



Eletrobras

**Análise de Impacto
Regulatório dos
Refrigeradores e
Congeladores**

Relatório Técnico

PRFP – 030/2022

Análise de Impacto Regulatório dos Refrigeradores e Congeladores

Produto elaborado e aprovado por:

Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética- CGIEE

Elaborado por:

Victor Zidan da Fonseca- Eletrobras

Marcello Rocha- Eletrobras

Conrado Augustus de Melo- Universidade Federal do ABC

Revisão:

Alexandra Maciel- analista de infraestrutura- Coordenação Geral de Eficiência Energética/Ministério de Minas e Energia

Samira S. F. de Souza Carmo- Coordenadora Geral de Eficiência Energética/ Ministério de Minas e Energia

Rio de Janeiro, 21 de novembro de 2022.

Sumário

Sumário Executivo	5
1 Histórico	6
2 Definição de Premissas	7
3 Identificação do problema	8
3.1 Contexto do sistema elétrico	10
3.2 Contexto do Mercado Nacional	12
3.2.1 Dados gerais	12
3.2.2 Cadeia de valor	17
3.3 Contexto Internacional	18
3.4 Contexto socioeconômico	21
3.5 Contexto ambiental	21
3.6 Contexto regulatório	22
4 Extensão do problema	23
5 Identificação dos grupos afetados pelo problema regulatório	24
6 Identificação da base legal	26
7 Definição dos objetivos	26
9 Análise dos Impactos da Proposta Regulatória	26
10 Análise dos Impactos	28
10.1 Impacto Energético	28
10.1.1 Cenários propostos e premissas	28
10.1.1.1 Cenário base	30
10.1.1.2 Cenários alternativos	31
10.1.1.3 Resultados	36

10.1.1.4	Análise sobre os equipamentos atingidos	38
10.2	Impacto Ambiental	39
10.3	Impactos Econômicos	41
11	Análise Extra dos Impactos	43
11.1	Avaliação do Cenário 1	44
11.2	Avaliação do Cenário 2	45
11.3	Avaliação do Cenário 3	46
12	Conclusão	47
12.1	Resumo dos cenários apresentados	47
12.2	Análise extra fornecida pela Clasp	48
13	Referências	49
Anexo 1	Metodologia de avaliação do consumo de refrigeradores e assemelhados	50
1.1	Fontes de dados	50
1.2	Premissas adotadas nos modelos de estoque e consumo	51
1.3	Modelo de cálculo de consumo de energia	51
1.4	Modelo de contabilização do estoque	53

Sumário Executivo

O presente estudo de impacto tem o objetivo de subsidiar o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética, CGIEE, com informações sobre eventuais impactos econômicos, sociais e ambientais da proposta dos níveis máximos de consumo (C/Cp) dos Refrigeradores e Congeladores e revisão do programa de metas.

Este estudo apresentará uma proposta de níveis máximos de consumo (C/Cp) aos membros do CGIEE. A proposta de aplicação dos níveis máximos de consumo (C/Cp) é que seja realizada em duas etapas, conforme mostrado a seguir:

Tabela 1 – proposta de aplicação dos níveis máximos de consumo (C/Cp)

	Níveis Máximos de Consumo (C/Cp)	
	Etapa 1	Etapa 2
Frigobar, Refrigerador, Refrigerador Frost Free, Combinado, Combinado Frost Free	Decisão do CGIEE	Decisão do CGIEE
	Datas limite	
Fabricação e Importação	xx/xx/20xx	xx/xx/20xx
Comercialização por Fabricantes e Importadoras	xx/xx/20xx	xx/xx/20xx
Comercialização por Atacadistas e Varejistas	xx/xx/20xx	xx/xx/20xx

Destaca-se que, para as novas propostas, os níveis máximos de consumo (C/Cp) dos refrigeradores e congeladores a partir da Etapa 2, que foram calculados considerando a norma técnica IEC 62552-3:2020 e as orientações contidas na Portaria Inmetro nº 332, de 2 de agosto de 2021.

A análise de impacto regulatório foi realizada com a aplicação de ferramenta desenvolvida pela Universidade Federal do ABC com apoio da FAPESP, denominada Planilha de Análise de Impactos Regulatórios – Eficiência Energética (PAIREE). Foram calculados os impactos energético, ambiental e econômico auferidos no horizonte de 2030.

O instituto internacional CLASP também forneceu subsídios para este documento, apresentando uma análise extra de impacto energético, ambiental, de preço ao consumidor final e de mercado levando em consideração a segunda fase de implantação dos novos MEPS.

1 Histórico

O Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) foi instituído em 19 de dezembro de 2001 pelo Decreto nº 4.059, o qual regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Em 27 de junho de 2019, o Decreto nº 9.864 substituiu o Decreto nº 4.059, atualizando o rol de membros do CGIEE e do Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País (GT-Edificações), e estabelecendo novas competências.

O CGIEE e seus Comitês Técnicos contam com apoio técnico do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO, do Programa Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia – PROCEL/ELETROBRAS, do Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural - CONPET, do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL, da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis – ANP.

Os refrigeradores e assemelhados foram regulamentados quanto aos níveis máximos de consumo (C/Cp) em 2007, por meio da Portaria Interministerial MME/MCT/MDIC nº 362, de 24 de dezembro de 2007. Em 2011 foi aprovado o primeiro plano de metas para essa classe de equipamentos, por meio da Portaria Interministerial MME/MCT/MDIC nº 326, de 26 de maio de 2011, e, em 2018, ocorreu a segunda revisão, por meio da Portaria Interministerial MME/MDIC/MCTIC nº 01, de 14 de maio de 2018.

Considerando a importância que os refrigeradores e congeladores têm tido no consumo energético nacional, especialmente nos setores residencial, bem como as perspectivas de aumento da penetração deste equipamento no mercado nacional, o CGIEE irá deliberar, em uma reunião, que ocorrerá no ano de 2022, a nova revisão do programa de metas para refrigeradores e congeladores, a fim de ampliar os ganhos de eficiência energética destes equipamentos. Nesse sentido, o CGIEE solicitou à Eletrobras/Procel, como entidade que presta apoio técnico ao Comitê, que desenvolvesse estudo de avaliação do impacto regulatório da implementação da revisão sugerida. Assim sendo, o presente estudo busca auxiliar o CGIEE a tomar a decisão, face aos possíveis impactos das mudanças propostas, quanto à viabilidade de

implementação dos níveis máximos de consumo (C/Cp) propostos para esses produtos, nas datas sugeridas.

2 Definição de Premissas

A proposta dos novos níveis máximos de consumo (C/Cp) dos refrigeradores e congeladores será realizada em três etapas, a primeira etapa será a reclassificação passando das faixas A, B e C para as faixas A+++, A++, A+, A, B e C. A segunda etapa será a inclusão da norma IEC 62552-3:2020 e com a classificação das faixas em A, B, C, D, E, e F, aprovada pela Portaria INMETRO 332/2021. Com a introdução da norma IEC 62552-3:2020 os refrigeradores e congeladores serão ensaiados em duas temperaturas no teste de desempenho. A terceira etapa ocorrerá a partir de 31/12/2030 com a atualização das curvas de consumo padrão das categorias. Este estudo sugere que para uma melhor tomada de decisão do CGIEE os membros reavaliem os níveis máximos de consumo (C/Cp) a partir do ano de 2028, dessa forma o CGIEE terá a possibilidade de realizar uma avaliação da entrada das novas curvas de consumo padrão para os equipamentos presentes no mercado brasileiro a partir de 2028.

A proposta de novos níveis máximos de consumo (C/Cp) também toma como referencial o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) para os refrigeradores e congeladores, cujo regulamento atualmente em vigor consta da Portaria INMETRO 332/2021. Por este regulamento, os níveis máximos de consumo (C/Cp) estão estabelecidos em faixas (A+++, A++, A+, A, B e C), conforme detalha a Tabela 3.

