



GUIAS DE REGULAMENTO MODELO

SETEMBRO 2019

REFRIGERADORES ECOLÓGICOS E ENERGETICAMENTE EFICIENTES



AGRADECIMENTOS

Os autores principais, Brian Holuj, da Iniciativa United for Efficiency do PNUMA, Won Young Park e Nihar Shah, do Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), e Noah Horowitz e Alex Hillbrand, do Conselho de Defesa dos Recursos Naturais, gostariam de agradecer às seguintes pessoas por suas valiosas contribuições como revisores:

Rashid Ali Abdallah African Energy Commission

Atef Marzouk African Union Commission - Energy Division

Tolga Apaydin Arçelik A.Ş.

Jochen Härten BSH Home Appliances

Marcello Padilla Chile Ministry of Energy

Li Pengcheng China National Institute of Standardization

Marie Baton CLASP

Naomi Wagura CLASP

Philipp Munzinger GIZ

Miriam Frisch GIZ

Fred Ishugah East African Centre of Excellence for Renewable Energy and Efficiency

Michael Kiza East African Centre of Excellence for Renewable Energy and Efficiency

Charles Diarra ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency

Viktor Sundberg Electrolux

S.P. Garnaik Energy Efficiency Services Limited

Han Wei Energy Foundation China

Antoine Durand Fraunhofer ISI

Nora Steurer Global Alliance for Buildings and Construction

Miquel Pitarch HEAT

Anett Matbadal Independent Consultant

James Wolf Independent Consultant

Frank Gao International Copper Association

Hal Stillman International Copper Association

Kerry Song International Copper Association

Kevin Lane International Energy Agency

John Dulac International Energy Agency

Chiara Delmastro International Energy Agency

Somma Phon-Amnuaisuk International Institute for Energy Conservation

Didier Coulomb International Institute of Refrigeration

Gabrielle Dreyfus Kigali Cooling Efficiency Program

Dae Hoon Kim Korea Refrigeration & Air Conditioning Assessment Center

Hee Jeong Kang Korea Refrigeration & Air Conditioning Assessment Center

Jinho Yoo Korea Refrigeration & Air Conditioning Assessment Center

Jun Young Choi Korea Testing Laboratory

Virginie Letschert, LBNL

Hyunho Choi LG Electronics

Juan Rosales Mabe

Fabio García Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)

Jaime Guillén Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)

Asad Mahmood Pakistan National Energy Efficiency & Conservation Authority

Sara Ibrahim Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency

Maged Mahmoud Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency

Kudakwashe Ndhulukula SADC Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency

Eunsung Kwon Samsung Electronics

Yongsik Cho Samsung Electronics

Li Jiong Sanhua Holding Group

Lin-Jie Huang Sanhua Holding Group

Ousmane Sy Senegalese Association of Engineers and Refrigeration Technicians

Stephen Cowperthwaite UK Department for Environment, Food and Rural Affairs

Helena Rey De Assis UNEP Sustainable Tourism

Madeleine Edl UNEP U4E

Marco Duran UNEP U4E

Patrick Blake UNEP U4E

Paul Kellett UNEP U4E

Souhir Hammami UNEP U4E

Eric Antwi-Agyei UNEP U4E - ECOWAS Refrigerators and ACs Initiative

Morris Kayitare UNEP U4E - Rwanda Cooling Initiative

Toby Peters University of Birmingham

Paul Waide Waide Strategic Efficiency

Marco Spuri Whirlpool

Ashok Sarkar World Bank Group

Omar Abdelaziz Zewail City of Science and Technology

Gabriela Prata Dias Copenhagen Center for Energy Efficiency

Prefácio

Os Guias de Regulamento Modelo são um complemento ao Guia de Políticas para Refrigeradores da United for Efficiency (U4E), “Acelerando a Adoção Global de Refrigeradores Ecológicos e Energeticamente Eficientes”¹. Este guia oferece orientações voluntárias para governos de economias emergentes e em desenvolvimento que estão a considerar uma estrutura regulatória ou legislativa que exige que novos aparelhos de refrigeração sejam energeticamente eficientes e usem fluidos refrigerantes com menor potencial de aquecimento global (Global Warming Potential - GWP) do que os refrigerantes tradicionais, além de proibir a importação de produtos usados². Abrange produtos comumente usados em aplicações residenciais e semi-comerciais. O documento anexo “Informação de Suporte”, inclui os fundamentos e metodologias subjacentes.

Os refrigeradores são um dos primeiros aparelhos procurados pelas famílias à medida que a eletricidade se torna disponível e a renda aumenta. Os níveis de aquisição crescem quase tão rápido quanto as conexões à rede elétrica. O número de refrigeradores em uso nas economias emergentes e em desenvolvimento deve dobrar de aproximadamente 1 bilhão hoje para quase 2 bilhões de unidades em 2030³. Os aparelhos de refrigeração fazem parte da cadeia de frio necessária para manter condições adequadas para alimentos e medicamentos, sendo considerados fundamentais para a saúde e o bem-estar dos consumidores. A chave é expandir o acesso à refrigeração e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos de utilização de energia, no meio ambiente e no planeta.

Os níveis mínimos de desempenho energético de produtos (Minimum Energy Performance Standards - MEPS) e a etiqueta energética, se bem projetados e implementados, permitem fazer a transição dos mercados para produtos mais eficientes de forma rápida e eficaz. Enquanto vários países já possuem MEPS e/ou etiquetas, em muitos locais estes estão desatualizados ou não exigem sua aplicação. O uso inadequado de MEPS e etiquetas deixam os países vulneráveis, pois permitem a venda nos seus mercados de produtos obsoletos que não podem ser vendidos em outros lugares do mundo. O consumo de eletricidade varia muito de acordo com o tipo, tamanho, idade e manutenção do refrigerador. Verificou-se que aparelhos de refrigeração para uso doméstico em alguns mercados não regulamentados consomem mais de 1.000 quilowatts-hora de eletricidade (kWh) por ano, enquanto alguns dos melhores aparelhos consomem cerca de um quarto disso⁴. Essa economia tem um grande impacto no custo de operação desses dispositivos.

