação prestada por quatro grandes fabricantes do Brasil, que apesar de representar a maior fatia do mercado não representam a totalidade dos modelos comercializados no país.

4.1 Refrigeradores de bebidas

Os fabricantes encaminharam informação de 70 modelos de refrigeradores de bebidas, porém, após analisar os dados, a equipe do projeto concluiu que apenas 48 modelos cumpriam com a definição de Refrigerador de Bebidas adotada na ISO 22044:2021, ou seja, equipamentos que têm capacidade de reduzir a temperatura das bebidas introduzidas à temperatura ambiente num determinado tempo limite, sendo destinado somente a bebidas não perecíveis. Os outros refrigeradores (22 modelos) foram considerados na categoria de expositores frigoríficos integrais. A seguir são apresentados os resultados dos 48 modelos de refrigeradores de bebidas.

² A pesquisa de mercado foi encaminhada a todos os fabricantes participantes do Grupo de Trabalho (7 fabricantes, ver Tabela 10), porém apenas 4 enviaram informação sobre seus equipamentos.

4.1.1 Características dos refrigeradores de bebidas

Temperatura alvo:

A Figura 1 mostra a distribuição de refrigeradores de bebidas por temperatura alvo, onde as Cervejeiras representam 62% dos modelos. A faixa típica de temperaturas para cada tipo segundo a temperatura alvo é:

- Cervejeiras → entre -6°C e 5°C
- Água e refrigerantes → entre -2°C e 5°C
- Bebidas, frios e laticínios → entre 0°C e 7°C

Capacidade:

A capacidade (ou tamanho) dos refrigeradores de bebidas normalmente é expresso em volume (litros). A Figura 2 mostra o número de modelos de refrigeradores de bebidas por faixa de volume. A maioria dos modelos (68%) fica abaixo dos 500 Litros, sendo que todas as Cervejeiras têm um volume de menor do que 600 Litros. O menor refrigerador de bebidas tem um volume de 114 Litros, e a maior de 2.340 litros.

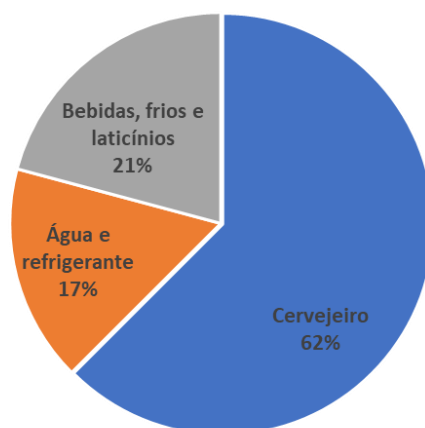


Figura 1 Distribuição de refrigeradores de bebidas por tipo

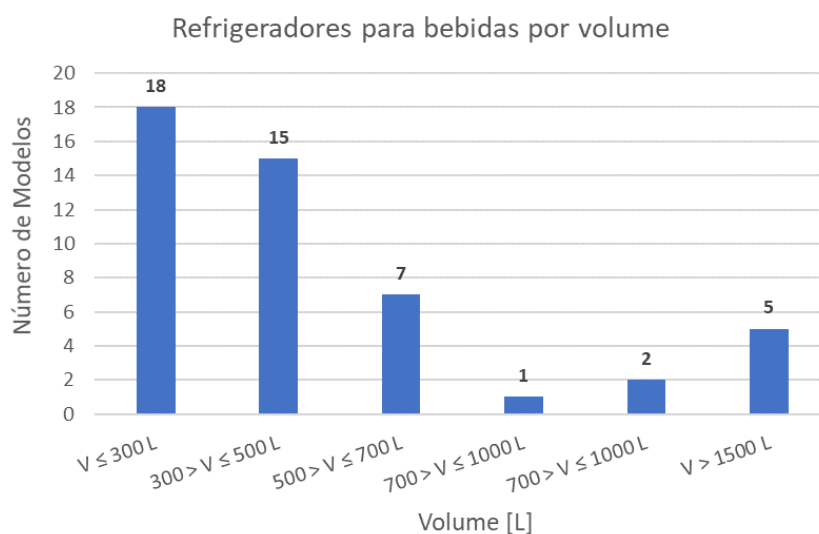


Figura 2 Número de modelos de refrigeradores de bebidas por faixa de volume

Tipo de fechamento:

Todos os modelos de refrigeradores de bebidas apresentados pelos fabricantes são fechados com porta. Sendo que 61% dos modelos possuem porta transparente, 33% possuem porta cega, e 6% são dotados de portas combinadas, quer dizer, possuem portas cegas com janelas transparentes.

Vertical vs. Horizontal:

94% dos modelos de refrigeradores de bebidas são verticais, e 6% horizontais (03 dos 48 modelos).

Fluido refrigerante:

Dos 48 modelos, 45 tinham informação sobre o tipo de fluido refrigerante usado no refrigerador, sendo que:

- 49% usam o fluido refrigerante natural R290 (Propano)
- 31% usam o HFC R134a
- 20% usam HFC R134a, mas tem como opcional o R290

Tipo de refrigeração:

Todos os refrigeradores de bebidas verticais (94%) possuem refrigeração forçada, enquanto os refrigeradores de bebidas horizontais adotam refrigeração estática (convecção natural).

4.1.2 Consumo de energia dos refrigeradores de bebidas

Apesar de não ser obrigatório realizar o teste de consumo de energia para refrigeradores comerciais de bebidas no Brasil, dos 48 modelos de refrigeradores de bebidas 35 tinham informação sobre o consumo de energia. Porém, nem todos foram ensaiados nas mesmas condições de temperatura e umidade relativa (UR), sendo distribuídos da seguinte forma:

- 32°C e 65% UR → 74%
- 35°C e 75% UR → 26%

Em geral, foi indicada a ABNT ISO 23953-2:2018 como norma de referência, mas na maioria dos casos o teste foi realizado sem a abertura de portas, o que coincide com a nova norma de ensaios ISO para refrigeradores de bebidas ISO 22044:2021.

Para comparar os resultados de refrigerados de bebidas ensaiados em condições diferentes, foi adotado um modelo matemático, desenvolvido pela equipe do projeto, que proporciona uma estimativa na variação do consumo de energia com as variações de temperatura e umidade relativa no ambiente. Este modelo é apresentado com mais detalhe no relatório “Recomendações para as métricas, normas de ensaio, e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”.

A Figura 3 apresenta o consumo de energia dos modelos de refrigeradores de bebidas ajustado a 32,2°C e 65% de Umidade Relativa - UR (condição recomendada para consumo de energia no Brasil, mais detalhes no relatório “Recomendações para as métricas, normas de ensaio, e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”). A figura também apresenta o consumo máximo permitido (MEPS) na União Europeia para 2021 e 2023, e os valores de consumo máximo para o México.

Para os modelos em estudo (35), 6 modelos não passariam nos MEPS da União Europeia para 2021, e 11 modelos não passariam nos MEPS que serão adotados a partir de 2023. Seriam ainda 9 modelos que não passariam os MEPS atuais do México.

O gráfico também mostra uma grande dispersão no consumo de energia para os equipamentos nas mesmas faixas de volumes, indicando que existe uma oportunidade de melhoria em sua eficiência. Os modelos mais eficientes têm uma redução no consumo de energia entre o 50% e 80%, dependendo do volume.

Se comparamos modelos com porta transparente e cega, os refrigeradores com porta transparente apresentam uma redução no consumo de energia entre 6% e 40%, dependendo do volume.

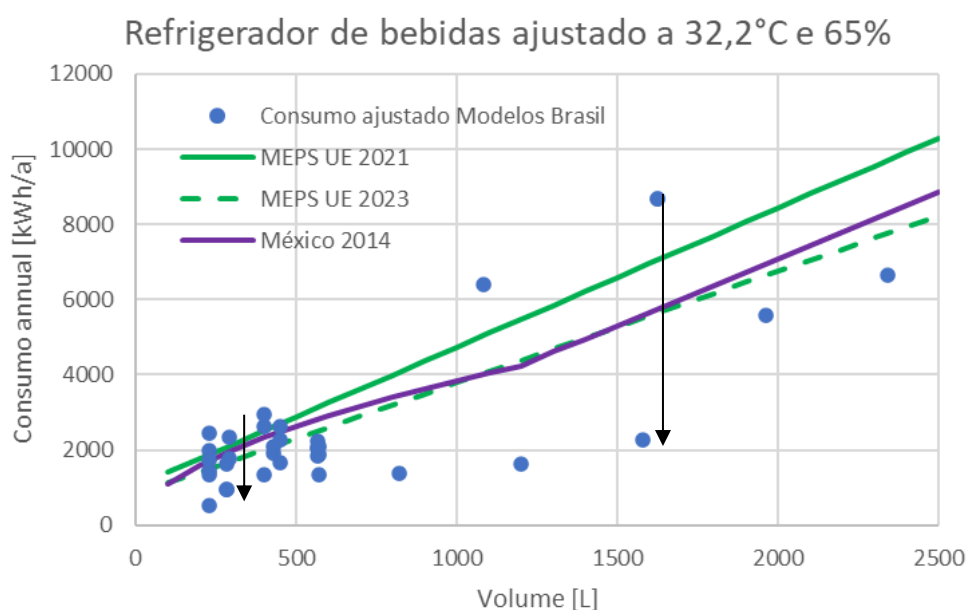


Figura 3 Consumo de energia dos modelos de refrigeradores de bebidas e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e México ajustado a 32,2°C e 65% UR

A Figura 4 mostra o índice de eficiência energética dos modelos calculado de acordo com os regulamentos técnicos. Esse índice indica a eficiência energética comparando o consumo de energia medido no laboratório para um modelo específico com o consumo padrão para esse modelo, o qual é definido no regulamento técnico, e indicado em porcentagem do consumo padrão. Nesse sentido, um índice de eficiência energética com o valor de 100% significa que o consumo do refrigerador medido no laboratório

coincide com o consumo padrão, calculado de acordo com o regulamento técnico. Da mesma forma, um modelo com eficiência de 80% significa que consome 20% menos que o consumo padrão. A faixa de eficiências com maior quantidade de modelos de Refrigeradores de Bebidas é a faixa entre 60% e 80%, com 38% dos modelos.

Para mais informações nas recomendações para a definição de eficiência energética e consumo padrão, ver o relatório de “Recomendações para as métricas, normas de ensaio, e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”.

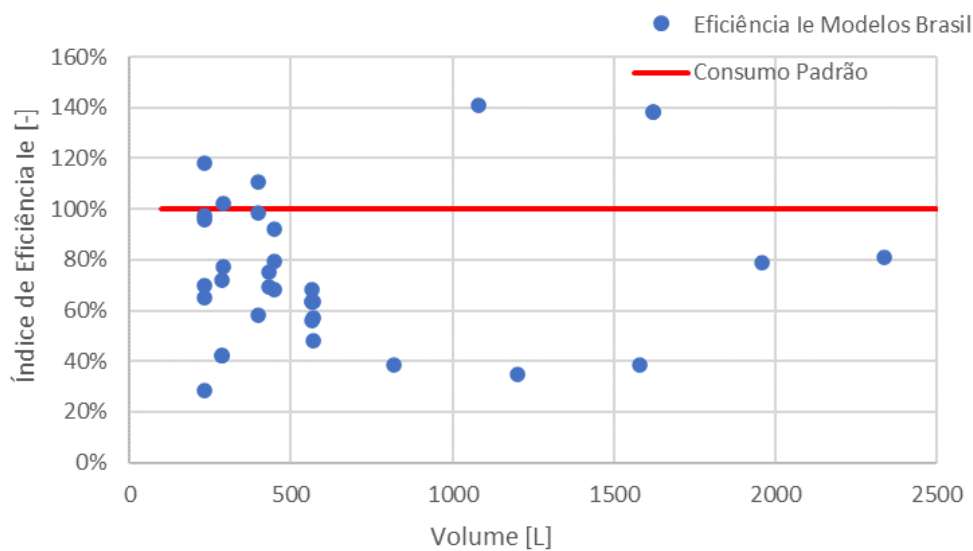


Tabela 5 Distribuição dos modelos de expositor frigorífico integral segundo a temperatura alvo, o tipo de fechamento, e a orientação

Temperatura alvo	Orientação principal	Classificação	Tipo de fechamento
Para Resfriados (64%)	Vertical (82%)	Vertical (53%)	Porta transparente (95%)
			Aberto (5%)
		Semi-vertical (16%)	Porta transparente (73%)
			Aberto (27%)
	Multi-prateleiras (12%)	Porta transparente (0%)	
		Aberto (100%)	
Atendimento (19%)	Porta transparente (100%)		
	Aberto (0%)		
Horizontal (12%)	Horizontal (33%)	Porta transparente (100%)	
	Atendimento (67%)	Porta transparente (100%)	
Para Congelados (36%)	Vertical (34%)	Vertical (100%)	Porta transparente (100%)
	Horizontal (66%)	Horizontal (39%)	Porta transparente (100%)
		Ilha (61%)	Porta transparente (100%)

Fluido refrigerante:

Os fluidos refrigerantes mais comuns nos expositores frigoríficos integrais são os HFCs R134a, R404a além do fluido refrigerante natural R290.

Capacidade:

Dos 131 modelos, 117 continham informação sobre o volume, sendo que 37 também apresentavam informação sobre a área total de exposição (*Total Display Area* – ou TDA, na sigla em inglês). A ISO 23953-2:2015 só inclui procedimentos para medir a área de exposição, não o volume, de forma que, se o volume for considerado uma informação importante para o consumidor, deve estar explicitado no regulamento para que todos utilizem o mesmo procedimento de cálculo de volume. É importante destacar que muitos países, incluindo os Estados Unidos e a União Europeia, adotam a área de exposição como parâmetro principal para o cálculo de eficiência energética para os expositores frigoríficos integrais e remotos.

A Figura 5 mostra a distribuição de modelos de expositor frigorífico integral por faixa de volume, distinguindo também por temperatura alvo (resfriados e congelados) e pela orientação principal (vertical ou horizontal). A maioria dos modelos (32%) se encontra na faixa de volume entre 700 e 100 litros, e para os verticais para resfriados, o volume mais comum é superior a 1.500 litros.

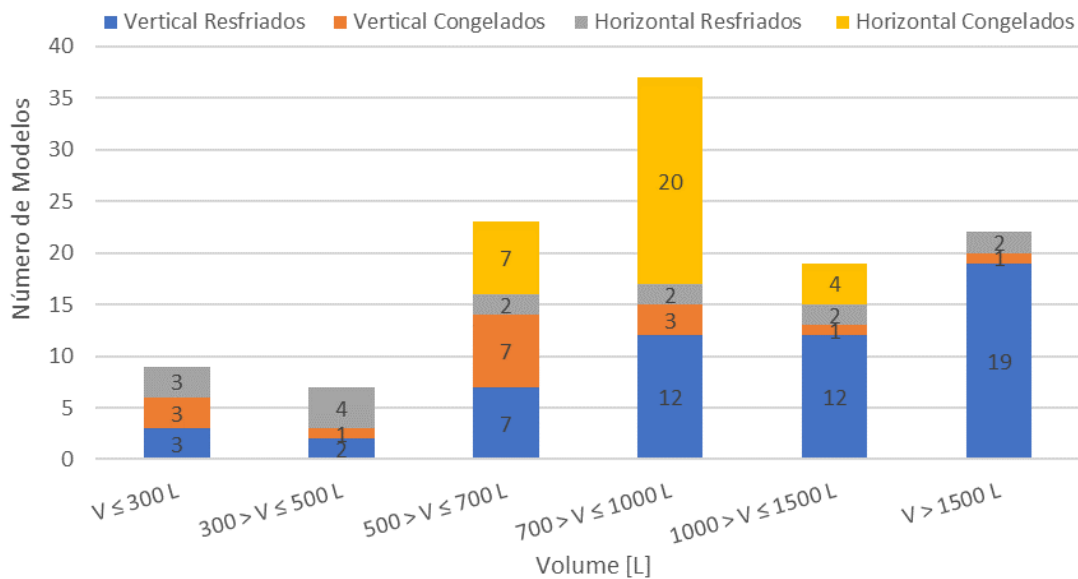


Figura 5 Distribuição de modelos de expositores frigoríficos integrais por faixa de volume

4.2.2 Consumo de energia dos expositores frigoríficos integrais

Apesar de não ser obrigatório realizar o teste de consumo de energia para expositores frigoríficos integrais no Brasil, todos os modelos (131) possuíam informação sobre o seu consumo de energia. Porém, observou-se que nem todos foram ensaiados nas mesmas condições de temperatura e umidade relativa (UR). Os fabricantes informaram as seguintes condições utilizadas para os ensaios do consumo de energia:

- 27°C e 70% UR → 28% dos modelos
- 30°C e 55% UR → 11% dos modelos
- 32°C e 65% UR → 47% dos modelos
- 35°C e 75% UR → 14% dos modelos

Para possibilitar a comparação dos resultados de refrigeradores de bebidas ensaiados em condições diferentes, foi adotado um modelo matemático, desenvolvido pela equipe do projeto, que proporciona uma estimativa na variação do consumo de energia com as variações de temperatura e da umidade relativa no ambiente. Este modelo é apresentado com mais detalhe no relatório “Recomendações para as métricas, normas de ensaio, e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”.