Tabela 2 – Enquadramento dos refrigeradores na classificação da etiquetagem do INMETRO

Índices de Eficiência máximos de consumo de energia para as classes de eficiência energética (% em relação ao Cp) (válidos até de 29/06/2022)							
Classe	Refrigerador	Refrigerador frost-free	Refrigerador-congelador	Refrigerador -congelador frost-free	Congelador vertical	Congelador vertical frost-free	Congelador horizontal
A	85,5%	85,5%	84,6%	84,6%	85,5%	85,5%	85,5%
B	93,1%	93,1%	92,1%	92,1%	93,1%	93,1%	93,1%
C	97,2%	97,2%	97,2%	96,3%	97,2%	97,2%	97,2%

Tabela 3 – Novas exigências de consumo máximo de energia para as classes de eficiência energética (% em relação ao Cp) na classificação da etiquetagem do INMETRO

Índices de Eficiência máximos de consumo de energia para as classes de eficiência energética (% em relação ao Cp) (obrigatórios a partir de 30/06/2022 e válidos até de 30/12/2025)							
Classe	Refrigerador	Refrigerador frost-free	Refrigerador-congelador	Refrigerador -congelador frost-free	Congelador vertical	Congelador vertical frost-free	Congelador horizontal
Subclasse A+++	59,9%	59,9%	59,2%	59,2%	59,9%	59,9%	59,9%
Subclasse A++	68,4%	68,4%	67,7%	67,7%	68,4%	68,4%	68,4%
Subclasse A+	77,0%	77,0%	76,1%	76,1%	77,0%	77,0%	77,0%
A	85,5%	85,5%	85,5%	84,6%	85,5%	85,5%	85,5%
B	93,1%	93,1%	93,1%	92,1%	93,1%	93,1%	93,1%
C	97,2%	97,2%	97,2%	96,3%	97,2%	97,2%	97,2%

Tabela 4 – Novas exigências de consumo máximo de energia para as classes de eficiência energética (% em relação ao Cp) na classificação da etiquetagem do INMETRO

Índices de Eficiência máximos de consumo de energia para as classes de eficiência energética (% em relação ao Cp) (obrigatórios a partir de 31/12/2025)	
Classe	Índices de Eficiência máximos (para todas as categorias)
A	67%
B	83,0%
C	100,0%
D	116,0%
E	132,0%
F	> 132,0%

3 Identificação do problema

A Lei nº 10.295, de 2001, dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Conhecida como Lei de Eficiência Energética, ela tem por objetivo o estabelecimento de processos para implementação de padrões mandatórios de

eficiência energética, baseados em metas progressivas de níveis máximos de consumo específico de energia e mínimos de eficiência energética. O propósito final da Lei é promover a transformação dos mercados acelerando a difusão de tecnologias de maior eficiência energética. Os padrões mandatórios de eficiência energética são mecanismos que atuam diretamente junto aos fabricantes, os quais devem obedecer às regulações específicas para comercialização de seus produtos consumidores de energia.

Apesar dos desenvolvimentos tecnológicos associados aos refrigeradores e congeladores e implementação recorrente de índices mínimos de eficiência energética (também conhecidos como MEPS, do inglês *Minimum Energy Performance Standards*) mais restritivos para refrigeradores e congeladores, a comparação internacional mostra que a transformação de mercado no país está aquém do que poderia ser. Conforme a notícia publicada em 14/06/2021 pela CNN Brasil, a International Energy Initiative/IEI Brasil comenta que: “O resultado é que as geladeiras e congeladores fabricados e vendidos hoje no Brasil chegam a gastar mais que o dobro de energia do que os mesmos produtos comercializados em uma série de outros países, numa lista que inclui dos Estados Unidos até México, Índia ou Quênia” (<https://www.cnnbrasil.com.br/business/se-geladeira-fosse-melhor-brasileiro-economizaria-ate-r-27-mes-na-conta-de-luz/>).

As consequências dos padrões atuais eficiência energética dos refrigeradores e assemelhados no Brasil são detalhadas a seguir, de acordo com os diferentes contextos de análise.

3.1 Contexto do sistema elétrico

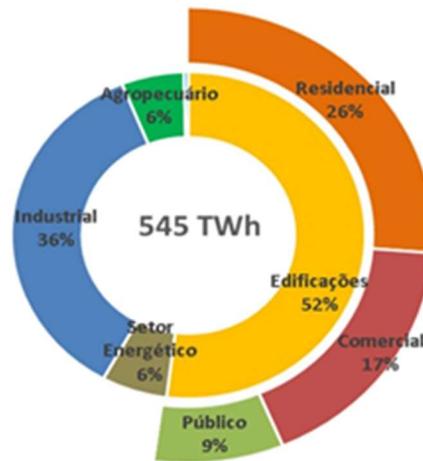


Figura 1 Decomposição do consumo final de eletricidade em 2019

Fonte: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/NT%20DEA-SEE-007-2020.pdf>

Conforme apresentado na figura 1, 26% do consumo final de eletricidade está associado ao uso residencial. Pelas informações obtidas pela Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial – PPH, realizada em 2019 pelo PROCEL a posse média de refrigerador no Brasil é de 1,02. Considerando que o refrigerador é um equipamento importante para a vida das pessoas e que ele fica conectado a rede elétrica 24h, torna-se importante equipamento na demanda elétrica do país. Observa-se que a temperatura do mundo está aumentando a cada ano que passa e dessa forma o refrigerador tenderá a funcionar de forma a atender este aumento de temperatura externa a ele.

Segundo a EPE, como ilustrado no Gráfico 1 abaixo, a geladeira é o segundo equipamento com maior penetração nos domicílios brasileiros, só ficando atrás de televisores. Em termos de consumo de energia, os refrigeradores estão atrás de condicionadores de ar e chuveiros elétricos, com índices bastante próximos de freezers.

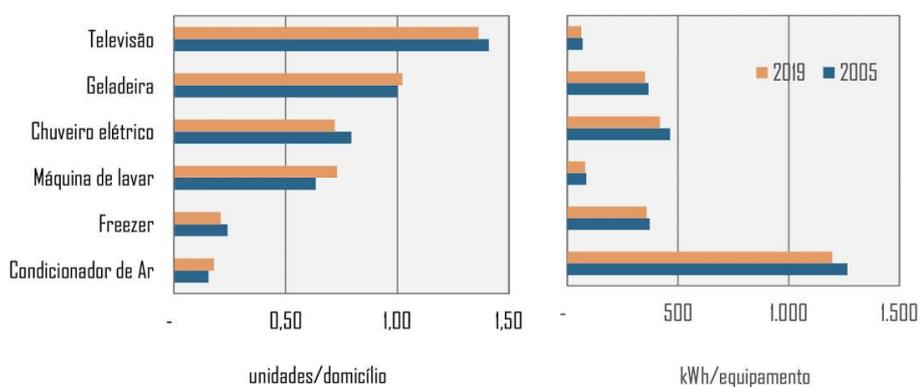


Gráfico 1 – Consumo anual de eletricidade por equipamento.

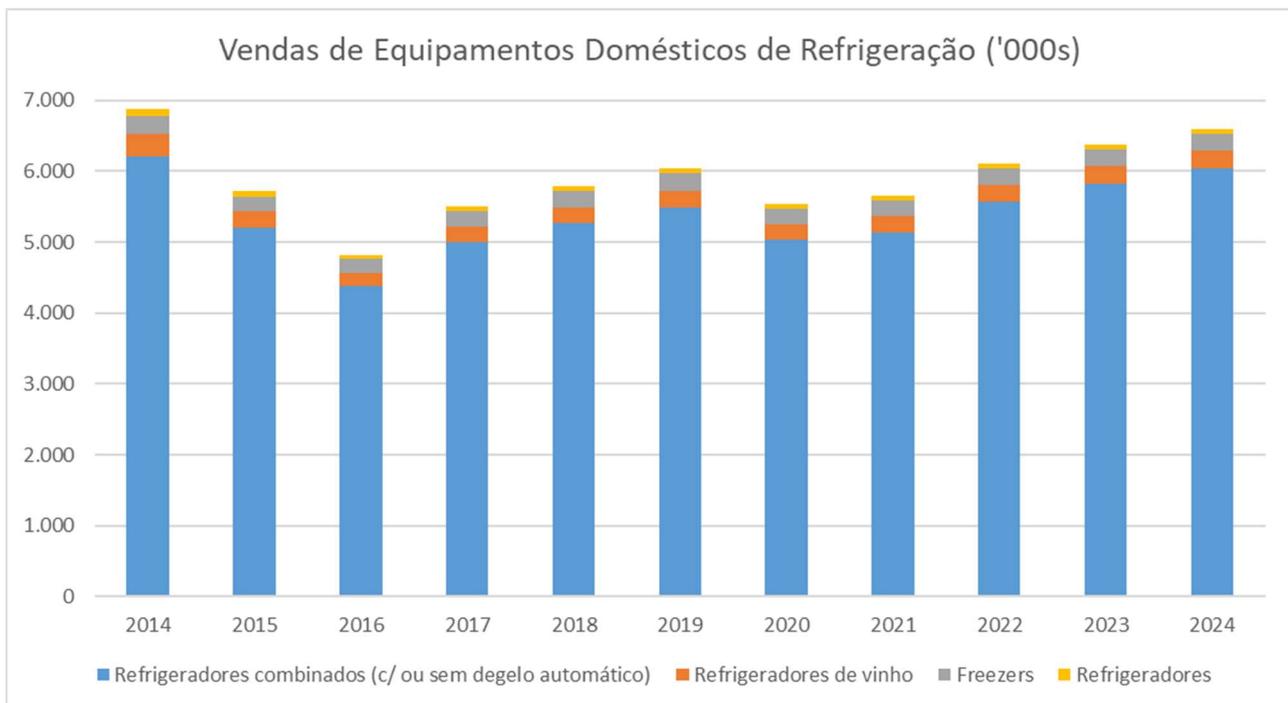
Fonte: EPE, 2020, p.23 - https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-556/Atlas consolidado_08_03_2021.pdf

3.2 Contexto do Mercado Nacional

3.2.1 Dados gerais

Conforme um estudo produzido pela Clasp fonte (https://kigali.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Estudo_Clasp_refrigeradores.pdf), o mercado brasileiro de refrigeradores geralmente é estável, embora tenha sido afetado negativamente pela crise econômica de 2014, assim como pela atual pandemia da COVID-19. As vendas de refrigeradores estão projetadas para exceder o período pré-pandêmico em 2022, todavia será necessário um período após 2024 para as vendas alcançarem o pico de 2014. Na última década, a maioria esmagadora de produtos vendidos tem sido os refrigeradores combinados (Figura 2).