¹ O Guia de Políticas está disponível em <https://united4efficiency.org/resources/accelerating-global-adoption-energy-efficient-refrigerators>

² Tais como hidroclorofluorocarbonetos e hidrofluorocarbonetos

³ Guia Política p. 20

⁴ Guia Política p. 14

Os aparelhos de refrigeração requerem eletricidade e fluido refrigerante para operar. Quando a eletricidade vem de centrais que funcionam à base de combustíveis fósseis - o que é o caso de cerca de 75% da eletricidade gerada em países não pertencentes à OCDE - existem consequências significativas nos níveis de emissão de gases com efeito estufa e poluição do ar. Muitos fluidos refrigerantes têm um potencial de aquecimento global mais de 1.000 vezes superior a uma molécula equivalente de dióxido de carbono. Contudo, existem tecnologias disponíveis que permitem melhorar a eficiência energética destes equipamentos através da utilização de fluidos refrigerantes com menor potencial de aquecimento global.

De acordo com a Emenda Kigali ao Protocolo de Montreal, os países estão obrigados a reduzir gradualmente a utilização de hidrofluorcarbonetos (HFCs) em mais de 80% nos próximos 30 anos. Os benefícios climáticos são significativos, pois melhoram a eficiência energética e reduzem a utilização dos HFCs. A U4E coorganizou uma série de ações de capacitação “Twinning” em soluções de refrigeração sustentável para altos funcionários com responsabilidade na temática da energia e do meio ambiente de quase 130 países em 2018 e em 2019. Muitos participantes expressaram preocupação sobre a definição de políticas desconexas que abordam apenas a eficiência ou apenas fluidos refrigerantes e solicitaram orientações sobre MEPS e etiquetas que abordassem os dois tópicos.

A U4E consultou dezenas de especialistas de vários setores e regiões para avaliar as melhores práticas e os novos desenvolvimentos tecnológicos. O objetivo tem sido equilibrar os níveis ambiciosos de eficiência energética com o tipo de fluido refrigerante, e simultaneamente limitar os impactos adversos nos custos iniciais e na disponibilidade dos produtos. É necessário desenvolver avaliações adicionais (tal como, avaliações de mercado e análises de impacto nos consumidores, fabricantes e geradores e distribuidoras de energia elétrica) antes de seguir as orientações deste guia. O conteúdo foi desenvolvido assumindo que os países interessados adotariam as recomendações aproximadamente até 2023, contudo o momento e o texto devem ser ajustados para quando e como for mais adequado. Embora as normas normalmente utilizadas sejam referenciadas, os países podem estar familiarizados com outras normas que funcionam bem no seu contexto específico.

Cada país tem características únicas. Este guia pretende ser um ponto de partida para o desenvolvimento de políticas regulatórias, em vez de um modelo final a ser adotado. Os processos regulatórios devem ser realizados de forma transparente e com tempo suficiente para lidar com as circunstâncias locais (por exemplo, disponibilidade e preços de produtos, níveis de renda, tarifas de serviços públicos etc.). Este processo é normalmente liderado pelo ministério com a tutela da área da energia, com o apoio dos organismos nacionais de normalização e conduzido em consulta com especialistas dos setores público e privado e da sociedade civil⁵. A Unidade Nacional de Ozônio (geralmente pertencente ao ministério com tutela do meio ambiente) deve estar intimamente envolvida nesse processo.

Os países comprometidos com a transformação do mercado e preparados para investir na avaliação do mercado, nas análises de impacto, nas consultas às partes interessadas, na monitorização, verificação, e conformidade, conscientização e outros, devem considerar a implementação de MEPS e etiquetas obrigatórios. Os países vizinhos também se devem alinhar, sempre que possível, para reduzir a complexidade e os custos de conformidade dos fabricantes e minimizar barreiras no trabalho de supervisão e fiscalização por parte dos funcionários. Abordagens consistentes entre países ajudam a gerar economias de escala para produtos eficientes, que economizam na fatura de energia elétrica, reduzem a poluição do ar, mitigam as emissões de gases com efeito estufa e permitem maior estabilidade⁶ da rede elétrica. A U4E pretende que este guia seja útil no apoio à utilização dos benefícios da eficiência energética e dos aparelhos de refrigeração ambientalmente amigáveis.

⁵ Veja a figura 2.9 na página 60 do Relatório sobre questões relacionadas à eficiência energética durante a redução gradual de HFCs para obter uma visão geral de um processo regulatório típico, disponível em http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop30/presession/Background-Documents/TEAP_DecisionXXIX-10_Task_Force_EE_September2018.pdf

⁶ Para obter uma ideia aproximada dos impactos na eletricidade e nos gases com efeito estufa pela adoção do Guia de Regulamento Modelo, consulte as Avaliações de economia de país feita pela U4E, disponível em <https://united4efficiency.org/countries/country-assessments>

Declaração de Exoneração de Responsabilidade

As designações empregues e a apresentação do material nesta publicação não implicam a expressão de qualquer opinião por parte do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente sobre o estatuto legal de qualquer país, território, cidade ou área e suas autoridades, ou sobre delimitação das suas fronteiras ou limites. Além disso, as opiniões expressas não representam necessariamente a decisão ou a política declarada do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, nem a citação de nomes comerciais ou processos comerciais constitui recomendação.

As informações contidas nesta publicação podem estar sujeitas a alterações sem aviso prévio. Embora os autores tenham tentado garantir que as informações tenham sido obtidas de fontes fiáveis, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente não se responsabiliza por erros ou omissões ou pelos resultados obtidos com o uso dessas informações. Todas as informações são fornecidas em estado de “confiança”, sem garantia de completude, precisão, atualização dos resultados obtidos com o uso dessas informações, e sem garantia de qualquer tipo, expressa ou implícita, incluindo, mas não se limitando, a garantias de desempenho, comercialização e adequação a uma finalidade específica.