A Figura 6 apresenta o consumo de energia dos modelos de expositores frigoríficos integrais verticais para resfriados (51 modelos) ajustado a 25°C e 60% de UR (condição recomendada para consumo de energia no Brasil, ver mais detalhes no relatório “Recomendações para as métricas, normas de ensaio, e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”).

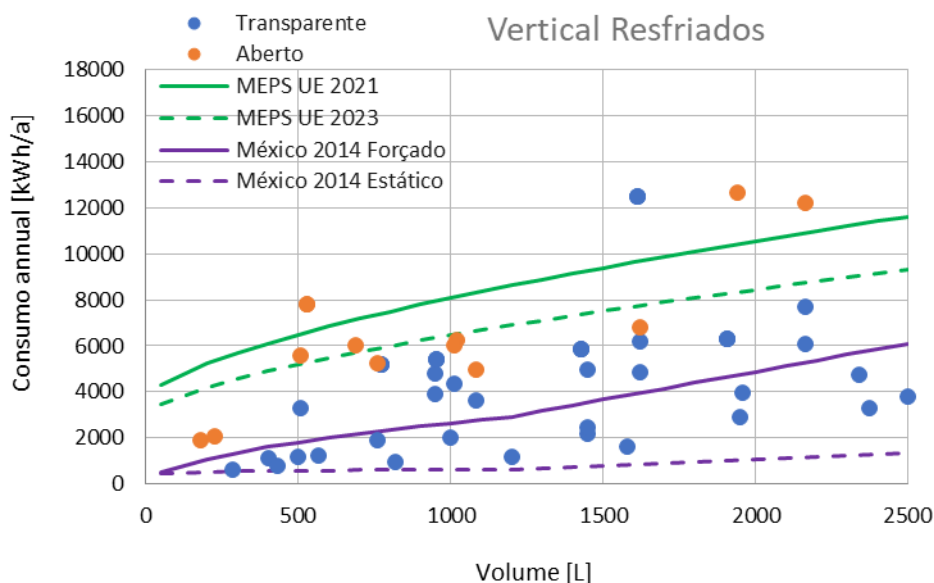


Figura 6 Consumo de energia dos modelos de expositores frigoríficos integrais verticais para resfriados e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e México ajustado a 25°C e 60% UR

A figura também apresenta o consumo máximo permitido (MEPS) na União Europeia para 2021 e 2023, e os valores de consumo máximo para México (para equipamentos com resfriamento forçado e estático). De forma geral, os expositores abertos consomem mais energia. Os MEPS na União Europeia são os mesmos para abertos e fechados. No caso do México, os MEPS são aplicados apenas para expositores fechados.

Para os modelos em estudo (51), 7 modelos não passariam nos MEPS da União Europeia para 2021, e 9 modelos não passariam nos MEPS de 2023. No caso do México, seriam 38 modelos que não passariam os MEPS atuais para refrigeradores com refrigeração forçada.

Como no caso dos refrigeradores para bebidas, os expositores frigoríficos integrais também apresentam uma grande dispersão no consumo de energia para os mesmos volumes, indicando que existe uma oportunidade de melhora da eficiência. Os modelos mais eficientes apresentam uma redução no consumo de energia de até 80%, dependendo do volume.

Enquanto aos expositores frigoríficos integrais horizontais para resfriados (15 modelos), poucos modelos passariam nos MEPS de 2021 da União Europeia. Estes resultados foram considerados suspeitos, já que para outros tipos de expositores integrais, os modelos brasileiros conseguiram se posicionar bem nos MEPS da União Europeia. Se os resultados estiverem corretos, e os expositores horizontais para resfriados estiverem realmente longe de passar nos MEPS da União Europeia, um motivo poderia ser o uso de expositores horizontais que podem funcionar para resfriados e congelados (dupla função), o que faz que o compressor seja

superdimensionado quando o expositor é usado para resfriados, aumentando o consumo de energia. Cabe salientar que, no caso dos expositores de dupla função, o expositor deve ser certificado na menor das temperaturas.

Para os expositores frigoríficos integrais para congelados (31 modelos horizontais e 16 modelos verticais), a maioria passariam nos MEPS da União Europeia de 2021 e 2023.

4.3 Expositor frigorífico remoto

Normalmente, os expositores frigoríficos remotos são utilizados em supermercados e hipermercados com mais 400 m². Para poder se ajustar aos espaços da loja, um mesmo corte técnico de expositor pode ser executado com vários comprimentos, larguras e alturas.

Os fabricantes encaminharam informação de 76 modelos base (cortes técnicos), onde cada modelo base possui outros modelos associados, com diferentes comprimentos e temperaturas-alvo, somando um total de 534 configurações diferentes. Os modelos com aquecimento e os gabinetes de canto³ foram descartados, já que não entrariam no escopo do regulamento técnico.

A seguir são apresentados os resultados das análises das 534 configurações (modelos) de expositores frigoríficos remotos.

4.3.1 Características dos expositores frigoríficos remotos

Temperatura alvo, tipo de fechamento e orientação:

A Tabela 6 mostra a distribuição dos expositores frigoríficos remotos (modelos base) segundo a temperatura alvo (para resfriados ou congelados), e outras características como orientação principal, subclassificação, e tipo de fechamento. Por exemplo, 51% dos modelos resfriados estariam classificados como verticais em orientação principal, e dentro dos verticais resfriados, 42% são verticais e 58% Semi-verticais. Para congelados verticais, 100% dos modelos são fechados com porta transparente.

³ Os gabinetes de canto não possuem eixo longitudinal nem comprimento identificáveis, uma vez que consistem apenas numa forma de preenchimento do canto (em cunha ou semelhante), e não são concebidos para funcionar como unidades refrigeradas de instalação livre. O ângulo entre as duas extremidades laterais do gabinete de canto varia entre 30° e 90°;

Tabela 6 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos remotos (modelos base) segundo a temperatura alvo, o tipo de fechamento, e a orientação

Temperatura alvo	Orientação principal	Classificação	Tipo de porta
Para Resfriados (80%)	Vertical (51%)	Vertical (42%)	Porta transparente (54%) Aberto (46%)
		Semi-vertical (58%)	Porta transparente (17%) Aberto (83%)
	Horizontal (49%)	Horizontal (14%)	Aberto (100%)
		Ilha (23%)	Porta transparente (71%) Aberto (29%)
		Atendimento (63%)	-
	Para Congelados (20%)	Vertical (27%)	Vertical (75%)
Semi-vertical (25%)			Porta transparente (100%)
Horizontal (73%)		Ilha (100%)	Porta transparente (73%)
			Aberto (27%)

Comprimento:

Como observado anteriormente, cada modelo base ou corte técnico pode ser executado com várias opções de comprimento. A Figura 7 mostra o número de modelos (ou configurações) por comprimento, em metros. Os comprimentos mais comuns são os de 1,25 - 1,875 - 2,5 e 3,75 metros, sendo que o comprimento de 2,5m é o mais comum, com 135 modelos. Outros comprimentos menos usados são os de 1,5m; 2,167m; 2,25m; e 3m.

Capacidade:

Os expositores frigoríficos remotos traziam informação sobre a área total de exposição (TDA, a sigla em inglês) e do volume. A norma ISO 23953-2:2015 inclui apenas procedimentos para medir a área de exposição, e não o volume. Se o volume for considerado pelo mercado Brasileiro uma informação importante para o consumidor, o cálculo deste, deve estar explícito na futura regulamentação, para que todos adotem o mesmo procedimento de cálculo.

Observa-se, também, que alguns países, como Estados Unidos e a União Europeia, adotam a área de exposição como parâmetro principal para o cálculo de eficiência energética para os expositores frigoríficos remotos e integrais.

A Figura 8 mostra a distribuição de modelos de expositores frigoríficos remotos por faixa de área de exposição, e a Figura 9 por faixa de volume. A faixa de área de exposição com mais configurações é a que fica entre 3 e 4 m², e a faixa de volume mais comum é a de 100 a 2000 litros.

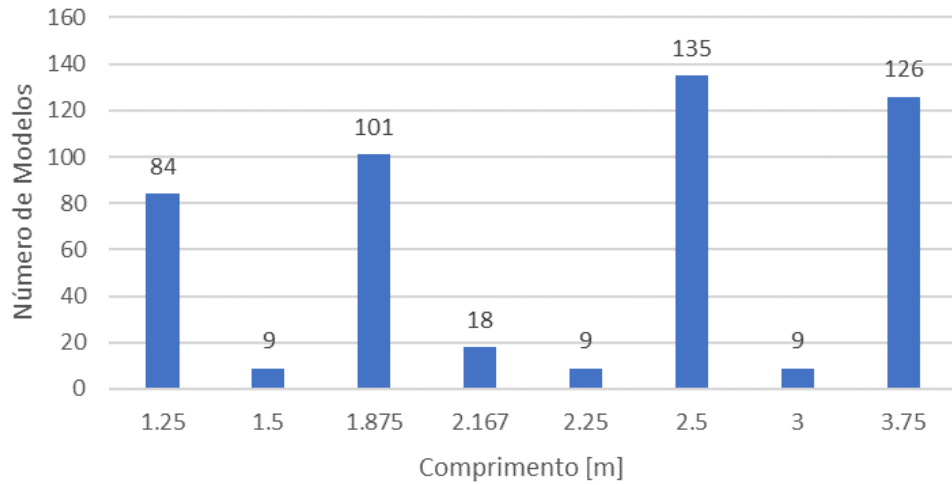


Figura 7 Número de modelos por comprimento para os expositores frigoríficos remotos

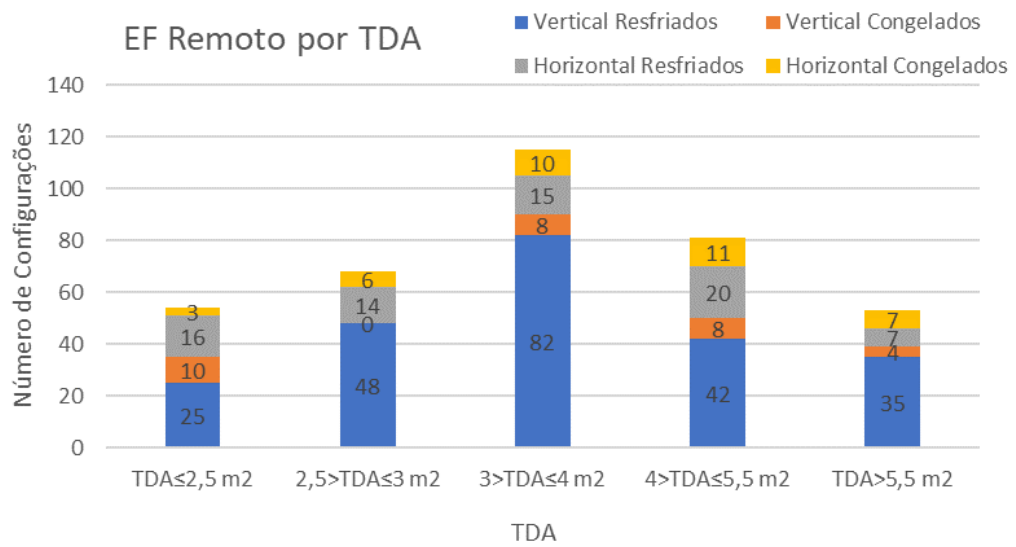


Figura 8 Distribuição de modelos de expositor frigorífico remoto por faixa de área total de exposição

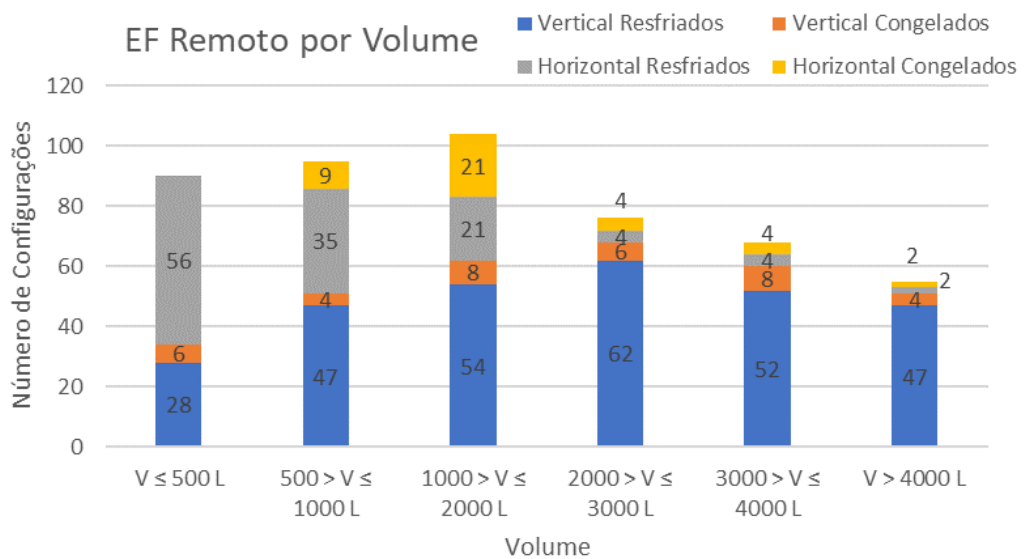


Figura 9 Distribuição de modelos de expositores frigoríficos remotos por faixa de volume

4.3.2 Consumo de energia dos expositores frigoríficos remotos

No caso dos expositores frigoríficos remotos, o consumo de energia de todas as configurações foi informado para as mesmas condições de ensaio:

- 27°C e 70% UR → 28% dos modelos

Mesmo com todos os modelos ensaiados nas mesmas condições, o consumo foi ajustado para as condições de 25°C e 60% UR, para possibilitar a comparação com os MEPS da União Europeia, e também porque esta é a condição recomendada para o ensaio de consumo de energia no Brasil neste tipo de refrigerador comercial. O modelo matemático adotado para o ajuste no consumo de energia em diferentes condições ambientais pode ser consultado no relatório “Recomendações para as métricas, normas de ensaio, e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”.

A Figura 10 apresenta o consumo de energia dos modelos de expositores frigoríficos remotos verticais resfriados (280 configurações), ajustado a 25°C e 60% UR (condição recomendada para consumo de energia no Brasil, mais detalhes no relatório “Recomendações para as métricas, normas de ensaio, e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”). A figura também apresenta o consumo máximo permitido (MEPS) na União Europeia para 2021 e 2023, e os valores de consumo máximo para os Estados Unidos. Os MEPS na União Europeia são os mesmos para abertos e fechados.