Figura 2: Vendas de Refrigeradores Domésticos ('000s)¹



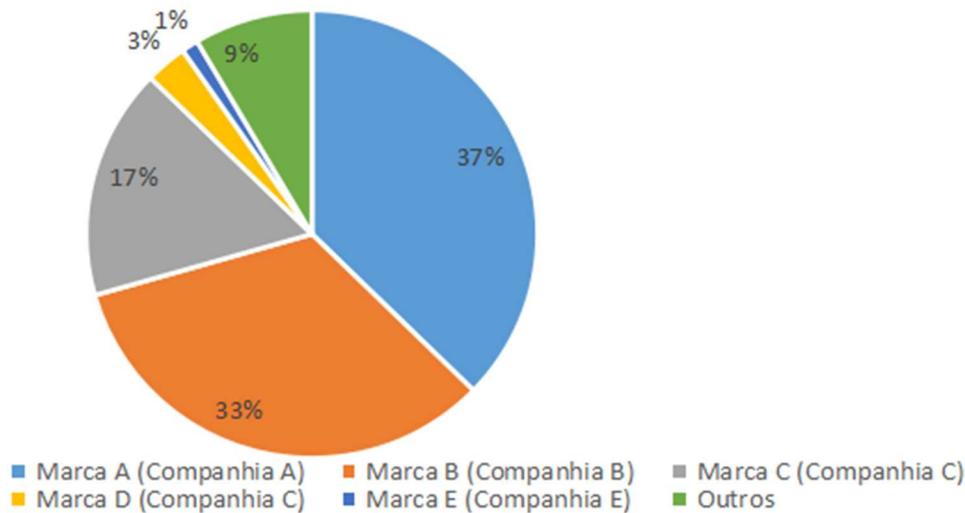
A CLASP conduziu a coleta de dados de todos os aparelhos domésticos de refrigeração em todos os principais sites de venda online ao varejo do Brasil. Esse levantamento encontrou 1278 modelos disponíveis no mercado, entre 45 marcas. Todos os modelos ou são produzidos no Brasil por companhias multinacionais ou importados. As marcas mais populares disponíveis no mercado são Brastemp, Consul (ambas

¹ Euromonitor 2020 (https://kigali.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Estudo_Clasp_refrigeradores.pdf.)

pertencendo à Whirlpool), Electrolux, Samsung, Esmaltec e LG. A Esmaltec é a única empresa de capital nacional.

Figura 3: Participação de Mercado por Marca e Companhia.2

Mercado Dividido por Marca e Companhia



Utilizando os dados coletados na pesquisa, a CLASP então focou nos modelos mais populares de refrigeradores que foram encontrados em pelo menos 10 sites diferentes, total de 178 modelos. Todos os produtos eram refrigeradores combinados frost free, com diversas configurações. Os produtos tinham uma variedade de volume interno de 260l a 580l, com a maioria tendo volume interno entre 363l e 462l. Todos os tipos de produtos coletados na pesquisa de dados estão apresentados nas figuras 4 e 5, que mostram que a grande maioria de produtos refrigeradores domésticos vendidos no Brasil é de refrigeradores combinados frost free. Nestes gráficos, refrigeradores com sub compartimento de congelamento não são contados como refrigeradores combinados, mesmo se o compartimento de congelamento for de 0-estrelas ou 2-estrelas. Essas descobertas correspondem em proximidade aos dados da Euromonitor, como mostrado na Figura 2.

² Euromonitor 2020. (https://kigali.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Estudo_Clasp_refrigeradores.pdf.)

Figura 4: Tipo de Produto

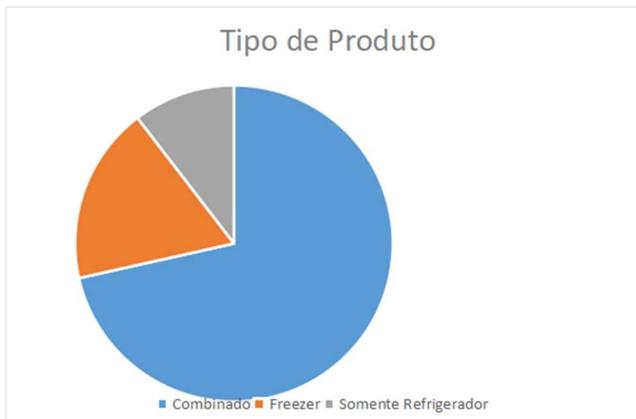


Figura 5: Tipo de Descongelamento



Devido a preferência por produtos classificados como ‘A’ pelo INMETRO ou que tenham o Selo PROCEL, muitos fabricantes buscam produzir primariamente ou exclusivamente produtos classificados como ‘A’, e alguns revendedores também revendem apenas este tipo de produto³. Na pesquisa realizada em setembro de 2019 pela Clasp em cerca de 1000 produtos vendidos no Brasil, todos eles eram ‘A’.

No Brasil o volume dos refrigeradores mais presentes nos lares está na faixa de 300 a 399 litros e em seguida a faixa de 200 a 299 litros. As informações obtidas pela Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial – PPH, realizada em 2019 pelo PROCEL confirmam as informações apresentadas, conforme o gráfico 2.



Gráfico 2 – Capacidade volumétrica (l) dos equipamentos no Brasil – PPH 2019.

Fonte: <https://www.eletrobras.com/pphweb>

³ Baseado em uma entrevista com fabricantes e revendedores, realizada em agosto de 2018.

Os refrigeradores do tipo combinado *frost free* tem uma boa participação nas vendas do mercado de refrigeradores residencial, conforme informações de alguns especialistas do setor. Conforme as informações obtidas pela Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial – PPH, realizada em 2019 pelo PROCEL podemos observar o percentual de equipamentos distribuídos pelo Brasil conforme o gráfico 3.

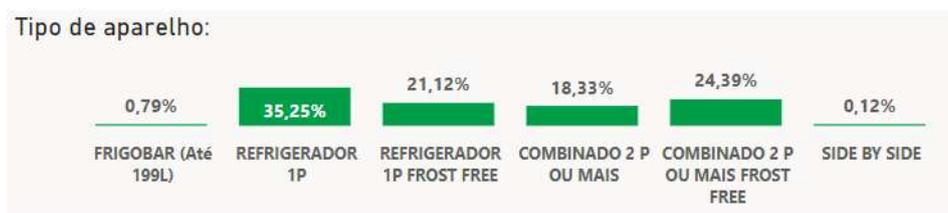


Gráfico 3 – Percentual por tipo de aparelho no Brasil – PPH 2019.

Fonte: <https://www.eletrobras.com/pphweb>

A partir das informações da pela Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial – PPH, realizada em 2005 pelo PROCEL podemos elaborar um gráfico com os percentuais dos tipos de aparelhos identificados nessa pesquisa conforme o gráfico 4.



Gráfico 4 – Percentual por tipo de aparelho no Brasil – PPH 2005.

Fonte: PPH Procel 2005

Em relação ao tempo que possui o refrigerador, podemos realizar uma comparação entre a Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial – PPH de 2005 e a de 2019, ambas realizadas pelo PROCEL. Primeiro serão apresentadas as informações da PPH 2005.