Em nenhum caso o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, suas subsidiárias, colaboradores ou parceiros, agentes ou seus respectivos funcionários terão qualquer responsabilidade por qualquer ato e conduta relacionados às informações aqui fornecidas. Este aviso aplica-se a qualquer dano ou responsabilidade e, em nenhum caso, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente será responsável por quaisquer danos indiretos, consequenciais, exemplares, incidentais ou punitivos, incluindo lucros cessantes, mesmo que tenhamos sido avisados da possibilidade de tais danos.

Para mais informações, entre em contato:

Programa das Nações Unidas para o Meio
Ambiente – Iniciativa United for Efficiency
Economy Division
Energy, Climate, and Technology Branch
1 Rue Miollis, Building VII
75015, Paris
FRANCE
Tel: +33 (0)1 44 37 14 50
Fax: +33 (0)1 44 37 14 74
E-mail: u4e@un.org
<http://united4efficiency.org/>

Sumário

AGRADECIMENTOS.....	i
Prefácio.....	ii
Declaração de Exoneração de Responsabilidade.....	v
Artigo 1. Âmbito de Aplicação dos Produtos Cobertos	1
1.1 Âmbito.....	1
1.2 Exceções	1
Artigo 2. Termos e Definições.....	1
Artigo 3. Requisitos	5
3.1 Métodos de Ensaio e Cálculo do Consumo de Energia	5
3.2 Consumo Máximo de Energia.....	5
3.3 Desempenho Funcional.....	8
3.4 Fluido Refrigerante e Agente de Expansão para Espumas.....	8
3.5 Informação sobre o Produto.....	9
Artigo 4. Entrada em Vigor	9
Artigo 5. Declaração de Conformidade	9
Artigo 6. Vigilância do Mercado	10
Artigo 7. Revisão	11
Anexo 1. Exemplos do Cálculo do Consumo de Energia.....	12
Anexo 2. Exemplos de Cálculo do Fator de Volume Ajustado K	17
Anexo 3. Requisitos para os Níveis de Eficiência Energética	18

Lista de Tabelas

Tabela 1. Temperatura ambiente de referência e coeficientes a e b para a Equação 2	6
Tabela 2. Consumo anual máximo de energia (AEC_{Max})	6
Tabela 3. Temperaturas ambiente de referência opcionais e coeficientes a e b para a Equação 2	7
Tabela 4. Consumo anual máximo de energia (AEC_{Max}) para temperaturas ambiente de referência opcionais.....	7
Tabela 5. Requisitos para as características do fluido refrigerante e do agente de expansão para espumas (os números indicados são limites superiores)	8
Tabela 6. Limites de tamanho de carga de fluido refrigerante para hidrocarbonetos (HCs)	9
Tabela 7. Exemplos de cálculo do Fator de Volume Ajustado K	17
Tabela 8. Requisitos de etiquetagem para aparelhos de refrigeração.....	18

Siglas

AEC	Consumo Anual de Energia
AV	Volume Ajustado
CAR	Relatório de Avaliação da Conformidade
EC	Consumo de Energia
GWP	Potencial de Aquecimento Global
HC	Hidrocarboneto
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional
ISO	Organização Internacional de Normalização
K	Fator de Volume Ajustado
kWh	Quilowatt-hora
L	Litros
ODP	Potencial de Destruição do Ozônio (ou PDO em português)
U4E	United for Efficiency (Unidos pela Eficiência)
Wh	Watt-hora

Artigo 1. Âmbito de Aplicação dos Produtos Cobertos

1.1 Âmbito

Este regulamento modelo aplica-se a todos os aparelhos de refrigeração do tipo compressão de vapor, com um volume nominal igual ou superior a 10 litros (l) e igual ou inferior a 1.500 (l), alimentado por corrente elétrica e colocados no mercado para qualquer aplicação.

1.2 Exceções

Este regulamento não se aplica a:

- a) aparelhos de armazenamento de vinho,
- b) aparelhos de refrigeração com função de venda direta,
- c) aparelhos móveis de refrigeração,
- d) aparelhos cuja função principal não seja o armazenamento de alimentos por refrigeração,
- e) outros produtos que não atendam à definição de Refrigerador, Refrigerador-Congelador ou Congelador e
- f) outros aparelhos de refrigeração diferentes do tipo compressão de vapor.

Artigo 2. Termos e Definições

As definições dos termos relevantes neste documento estão listadas abaixo. A menos que especificado de outra forma, essas definições são harmonizadas com as definições da norma IEC 62552:2015 *Aparelhos de refrigeração para uso doméstico - Características e métodos de ensaio (Parte 1, 2 e 3)*.

Aparelho de Refrigeração

Aparelho com isolamento térmico, com um ou mais compartimentos controlados a temperaturas específicas e cujo tamanho e equipamentos são adequados para uso residencial ou semi-comercial, resfriados por convecção natural ou por um sistema de convecção forçada, pelo qual o resfriamento é obtido por um ou mais meios de consumo de energia.

Aparelho de refrigeração Frost-free

Aparelho de refrigeração em que todos os compartimentos contam com degelo automático e descarte automático da água do degelo; e pelo menos um compartimento é resfriado por um sistema de degelo Frost-Free.

Aparelho de refrigeração móvel

Um aparelho de refrigeração que pode ser usado onde não há acesso à rede elétrica e que usa eletricidade de voltagem extra baixa (<120 V DC), ou combustível, ou ambos como fonte de energia para a funcionalidade de refrigeração, incluindo os aparelhos de refrigeração que, além de eletricidade de voltagem extra baixa, combustível, ou ambos, podem ser operados com energia da rede elétrica.

Aparelho de armazenamento de vinho

Um aparelho de refrigeração dedicado ao armazenamento de vinho, com controle preciso de temperatura para condições de armazenamento e temperatura adequadas ao armazenamento de vinho.

Compartimento

Um espaço fechado dentro de um aparelho de refrigeração, que é diretamente acessível através de uma ou mais portas externas, pode ser dividido em sub-compartimentos.

Compartimento de alimentos frescos

Compartimento para o armazenamento e conservação de alimentos não congelados.

Compartimento congelador

Compartimento que atende aos requisitos de três e quatro estrelas (em certos casos, seções e/ou subcompartimentos de duas estrelas são permitidos dentro do compartimento congelador).