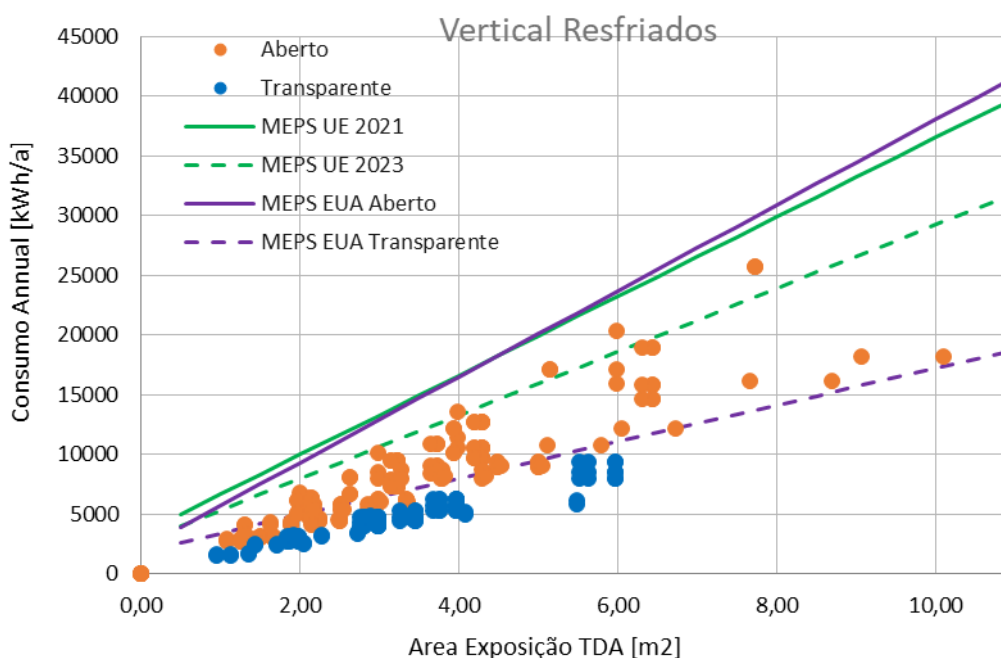


Figura 10 Consumo de energia dos modelos de expositores frigoríficos remotos verticais para resfriados e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e Estados Unidos (Aberto e Transparente) ajustado a 25°C e 60% UR

Mesmo consumindo mais energia que os modelos fechados, todos os modelos abertos passariam nos MEPS dos Estados Unidos e da União Europeia para 2021, e somente 4 modelos não passariam nos MEPS que serão adotados na União Europeia em 2023. A União Europeia não faz diferença entre os MEPS para expositores abertos e fechados, com o intuito de serem mais rigorosos com os expositores abertos e assim forçarem os fabricantes a dar mais ênfase aos expositores fechados. Nos parece que, pelo menos no que se refere aos dados obtidos com os fabricantes Brasileiros, a maioria dos equipamentos do tipo aberto passam nos MEPS, e não haveria nenhum incentivo para melhorar a eficiência dos fechados. No caso dos fechados, todos⁴ passariam nos MEPS da União Europeia e dos Estados Unidos.

Se consideramos a dispersão de consumo de energia para áreas de exposição similares nos expositores remotos fechados (vertical para resfriados), os modelos mais eficientes apresentam uma redução no consumo de energia de até 40%, dependendo da área de exposição, podendo chegar até 60% se consideramos expositores abertos e fechados juntos. Uma etiqueta de eficiência energética conjunta para abertos e fechados poderia valorizar mais os expositores fechados, já que os abertos não conseguiriam atingir as classes de eficiência mais altas.

Cabe salientar que, a dispersão no consumo de energia para verticais resfriados, conforme visto na Figura 10, não se deve somente aos diferentes níveis de eficiência energética, já que existem modelos para diferentes temperaturas alvo. Os modelos do estudo mostram três temperaturas alvo diferentes para resfriados, 0°C, 4°C e 6°C. Os expositores verticais fechados para 0°C consomem aproximadamente 9% mais que os expositores para 4°C, e 17% mais que os expositores para 6°C. Os expositores verticais abertos para 0°C consomem aproximadamente 20% mais que os expositores para 4°C, e 30% mais que os expositores para 6°C.

Quanto aos dados dos expositores frigoríficos remotos horizontais para resfriados, os expositores fechados mostraram um consumo mais elevado do que os abertos (Figura 11). Após conferir com os fabricantes, concluímos que este resultado se deve ao fato de que esses modelos são projetados para dupla função (congelados e resfriados) de forma que estes deveriam ser classificados como congelados. Mesmo assim, ao contrário dos expositores remotos verticais para resfriados, existem mais modelos que não passariam nos MEPS da União Europeia de 2021. Os MEPS dos Estados Unidos também diferem bastante dos MEPS da União Europeia neste caso.

Neste sentido, recomendamos uma atenção especial a este tipo de expositor para avaliar os MEPS propostos para o Brasil, caso sejam necessários ajustes.

⁴ Houve 12 modelos de expositores fechados que foram desconsiderados após falar com o fabricante por serem projetados para congelados, mas identificados para resfriados.

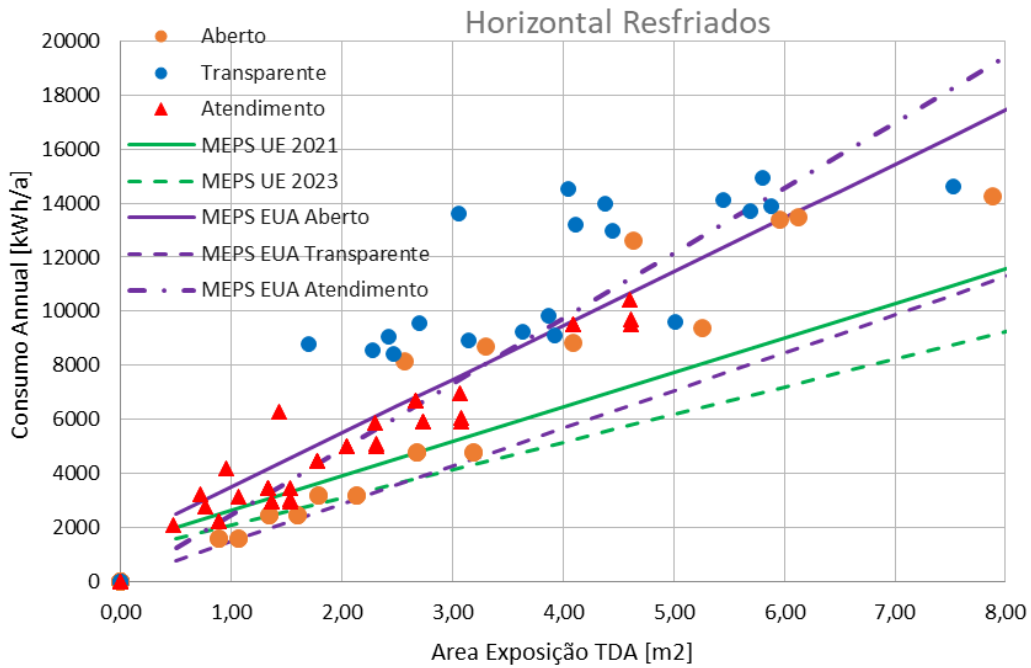


Figura 11 Consumo anual de energia dos modelos de expositores frigoríficos remotos horizontais para resfriados e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e Estados Unidos (Aberto e Transparente) ajustado a 25°C e 60% UR

Quanto aos expositores frigoríficos remotos verticais para congelados, os dados também mostram um bom posicionamento destes quando comparados com os MEPS da União Europeia, já que todos passariam nos MEPS de 2021 e ficam muito perto de passar nos MEPS de 2023. Porém, não passariam nos MEPS dos Estados Unidos (Figura 12).

Assim como os expositores frigoríficos remotos horizontais para resfriados, os horizontais para congelados também apresentaram resultados piores frente aos MEPS da União Europeia quando comparados com os expositores verticais (Figura 13). Observamos que 50% das configurações não passariam nos MEPS da União Europeia 2021 e 80% não passariam nos MEPS de 2023. Os MEPS dos Estados Unidos são ainda mais rigorosos, assim nenhum dos modelos com portas transparentes passariam nos MEPS dos EUA.

Cabe lembrar que os resultados apresentados são qualitativos, já que os resultados de consumo dos modelos e a comparação com os MEPS de outros países são resultantes de uma estimativa, devido às diferenças nas condições e nas normas de ensaio.

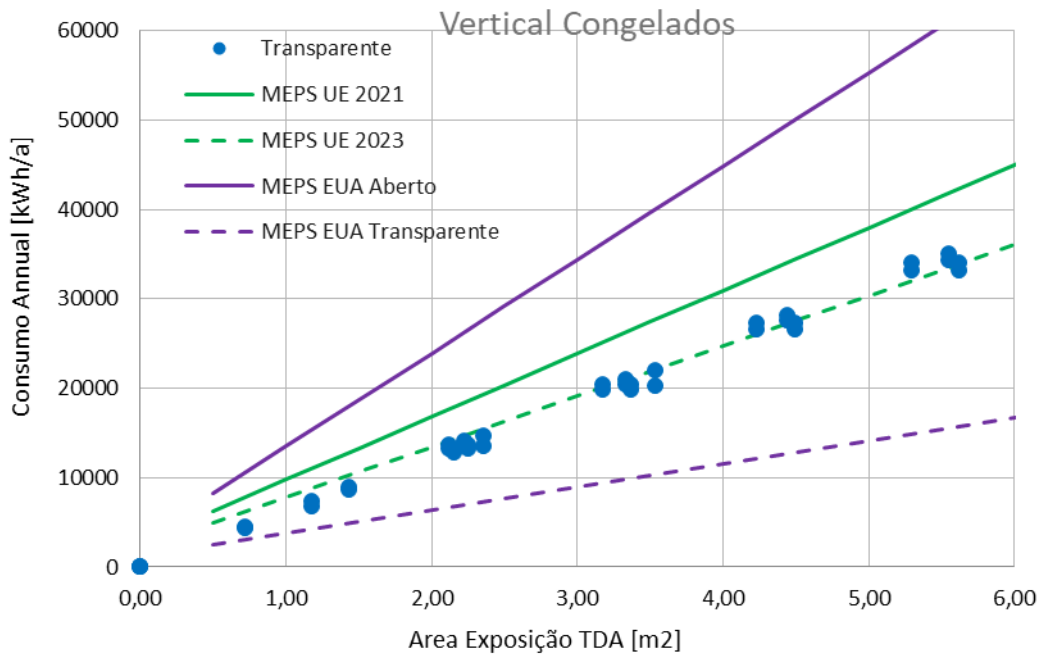


Figura 12 Consumo anual de energia dos modelos de expositores frigoríficos remotos verticais para congelados e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e Estados Unidos (Aberto e Transparente) ajustado a 25°C e 60% UR

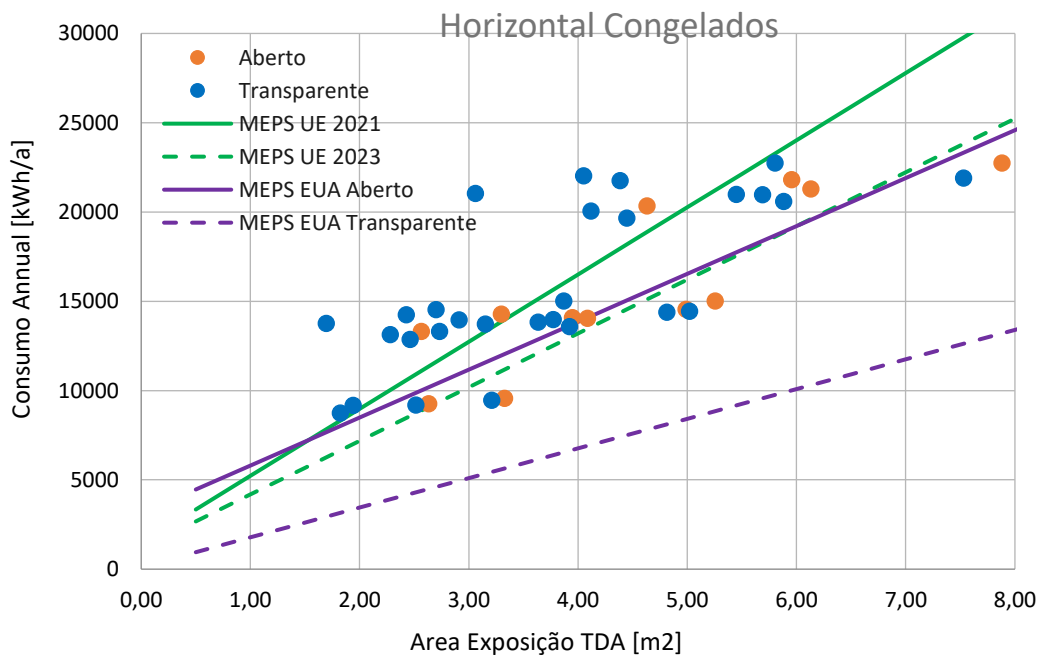


Figura 13 Consumo anual de energia dos modelos de expositores frigoríficos remotos horizontais para congelados e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) e Estados Unidos (Aberto e Transparente) ajustado a 25°C e 60% UR

4.4 Conservador para sorvetes

Os fabricantes enviaram informação sobre 22 modelos de conservadores para sorvetes, 16 deles com informação sobre o consumo de energia. Cabe lembrar que só serão considerados na categoria “conservadores para sorvetes”, aqueles refrigeradores comerciais que cumpram com a definição de Conservador para Sorvetes da ISO 22043:2020, ou seja, um equipamento que:

- a) É projetado para armazenamento, exibição e acesso dos consumidores a sorvetes congelados pré-embalados,
- b) É integral,
- c) Pode ser acessado se abrindo uma tampa (opaca ou transparente),
- d) Tem um volume líquido (VN) não superior a 600 L, e
- e) Tem uma relação entre seu VN e a área total de exibição (TDA) maior ou igual a 0,35 m.

Outros conservadores para sorvetes que não cumpram com os requisitos da ISO 22043:2020, devem ser considerados na categoria a que melhor correspondam (por exemplo, a de expositores frigoríficos).

4.4.1 Características e consumo de energia dos conservadores para sorvete

Os 22 modelos de conservadores para sorvetes analisados são horizontais e com porta transparente.

Os fluidos refrigerantes mais usados são o R134a e o R290.

Os fabricantes utilizaram as seguintes condições para os ensaios do consumo de energia (16 modelos):

- 32°C e 65% UR
- 35°C e 75% UR

A Figura 14 apresenta o consumo de energia dos modelos de conservadores para sorvetes ajustado a 30°C e 55% UR (condição indicada pela ISO 22043:2020 e recomendada para o consumo de energia no Brasil).

Só um modelo não passaria nos MEPS da União Europeia 2021, porém 10 dos 16 modelos não passariam nos MEPS de 2023.

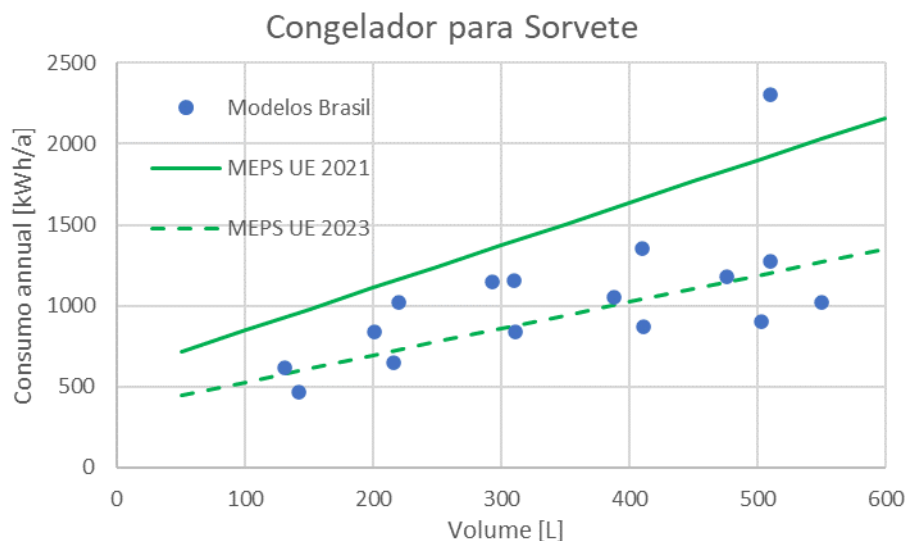


Figura 14 Consumo anual de energia dos modelos de conservadores para sorvetes e os MEPS da União Europeia (2021 e 2023) ajustados a 30°C e 55% UR

4.5 Refrigerador de armazenamento

Os fabricantes encaminharam informação de 23 modelos de refrigeradores de armazenamento.

Podemos separar os refrigeradores de armazenamento em dois grupos:

- 1) Congelador horizontal comercial com porta cega → informações de 15 modelos, sendo 7 deles com ação dupla (congelados e resfriados)



- 2) Refrigerador de cozinha industrial → informações de 7 modelos (este tipo não foi incluído no escopo do projeto)



Uma possibilidade para se regulamentar o congelador horizontal comercial com porta cega seria adotar as mesmas métricas, normas de ensaio e MEPS que são utilizados nos congeladores horizontais residenciais com porta cega, já que estes possuem muitas semelhanças, e alguns países já seguem esta prática (por exemplo, na União Europeia e no Chile).