■ Gráfico 2.39 – Faixa de idade dos refrigeradores

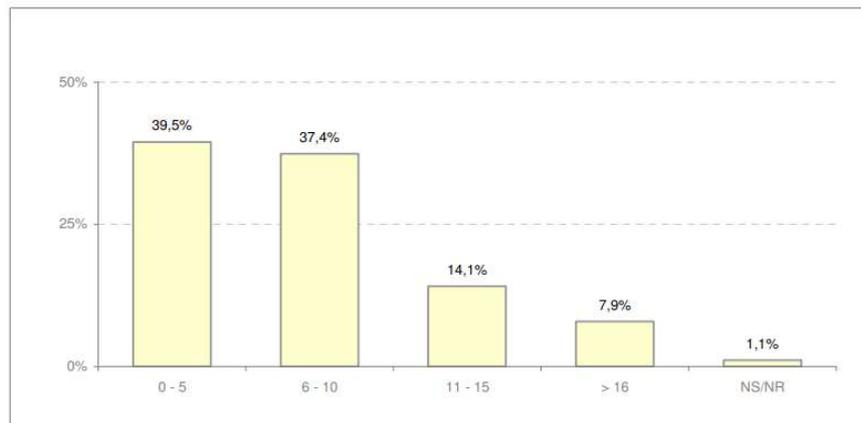


Gráfico 5 – Percentual por faixa de idade dos refrigeradores no Brasil – PPH 2005.

Fonte: PPH Procel 2005

Pode-se observar no gráfico 5 que a faixa de idade dos refrigeradores na PPH 2005 de 0 a 5 anos é de 39,5% e de 6 a 10 anos é de 37,4%, dessa forma percebe-se uma pequena diferença entre essas duas faixas.

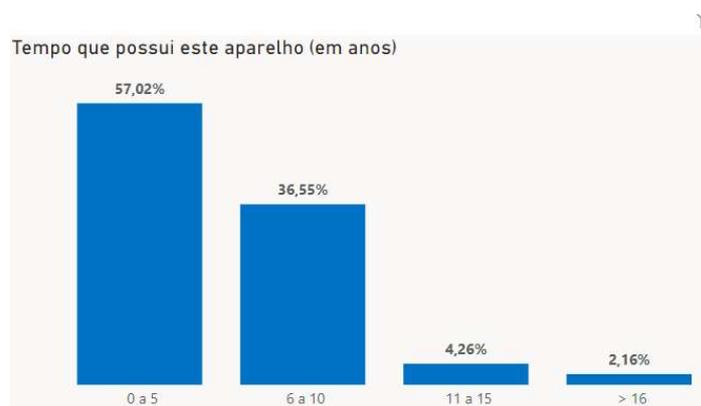


Gráfico 6 – Percentual por faixa de idade dos refrigeradores no Brasil – PPH 2019.

Fonte: <https://www.eletrobras.com/pphweb>

Pode-se observar no gráfico 6 que a faixa de idade dos refrigeradores na PPH 2019 de 0 a 5 anos é de 57,02% e de 6 a 10 anos é de 36,55%, dessa forma percebe-se uma grande diferença entre essas duas faixas.

Importante destacar que atualmente uma boa parte dos consumidores está preferindo substituir o seu aparelho com o prazo de até 5 anos de uso. Portanto o crescimento de aquisição de produtos novos por parte do consumidor proporcionará uma renovação do parque de refrigeradores de forma mais rápida do que no passado.

3.2.2 Cadeia de valor

O mercado brasileiro é praticamente suprido pela produção doméstica, como atesta o Gráfico 10, os dados do setor listam um total entorno de 317 produtos refrigeradores e assemelhados produzidos/fornecidos por aproximadamente 24 empresas, tendo como referência o ano de 2022. Uma grande parte da produção nacional é realizada por empresas localizadas em diversos estados do país. O restante dos produtos comercializados no país são oriundos de importação.

Os fabricantes no mercado de refrigerador e congelador residencial presentes no Registro do Inmetro com o registro ativo são Britânia, Criss, Diamantino & Hofman, Electrolux, Esmaltec, Franke, Frigelar, Gelopar, Gorenje, Infoar, Inoxidável Comércio, LG, Liebherr, M Cassab, M2 Beer, Miele do Brasil, Panasonic do Brasil, Samsung, Semp TCL, Springer Carrier, Tecno Sud America, Venax, Viking Range e Whirlpool, com predomínio de companhias americanas (Whirlpool) e sueca (Electrolux).

O mercado de distribuição, atacado e reposição de peças é possui algumas empresas como por exemplo Frigelar, Friopeças, Karisfrio. As principais redes varejistas incluem a Via Varejo (Casas Bahia, Ponto), Leveros, Magazine Luíza.

As principais associações que representam o setor são:

- Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos – ELETROS, que representa os maiores fabricantes de refrigeradores e assemelhados do país;
- Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE, que representa uma variada gama de fornecedores de componentes e alguns fabricantes.

3.3 Contexto Internacional

Dentro do contexto internacional, outros países já começaram implantar a nova norma de ensaio de desempenho a IEC 62552- 3:2020. Em um estudo realizado pela U4E no Chile ([United for Efficiency \(U4E\), 2020. “MEPS & Etiquetas: Recomendaciones para Chile y Experiencia internacional”](#)). Projeto GEF - [Leapfrogging Chilean’s markets to more efficient refrigerator and freezers](#)), pode ser observar algumas avaliações feitas em relação a outros países.

“Argentina adotou em 2015 a mesma etiqueta que a UE está usando atualmente, é ou seja, com a classe máxima de eficiência energética A+++.

No entanto, os MEPS são menos restritivo que no Chile, pois os equipamentos podem ser vendidos entre classes B e A+++.

O cálculo do índice EE no Peru também é baseado na regulamentação do padrão europeu, mas a classe máxima de eficiência energética é “A”.

Portanto, a classe EE mais alto no Peru é igual ao MEPS chileno. O Peru ainda não adotou o MEPS.”

“A Colômbia usa uma combinação entre a etiqueta europeia e mexicana, pois mostra a percentual de economia de energia e classes de eficiência energética: A, B, C e D.

De acordo com a minuta do novo regulamento, todos os testes serão realizados a uma temperatura ambiente de 32°C usando os novos métodos de teste IEC 62552:2015.

Agora se testado a 25°C e 32°C dependendo da classe climática.

Além disso, implementará MEPS pela primeira vez em 2021 com um novo selo e realizará um reescalonamento da etiqueta em 2023.”

“O Equador implementou os MEPS com a Resolução nº 18.065. Só se pode comercializar os refrigeradores de classe A do mercado, portanto, a etiqueta deve ser atualizada para ser capaz de comparar efetivamente diferentes níveis de eficiência energética.”

A figura 6 a seguir apresenta as diferentes etiquetas e selo de endosso dos países avaliados no estudo da U4E ([United for Efficiency \(U4E\), 2020. “MEPS & Etiquetas: Recomendaciones para Chile y Experiencia internacional”](#)). Projeto GEF - [Leapfrogging Chilean’s markets to more efficient refrigerator and freezers](#)).