Compartimento de alimentos congelados

Qualquer um dos seguintes tipos de compartimentos: uma estrela, duas estrelas, três estrelas, quatro estrelas.

Compartimento de uma estrela

Compartimento em que a temperatura de armazenamento não excede -6°C .

Compartimento de duas estrelas

Compartimento em que a temperatura de armazenamento não excede -12°C .

Compartimento de três estrelas

Compartimento em que a temperatura de armazenamento não excede -18°C .

Compartimento de quatro estrelas

Compartimento em que a temperatura de armazenamento atende às condições de três estrelas e onde a capacidade mínima de congelamento atende aos requisitos da Cláusula 8 da IEC 62552-2:2015.

Congelador

Aparelho de refrigeração apenas com compartimentos congelados, pelo menos um dos quais é um compartimento congelador.

Degelo manual

Degelo que não é resultado de um processo automático.

Dispositivo de serviço através da porta

Dispositivo num aparelho de refrigeração que dispensa elementos refrigerados ou congelados através de uma abertura na sua porta externa, e sem necessidade de abrir essa porta externa, como dispensadores de cubos de gelo ou dispensadores de água gelada.

Fluido Refrigerante

Fluido usado para transferência de calor num sistema de refrigeração, que absorve calor a uma temperatura baixa e a uma baixa pressão do fluido, e o rejeita a uma maior temperatura e pressão do fluido, geralmente envolvendo alterações na fase no fluido.

Frost-free

Degelo no evaporador em que não é necessária nenhuma ação pelo usuário para iniciar a remoção da acumulação de gelo por qualquer configuração de controle de temperatura ou para restaurar a operação normal. O descarte da água de degelo é automático.

Interruptor de inverno

Sistema de controle de um aparelho de refrigeração que possui mais de um tipo de compartimento, com um único compressor e termostato, e que possui um dispositivo de comutação que garante que o compressor continue trabalhando para manter as temperaturas adequadas de armazenamento nos outros compartimentos, mesmo que não seja necessário para o compartimento em que o termostato está localizado.

Produtos alimentícios

Alimentos e bebidas destinados ao consumo.

Potencial de Aquecimento Global (GWP)

Uma medida de quanto calor um gás com efeito estufa retém na atmosfera num intervalo de tempo específico, em relação a uma massa igual de dióxido de carbono na atmosfera. Os valores de GWP neste documento referem-se aos medidos no *Quinto Relatório de Avaliação do IPCC* num período de 100 anos.

Potencial de destruição do ozônio (ODP)

Quantidade de degradação na camada estratosférica de ozônio causado por um fluido refrigerante em comparação ao triclorofluorometano (CFC-11). Os ODPs neste documento referem-se ao *Manual do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, Décima Segunda Edição, anexos A, B, C e F.*

Relatório de Avaliação da Conformidade (CAR) ou Certificado de Conformidade

Documentação preparada pelo fabricante ou importador do produto que contém a declaração ou certificado de conformidade, as evidências e os relatórios de ensaios para demonstrar que o produto é totalmente compatível com todos os requisitos regulamentares aplicáveis.

Refrigerador

Aparelho de refrigeração destinado a armazenar alimentos, e com pelo menos um compartimento para alimentos frescos.

Refrigerador-Congelador

Aparelho de refrigeração com pelo menos um compartimento de alimentos frescos e pelo menos um compartimento congelador.

Temperatura ambiente

Temperatura no espaço ao redor do aparelho de refrigeração em ensaio ou avaliação.

Temperatura ambiente de referência

Temperatura ambiente representativa durante o ano para uma região específica.

Volume Ajustado (AV)

Volume para armazenamento de alimentos ajustado pela contribuição relativa ao consumo total de energia, de acordo com as diferentes temperaturas dos compartimentos de armazenamento. O AV é calculado com base no volume, conforme descrito no Artigo 3.

Artigo 3. Requisitos

Os aparelhos de refrigeração abrangidos pelo Artigo 1. devem cumprir os requisitos de eficiência energética do Artigo 3. É proibida a importação de aparelhos de refrigeração usados.

3.1 Métodos de Ensaio e Cálculo do Consumo de Energia

A conformidade com os requisitos de eficiência energética deve ser testada de acordo com a IEC 62552:2015 *Aparelhos de refrigeração para uso doméstico - Características e métodos de ensaio (IEC 62552)*⁷. Para aparelhos de refrigeração com dispositivos de serviço através da porta que podem ser ligados e desligados pelo usuário final, estes dispositivos devem ser ligados durante a medição do consumo de energia, mas sem operação.

3.2 Consumo Máximo de Energia

O desempenho energético de todos os aparelhos de refrigeração dentro do âmbito deste documento deve atender aos requisitos máximos de consumo de energia descritos abaixo.

O consumo anual de energia (AEC), calculado pela Equação 1⁸, deve ser menor ou igual ao Consumo anual máximo de energia (AEC_{Max}), calculado conforme a Tabela 2.

Equação 1. $AEC = EC_T \times (365/1000)$ em kWh por ano

em que EC_T é o consumo de energia em Wh por 24 horas, com base na temperatura ambiente T, calculado pela Equação 2 e arredondado para o número inteiro mais próximo.

Equação 2. $EC_T = a \times EC_{16} + b \times EC_{32}$ em Wh por dia

em que EC_{16} é o consumo de energia medido à temperatura ambiente de 16°C e EC_{32} é o consumo de energia medido à temperatura ambiente de 32°C, de acordo com a norma IEC 62552-3:2015

⁷ O consumo de energia é determinado de acordo com a norma internacional IEC 62552:2015, a partir de medições realizadas quando testadas conforme especificado a 16°C e 32°C. O consumo de energia pode ser medido apenas a 32°C (ou apenas 16°C) se a temperatura ambiente de referência definida pelo regulamento for 32°C (ou 16°C, respectivamente). No entanto, usar apenas 16°C ou 32°C como temperatura ambiente de referência não é recomendado, pois isso incumprir o objetivo da IEC 62552 com duas temperaturas de ensaio. Embora os métodos IEC 62552 sejam referências principais, os países podem considerar outros que atendem ao mesmo objetivo e mantêm os requisitos de eficiência energética.