Os fabricantes adotaram as seguintes condições para os ensaios do consumo de energia:

- 32°C e 65% UR → 47% dos modelos
- 35°C e 75% UR → 14% dos modelos

A Figura 15 apresenta o consumo de energia dos modelos de congeladores horizontais comerciais com porta cega (13 modelos) ajustado a 25°C (condição adotada no regulamento para refrigeradores residenciais). A figura também apresenta o consumo padrão incluído no novo regulamento técnico de refrigeradores residenciais no Brasil para 2025 e 2030, para efeito de comparação. Cabe lembrar que o consumo padrão adotado é utilizado para o cálculo do índice de eficiência energética, mas não necessariamente tem que coincidir com os MEPS que serão implementados.

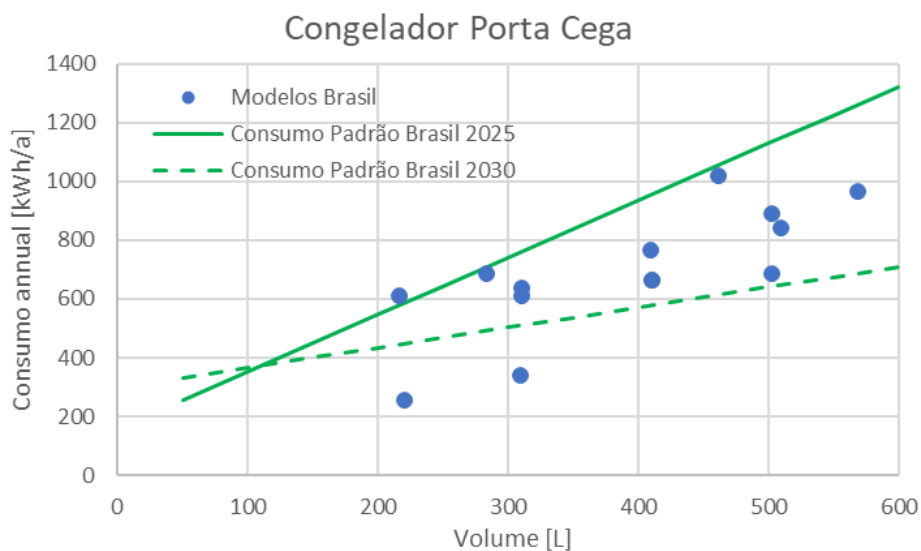


Figura 15 Consumo anual de energia dos modelos de congelador horizontal comercial com porta cega e o consumo padrão no novo regulamento brasileiro para refrigeradores residenciais em 2025 e 2030

5 Base instalada e estimativa do consumo

A base instalada se refere à quantidade de refrigeradores comerciais considerados no escopo do projeto e que estão em funcionamento a cada ano (isso inclui refrigeradores comerciais de vários tipos e idades).

Para estimar o impacto na economia de energia a partir da implementação de MEPS e etiquetas de eficiência energética, a equipe do projeto elaborou um modelo da base instalada no Brasil. Este modelo foi criado com base nas informações obtidas no estudo do PROCEL, na pesquisa realizada com os fabricantes, e em outros estudos que foram mencionados neste relatório. Devido à carência de informação sobre o mercado de refrigeradores comerciais foram consideradas várias premissas, que são apresentadas a seguir.

5.1 Distribuição por tipo de refrigerador

A Tabela 7 mostra a distribuição estimativa dos diferentes tipos e subtipos de refrigeradores comerciais na base instalada, tomando como base o ano 2021. Para os refrigeradores de bebidas e conservadores de sorvetes foram utilizados os resultados do estudo do PROCEL. Para a distribuição entre expositores integrais e remotos foi utilizada a experiência internacional, ajustada para a realidade do Brasil.

Finalmente, para a distribuição entre os diferentes subtipos de expositores frigoríficos foram utilizados os dados sobre a quantidade de modelos enviados pelos fabricantes durante a pesquisa de mercado (Seção 4). Cabe lembrar que a distribuição por modelos não precisa necessariamente coincidir com a distribuição real das unidades vendidas e instaladas (por exemplo, pode haver modelos que vendem mais que outros) porém, na falta destas informações, foi adotada a premissa de que a distribuição dos modelos disponíveis por subtipo segundo os modelos enviados pelos fabricantes é a mesma que a das unidades vendidas e instaladas.

Cabe salientar que estas percentagens referem-se à distribuição do números de equipamentos na base instalada por tipo de refrigerador comercial. O impacto no consumo de energia por tipo de refrigerador comercial dependerá não só do número de refrigeradores em funcionamento, mas também do consumo médio para cada tipo de refrigerador comercial.

Tabela 7 Distribuição dos tipos e subtipos de refrigeradores comerciais na base instalada

Tipo Principal	Subtipo	Código	% de stock em 2021
Refrigeradores de Bebidas (50% do total)	Todas as combinações (ISO 22044:2021)	RB	50,0%
Conservadores de Sorvetes (16% do total)	Todas as combinações (ISO 22043:2020)	CS	16,0%
Expositores Frigoríficos Integrais (19% do total)	Vertical Fechado para refrigerados	EFI-VFR	8,5%
	Vertical Aberto para refrigerados	EFI-VAR	1,7%
	Vertical Fechado para congelados	EFI-VFC	2,4%
	Horizontal Fechado para resfriados	EFI-HFR	0,6%
	Horizontal Fechado para cong.	EFI-HFC	4,6%
	Balcão Atendimento	EFI-BA	1,1%
Expositores Frigoríficos Remotos (15% do total)	Vertical Fechado para refrigerados	EFR-VFR	3,3%
	Vertical Aberto para refrigerados	EFR-VAR	5,6%
	Vertical Fechado para congelados	EFR-VFC	1,1%
	Horizontal Fechado para resfriados	EFR-HFR	0,5%
	Horizontal Aberto para resfriados	EFR-HAR	0,8%
	Horizontal Fechado para cong.	EFR-HFC	0,9%
	Horizontal Aberto para congelados	EFR-HAC	0,4%
	Balcão Atendimento	EFR-BA	2,5%

5.2 Projeção da base instalada

Para estimar a base instalada e a evolução no tempo de cada um dos tipos e subtipos de refrigeradores comerciais mostrados na seção anterior, foi necessário adotar algumas premissas acerca da evolução das vendas, do ciclo de vida, e da forma como os refrigeradores antigos são retirados da base instalada (função de sobrevivência).

A seguir são mostradas as premissas adotadas acerca da evolução das vendas, do ciclo de vida e da função de sobrevivência, assim como a projeção da base instalada.

5.2.1 Evolução de vendas

De acordo com o estudo do PROCEL, no ano 2020 foram vendidos um total de 1.190.000 refrigeradores comerciais, totalizando uma base instalada de 6,8 milhões de unidades (Seção 2.1). Esse número de vendas se refere a refrigeradores comerciais em geral, podendo incluir unidades resultantes de *retrofit*, ou mesmo alguns tipos de refrigeradores comerciais que não foram incluídos no escopo do projeto, como por exemplo, os refrigeradores comerciais de armazenamento.

Por fim, a equipe do projeto adotou como premissa a venda de **1.100.000 unidades de refrigeradores comerciais para o ano 2020**.

Não foram encontrados dados de vendas de outros anos, de forma que para realizar o cálculo da base instalada foram utilizadas premissas de variação no número de vendas antes e depois de 2020, baseadas no crescimento populacional do Brasil e em outras experiências internacionais. Para o período **antes de 2020 (entre 2005 e 2020)**, foi utilizada uma variação média de +3% no número de vendas por ano para todos os tipos de refrigeradores comerciais. Para o período posterior a 2020 (entre 2021 e 2035), foi utilizada uma variação média de +1% no número de vendas por ano para todos os refrigeradores comerciais integrais e de 0,6% para os expositores frigoríficos remotos.

A maior variação média no número de vendas antes de 2020 foi baseada principalmente no crescimento populacional do Brasil, cujas projeções⁵ da taxa de crescimento são menores para o período 2020-2035. Para o período posterior a 2020, a diferença na variação de vendas entre refrigeradores integrais e remotos foi baseada nas informações do estudo do PROCEL, que indicou que as pequenas lojas de bairro (usuárias de refrigeradores integrais) estão ganhando espaço no mercado nacional.

5.2.2 Ciclo de vida e função de sobrevivência

O ciclo de vida médio identificado no estudo do PROCEL é de 5,7 anos para os refrigeradores comerciais (Seção 2.1). Porém, o estudo não deixa claro se essa vida média considera que os refrigeradores podem ter uma segunda vida, seja por meio da venda de produtos usados ou revitalizados por *retrofit*, o que significaria que os refrigeradores continuariam fazendo parte da base instalada. Durante as reuniões do grupo de trabalho do projeto (PWG), um fabricante indicou que o *retrofit* prolonga a vida dos refrigeradores por volta de 2 a 3 anos. Além disso, a União Europeia adotou uma vida média de 8 anos para refrigeradores de bebidas e conservadores de sorvete e de 9 anos para os equipamentos do setor de supermercados (expositores frigoríficos integrais e remotos) no estudo para a implementação dos regulamentos europeus [5].

Com base nestas informações, **a equipe do projeto adotou uma vida média de 7 anos para refrigeradores de bebidas e conservadores de sorvete e de 8 anos para os equipamentos do setor de supermercados (expositores frigoríficos integrais e remotos)** para realizar os cálculos da base instalada no Brasil.

Para estimar quantos refrigeradores vendidos nos anos anteriores continuam em funcionamento para um determinado ano, foi utilizada a função de sobrevivência Weibull ajustada para refrigeradores comerciais, com a seguinte equação [7]:

$$P(x) = e^{-Ln(2) \cdot \left(\frac{x-\theta}{M-\theta}\right)^\beta}$$

⁵ Projeções população: <https://ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>

Onde $P(x)$ é a probabilidade de que um refrigerador comercial ainda esteja em operação em uma determinada idade x , θ é o parâmetro de atraso (primeiros anos com poucas falhas) que foi considerado como sendo de 3 anos, M é a mediana, ou seja, a idade em que a geladeira tem 50% das possibilidades de estar em funcionamento, onde foram consideradas as premissas de vida média para cada tipo de refrigerador, e β é o parâmetro de forma da curva, e que foi considerado com um valor de 3.

A Figura 16 mostra a curva de probabilidade *Weibull* para o ano 2020 para os refrigeradores de bebidas (ciclo de vida médio de 7 anos). O eixo temporal se refere ao ano de entrada do equipamento na base instalada e o eixo vertical se refere à probabilidade do mesmo equipamento ainda estar operando em 2020. Neste caso, um refrigerador instalado no ano 2013 teria 50% de possibilidade de sobrevivência, ou seja, se estima que só 50% de refrigeradores instalados no ano 2013 continuaram na base instalada em 2020, sendo 15% e 86% para os refrigeradores vendidos em 2011 e 2015, respectivamente.

A Tabela 8 mostra uma estimativa da distribuição da base instalada por faixa de idade do refrigerador, calculada com o modelo da base instalada (função *Weibull* e premissas de vendas). Para fins de comparação, também mostra os dados estimados no estudo PROCEL. Pode se observar que existe uma razoável semelhança entre os dados calculados com o modelo da base instalada e os estimados pelo estudo do PROCEL.

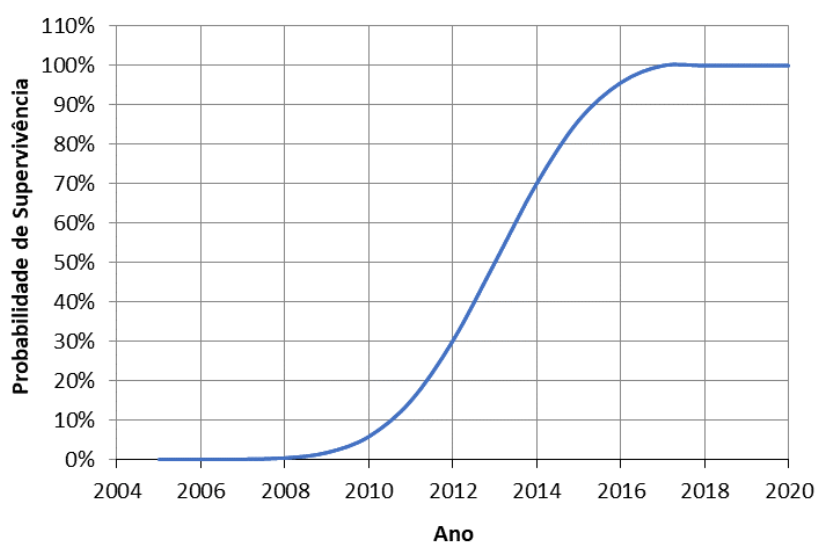


Figura 16 Probabilidade de sobrevivência segundo a função *Weibull* no ano 2020 para os refrigeradores de bebidas vendidos entre 2005 e 2019

Tabela 8 Estimativa de distribuição da base instalada por faixa de idade do refrigerador: calculada com o modelo da base instalada e comparada com os dados do estudo PROCEL

Faixa de idade	Estimativa Modelo	Estudo PROCEL [1]
Menos de 3 anos de uso	44%	38% - 46%
Entre 4 e 6 anos de uso	34%	26% - 32%
Entre 7 e 9 anos de uso	19%	19% - 23%
Mais de 10 anos de uso	3%	7% - 9%

5.2.3 Projeção da base instalada

A base instalada foi calculada com base no modelo apresentado nas seções anteriores (Seções 5.2.1 e 5.2.2). A Figura 17 mostra a projeção da base instalada por tipo de refrigerador comercial entre os anos de 2018 e 2035. Para 2021, a base instalada está estimada em 6,6 milhões de equipamentos, sendo 50% de refrigeradores para bebidas, 16% de conservadores para sorvetes, 19% de expositores frigoríficos integrais, e 15% de expositores frigoríficos remotos. A estimativa para a base instalada no ano 2035 é de cerca de 8,4 milhões de equipamentos.

Vale lembrar que esses dados são considerados para a base instalada em função de número de equipamentos, mas não em função de capacidade e consumo de energia, o que daria um resultado diferente como se pode observar na seção 5.3.

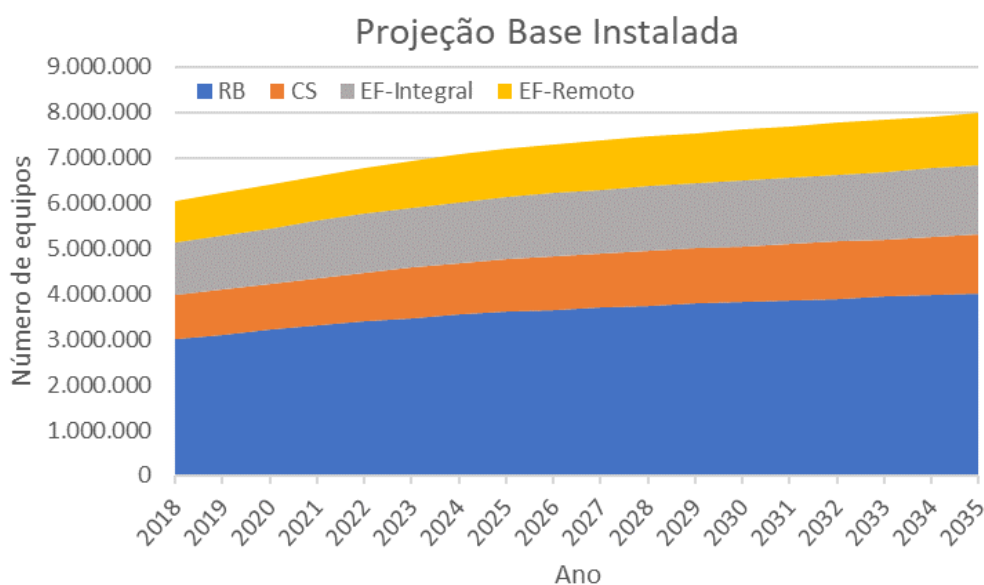


Figura 17 Projeção da base instalada por tipo de refrigerador comercial

5.3 Consumo da base instalada

O consumo da base instalada dependerá das características e distribuição por tipo de refrigerador comercial na base instalada. Para isso, deve-se considerar a evolução do consumo médio dos diferentes tipos de refrigeradores comerciais, a evolução da base instalada de cada tipo de refrigeradores comerciais (Seção 5.2), e o ano para o qual está sendo considerado o consumo de energia da base instalada.