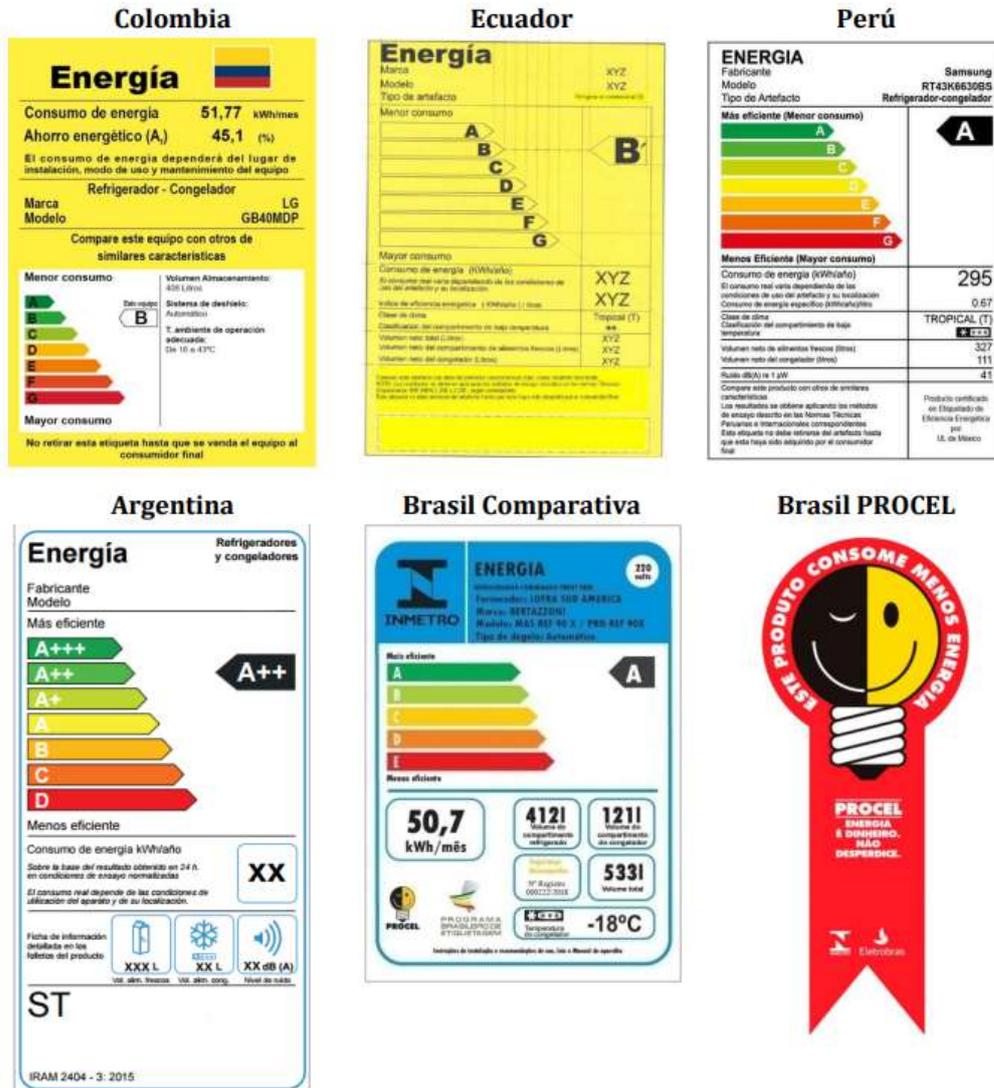


Figura 6: Diferentes tipos de etiquetas e selo de endosso

“O regulamento mexicano de 2018 que regulamenta os padrões mínimos de eficiência e a etiqueta do refrigerador é baseada na regulamentação dos EUA implementada no ano de 2014 (ainda em vigor). Os países da América Central estão trabalhando em um regulamento conjunto que entrará em vigor nos próximos anos, espera-se que sigam os passos do México e EUA (o regulamento atual da Costa Rica é uma cópia do regulamento mexicanos de 2012). Os métodos de teste são definidos no próprio regulamento (temperatura ambiente de 32,2°C).”

“A regulamentação mexicana não utiliza coeficientes compensatórios, mas sim é definida uma equação para cada tipo de refrigerador com características diferentes.”

“Portanto, existem diferentes MEPS para diferentes tipos de projetos. Por exemplo, MEPS dos refrigeradores com freezer inferior são 25% menos restritivo em comparação com aqueles com o freezer em cima, podendo chegar a 40% se o freezer estiver na lateral.”

A Figura 7 mostra a etiqueta mexicana para os refrigeradores. Esta etiqueta não tem níveis comparativos (por exemplo, A→G). Os consumidores podem ver a % de economia em relação ao consumo máximo permitido para aquele tipo específico de refrigerador (MEPS). O nível de economia é representado continuamente em uma barra que vai de 0 a 50%.



Figura 7: Etiqueta de Eficiência Energética do México

É importante notar que diversos países estão aplicando a transição da norma IEC 62552- 3:2015 para IEC 62552- 3:2020 conforme as suas necessidades e características.

3.4 Contexto socioeconômico

A distribuição das capacidades dos refrigeradores varia conforme a classe econômica da população. Nas classes C, D e E predominam refrigeradores de menor capacidade, entre 200 e 399 litros: na classe C representam 79% do estoque existente e nas classes D/E correspondem a 89% (Tabela 5). Para as classes econômicas mais altas (A e B), os refrigeradores mais comuns são aqueles com capacidade entre 300 e 499 litros, correspondendo a 76% dos respondentes da classe A e 78% da B.

Essas informações são da Pesquisa de Posse e Hábitos do Procel/Eletrobras 2019, desconsiderando as respostas “Não sabe/não respondeu”, sendo que estas corresponderam a pouco menos de 18% do total de entrevistados.

Tabela 5: Capacidade total de armazenagem do refrigerador, por classe econômica – Brasil – julho de 2018 a abril de 2019

Especificação	CLASSE ECONÔMICA						Brasil
	A	B1	B2	C1	C2	D/E	
<199 litros	2,33%	2,16%	1,60%	1,82%	2,64%	4,91%	2,98%
200-299 litros	12,21%	16,75%	16,04%	22,97%	35,00%	53,39%	33,60%
300-399	41,47%	42,13%	48,61%	50,22%	48,55%	35,99%	44,43%
400-499	34,88%	33,63%	29,69%	23,19%	12,98%	5,21%	17,05%
>=500 litros	9,11%	5,33%	4,06%	1,79%	0,83%	0,51%	1,94%

Fonte: adaptado da Tabela 30.1 de Procel/Eletrobras (2020).

3.5 Contexto ambiental

A grande parte dos modelos presentes no mercado brasileiro utiliza o fluido refrigerante R600a ou R290, uma pequena parte ainda utiliza o R134a que possui um grande valor de GWP.

Os fluidos refrigerantes R600a e R290 apresentam ODP 0 (zero) e um baixo valor de GWP, combinado com bons resultados de eficiência energética. Dessa forma, grande parte dos fabricantes está preparado para a utilização dos fluidos mais eficientes.

3.6 Contexto regulatório

O INMETRO editou a Portaria 332/2021, que atualizou a metodologia adotada para o cálculo de eficiência energética, adotando o a atualização da norma IEC 62552-3:2007 para a norma IEC 62552-3:2020. A partir de 31/12/2025, todos os equipamentos deverão ser testados com esta nova metodologia. Porém, os atuais índices máximos de consumo - MEPS ainda adotam a metodologia antiga, baseada em uma versão mais antiga da norma IEC. Caso o CGIEE não modifique a metodologia de cálculo da eficiência, prevê-se dois tipos de impactos negativos:

- Aumento dos custos para os fabricantes, que serão obrigados a testar os equipamentos em duas metodologias distintas. Isso significa o repasse desses custos para os consumidores;
- Problemas na informação ao consumidor, que terá duas informações distintas baseadas em métodos diferentes – uma, sobre os níveis de etiquetagem baseados na nova norma, e outra baseada na norma antiga.

A lógica regulatória por detrás da política dos índices máximos de consumo - MEPS exige uma atualização periódica dos mesmos, para que estes estejam alinhados ao desenvolvimento tecnológico do setor e às demandas de contínuo aprimoramento da eficiência energética. Por isso, as normativas sobre os MEPS exigem a suas atualizações periódicas. A Portaria Interministerial 01/2018 previa, no artigo 8º do Anexo, uma revisão a cada 4 anos dos índices mínimos para eficiência energética. Todavia, percebe-se que a evolução tecnológica e de penetração no mercado de alguns equipamentos ensejam períodos de revisão diferentes, a fim de acompanhar as mudanças.

O processo de desenvolvimento da última atualização dos MEPS foi iniciado em 2017, resultando na Portaria Interministerial 01/2018. Os MEPS ali estabelecidos entraram em vigor em junho de 2019. Ou seja, em 2021 completou 4 anos desde a última revisão, exigindo que se inicie novo processo de atualização dos MEPS em 2022. Para a revisão em análise neste estudo, prevê-se uma revisão a cada três anos, nos próximos 9 anos, tendo em vista os avanços que têm sido constatados no desenvolvimento tecnológico dos refrigeradores e assemelhados, bem como as perspectivas de penetração desses equipamentos nos setores residencial no próximo decênio.

4 Extensão do problema

A extensão do problema é nacional, pois, conforme alguns especialistas da área informam, o refrigerador é um equipamento essencial para as atividades diárias do consumidor e o atendimento de suas necessidades básicas. A Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial – PPH, realizada em 2019 pelo PROCEL informa que a posse média no Brasil é de 1,02 equipamento por residência.

Com a Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial – PPH, realizada em 2019 pelo PROCEL, podemos verificar informações importantes como a região com a maior posse de refrigeradores e a região com o maior número de equipamentos antigos.

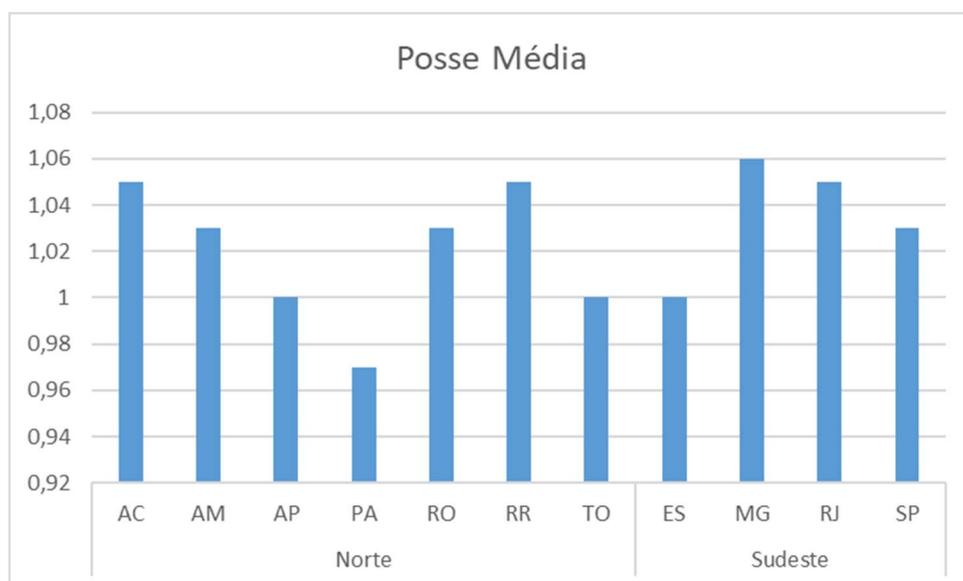


Gráfico 7 – Posse Média da região Sudeste e da região Norte – PPH 2019.