⁸ Algumas normas regionais acrescentam eficiência no processamento de carga ou consumo de energia auxiliar para definir os requisitos anuais máximos de consumo de energia. A norma IEC 62552:2015 especifica métodos de ensaio para a eficiência de processamento de carga e consumo de energia de auxiliares específicos.

Se a temperatura típica em que os aparelhos de refrigeração são usados no país não for conhecida, a temperatura ambiente de referência de 24°C e os coeficientes a e b da Tabela 1 podem ser usados para a Equação 2.

Tabela 1. Temperatura ambiente de referência e coeficientes a e b para a Equação 2

Temperatura ambiente de referência (°C)	a	b
24	0.5	0.5

Tabela 2. Consumo anual máximo de energia (AEC_{Max})

Temperatura ambiente de referência	Tipo de produto	AEC _{Max} (kWh/ano)
24°C	Refrigerador	0.163×AV+102
	Refrigerador-Congelador	0.222×AV+161
	Congelador	0.206×AV+190

Em que AV é o Volume ajustado, conforme calculado pela Equação 3

$$\text{Equação 3. Volume Ajustado (AV)} = \sum_{i=1}^n (V_i \times K_i \times F_i)$$

em que:

- V_i : Volume do i th compartimento
- K_i é o fator de volume ajustado, calculado pela Equação 4 e arredondado para duas casas decimais, e F_i é o fator de ajuste de degelo.

$$\text{Equação 4. } K = \frac{T_1 - T_c}{T_1 - T_2}$$

em que T_1 é a temperatura ambiente de referência selecionada pelo país, T_2 é a temperatura do compartimento de alimentos frescos (4°C) e T_c é a temperatura do compartimento individual em questão.⁹

$F=1.1$ para compartimentos de alimentos congelados com a tecnologia de degelo Frost-free; caso contrário, $F=1.0$.

⁹ Veja o anexo 1 para exemplos do cálculo do consumo de energia e o anexo 2 para exemplos do cálculo do fator de volume ajustado (K)

O cálculo do AEC_{Max} deve ser arredondado para o kWh mais próximo por ano. Se o cálculo está na metade entre os valores mais próximos de dois kWh por ano, o AEC_{Max} será arredondado para o valor mais alto.

A temperatura ambiente de referência pode ser selecionada para ser inferior ou superior a 24°C, se apropriado para o país. As tabelas 3 e 4 mostram referências opcionais da temperatura ambiente de referência e seus requisitos associados. Para outra temperatura ambiente de referência, pode-se realizar interpolação ou extrapolação para obter uma estimativa nessa temperatura.

Tabela 3. Temperaturas ambiente de referência opcionais e coeficientes a e b para a Equação 2

Temperatura ambiente de referência (°C)	a	b
20	0.75	0.25
32	0	1.0

Tabela 4. Consumo anual máximo de energia (AEC_{Max}) para temperaturas ambiente de referência opcionais.

Temperatura ambiente de referência	Tipo de produto	AEC_{Max} (kWh/ano)
20°C	Refrigerador	$0.134 \times AV + 84$
	Refrigerador-Congelador	$0.188 \times AV + 137$
	Congelador	$0.175 \times AV + 161$
32°C	Refrigerador	$0.220 \times AV + 137$
	Refrigerador-Congelador	$0.288 \times AV + 210$
	Congelador	$0.268 \times AV + 247$

Para que um produto atenda ao nível de alta eficiência, o índice de eficiência energética deve ser calculado pela equação 5, arredondado para duas casas decimais, e deve atender aos requisitos da Tabela 8.

Equação 5.
$$R = \frac{AEC_{Max}}{AEC}$$

3.3 Desempenho Funcional

A temperatura no interior do compartimento de alimentos frescos do aparelho de refrigeração deve ser ajustada para + 4°C, conforme descrito na norma IEC 62552-3:2015.

A temperatura no interior do compartimento para alimentos congelados do aparelho de refrigeração deve ser ajustável entre -6°C e -18°C, conforme descrito na norma IEC 62552-3:2015.

Um compartimento de quatro estrelas deve ser qualificado com os requisitos mínimos de capacidade de congelamento da Cláusula 8 da norma IEC 62552-2: 2015.

Os aparelhos de refrigeração devem ser testados com tensão e frequência de corrente alternada (CA), conforme descrito na norma IEC 62552-1:2015.

Os aparelhos de refrigeração devem operar adequadamente com a tensão nominal e com proteção contra sobretensão +/- 15%.

Os aparelhos de refrigeração que, de acordo com as instruções do fabricante, podem ser utilizados em temperaturas ambiente abaixo de +16°C e tenham um interruptor de inverno, devem ter esse interruptor de inverno ativado ou desativado automaticamente de acordo com a necessidade de manter o compartimento congelado à temperatura correta.

3.4 Fluido Refrigerante e Agente de Expansão para Espumas¹⁰

O Potencial de Destruição da Camada de Ozônio (ODP) e o Potencial de Aquecimento Global (GWP) num horizonte de 100-anos dos fluidos refrigerantes e agentes de expansão para espumas usados em aparelhos de refrigeração devem cumprir os limites listados na Tabela 5.

Tabela 5. Requisitos para as características do fluido refrigerante e do agente de expansão para espumas (os números indicados são limites superiores)

Tipo de produto	GWP	ODP
Todos os tipos	20	0

Os produtos que utilizam hidrocarbonetos (HC) como fluido refrigerante devem estar em conformidade com a IEC 60335-2-24: 2010/AMD:2017, ou uma revisão subsequente ou uma edição nacionalmente modificada da IEC 60335-2-24.

¹⁰ Os países podem pretender variar a data em que esses requisitos entram em vigor com base na disponibilidade e no custo de fluidos refrigerantes viáveis, o que pode não coincidir com a disponibilidade e o custo de atender aos requisitos de eficiência energética.