Nas subseções a seguir, são apresentadas as premissas das características dos refrigeradores comerciais e a estimativa do consumo da base instalada para o cenário base.

5.3.1 Tamanho e consumo médio

A Tabela 9 mostra o tamanho médio e o consumo de energia anual médio para os diferentes tipos de refrigeradores comerciais. A média de consumo para cada tipo de refrigerador é calculada como a média aritmética do consumo dos modelos obtidos durante a pesquisa de mercado com os fabricantes, para os quais não se possuem dados de unidades vendidas para cada modelo.

A Tabela 9 também mostra a estimativa de consumo médio anual ajustado para a vida real. De acordo com a norma de ensaio ISO 23953, podem existir diferenças entre o consumo medido no laboratório e o consumo real do refrigerador na loja. Algumas das causas possíveis que ocasionam estas divergências são: diferenças na corrente de ar, variações na temperatura da loja comparada com a temperatura da classe climática no laboratório, variações na carga do refrigerador, etc. Os valores destas variações são difíceis de serem estimados, pois dependem das características de cada loja. Porém, o objetivo da norma de ensaio não é o de reproduzir a realidade de cada loja, mas apenas proporcionar as mesmas condições, a partir das quais a comparação entre diferentes refrigeradores se torna possível, e assim os valores de MEPS e da etiqueta de eficiência energética podem ser melhor definidos.

Tabela 9 Tamanho e consumo médio por tipo e subtipo de refrigeradores comerciais

Refrigerador	% de vendas em 2021	Tamanho médio	Consumo médio estimado laboratório (2021) kWh/ano	Consumo médio estimado vida real (2021) kWh/ano
RB	50,0%	408 L	1.834	1.651
CS	16,0%	326 L	1.059	953
EFI-VFR	8,5%	1.297 L	3.549	3.194
EFI-VAR	1,7%	870 L	5.944	5.052
EFI-VFC	2,4%	589 L	5.870	5.283
EFI-HFR	0,6%	431 L	6.136	5.522
EFI-HFC	4,6%	831 L	2.732	2.459
EFI-BA	1,1%	1.207 L	2.877	2.589
EFR-VFR	3,3%	3,31 m ²	4.737	4.263
EFR-VAR	5,6%	3,35 m ²	6.979	5.932
EFR-VFC	1,1%	2,98 m ²	18.348	16.513
EFR-HFR	0,5%	4,08 m ²	11.536	10.382
EFR-HAR	0,8%	2,81 m ²	5.411	4.870
EFR-HFC	0,9%	3,67 m ²	15.315	13.784
EFR-HAC	0,4%	4,56 m ²	15.857	14.271
EFR-BA	2,5%	2,07 m ²	4.939	4.445

Estudos realizados na União Europeia comparam consumos de refrigeradores comerciais em laboratório com o consumo medido na vida real. Os resultados mostram que o consumo em laboratório geralmente é maior que o medido na vida real. Assim, a União Europeia adotou os seguintes valores de correção para as estimativas de economia de energia na vida real [5]:

- Refrigerador de bebidas: 80% do consumo medido em laboratório
- Conservador para sorvetes: 89% do consumo medido em laboratório
- Expositor frigorífico integral: 80% do consumo medido em laboratório
- Expositor frigorífico remoto horizontal (aberto e fechado): 85% do consumo medido em laboratório
- Expositor frigorífico remoto vertical aberto: 70% do consumo medido em laboratório

Mesmo que grande parte das lojas sejam climatizadas (especialmente supermercados), de forma geral é esperado que as condições ambientais onde os refrigeradores são instalados sejam mais rigorosas no Brasil do que na União Europeia. Portanto, os fatores de correção foram ajustados como segue:

- Refrigerador de bebidas: 90% do consumo medido em laboratório
- Conservador para sorvetes: 90% do consumo medido em laboratório
- Expositor frigorífico integral: 90% do consumo medido em laboratório
- Expositor frigorífico remoto horizontal (aberto e fechado): 90% do consumo medido em laboratório
- Expositor frigorífico remoto vertical aberto: 85% do consumo medido em laboratório
- Expositor frigorífico remoto vertical fechado: 85% do consumo medido em laboratório

5.3.2 Evolução da eficiência energética para o cenário base

Para se estimar o consumo da base instalada e projeções na economia de energia, é necessário se conhecer a variação da eficiência energética ao longo do tempo.

Além dos dados de consumo de energia obtidos durante a pesquisa de mercado com os fabricantes, não foram encontrados dados sobre o consumo em outros anos, desta forma foram utilizadas premissas de redução na eficiência antes de 2021 e aumento de eficiência após 2021.

Para o período 2005 a 2021 foi considerada uma melhora na eficiência energética por ano de 1,5%. Nos estudos da União Europeia [5] foi utilizada uma melhora de eficiência por ano de 2% para o período 1997-2013, 1,5% para o período 2013-2017, e 0,5% para o período 2017-2021.

Para o período após 2021 (até 2035), o incremento na eficiência (ou a diminuição do consumo) **dependerá do cenário de políticas considerado, assim como do tipo de refrigerador comercial** e de outros parâmetros. **Para o cenário base (sem implementação de políticas de eficiência energética) foi considerada uma redução no consumo médio unitário de 0,5% anual em todos os refrigeradores comerciais integrais e abertos remotos, enquanto para os fechados remotos foi considerada uma redução de 0,25%.** Estas premissas foram baseadas nos estudos da União Europeia [5], mas com pequenos ajustes considerando a realidade brasileira. Na União Europeia foi utilizada uma melhoria de eficiência por ano de 0,5% para o período 2017-2021, e 0,25% para o período 2021-2030 no cenário base, sem políticas de eficiência.

Os refrigeradores integrais fechados apresentam um maior potencial de economia de energia que os remotos, já que podem melhorar a sua eficiência com mudanças nos compressores e no fluido refrigerante (os remotos também podem melhorar com compressor e fluido refrigerante, porém esse resultado não será observado no ensaio de laboratório para certificação). No caso do estudo de impacto da União Europeia [5], foi utilizada uma melhora na eficiência energética de 0,25% para todos os equipamentos para o período após 2021.

Cabe salientar que, mesmo sem políticas de eficiência energética, as premissas na melhoria da eficiência energética para o caso base estão baseadas no avance tecnológico que acontece com o tempo mesmo sem a adoção de políticas específicas. Para cenários com políticas específicas de eficiência energética (MEPS e etiquetas), o avance da eficiência energética no mercado seria maior.

Para os cenários de MEPS e etiquetas, a evolução do consumo deverá ser baseada no tipo e ambição da política de eficiência energética (MEPS e etiquetas), nos valores de consumo dos modelos informados pelos fabricantes durante a pesquisa de mercado, no tipo de refrigerador e em outras informações sobre potencial de economia de energia. As premissas para esses cenários são apresentadas no relatório “Recomendações para as métricas, normas de ensaio, e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”.

5.3.3 Consumo da base instalada

Aplicando as premissas das seções anteriores (Seções 5.2, 5.3. 1 e 5.3.2), o modelo desenvolvido estima o consumo de energia da base instalada para 2021 em 18,4 TWh ano. Esse consumo está um pouco acima do esperado, segundo os estudos apresentados na Seção 3, entre 9 e 16 TWh para o ano 2021, assim foi aplicado um coeficiente de correção de 0,75 para se obter uma melhor estimativa na economia do consumo de energia nos diferentes cenários de políticas de eficiência energética. Com o coeficiente de correção de 0,75, **o consumo de energia no ano 2021 foi estimado em 14,3 TWh.**

A Figura 18 mostra a projeção do consumo de energia anual da base instalada por tipo de refrigerador comercial entre os anos de 2020 e 2035 no cenário base, onde não são implementadas políticas de eficiência energética. **Para 2021, o consumo da base instalada foi estimado em 14,3 TWh**, onde os refrigeradores de bebidas são responsáveis por 31% do consumo, os conservadores para sorvetes por 6%, os expositores frigoríficos integrais por 25%, e os expositores frigoríficos remotos por 39%.

Portanto, **os expositores frigoríficos remotos apresentam o maior consumo de energia na base instalada, mesmo sendo os modelos que possuem a menor quantidade de unidades na base instalada**. A estimativa para a base instalada no ano de 2035 é de cerca de 8,0 milhões de equipamentos.

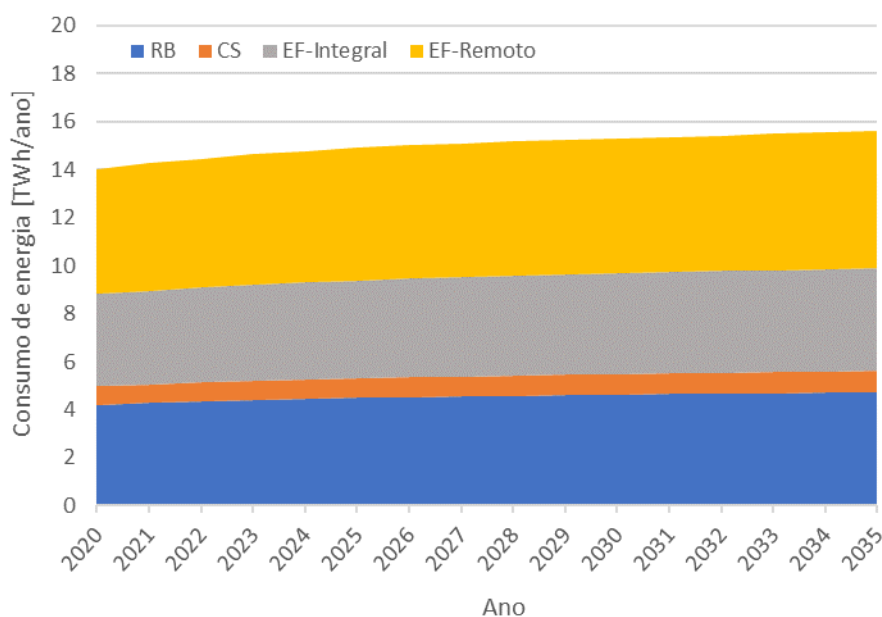


Figura 18 Projeção do consumo de energia anual da base instalada por tipo de refrigerador comercial

6 Distribuição de eficiência energética na União Europeia

Desde 2021, todos os refrigeradores comerciais afetados pelo regulamento (EU) 2019/2018 [6], devem ser inseridos na base de dados EPREL da União Europeia [7], que assim se constituiu em uma excelente fonte de dados acerca dos equipamentos comercializados naquela região. Foi então realizada uma busca e uma análise sobre os diversos modelos que aparecem na base de dados EPREL, com o intuito de se conhecer a eficiência energética dos diferentes tipos de refrigeradores comerciais disponíveis no mercado Europeu, comparando com os dados dos modelos produzidos pelos fabricantes nacionais, de forma a ajudar na tomada de decisões acerca dos níveis de MEPS e etiquetas a serem adotados no Brasil. Os dados do EPREL foram obtidos durante o mês de julho de 2022.

Cabe salientar que as métricas recomendadas para o cálculo de eficiência energética no Brasil, assim como as normas de ensaio, são parecidas com as que são adotadas na União Europeia, na maioria dos casos. Porém, existem alguns tipos de refrigeradores onde as recomendações para o Brasil diferem das métricas utilizadas na União Europeia. As recomendações de métricas, normas de ensaio e níveis de MEPS e etiquetas são apresentadas com mais detalhe no relatório “Recomendações para as métricas, normas de ensaio, e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”.

6.1 Refrigerador de bebidas

A Figura 19 mostra a distribuição dos modelos de refrigeradores de bebidas da base de dados EPREL para o ano de 2022 em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia, para um total de 2.998 modelos. Na parte superior da etiqueta se mostram as faixas do índice de eficiência energética (EEI) para as diferentes classes de eficiência, sendo “A” a classe mais eficiente, e “G” a menos eficiente. Os valores de EEI são proporcionais ao consumo de energia, assim um valor de EEI de 60% significa que o equipamento apresenta uma redução no consumo de energia de 40% quando comparado com o consumo padrão, representado por um EEI de 100%.

A maior concentração de modelos no mercado europeu está na classe “D”, que são os que apresentam um EEI entre 35% e 50%. Existem poucos modelos nas classes A e B (5% do total, somando as duas), e a maioria de modelos na classe “A” são refrigeradores de bebidas horizontais.

Os MEPS da União Europeia de 2021 para este tipo de refrigerador são de EEI=100% e para 2023 serão atualizados para um EEI de 80%. Em 2022 (Figura 19) existem ao redor de 6% de modelos de Refrigerador de Bebidas na classe “G”, que será eliminada com os MEPS da União Europeia a partir de 2023. Quando comparado com dados de modelos do ano 2012, o estudo de impacto da União Europeia [5], estimava que mais de 70% dos modelos de 2012 não conseguiriam passar nos MEPS de 2023 (EEI=80), fato que demonstra a mudança significativa ocorrida no consumo de energia deste tipo

de equipamento, quando comparados com o consumo de energia dos modelos comercializados atualmente na UE (Figura 19).

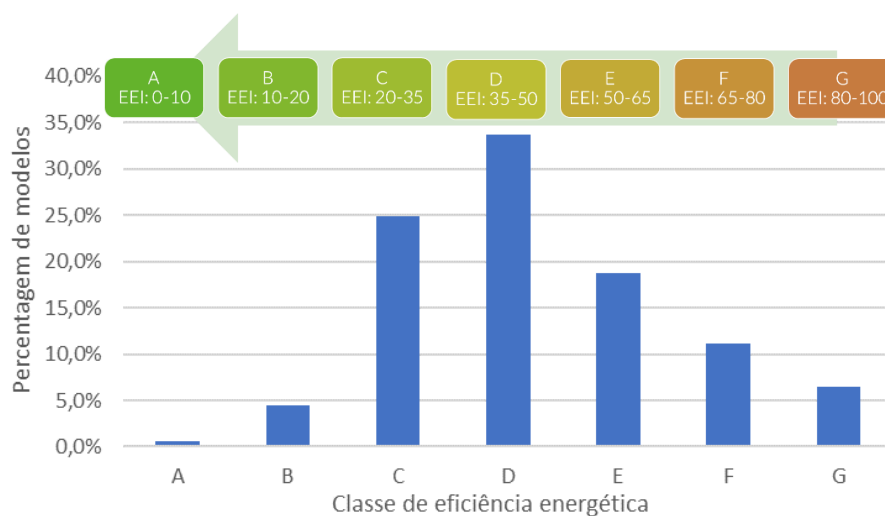


Figura 19 Distribuição dos modelos de refrigeradores de bebidas da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022.

6.2 Expositor Frigorífico Integral e Remoto

6.2.1 Vertical para resfriados

A Figura 20 a) e b) mostra a distribuição dos modelos de expositores frigoríficos verticais para resfriados integrais e remotos da base de dados EPREL para o ano de 2022, em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia. Além da separação entre integrais e remotos, os expositores verticais para resfriados foram subdivididos em 4 subtipos:

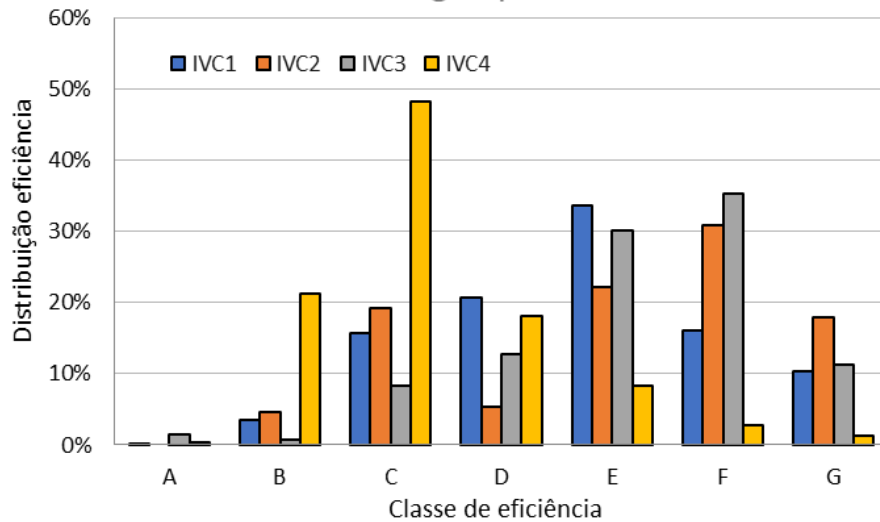
a) Integrais (33.984 modelos)	b) Remotos (79.054 modelos)
- VC1: Semi-vertical (7.157 modelos Integrais e 15.857 modelos Remotos)	
- VC2: Multi-prateleira (12.807 modelos Integrais e 27.918 modelos Remotos)	
- VC3: Frente basculante (<i>Roll-in</i>) (133 modelos Integrais e 296 modelos Remotos)	
- VC4: Vertical porta transparente (13.887 modelos Integrais e 34.983 modelos Remotos)	

Os expositores mais eficientes são os verticais com porta transparente, e mesmo assim a maior concentração de modelos está nas classes “C” e “D” (os integrais também possuem mais de 20% dos modelos na classe “B”), e a classe de eficiência “A” está praticamente vazia. A maior concentração de modelos Semi-verticais e Multi-prateleiras está nas classes “E” e “F”, já que muitos destes modelos são abertos. Aparentemente, os expositores integrais têm um pouco mais de modelos nas classes de maior eficiência, mas não tanto.