Fonte: <https://www.eletrobras.com/pphweb>

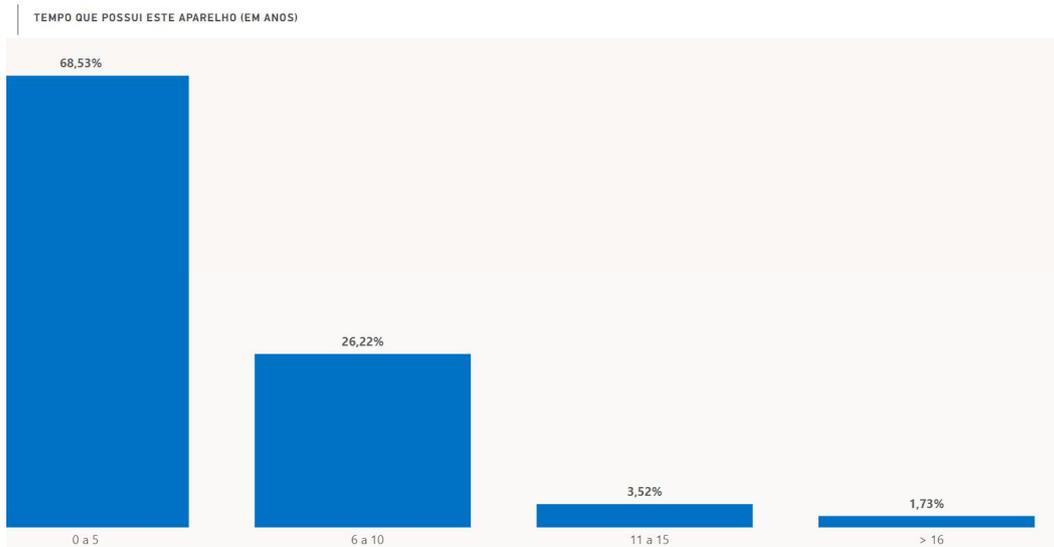


Gráfico 8 – Tempo que possui o aparelho na região Norte – PPH 2019.

Fonte: <https://www.eletrobras.com/pphweb>

Com a retirada esperada de equipamentos menos eficientes, a reposição do estoque em algumas regiões trará ainda mais benefícios da perspectiva da eficiência energética. A esse respeito, cabe mencionar: primeiro, que a região Norte é onde o sistema elétrico apresenta os maiores custos e também onde há o maior acionamento de térmicas fósseis.

5 Identificação dos grupos afetados pelo problema regulatório

1. Fabricantes de refrigeradores e/ou de seus componentes:
 - a. Afetados diretamente.
 - b. Compostos por empresas globais e havendo poucos fabricantes nacionais.
 - c. Manutenção da situação atual afeta diferentemente os fabricantes:
 - i. Empresas globais tendem a perceber como negativa a manutenção dos índices mínimos de eficiência energética vigentes, porque os custos de fabricação de produtos obsoletos para atender apenas o mercado brasileiro não se sustentam no médio e longo prazo;
 - ii. Produtos mais eficientes tendem a ter preço maior, competindo, em desigualdade de condições, com produtos menos eficientes. A primeira etapa da edição da Portaria INMETRO 332/2021 pode aumentar esse risco, já que a classificação A+++, A++, A+ e A pode causar uma confusão nos consumidores no momento da compra fazendo acreditar

que qualquer produto na classificação A é o mais eficiente em sua categoria;

- iii. Algumas empresas necessitarão fazer investimentos em adaptação de projeto de produtos e processos produtivos para atender a índices máximos de consumo mais exigentes, o que implica impacto em seu fluxo de caixa no curto prazo. Por isso, há a necessidade de se definir prazos para adaptação dos processos produtivos locais, garantindo baixo impacto no preço final ao consumidor.

2. Gestores e usuários do sistema elétrico brasileiro

- a. Gestores do sistema elétrico: o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, geradores, transmissores e distribuidores de energia elétrica.
 - i. Impacto direto
 - ii. Precisam realizar ajustes na operação do sistema para atendimento do aumento do pico de carga.
- b. Usuários: todos os consumidores do sistema elétrico nacional (cativos e livres)
 - i. Impacto direto
 - ii. Os consumidores tendem a pagar tarifas mais altas em função da necessidade de maiores investimentos para adaptação do sistema elétrico à maior demanda, bem como da necessidade de suprimento de carga no pico.

3. Consumidores de refrigeradores

- a. Impacto direto
- b. Usuários de refrigerador tendem a ter um alto consumo de energia elétrica, sendo impactados por contas de energia mais caras, em particular no verão. Esse fato é agravado caso os equipamentos sejam pouco eficientes.

4. Comunidade brasileira e internacional

- a. Impacto indireto.
- b. As sociedades em geral tendem a sofrer os impactos do agravamento do aquecimento global, arcando com custos associados à maior ocorrência de eventos climáticos extremos. No Brasil, prevê-se, por exemplo, maior ocorrência de ondas de calor e chuvas torrenciais, com alagamentos e inundações, nas cidades do Sudeste; desertificação e impacto na agricultura e disponibilidade hídrica no NE; problemas com disponibilidade hídrica e riscos à agricultura em grande parte do CO, SE e S;

6 Identificação da base legal

- a. Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia – Lei 10.295/2001
- b. Decreto 9.864/2019
- c. Portaria Interministerial MME/MDIC/MCTIC 01/2018
- d. Portaria INMETRO 332/2021
- e. Política Nacional de Mudança do Clima – Lei 12.187/2009
- f. Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil ao Acordo de Paris da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC).

7 Definição dos objetivos

Atualização dos níveis máximos de consumo (C/Cp) dos Refrigeradores e Congeladores, tendo em vista o aperfeiçoamento regulatório realizado pelo Inmetro ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) para estes equipamentos, por meio da Portaria Inmetro 332/2021, que definiu os novos níveis máximos de consumo (C/Cp) para as faixas de classificação energética e estabeleceu a entrada da nova metodologia de ensaio de desempenho, aquela baseada na norma IEC 62552-3:2020

9 Análise dos Impactos da Proposta Regulatória

Nesta seção, procedemos à avaliação do impacto da proposta dos níveis máximos de consumo (C/Cp) elaborada pelo Procel ao CGIEE. O apoio técnico do Procel ao CGIEE é definido pelo Decreto 9.864/2019, e o Procel está estabelecendo um convênio com a UFABC para o desenvolvimento de metodologia e de uma ferramenta (PAIREE) que permitisse a análise dos impactos regulatórios das propostas de novos níveis máximos de consumo, o Instituto Clima e Sociedade – iCS forneceu recursos para que a UFABC pudesse produzir os estudos de impactos apresentados neste documento. O Procel contou com o apoio extra da Clasp – *Collaborative Labeling and Appliance Standards Program* na avaliação extra energética e outros pontos sobre os níveis máximos de consumo (C/Cp) apresentados para o CGIEE.

Nas próximas seções será analisado o impacto sobre o setor produtivo e a sociedade civil, buscando prever os possíveis desdobramentos desse impacto em termos econômicos, sociais e ambientais. Na sequência será apresentada uma análise

de possíveis ganhos de eficiência energética, considerando a implementação dos níveis máximos em 2024 (planejamento do CGIEE) e a economia de energia elétrica resultante até 2030. Esta análise está sendo realizada com base em dados e cálculos de eficiência energética conforme a descrição apresentada no Anexo 1.

10 Análise dos Impactos

10.1 Impacto Energético

A estimativa de impactos potenciais energéticos referentes a adoção de novos níveis máximos de consumo para refrigeradores é fundamental tanto para balizar o processo de tomada de decisões em relação a determinação da regulamentação específica para os refrigeradores e assemelhados, quanto para apoiar o planejamento energético nacional. A estimativa de potenciais de conservação de energia, de respectivas reduções de emissões de gases de efeito estufa, de redução de demanda na ponta e impactos econômicos para a sociedade e para os consumidores são informações e subsídios técnicos críticos para uma maior compressão da problemática que envolve o consumo energético dos refrigeradores e, também, para a identificação e proposição de regulamentações adequadas dentro de um contexto que abrange diversos agentes e interesses. A metodologia aplicada para estimar os potenciais de conservação de energia é descrita no Anexo 1.