Tabela 6. Limites de tamanho de carga de fluido refrigerante para hidrocarbonetos (HCs)

Tipo de produto	Carga máxima
Todos os tipos (refrigeração doméstica)	0.15 kg

3.5 Informação sobre o Produto

O fabricante do equipamento original deve fornecer uma etiqueta energética ao importador, revendedor do produto ou instalador antes que o produto seja comercializado.

A etiqueta deve indicar:

- 1) Nome do modelo / número de série;
- 2) Tipo de unidade [refrigerador, refrigerador-congelador ou congelador];
- 3) País onde o produto foi fabricado;
- 4) Volume dos diferentes compartimentos e indicação se são Frost-free;
- 5) Nível de eficiência energética;
- 6) Consumo anual de energia em kWh à temperatura ambiente de referência (°C ou °F);
- 7) Temperatura(s) ambiente de referência usada na classificação de eficiência;
- 8) Designação do fluido refrigerante e o agente de expansão para espumas usados de acordo com a ISO 817 ou ASHRAE 34, incluindo o ODP e GWP.

Todas as representações do desempenho energético devem indicar que a classificação de desempenho se baseia na medição de acordo com [nome da norma de ensaios], um valor indicativo e não representativo do consumo anual real de energia em todas as situações.

A etiqueta deve ser afixada no produto em um local facilmente visível para o consumidor.

Artigo 4. Entrada em Vigor

O presente regulamento deve entrar em vigor não antes de [data] e pelo menos [seis meses / 1 ano] após a adoção.

Artigo 5. Declaração de Conformidade

A conformidade com os requisitos do Artigo 3 e quaisquer reivindicações opcionais adicionais deve ser demonstrada no CAR, que:

- 1) demonstre que o modelo do produto atende aos requisitos deste regulamento;
- 2) forneça qualquer outra informação necessária no arquivo da documentação técnica; e
- 3) especifique a configuração de referência e as condições em que o produto está em conformidade com este regulamento.

O CAR deve ser enviado ao [nome da agência] para revisão antes de disponibilizar o produto para venda. Se o CAR para o modelo designado for aprovado, o que é confirmado por correspondência escrita de [nome da agência]¹¹ e listagem do produto em qualquer [sistema de registro de produto] aplicável, o modelo poderá ser vendido no mercado. Se um CAR for rejeitado, uma explicação por escrito será fornecida ao remetente. Todos os aspectos identificados na explicação escrita devem ser abordados num CAR revisto. Até a aprovação do CAR, o produto não é elegível para venda no mercado. O CAR é válido para o modelo designado por 24 meses. Um CAR atualizado ou um aviso de retirada deve ser enviado ao [nome da agência] pelo menos 90 dias antes da alteração nas especificações ou cancelamento da produção do produto atualmente certificado.

Artigo 6. Vigilância do Mercado

A autoridade designada que implementa este regulamento deve desenvolver um programa para verificar a conformidade com este regulamento e vigiar o mercado procurando as não conformidades. O programa deve incluir detalhes sobre o tamanho da amostra, requisitos de acreditação dos laboratórios (certificação ISO / IEC 17025) e um processo de prova que os fabricantes podem utilizar se o teste inicial de verificação do seu produto estiver fora de conformidade¹². O programa também deve considerar a especificação da tolerância para as diferenças encontradas entre os valores declarados pelo fabricante durante a certificação do produto (consumo de energia, volume etc.) e as medições resultantes dos testes de verificação desse produto.¹³

[Nome da agência] será responsável pelas atividades de verificação de conformidade que incluem a avaliação potencial de sanções por produtos que não cumpram com os regulamentos do país. [Nome da agência] deve estabelecer políticas escritas que especifiquem claramente sua autoridade, procedimentos e sanções. Todos os testes realizados para fins de conformidade e de fiscalização do mercado devem ser realizados usando os métodos de medição e cálculo estabelecidos neste regulamento.

¹¹ As responsabilidades geralmente são divididas entre várias agências; portanto, liste as que forem apropriadas para cada etapa.

¹² Para obter mais orientações sobre como desenvolver e implementar programas de certificação de conformidade, vigilância de mercado e cumprimento, consulte o Guia de Políticas da U4E. Estipulações adicionais a respeito de tais protocolos são frequentemente incluídas nos documentos de legislação/política de MEPS e etiquetas. Dada a variedade nas abordagens baseadas no contexto nacional, um exemplo específico não é fornecido neste guia.

¹³ Por exemplo, para que um produto esteja em conformidade com algumas regulamentações existentes, o consumo anual de energia determinado por meio de testes de verificação não deve ser mais de 10% superior ao nível de consumo declarado durante a certificação do produto. Além disso, o volume determinado por meio de teste de verificação deve estar dentro de $\pm 3\%$ do volume declarado durante a certificação. Esses valores de tolerância podem variar, e a configuração de valores específicos faz parte de cada processo regulamentar individual.

Artigo 7. Revisão

Este regulamento deve ser reforçado com uma simples regulamentação administrativa, com base numa avaliação atualizada do mercado, realizada sobre o custo e a disponibilidade de novas tecnologias, uma vez a cada cinco anos após a entrada em vigor do presente regulamento.

Em futuras revisões, se forem escolhidos valores de R superiores a 1 para determinar um requisito mais estrito no consumo anual máximo de energia, as equações da Tabela 2 ou da Tabela 5 não precisam ser revistas. Se $R = 1$ indica o requisito de consumo anual máximo de energia, as equações da Tabela 2 ou Tabela 5 precisam ser atualizadas ajustando os coeficientes.

Anexo 1. Exemplos do Cálculo do Consumo de Energia

A. Refrigerador

Considerou-se um refrigerador apenas com compartimento para alimentos frescos.