Cabe salientar que para passar da classe “E” (EEI mínimo de 50%) à classe “C” (EEI máximo de 35%) o expositor precisa diminuir o seu consumo de energia em 30%, e para passar à classe “B” (EEI máximo de 20%) precisaria uma redução de 60% no consumo de energia.



a)



b)

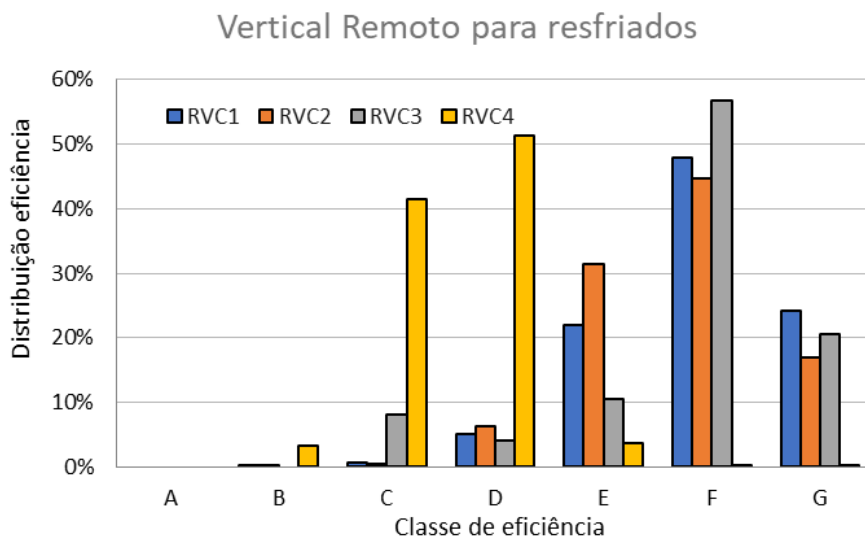


Figura 20 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos verticais para resfriados: a) Integral b) Remoto, da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022

Os MEPS da União Europeia de 2021 para este tipo de refrigerador são de EEI=100%, e em 2023 serão atualizados para um EEI de 80%. Em 2022 (Figura 20) aproximadamente 20% dos modelos remotos verticais abertos para resfriados (RVC1 e RVC2) ainda se encontram na classe “G”, que será eliminada com os MEPS que serão adotados a partir de 2023 na União Europeia. Quando comparado com dados de modelos de 2012, o estudo de impacto da União Europeia [5], estimava que aproximadamente 80% dos modelos abertos de expositores frigoríficos verticais remotos de 2012 não conseguiriam passar nos MEPS de 2023 (EEI=80), comprovando que de fato já ocorreu uma mudança significativa no consumo de energia dos modelos vendidos atualmente na UE. No caso dos modelos fechados, a maioria dos modelos de 2012 já conseguia passar os MEPS de 2023, já que somente 8% não conseguiriam, e para os modelos de 2022, somente 1% dos modelos não passariam nos MEPS de 2023.

6.2.2 Vertical para congelados

A Figura 21 a) e b) mostra a distribuição dos modelos de expositores frigoríficos verticais para congelados integrais e remotos da base de dados EPREL para o ano de 2022 em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia. Observamos que a quantidade de equipamentos verticais para congelados é menor do que a de modelos verticais resfriados:

a) Integrais (2.412 modelos)	b) Remotos (5.587 modelos)
- VF1: Semi-vertical (53 modelos Integrais e 0 modelos Remotos)	
- VF2: Multi-prateleira (55 modelos Integrais e 0 modelos Remotos)	
- VF4: Vertical porta transparente (2.304 modelos Integrais e 5.587 modelos Remotos)	

Para os modelos do tipo remoto, só existem expositores verticais com porta transparente (RVF4), distribuídos entre as classes “D”, “E”, “F” e “G”. Para os Integrais, os multi-prateleiras (IVF2) estão concentrados na classe D. No caso dos verticais com porta transparente (IVF4), estão distribuídos entre as classes “C” e “G”, e os semi-verticais (IVF1) estão distribuídos entre as classes “B” e “E”.

Os MEPS da União Europeia de 2021 para este tipo de refrigerador são de EEI=100%, e para 2023 serão atualizados para um EEI de 80%. No ano 2022 (Figura 21) pode ser observar que ainda existem mais de 25% de modelos remotos verticais para congelados na classe “G”, a qual será eliminada com os MEPS da União Europeia de 2023. Quando comparado com dados de modelos do ano de 2012, o estudo de impacto da União Europeia [5], estimava que mais de 80% dos modelos remotos verticais para congelados de 2012 (sem data para os integrais) não conseguiriam passar nos MEPS de 2023 (EEI=80). Assim, observamos que houve uma melhoria na eficiência energética deste tipo de equipamento nos últimos anos.

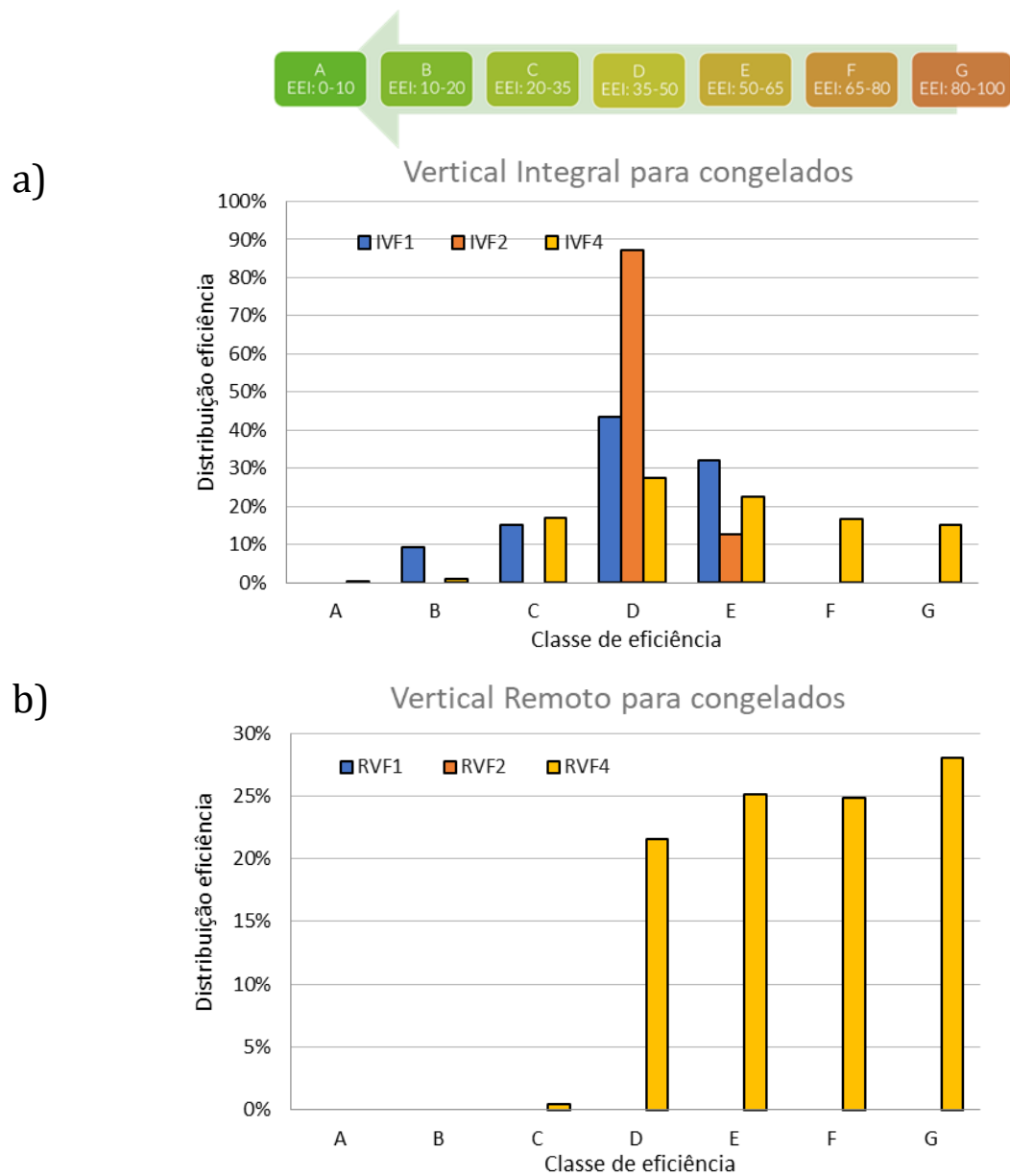


Figura 21 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos verticais para resfriados: a) Integral b) Remoto, da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022

6.2.3 Horizontal para resfriados

A Figura 22 a) e b) mostra a distribuição dos modelos de expositores frigoríficos **horizontais** para resfriados integrais e remotos da base de dados EPREL para o ano 2022 em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia. Além da separação entre integrais e remotos, os expositores horizontais para resfriados foram separados em 4 subtipos:

a) Integrais (8.781 modelos)

b) Remotos (2.132 modelos)

- HC3: De parede aberto (2.874 modelos Integrais e 534 modelos Remotos)
- HC4: Ilha aberto (5.011 modelos Integrais e 1.178 modelos Remotos)
- HC5: De parede porta transparente (71 modelos Integrais e 61 modelos Remotos)
- HC6: Ilha porta transparente (825 modelos Integrais e 359 modelos Remotos)

Neste caso existem mais modelos integrais do que remotos, e a maioria dos modelos são do tipo aberto.

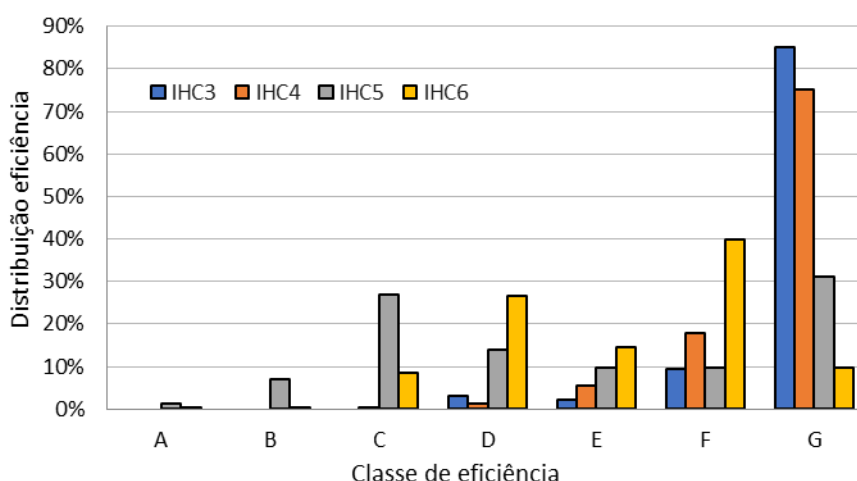
Para os integrais, os fechados são os mais eficientes, especialmente os de parede (IHC5), e os abertos estão concentrados na classe de pior eficiência “G”, que será eliminada com os MEPS da União Europeia a partir de 2023, e, portanto, deverão melhorar a sua eficiência, seja instalando portas ou de outra forma.

Para os remotos, surpreendentemente, existem mais equipamentos abertos do tipo parede nas classes de maior eficiência do que os fechados do tipo parede com porta de vidro. Esta tendência também foi observada nos dados de expositores frigoríficos horizontais para resfriados dos fabricantes brasileiros (Seção 4.3.2). No caso do expositor tipo ilha com porta transparente (RHC6), mais de 50% dos modelos estão classificados como classe “G”, a qual será eliminada com os MEPS da União Europeia a partir de 2023.



a)

Horizontal Integral para resfriados



b)

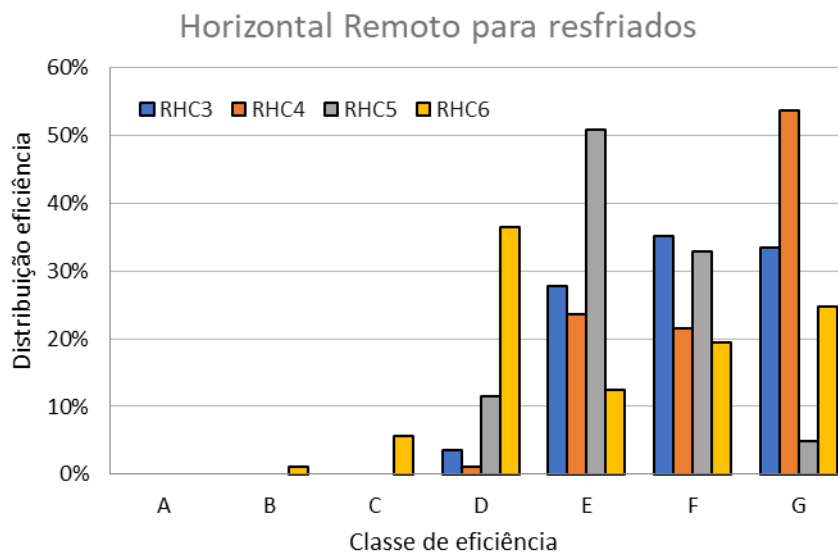


Figura 22 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos horizontais para resfriados: a) Integral b) Remoto, da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022

Os MEPS da União Europeia de 2021 para este tipo de refrigerador são de EEI=100%, e para 2023 serão atualizados para um EEI de 80%. No ano 2022 (Figura 22) nota-se que ainda existem 35% de modelos remotos tipo parede abertos (RHC3) e 10% de modelos integrais tipo ilha fechados (RHC6) na classe “G”, que será eliminada com os MEPS da União Europeia de 2023. Quando comparado com dados de modelos do ano 2012, o estudo de impacto da União Europeia [5], estimava que mais de 80% dos modelos remotos tipo parede abertos (RHC3) e 20% de modelos integrais tipo ilha fechados (RHC6) não conseguiriam passar nos MEPS de 2023.