10.1.1 Cenários propostos e premissas

Os cenários propostos tem como o ano base de projeções o ano de 2019, ano de realização da Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial (PPH) (Eletrobras, 2019) e tem como horizonte de estudos o ano de 2030. Existem 3 períodos distintos considerados na análise. Esses períodos contemplam mudanças na classificação do PBE propostas pelo INMETRO. O primeiro período tem início no ano de 2019 e finaliza em 31 de dezembro de 2023. Nesse período as premissas seguem as condições do estoque corrente de refrigeradores em operação e na distribuição de refrigeradores e assemelhados disponibilizados pelas tabelas do INMETRO compatíveis com o ano base. O segundo período contempla o primeiro ano de adoção dos novos MEPS, e se refere a etapa 1 de implementação dos MEPS representados por novos possíveis níveis máximos de consumo para refrigeradores e assemelhados, os quais devem entrar em vigor a partir 01 de janeiro 2024 e deve se estender até o ano 31 de dezembro de 2025. O segundo período também contempla a reclassificação do PBE adotada pelo INMETRO⁴, que consisti na criação de novas

⁴ A nova reclassificação do INMETRO, versão de 09/11/22, da tabela do PBE para refrigeradores e assemelhados já se encontra disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/refrigeradores-frigobares-combinados-combinados-frost-free>

classes A+++, A++ e A+ e a extinção das classes C, D e E. O terceiro período de análise tem início em 01 de janeiro de 2026 e finaliza em 31 de dezembro de 2030, no qual existe a etapa 2 de implementação dos MEPS. Nesse terceiro período existe nova reclassificação do PBE e a extinção das classes A+++, A++ e A+, com retomada de classes D, E e F. Deve ser destacado também que nesse último período existem mudanças metodológicas que alteram significativamente os índices de eficiência energética dos refrigeradores e assemelhados. Os detalhes dessas mudanças e as adequações metodológicas aplicadas para estimar os impactos potenciais dos novos MEPS são descritos no Anexo 1.

Um cenário base e 8 cenários alternativos de consumo de energia foram simulados. As premissas dos cenários foram definidas em reuniões conjuntas entre as equipes do CGIEE, do Procel e da UFABC. Os cenários alternativos representam condições onde os padrões máximos de consumo eliminam do mercado as últimas classes da etiqueta vigente do PBE no referido período de análise. Maiores detalhamentos dos cenários propostos para o caso dos refrigeradores e assemelhados são descritos nas próximas seções.

Os cenários também contemplam premissas relacionadas a participação nas vendas anuais de refrigeradores e assemelhados de classe A e com consumo máximo, os quais são definidos como consumo MEPS. A evolução das participações propostas visa compensar as classes intermediárias, essa limitação ocorre devido à falta de dados de vendas no mercado conforme as classes do PBE. Vale ressaltar que o acesso de dados de vendas conforme as classes do PBE é uma informação fundamental para aprimorar a análise e aumentar a confiabilidade e precisão dos impactos estimados. A Tabela 7 mostra os valores de participações do mercado adotadas nos cenários. Deve ser destacada a indisponibilidade de dados referentes as vendas de equipamentos conforme a classificação do PBE.

Ano	Premissas de participação no mercado (vendas anuais)
2019-2023	A - 90%; MEPS - 10%
2024-2025	A - 75%; MEPS - 25%
2026-2030	A - 60%; MEPS - 40%

Tabela 7 – Premissas sugeridas para os refrigeradores e assemelhados

10.1.1.1 Cenário base

No cenário base a premissa é de continuidade, ao longo do período de projeções, da adoção dos MEPS vigentes conforme determina a Portaria Interministerial 01/MME/MDIC/MCTIC de 2018. O consumo desses aparelhos representativos foi calculado com base em premissas de participação no mercado dos equipamentos conforme a PPH-2019 e da classificação do PBE a partir das tabelas do INMETRO. No cenário base nenhum equipamento é retirado do mercado e as premissas de participação no mercado dos equipamentos classe A e equipamentos MEPS são as mesmas dos outros cenários. Cabe destacar que os índices adotados no cenário base também seguem a nova abordagem de cálculo de consumo que envolve a mudança da base normativa para os ensaios de desempenho com substituição da Norma Técnica IEC 62552:2007 pela Norma Técnica IEC 62552-3:2020, o que devem ocorrer a partir de 31/12/2025. A Tabela 8 mostra os índices de eficiência adotados no cenário base.

Ano	Cenário Base				
	A	% A	MEPS	% MEPS	I pond.
2030	0,670	60%	1,480	40%	0,994
2029	0,670	60%	1,480	40%	0,994
2028	0,670	60%	1,480	40%	0,994
2027	0,670	60%	1,480	40%	0,994
2026	0,670	60%	1,480	40%	0,994
2025	0,798	75%	1,629	25%	1,006
2024	0,798	75%	1,629	25%	1,006
2023	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2022	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2021	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2020	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2019	1,139	90%	1,629	10%	1,188

Tabela 8 – Cenário Base dos MEPS com as devidas ponderações

10.1.1.2 Cenários alternativos

A Tabela 9 mostra os índices máximos de consumo (MEPS) para os cenários alternativos onde são implementados um total 8 opções de MEPS. Esses MEPS seguem a mesma base metodológica de cálculo de consumo que deve ser adotada pelo INMETRO no período de 2026 a 2030. De uma forma geral as premissas de novos níveis máximos de consumo foram indicadas a partir de discussões realizadas pelo CGIEE, Procel e UFABC e envolvem a eliminação do mercado das classes de maior consumo de energia, conforme as duas diferentes classificações da etiqueta indicadas no PBE pelo INMETRO

Ano	Cenários – MEPS							
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4
2030	1,240	1,000	0,900	0,830	1,240	1,000	0,900	0,830
2029	1,240	1,000	0,900	0,830	1,240	1,000	0,900	0,830
2028	1,240	1,000	0,900	0,830	1,240	1,000	0,900	0,830
2027	1,240	1,000	0,900	0,830	1,240	1,000	0,900	0,830
2026	1,240	1,000	0,900	0,830	1,240	1,000	0,900	0,830
2025	1,346	1,346	1,346	1,346	1,433	1,433	1,433	1,433
2024	1,346	1,346	1,346	1,346	1,433	1,433	1,433	1,433
2023	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629
2022	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629
2021	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629
2020	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629
2019	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629	1,629

Tabela 9 – Índices máximos de consumo (MEPS) adotadas nos cenários alternativos

As Tabelas 10, 11 12, 13, 14, 15, 16 e 17 mostram respectivamente, para os cenários alternativos 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4, os índices adotados para refrigeradores e assemelhadas com classificação A, os índices MEPS e as respectivas ponderações referentes as participações de vendas anuais no período de 2019 a 2030. Cada cenário representa, conforme indicado na Tabela, a retirada de uma combinação diferente das classes de maior consumo de energia.

Cenário Cenário 1.1 - Retira A, B e C - (etapa 1) / Retira E (parte) e F - (etapa 2)					
Ano	A	% A	MEPS	% Meps	I pond.
2030	0,670	60%	1,240	40%	0,898
2029	0,670	60%	1,240	40%	0,898
2028	0,670	60%	1,240	40%	0,898
2027	0,670	60%	1,240	40%	0,898
2026	0,670	60%	1,240	40%	0,898
2025	0,798	75%	1,346	25%	0,935
2024	0,798	75%	1,346	25%	0,935
2023	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2022	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2021	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2020	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2019	1,139	90%	1,629	10%	1,188

Tabela 10 – Cenário 1.1: Índices A, índices máximos de consumo (MEPS) e premissa de participação nas vendas

Cenário Cenário 1.2 - Retira A, B e C - (etapa 1) / Retira D, E e F - (etapa 2)					
Ano	A	% A	MEPS	% Meps	I pond.
2030	0,670	60%	1,000	40%	0,802
2029	0,670	60%	1,000	40%	0,802
2028	0,670	60%	1,000	40%	0,802
2027	0,670	60%	1,000	40%	0,802
2026	0,670	60%	1,000	40%	0,802
2025	0,798	75%	1,346	25%	0,935
2024	0,798	75%	1,346	25%	0,935
2023	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2022	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2021	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2020	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2019	1,139	90%	1,629	10%	1,188

Tabela 11 – Cenário 1.2: Índices A, índices máximos de consumo (MEPS) e premissa de participação nas vendas

Cenário Cenário 1.3 - Retira A, B e C - (etapa 1) / Retira C (parte), D, E e F - (etapa 2)					
Ano	A	% A	MEPS	% Meps	I pond.
2030	0,670	60%	0,900	40%	0,762
2029	0,670	60%	0,900	40%	0,762
2028	0,670	60%	0,900	40%	0,762
2027	0,670	60%	0,900	40%	0,762
2026	0,670	60%	0,900	40%	0,762
2025	0,798	75%	1,346	25%	0,935
2024	0,798	75%	1,346	25%	0,935
2023	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2022	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2021	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2020	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2019	1,139	90%	1,629	10%	1,188