Etapa 1: Volume ajustado

À temperatura ambiente de referência de 20°C

	Volume (l)	Fator de volume ajustado K	Volume ajustado (l)
Armazenamento de alimentos frescos	92	$\frac{20 - 4}{20 - 4} = 1.00$	(92 × 1.00) = 92
Armazenamento de alimentos congelados	-	-	

À temperatura ambiente de referência de 24°C

	Volume (l)	Fator de volume ajustado K	Volume ajustado (l)
Armazenamento de alimentos frescos	92	$\frac{24 - 4}{24 - 4} = 1.00$	(92 × 1.00) = 92
Armazenamento de alimentos congelados	-	-	

À temperatura ambiente de referência de 32°C

	Volume (l)	Fator de volume ajustado K	Volume ajustado (l)
Armazenamento de alimentos frescos	92	$\frac{32 - 4}{32 - 4} = 1.00$	(92 × 1.00) = 92
Armazenamento de alimentos congelados	-	-	

Etapa 2: Consumo anual de energia

Temperatura de medição		16°C		32°C	
		Configurações de controle de temperatura	Escala controle termostato	5.5	5.0
Temperatura no compartimento de alimentos frescos	°C	3.3	5.1	3.7	4.9
Consumo de energia por 24h	kWh/24h	0.259	0.223	0.874	0.785
Consumo de energia por interpolação *	kWh/24h	0.245		0.852	
Consumo diário de energia a 20°C (EC ₂₀)	kWh/24h	0.245 × 0.75 + 0.852 × 0.25 = 0.397			
Consumo anual de energia a 20°C (AEC ₂₀)	kWh/ano	145			
Consumo diário de energia a 24°C (EC ₂₄)	kWh/24h	0.245 × 0.5 + 0.852 × 0.5 = 0.549			
Consumo anual de energia a 24°C (AEC ₂₄)	kWh/ano	200			

*Vários ensaios podem ser feitos na mesma temperatura ambiente de medição usando diferentes configurações de controle de temperatura no termostato para obter vários valores do consumo de energia e assim calcular por interpolação o consumo de energia num ponto em que o compartimento de alimentos frescos esteja exatamente a +4°C. Referência IEC 62552:2015, parte 3, anexo I (exemplos resolvidos de cálculos de consumo de energia), secção I.3.2.2 (exemplo de compartimento único) para metodologia de cálculo detalhada.

Etapa 3: Índice de consumo de energia – R

Temperatura de referência	20°C	24°C	32°C
Volume (l)	Compartimento de alimentos frescos (92 L)		
AV (l)	92	92	92
EC (kWh/d)	0.397	0.549	0.852
AEC (kWh/ano)	$0.397 \times 365 = 145$	$0.549 \times 365 = 200$	$0.852 \times 365 = 311$
R	$\frac{0.134 \times 92 + 84}{145} = 0.66$	$\frac{0.163 \times 92 + 102}{200} = 0.58$	$\frac{0.220 \times 92 + 137}{311} = 0.51$

O consumo de energia deste modelo excede o consumo anual máximo de energia, ou seja, $R < 1$ e, portanto, o modelo não atende aos requisitos de desempenho energético.

B. Refrigerador-Congelador

Considerou-se um aparelho de refrigeração Frost-free (degelo automático) com um compartimento para alimentos frescos e um compartimento congelador

Etapa 1: Volume Ajustado

À temperatura ambiente de referência de 20°C

	Volume medido (l)	Fator de volume ajustado K	Volume ajustado (l)
Armazenamento de alimentos frescos	137	$\frac{20 - 4}{20 - 4} = 1.00$	$137 \times 1.00 + 63 \times 2.38 \times 1.1 = 302$
Armazenamento de alimentos congelados	63	$\frac{20 - (-18)}{20 - 4} = 2.38$	

À temperatura ambiente de referência de 24°C

	Volume medido (l)	Fator de volume ajustado K	Volume ajustado (l)
Armazenamento de alimentos frescos	137	$\frac{24 - 4}{24 - 4} = 1.00$	$137 \times 1.00 + 63 \times 2.1 \times 1.1 = 283$
Armazenamento de alimentos congelados	63	$\frac{24 - (-18)}{24 - 4} = 2.10$	

À temperatura ambiente de referência de 32°C

	Volume medido (l)	Fator de volume ajustado K	Volume ajustado (l)
Armazenamento de alimentos frescos	137	$\frac{32 - 4}{32 - 4} = 1.00$	$137 \times 1.00 + 63 \times 1.79 \times 1.1 = 261$
Armazenamento de alimentos congelados	63	$\frac{32 - (-18)}{32 - 4} = 1.79$	

Etapa 2: Consumo anual de energia

Temperatura de medição		16°C		32°C	
Configurações de controle de temperatura	Escala controle termostato	5.0	4.1	4.9	4.6
Temperatura no compartimento de alimentos frescos	°C	3.6	4.1	3.7	4.9
Temperatura no compartimento de alimentos congelados	°C	-20.9	-19.3	-21.6	-20.4
Consumo de energia por 24h	kWh/24h	0.475	0.432	0.739	0.679
Consumo de energia por interpolação *	kWh/24h	0.441		0.724	
Consumo diário de energia a 20°C (EC ₂₀)	kWh/24h	$0.441 \times 0.75 + 0.724 \times 0.25 = 0.512$			
Consumo anual de energia a 20°C (AEC ₂₀)	kWh/ano	187			
Consumo diário de energia a 24°C (EC ₂₄)	kWh/24h	$0.441 \times 0.5 + 0.724 \times 0.5 = 0.583$			
Consumo anual de energia a 24°C (AEC ₂₄)	kWh/ano	213			

*Vários ensaios podem ser feitos na mesma temperatura ambiente de medição usando diferentes configurações de controle de temperatura no termostato para obter vários valores do consumo de energia e assim calcular por interpolação o consumo de energia num ponto em que o compartimento de alimentos frescos/congelador esteja exatamente a +4°C/-18°C. Referência IEC 62552: 2015, parte 3, anexo I (exemplos resolvidos de cálculos de consumo de energia).