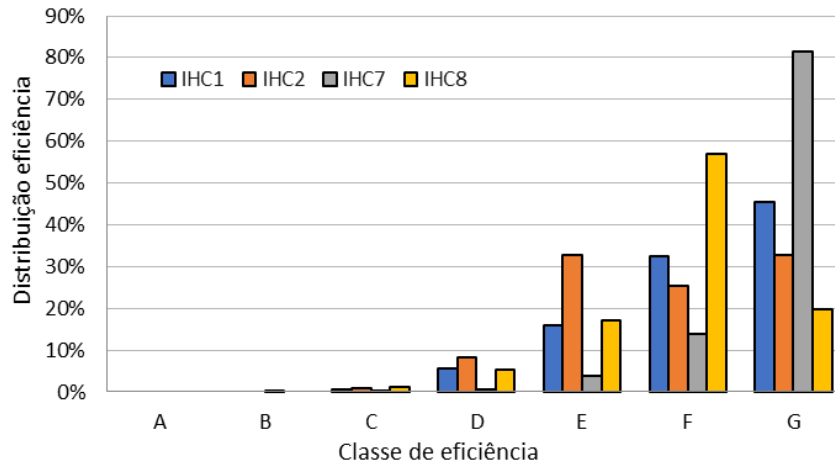
Segundo a norma ISO 23953-1, os equipamentos do tipo **balcão de serviço (atendimento)** estão classificados como refrigeradores horizontais e estão distribuídos em 4 subtipos. A Figura 23 a) e b) mostra a distribuição dos modelos de expositores frigoríficos do tipo balcões de serviço resfriados integrais e remotos da base de dados EPREL para o ano 2022 em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia:

a) Integrais (6.897 modelos)	b) Remotos (11.167 modelos)
- HC1: Balcão de serviço aberto (3.542 modelos Integrais e 8.190 modelos Remotos)	
- HC2: Balcão de serviço aberto, com armazenagem integrada (263 modelos Integrais e 4 modelos Remotos)	
- HC7: Balcão de serviço fechado (2.439 modelos Integrais e 2.320 modelos Remotos)	
- HC8: Balcão de serviço fechado, com armazenagem integrada (653 modelos Integrais e 13 modelos Remotos)	



a)

Balcão Atendimento Integral para resfriados



b)

Balcão de atendimento Remoto para resfriados

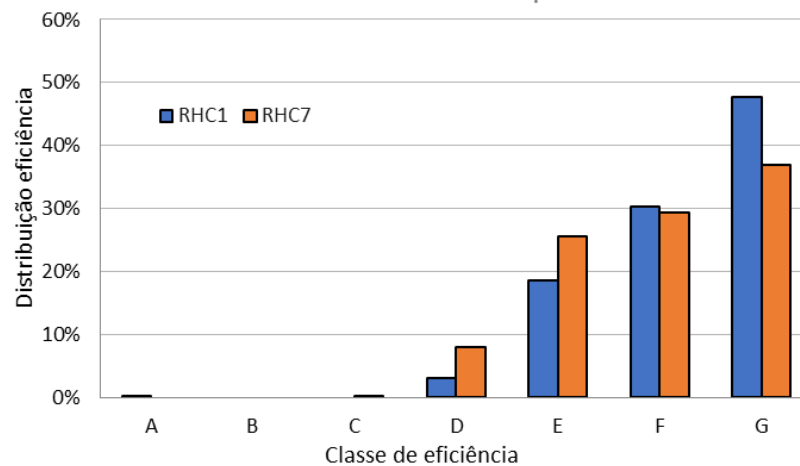


Figura 23 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos balcões de serviço (atendimento) para resfriados: a) Integral b) Remoto, da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022

Existem poucos modelos de balcões de serviço remotos com armazenagem integrada na UE. Cabe lembrar que, segundo o regulamento da etiqueta da União Europeia [6], os balcões de serviço remotos com armazenagem integrada com mais de 100 litros por metro (m), e que normalmente são colocados na base do balcão de serviço, ficam de fora do regulamento e não devem ser etiquetados.

A maioria dos modelos de balcões de serviço estão concentrados nas classes de eficiência energética “E”, “F” e “G”. São observadas poucas diferenças entre as eficiências dos balcões abertos e fechados.

Os MEPS da União Europeia de 2021 para este tipo de refrigerador são de EEI=100% e para 2023 serão atualizados para um EEI de 80%. Em 2022 (Figura 23) ainda existem 48% de modelos remotos tipo balcão de atendimento (RHC1) na classe “G”, que será eliminada com os MEPS da União Europeia de 2023. Quando comparado com dados de modelos do ano 2012, o estudo de impacto da União Europeia [5], estimava que 90% dos modelos de balcões remotos abertos (RHC1) de 2012 (sem data para os integrais nem fechado) não conseguiriam passar nos MEPS de 2023 (EEI=80).

6.2.4 Horizontal para congelados

A Figura 24 a) e b) mostra a distribuição dos modelos de expositores frigoríficos horizontais para congelados integrais e remotos da base de dados EPREL para o ano 2022 em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia. Além da separação entre integrais e remotos, os expositores horizontais para resfriados foram subdivididos em 4 subtipos:

a) Integrais (4.817 modelos)	b) Remotos (4.854 modelos)
- HF3: De parede aberto (68 modelos Integrais e 112 modelos Remotos)	
- HF4: Ilha aberto (854 modelos Integrais e 536 modelos Remotos)	
- HF5: De parede porta transparente (1.996 modelos Integrais e 642 modelos Remotos)	
- HF6: Ilha porta transparente (1.899 modelos Integrais e 3.564 modelos Remotos)	

Neste caso, observamos que existem mais modelos fechados com porta transparente do que abertos.

No caso dos integrais do tipo parede, ocorre o mesmo que nos horizontais remotos para resfriados (tipo parede): os modelos abertos (IHF3) são um pouco mais eficientes que os modelos fechados (IHF5).

Para os equipamentos remotos, os fechados são mais eficientes que os abertos. No caso dos equipamentos do tipo ilha, abertos (RHF4), mais de 60% estão na classe de eficiência “G”, que será eliminada com os MEPS da União Europeia a partir de 2023.

Os MEPS da União Europeia de 2021 para este tipo de refrigerador são de EEI=100%, e para 2023 serão atualizados para um EEI de 80% (com isso eliminarão a classe “G”). No ano 2022 (Figura 24) não conseguiriam passar os MEPS de 2023 aproximadamente 32% dos modelos RHF3, 17% dos IHF3, 64% dos RHF4, e 45% dos IHF4. Quando comparado com dados de modelos do ano 2012, o estudo de impacto da União Europeia [5], estimava que 100% dos modelos tipo ilha e parede abertos para congelados (RHC3, IHF3, RHF4 e IHF4) de 2012 não conseguiriam passar nos MEPS de 2023 (EEI=80).

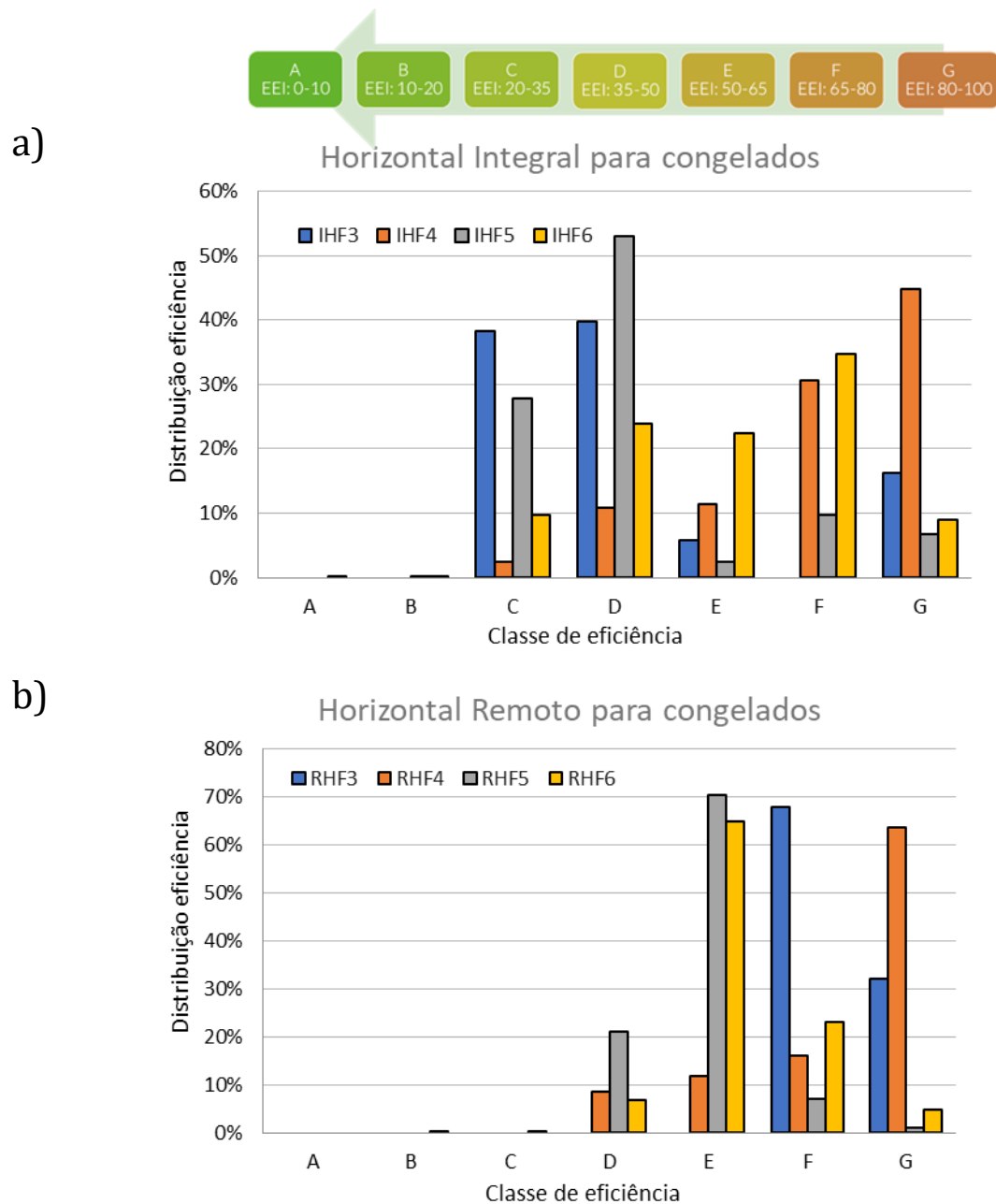


Figura 24 Distribuição dos modelos de expositores frigoríficos horizontais para resfriados: a) Integral b) Remoto, da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022

Existem poucos equipamentos do tipo balcão de serviço (atendimento) para congelados na base de dados EPREL, motivo pelo qual este tipo de equipamento não foi incluído nos gráficos.

a) Integrais (6.897 modelos)

b) Remotos (11.167 modelos)

- HF1: Balcão de serviço aberto (4 modelos Integrais e 4 modelos Remotos)

- HF7: Balcão de serviço fechado (48 modelos Integrais e 0 modelos Remotos)

6.2.5 Combinado para resfriados e congelados

Os expositores frigoríficos combinados são aqueles que combinam as direções de visualização e abertura de refrigeradores verticais e horizontais. A maioria dos subtipos não possuem muitos modelos na base de dados EPREL, assim não foram incluídos os gráficos de distribuição de eficiência, apenas as informações de modelos por subtipo de expositor frigorífico.

O subtipo de expositor frigorífico combinado com maior número de modelos é o que possui a parte superior e a base fechadas com porta de vidro. A maioria dos equipamentos estão nas classes de eficiência “E”, “F” e “G”.

a) Integrais (111 modelos)	b) Remotos (1.009 modelos)
- YC1: Parte superior aberta, base aberta (1 modelos Integrais e 8 modelos Remotos)	
- YF1: Parte superior aberta, base aberta (1 modelos Integrais e 1 modelos Remotos)	
- YC2: Parte superior aberta, base fechada (1 modelos Integrais e 1 modelos Remotos)	
- YC3: Parte superior fechada, base aberta (0 modelos Integrais e 30 modelos Remotos)	
- YF3: Parte superior fechada, base aberta (5 modelos Integrais e 222 modelos Remotos)	
- YC4: Parte superior fechada, base fechada (4 modelos Integrais e 0 modelos Remotos)	
- YF4: Parte superior fechada, base fechada (100 modelos Integrais e 748 modelos Remotos)	
- YM8: Multi-temperatura, parte superior fechada, base fechada (2 modelos Integrais e 0 modelos Remotos)	

6.3 Conservador para sorvetes

A Figura 25 mostra a distribuição dos modelos de conservadores para sorvetes da base de dados EPREL para o ano 2022 em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia, para um total de 1.265 modelos. Lembrando que somente são considerados conservadores para sorvetes aqueles refrigeradores comerciais que cumpram com a definição de Conservador para Sorvetes da ISO 22043:2020 (ver seção 4.4).

A maior concentração de modelos está na classe “D”, com um EEI entre 35% e 50%. Existem poucos modelos nas classes “A” e “B”, e a classe “G” não possui nenhum modelo, já que no caso dos conservadores para sorvetes, os MEPS da União Europeia de 2021 são de EEI=80%, e para 2023 serão atualizados para um EEI de 50%, eliminando também os modelos das classes “E” e “F”, que contêm mais de 45% dos modelos em 2022.

Quando comparado com dados de modelos de 2012, o estudo de impacto da União Europeia [5], estimava que 65% dos modelos de conservador para sorvete de 2012 não conseguiriam passar o nível de eficiência⁶ de EEI=65, enquanto no caso dos modelos de 2022 seriam 26% os que não passariam neste nível de eficiência.

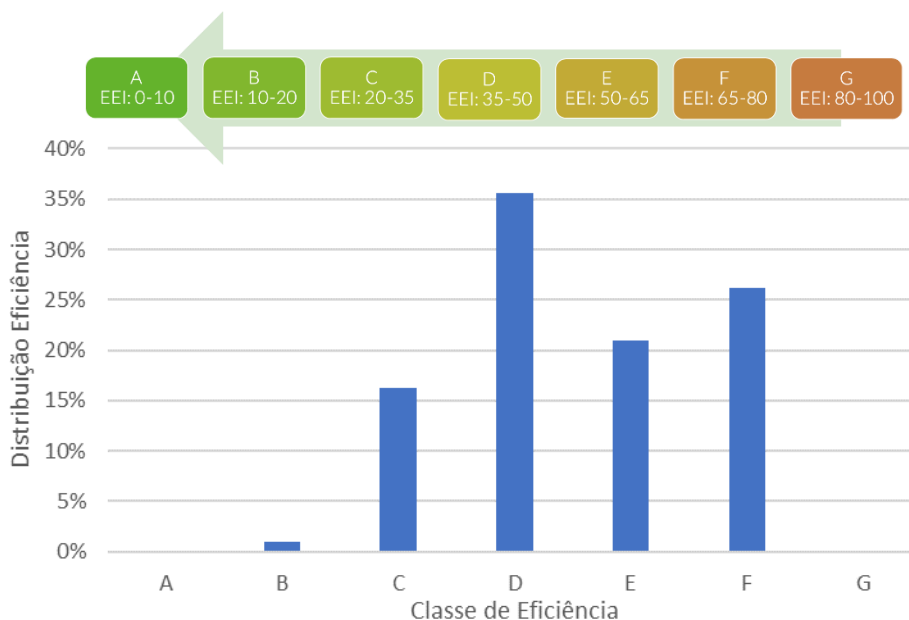


Figura 25 Distribuição dos modelos dos conservadores de sorvete da base de dados EPREL em função da classe de eficiência energética na etiqueta da União Europeia para o ano 2022

⁶ No caso do Conservador para Sorvetes, os MEPS planejados durante os estudos da União Europeia eram de EEI=65%, por isso não coincidem com os MEPS finalmente implementados (EEI=50% em 2023)

7 Enquetes do Grupo de Trabalho

Com o objetivo de proporcionar uma ampla discussão sobre o futuro regulamento de refrigeradores comerciais, os principais interessados na questão regulatória do setor foram convidados a integrar o Grupo de Trabalho de Políticas (*Policy Working Group* - PWG), instituído em julho de 2021, o qual teve a missão de discutir e acompanhar as atividades do Projeto. Contando com apoio técnico da U4E e a coordenação do MME, o PWG contou com a participação dos principais fabricantes e empresas do setor, além de associações, laboratórios de ensaio, órgãos reguladores e instâncias governamentais (ver Tabela 10).

Até o momento (novembro de 2022), já foram realizadas 6 reuniões/workshops com o PWG, além de reuniões bilaterais com diferentes participantes do grupo de trabalho e outras instâncias. Após cada uma das reuniões do PWG foi elaborada uma minuta, posteriormente compartilhada com o grupo, assim como os slides apresentados e relatórios de apoio.

Esta seção, apresenta os resultados de enquetes realizadas durante as reuniões/workshops do PWG, e servem como subsídio para a tomada de decisões na elaboração das recomendações para o regulamento de refrigeradores comerciais. As respostas são anônimas, sendo que somente são compartilhados os resultados de forma agregada.

Cabe salientar que durante as reuniões do PWG ocorreram diversas discussões que também colaboraram para a tomada de decisões, mas que não foram objetos de enquetes. Neste caso, as discussões e seus desdobramentos estão registrados nas minutas das respectivas reuniões e nos relatórios desenvolvidos ao longo do Projeto.

Tabela 10 Participantes do Grupo de Trabalho (PWG)

Governamental	Fabricantes	Laboratórios	Outros
Ministério de Minas e Energia	Metalfrio	LABELO-PUCRS	ABRAVA
Ministério do Meio Ambiente	Eletrofrio	CEPEL	ABINEE
SDIC (Ministério da Economia)	Gelopar	UL do Brasil	GCF/U4E (ONU)
Inmetro	Esmaltec		CEBDS
EPE (Empresa de Pesquisa Energética)	Arneg		
Procel (Eletrobras)	Refrimate		
ANEEL	Fricon		
	Ártico		
	Nidec Global Appliance		
	Tecumseh		

7.1 Enquetes sobre Refrigeradores de Bebidas

A Figura 26 mostra o resultado das duas enquetes realizadas sobre os refrigeradores de bebidas, com questões sobre as normas de ensaio a serem utilizadas, e sobre as condições ambientais para ensaio de consumo de energia. Observa-se que todos os participantes indicaram preferir a ISO 22044:2021 como norma de ensaio para os refrigeradores de bebidas, e a maioria (77%) indicou preferência pelas condições de ensaio para o consumo de energia de 32,2°C e 65% de umidade relativa.

Além destas, foi colocada também a seguinte pergunta, com resposta aberta:

Consideram necessário incluir uma classe de temperatura mais baixa do que a mínima que aparece na ISO 22044:2021? ou consideram que as classes de temperatura da ISO são suficientes? Em caso afirmativo, indiquem a temperatura mínima, máxima e média, segundo definido na ISO 22044:2021 para a nova classe de temperatura.

De 11 respostas, 9 indicaram ser a favor de incluir uma nova classe de temperatura, apenas 1 foi contra, e 1 não soube responder. Dos 9 que responderam a favor, 3 também deram sugestões de limites de temperatura, sendo que os três concordam que os limites devem ser:

- Temperatura mínima = -6°C
- Temperatura máxima = +1°C
- Temperatura média = -2,4°C

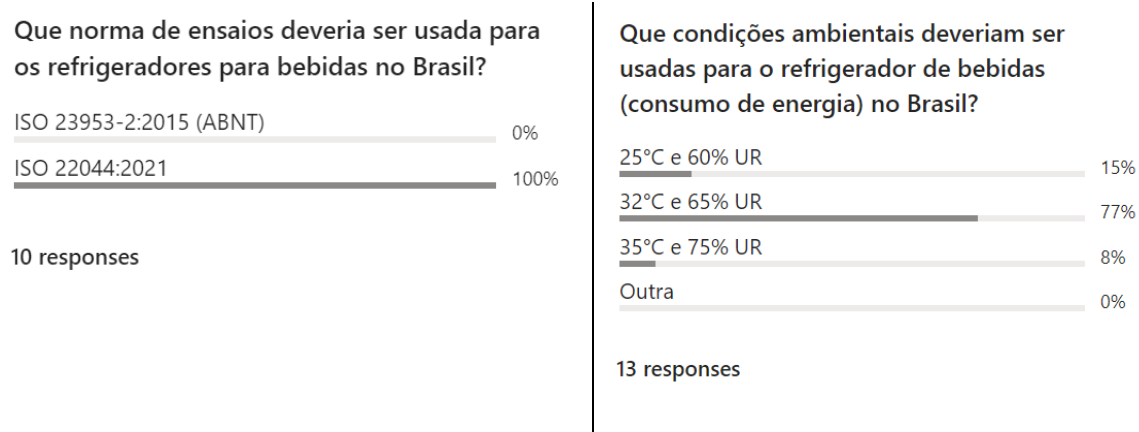


Figura 26 Enquetes sobre refrigeradores de bebidas: norma de ensaio a ser utilizada e condições ambientais para ensaio de consumo de energia

7.2 Enquetes sobre Expositores Frigoríficos

A Figura 27 mostra o resultado das enquetes realizadas sobre os expositores frigoríficos sobre abertura de portas e condições ambientais para ensaio de consumo de energia, com o número de participantes e suas respostas.

A questão sobre a abertura de portas se mostrou relevante devido a estudos da União Europeia que indicaram que os expositores frigoríficos verticais com refrigeração estática poderiam ter dificuldade em passar nos requisitos de abertura de portas da ISO 23953-2:2015, sendo que algumas aplicações exigem que o expositor possua refrigeração estática. Apesar desta constatação, 89% dos participantes preferem aplicar a abertura de portas em todos os tipos de expositores, sendo que um dos fabricantes informou que já realiza ensaios com abertura de portas em todos os tipos de expositores, e são de opinião que deve se cumprir os requisitos da ISO 23953-2:2015, já que no uso cotidiano ocorre a abertura de portas.

Quanto às condições ambientais, houve um empate entre as condições:

- 25°C e 60% UR
- 32,2°C e 65% UR

Porém, as condições 32,2°C e 65% UR, não são consideradas na ISO 23953-2:2015, que será a norma de ensaios a ser utilizada para os expositores frigoríficos.

Além das perguntas que aparecem na Figura 27, também foram feitas outras três perguntas relacionadas com os expositores frigoríficos, cujos resultados são mostrados na Figura 28.

Duas perguntas estão relacionadas com os coeficientes compensatórios adotados para o cálculo do consumo padrão, e a terceira é sobre o uso da área de exposição para o cálculo do consumo padrão, o qual será usado no cálculo de eficiência energética.

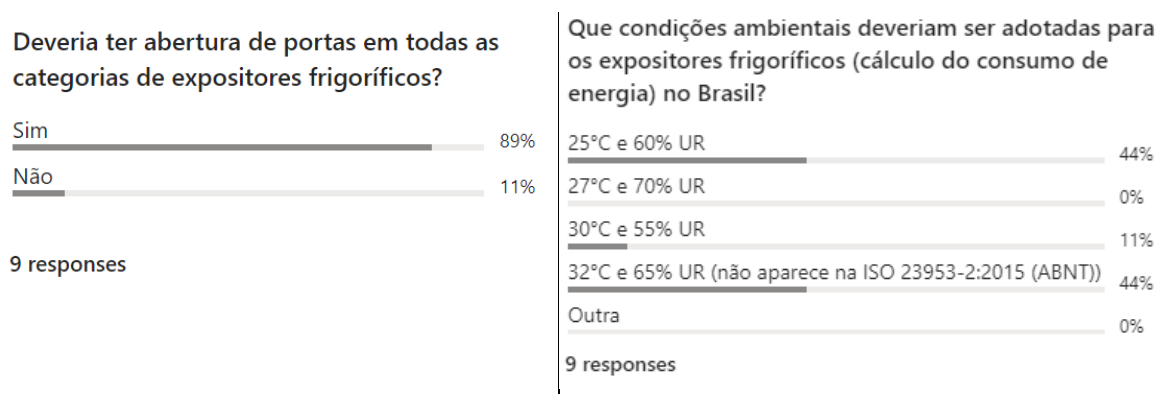


Figura 27 Enquetes para expositores frigoríficos, abertura de portas e condições ambientais para ensaio de consumo de energia

A pergunta sobre coeficientes compensatórios para diferentes classes de temperatura se justificou porque a equipe do projeto observou que os valores utilizados pela União Europeia pareciam estar superdimensionados para os expositores frigoríficos, e subdimensionados para os refrigeradores de bebidas, segundo os cálculos feitos pela própria equipe, razão pela qual foram apresentadas propostas de coeficientes compensatórios para o Brasil. Observamos que 67% dos respondentes concordam que os valores usados pela União Europeia devem ser avaliados e ajustados, caso necessário. Esta pergunta também está relacionada com os refrigeradores de bebidas.

Sobre o coeficiente compensatório para diferentes classes de temperatura C

Não deveria ser usado nenhum coeficiente compensatório C por simplicidade	11%
Deveriam ser utilizados os mesmos coeficientes da União Europeia	22%
Deveriam ser utilizados coeficientes compensatórios C, mas concordo com que os valores usados pela União Europeia estão superdimensionados ou subdimensionados, dependendo do tipo de refrigerador, e devem ser ajustados, ou no mínimo, avaliar a possibilidade de ajuste	67%

9 responses

Sobre o coeficiente compensatório para diferentes classes climáticas CC

Não deveria ser usado nenhum coeficiente compensatório CC por simplicidade	38%
Deveriam ser utilizados os mesmos coeficientes da União Europeia (apenas para refrigeradores de bebidas e sorvetes, mas não para expositores frigoríficos)	25%
Deveriam ser utilizados coeficientes compensatórios CC, mas também para expositores frigoríficos	38%

8 responses

Com respeito às diferenças no uso da Área de Exposição para o cálculo do consumo padrão para etiquetagem e MEPS nos Expositores Frigoríficos

Deveria ser adotada a Area Total de Exposição (TDA, incluindo áreas laterais e traseiras transparentes) independentemente de o cálculo ser feito para MEPS ou etiquetagem	29%
Deveria ser adotada a Area de Exposição de Acesso (AEA, parte frontal em verticais e superior nos horizontais) independentemente de o cálculo ser feito para MEPS ou etiquetagem	14%
Deveria ser adotada a TDA no cálculo de MEPS para não banir equipamentos com laterais transparentes, mas para etiquetagem deveria ser usada a AEA, para não beneficiar equipamentos com laterais transparentes na etiqueta de eficiência	57%
Outra opção (explicar)	0%

7 responses

Figura 28 Enquetes para expositores frigoríficos: coeficiente compensatório de classe de temperatura, coeficiente compensatório de classe climática, e uso da área de exposição no cálculo do consumo padrão

A pergunta sobre coeficientes compensatórios para diferentes classes climáticas foi justificada porque se observou que a União Europeia não utiliza este tipo de coeficiente compensatório para expositores frigoríficos, porém nas reuniões do PWG foi apontado pelos participantes que para o Brasil poderia ser interessante usar este tipo de coeficiente, devido ao clima mais quente e a necessidade de produzir equipamentos para algumas aplicações onde o expositor estará exposto a condições mais rigorosas do que as utilizadas para o cálculo do consumo de energia (provavelmente 25°C e 60% UR). Os resultados mostraram que a maioria prefere não adotar coeficientes compensatórios para os expositores frigoríficos, já que 38% acham que não devem ser utilizados coeficientes em qualquer tipo de refrigerador comercial e 25% acham que não deveriam ser adotados coeficientes compensatórios para os expositores frigoríficos.

A pergunta sobre a área de exposição foi motivada porque a equipe do projeto observou que o uso da área total de exposição (TDA) beneficiava os equipamentos expositores que possuem laterais transparentes, fazendo com que estes aparentem ter um índice de eficiência energética maior, comparado com modelos similares com laterais cegas, mesmo consumindo mais energia.

A equipe do projeto apresentou alternativas para que este tipo de expositores não seja beneficiado na etiqueta de eficiência energética (a proposta pode ser conferida no relatório de “Recomendações para as métricas, normas de ensaio, e níveis de MEPS e Etiquetas dos Refrigeradores Comerciais no Brasil”). Observou-se, assim, que 57% dos participantes consideraram que a área total de exposição deve ser adotada para o cálculo de eficiência, no caso dos MEPS, e no caso da etiqueta deve ser utilizada a área de exposição sem incluir a área das laterais.

7.3 Enquetes sobre Conservadores para Sorvetes

A Figura 29 mostra as enquetes sobre os conservadores para sorvetes, que perguntaram sobre as normas de ensaio a ser utilizadas e sobre as condições ambientais para ensaio de consumo de energia, com o número de participantes e suas respostas. Observamos que 92% dos participantes indicaram a preferência pela adoção da ISO 22043:2020 como norma de ensaio, e a maioria (71%) prefere adotar como condições de ensaio para o consumo de energia a temperatura de 30°C e a umidade relativa de 55%, condição indicada também na ISO 22043:2020.

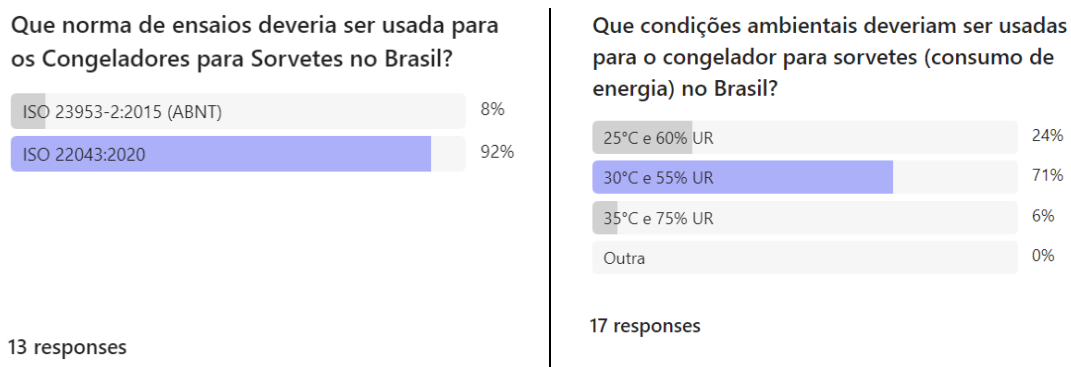


Figura 29 Enquetes para refrigeradores de bebidas, norma de ensaio a ser utilizada, e condições ambientais para ensaio de consumo de energia

7.4 Enquetes sobre Refrigeradores de Armazenamento

A seguir são apresentadas as perguntas colocadas sobre os refrigeradores de armazenamento, especificamente sobre como devem ser regulados os congeladores/conservadores comerciais horizontais com porta cega.

Observamos que 85% dos participantes opinaram que este tipo de equipamento deve ser regulado no mesmo regulamento de refrigeradores comerciais.

- *Como deveriam ser regulamentados os Congeladores/Conservadores Horizontais com Porta Cega que são declarados pelos fabricantes como comerciais?*
 - a) *Deveriam ser incluídos na regulamentação de refrigeradores comerciais com os expositores frigoríficos, refrigeradores para bebidas, e congeladores para sorvetes (85%)*
 - b) *Mesmo sendo declarados como comerciais, deveriam ser incluídos na regulamentação de Refrigeradores e Assemelhados (residenciais) como é feito na União Europeia (15%)*
 - c) *Deveriam ser incluídos na regulamentação de Refrigeradores de cozinhas industriais (0%)*
 - d) *Outros (explicar) (0%)*

7.5 Outras Enquetes

A Figura 30 mostra os resultados de uma enquete com resposta múltipla, utilizada para identificar o tipo de refrigeradores fabricados por cada participantes e sobre o tipo de laboratório estes fabricantes possuem. Responderam a enquete 2 fabricantes de compressores, 2 laboratórios, e 6 fabricantes de refrigeradores comerciais.

Dos 6 fabricantes de refrigeradores comerciais, dois informaram que também fabricam refrigeradores domésticos. Entre os 10 respondentes, 6 possuem laboratórios que cumprem com os requisitos das normas de ensaio para refrigeradores comerciais e 6 possuem laboratórios que cumprem com os requisitos das normas de ensaio para refrigeradores residenciais.

	Fabrica congeladores horizontais comerciais	Fabrica refrigeradores residenciais	Laboratório que cumpre com as condições da ISO 23953-2 (comercial)	Laboratório que cumpre com as condições da IEC 62552 (residencial)
Laboratorio 1				
Laboratorio 2				
Fab. Compressor 1				
Fab. Compressor 2				
Fab. Ref. Comercial 1				
Fab. Ref. Comercial 2				
Fab. Ref. Comercial 3				
Fab. Ref. Comercial 4				
Fab. Ref. Comercial 5				
Fab. Ref. Comercial 6				

Figura 30 Tipo de refrigerador fabricado e tipo de laboratório

Referências

- [1] PROCEL (2021), Mapeamento do Mercado de Refrigeradores Comerciais; Produto 1, 2, 3 e 4. <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>
- [2] Eduardo de Almeida (2018), Apresentação: Refrigeração Comercial “Quem somos e para onde vamos”.
- [3] EPE (2015), Projeto de Assistência Técnica dos Setores de Energia e Mineral – Projeto META. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/projeto-de-assistencia-tecnica-dos-setores-de-energia-e-mineral-projeto-meta>
- [4] Plano Decenal de Expansão de Energia: PDE 2031 (2022). <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2031>
- [5] EU (2019), Impact Assessment for the Review Study Ecodesign & Energy Labelling on Commercial Refrigeration
- [6] 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>
- [7] James D. Lutz, et. al. (2011), Using National Survey Data to Estimate Lifetimes of Residential Appliances. Lawrence Berkeley National Laboratory