Etapa 3: Índice de consumo de energia – R

Temperatura de referência	20°C	24°C	32°C
Volume (l)	Compartimento de alimentos frescos (137 L), Compartimento de alimentos congelados (63 L)		
AV (l)	302	283	261
EC (kWh/d)	0.512	0.583	0.724
AEC (kWh/ano)	$0.512 \times 365 = 187$	$0.583 \times 365 = 213$	$0.724 \times 365 = 264$
R	$\frac{0.188 \times 302 + 137}{187} = 1.06$	$\frac{0.222 \times 283 + 161}{213} = 1.05$	$\frac{0.288 \times 261 + 210}{264} = 1.08$

O consumo de energia deste modelo não excede o consumo anual máximo de energia, ou seja, R>1 e, portanto, o modelo atende aos requisitos de desempenho energético.

1-C. Congelador

Considerou-se um aparelho de refrigeração Frost-free (degelo automático) com apenas um compartimento congelador.

Etapa 1: Volume ajustado

À temperatura ambiente de referência de 20°C

	Volume (l)	Fator de volume ajustado K	Volume ajustado (l)
Armazenamento de alimentos frescos	-	-	$(295 \times 2.38) \times 1.1 = 772$
Armazenamento de alimentos congelados	295	$\frac{20 - (-18)}{20 - 4} = 2.38$	

À temperatura ambiente de referência de 24°C

	Volume (l)	Fator de volume ajustado K	Volume ajustado (l)
Armazenamento de alimentos frescos	-	-	$(295 \times 2.10) \times 1.1 = 681$
Armazenamento de alimentos congelados	295	$\frac{24 - (-18)}{24 - 4} = 2.10$	

À temperatura ambiente de referência de 32°C

	Volume (l)	Fator de volume ajustado K	Volume ajustado (l)
Armazenamento de alimentos frescos	-	-	$(295 \times 1.79) \times 1.1 = 581$
Armazenamento de alimentos congelados	295	$\frac{32 - (-18)}{32 - 4} = 1.79$	

Etapa 2: Consumo anual de energia

Temperatura de medição		16°C		32°C	
Configurações de controle de temperatura	Escala controle termostato	3.7	3.4	3.5	3.0
Temperatura no compartimento de alimentos frescos	°C	-	-	-	-
Temperatura no compartimento de alimentos congelados	°C	-18.7	-17.8	-18.4	-17.7
Consumo de energia por 24h	kWh/24h	0.691	0.665	1.330	1.294
Consumo de energia por interpolação *	kWh/24h	0.671		1.309	
Consumo diário de energia a 20°C (EC ₂₀)	kWh/24h	$0.671 \times 0.75 + 1.309 \times 0.25 = 0.831$			
Consumo anual de energia a 20°C (AEC ₂₀)	kWh/ano	303			
Consumo diário de energia a 24°C (EC ₂₄)	kWh/24h	$0.671 \times 0.5 + 1.309 \times 0.5 = 0.990$			
Consumo anual de energia a 24°C (AEC ₂₄)	kWh/ano	361			

*Vários ensaios podem ser feitos na mesma temperatura ambiente de medição usando diferentes configurações de controle de temperatura no termostato para obter vários valores do consumo de energia e assim calcular por interpolação o consumo de energia num ponto em que o compartimento congelador esteja exatamente a -18°C. Referência IEC 62552: 2015, parte 3, anexo I (exemplos resolvidos de cálculos de consumo de energia) , seção I.3.2.2 (exemplo de compartimento único) para metodologia de cálculo detalhada.

Etapa 3: Índice de consumo de energia – R

Temperatura de referência	20°C	24°C	32°C
Volume (l)	Compartimento de alimentos congelados (295 L)		
AV (l)	772	681	581
EC (kWh/d)	0.831	0.990	1.309
AEC (kWh/ano)	$0.831 \times 365 = 303$	$0.990 \times 365 = 361$	$1.309 \times 365 = 478$
R	$\frac{0.175 \times 772 + 161}{303} = 0.98$	$\frac{0.206 \times 681 + 190}{361} = 0.91$	$\frac{0.268 \times 581 + 247}{478} = 0.84$

O consumo de energia deste modelo excede o consumo anual máximo de energia, ou seja, $R < 1$ e, portanto, o modelo não atende aos requisitos de desempenho energético.

Anexo 2. Exemplos de Cálculo do Fator de Volume Ajustado K

Tabela 7. Exemplos de cálculo do Fator de Volume Ajustado K

Temperatura de referência	Compartimento de alimentos frescos	Compartimento de alimentos congelados	
$T_1=24^{\circ}\text{C}$	$K=1$ ($T_2=4^{\circ}\text{C}$)	$T_c = -6^{\circ}\text{C}$	$K=1.50$
		$T_c = -12^{\circ}\text{C}$	$K=1.80$
		$T_c = -18^{\circ}\text{C}$	$K=2.10$
$T_1=20^{\circ}\text{C}$	$K=1$ ($T_2=4^{\circ}\text{C}$)	$T_c = -6^{\circ}\text{C}$	$K=1.63$
		$T_c = -12^{\circ}\text{C}$	$K=2.00$
		$T_c = -18^{\circ}\text{C}$	$K=2.38$
$T_1=32^{\circ}\text{C}$	$K=1$ ($T_2=4^{\circ}\text{C}$)	$T_c = -6^{\circ}\text{C}$	$K=1.36$
		$T_c = -12^{\circ}\text{C}$	$K=1.57$
		$T_c = -18^{\circ}\text{C}$	$K=1.79$

Anexo 3. Requisitos para os Níveis de Eficiência Energética

Etiquetas que indicam o nível de eficiência energética podem ser usadas nas unidades que atendem ou excedem os níveis mínimos de eficiência especificados no Artigo 3. A Tabela 8 mostra uma escala possível para classificações de desempenho energético de aparelhos de refrigeração.

Tabela 8. Requisitos de etiquetagem para aparelhos de refrigeração

Nível	Refrigerador	Refrigerador- Congelador	Congeladores
Alta eficiência	$R \geq 1.50$	$R \geq 1.50$	$R \geq 1.50$
Intermédio	$1.25 \leq R < 1.50$	$1.25 \leq R < 1.50$	$1.25 \leq R < 1.50$
Baixa Eficiência	$1.00 \leq R < 1.25$	$1.00 \leq R < 1.25$	$1.00 \leq R < 1.25$