Tabela 12 – Cenário 1.3: Índices A, índices máximos de consumo (MEPS) e premissa de participação nas vendas

Cenário Cenário 1.4 - Retira A, B e C - (etapa 1) / Retira C, D, E e F - (etapa 2)					
Ano	A	% A	MEPS	% Meps	I pond.
2030	0,670	60%	0,830	40%	0,734
2029	0,670	60%	0,830	40%	0,734
2028	0,670	60%	0,830	40%	0,734
2027	0,670	60%	0,830	40%	0,734
2026	0,670	60%	0,830	40%	0,734
2025	0,798	75%	1,346	25%	0,935
2024	0,798	75%	1,346	25%	0,935
2023	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2022	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2021	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2020	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2019	1,139	90%	1,629	10%	1,188

Tabela 13 – Cenário 1.4: Índices A, índices máximos de consumo (MEPS) e premissa de participação nas vendas

Cenário Cenário 2.1 - Retira B e C - (etapa 1) / Retira E (parte) e F - (etapa 2)					
Ano	A	% A	MEPS	% Meps	I pond.
2030	0,670	60%	1,240	40%	0,898
2029	0,670	60%	1,240	40%	0,898
2028	0,670	60%	1,240	40%	0,898
2027	0,670	60%	1,240	40%	0,898
2026	0,670	60%	1,240	40%	0,898
2025	0,798	75%	1,433	25%	0,957
2024	0,798	75%	1,433	25%	0,957
2023	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2022	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2021	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2020	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2019	1,139	90%	1,629	10%	1,188

Tabela 14 – Cenário 2.1: Índices A, índices máximos de consumo (MEPS) e premissa de participação nas vendas

Cenário Cenário 2.2 - Retira B e C - (etapa 1) / Retira D, E e F - (etapa 2)					
Ano	A	% A	MEPS	% Meps	I pond.
2030	0,670	60%	1,000	40%	0,802
2029	0,670	60%	1,000	40%	0,802
2028	0,670	60%	1,000	40%	0,802
2027	0,670	60%	1,000	40%	0,802
2026	0,670	60%	1,000	40%	0,802
2025	0,798	75%	1,433	25%	0,957
2024	0,798	75%	1,433	25%	0,957
2023	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2022	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2021	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2020	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2019	1,139	90%	1,629	10%	1,188

Tabela 15 – Cenário 2.2: Índices A, índices máximos de consumo (MEPS) e premissa de participação nas vendas

Cenário Cenário 2.3 - Retira B e C - (etapa 1) / Retira C (parte), D, E e F - (etapa 2)					
Ano	A	% A	MEPS	% Meps	I pond.
2030	0,670	60%	0,900	40%	0,762
2029	0,670	60%	0,900	40%	0,762
2028	0,670	60%	0,900	40%	0,762
2027	0,670	60%	0,900	40%	0,762
2026	0,670	60%	0,900	40%	0,762
2025	0,798	75%	1,433	25%	0,957
2024	0,798	75%	1,433	25%	0,957
2023	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2022	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2021	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2020	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2019	1,139	90%	1,629	10%	1,188

Tabela 16 – Cenário 2.3: Índices A, índices máximos de consumo (MEPS) e premissa de participação nas vendas

Cenário Cenário 2.4 - Retira B e C - (etapa 1) / Retira C, D, E e F - (etapa 2)					
Ano	A	% A	MEPS	% Meps	I pond.
2030	0,670	60%	0,830	40%	0,734
2029	0,670	60%	0,830	40%	0,734
2028	0,670	60%	0,830	40%	0,734
2027	0,670	60%	0,830	40%	0,734
2026	0,670	60%	0,830	40%	0,734
2025	0,798	75%	1,433	25%	0,957
2024	0,798	75%	1,433	25%	0,957
2023	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2022	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2021	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2020	1,139	90%	1,629	10%	1,188
2019	1,139	90%	1,629	10%	1,188

Tabela 17 – Cenário 2.4: Índices A, índices máximos de consumo (MEPS) e premissa de participação nas vendas

10.1.1.3 Resultados

As Tabelas 18, 19 e 20 mostram os resultados de potenciais de conservação de energia e de redução de demanda na ponta para refrigeradores e assemelhados referentes as opções de níveis máximos de consumo associados a cada cenário proposto em relação ao cenário base.

	Base	Cenário 1.1	Redução Energia	Cenário 1.2	Redução Energia	Cenário 1.3	Redução Energia	Cenário 1.4	Redução Energia
Ano	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
2030	47.886	46.110	1.775	44.628	3.257	44.011	3.875	43.579	4.307
2029	48.190	46.783	1.407	45.659	2.531	45.191	2.999	44.863	3.327
2028	48.066	46.994	1.073	46.201	1.866	45.870	2.196	45.639	2.427
2027	47.597	46.820	777	46.324	1.273	46.117	1.480	45.972	1.625
2026	46.881	46.368	514	46.135	747	46.038	844	45.970	912
2025	46.005	45.724	281	45.724	281	45.724	281	45.724	281
2024	44.878	44.747	130	44.747	130	44.747	130	44.747	130
2023	43.652	43.652	0	43.652	0	43.652	0	43.652	0
2022	42.002	42.002	0	42.002	0	42.002	0	42.002	0
2021	40.497	40.497	0	40.497	0	40.497	0	40.497	0
2020	39.385	39.385	0	39.385	0	39.385	0	39.385	0
2019	38.788	38.788	0	38.788	0	38.788	0	38.788	0
		Total	5.957	Total	10.085	Total	11.805	Total	13.009

Tabela 18 – Resultados de estimativa de consumo e de redução de consumo de energia nos cenários Base, 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4.

	Base	Cenário 2.1	Redução Energia	Cenário 2.2	Redução Energia	Cenário 2.3	Redução Energia	Cenário 2.4	Redução Energia
Ano	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)	(GWh)
2030	47.886	46.200	1.685	44.719	3.167	44.101	3.785	43.669	4.217
2029	48.190	46.870	1.320	45.747	2.443	45.278	2.912	44.951	3.239
2028	48.066	47.080	987	46.287	1.780	45.956	2.110	45.725	2.341
2027	47.597	46.906	691	46.410	1.187	46.203	1.394	46.058	1.539
2026	46.881	46.454	427	46.221	661	46.124	758	46.056	826
2025	46.005	45.810	194	45.810	194	45.810	194	45.810	194
2024	44.878	44.788	90	44.788	90	44.788	90	44.788	90
2023	43.652	43.652	0	43.652	0	43.652	0	43.652	0
2022	42.002	42.002	0	42.002	0	42.002	0	42.002	0
2021	40.497	40.497	0	40.497	0	40.497	0	40.497	0
2020	39.385	39.385	0	39.385	0	39.385	0	39.385	0
2019	38.788	38.788	0	38.788	0	38.788	0	38.788	0
		Total	5.395	Total	9.523	Total	11.243	Total	12.447

Tabela 19 – Resultados de estimativa de consumo e de redução de consumo de energia nos cenários Base, 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4.

	Cenário 1.1	Cenário 1.2	Cenário 1.3	Cenário 1.4	Cenário 2.1	Cenário 2.2	Cenário 2.3	Cenário 2.4
Ano	(MW)							
2030	253	465	553	615	240	452	540	602
2029	201	361	428	475	188	349	415	462
2028	153	266	313	346	141	254	301	334
2027	111	182	211	232	99	169	199	220
2026	73	107	120	130	61	94	108	118
2025	40	40	40	40	28	28	28	28
2024	19	19	19	19	13	13	13	13
2023	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	850	1439	1685	1856	770	1359	1604	1776

Tabela 20 – Resultados de estimativa de redução de demanda na ponta

10.1.1.4 Análise sobre os equipamentos atingidos

Nesta seção é apresentada uma análise dos equipamentos que podem ser retirados do mercado devido a implementação dos diferentes MEPS sugeridos nos cenários propostos neste documento. Nessa análise foram considerados os modelos atuais presentes no mercado nacional conforme a disponibilidade indicada na tabela do INMETRO versão de 09/11/2022 que apresenta classificação padrão de 2015 e padrão 2022. A Tabela 21 mostra o número absoluto e a % de refrigeradores e assemelhados retirados do mercado nos cenários de MEPS propostos.

Retirada de refrigeradores e assemelhados do mercado em função dos MEPS propostos e da disponibilidade atual						
	MEPS (etapa 1)	MEPS (etapa 1)	MEPS (etapa 2)	MEPS (etapa 2)	MEPS (etapa 2)	MEPS (etapa 2)
Metodologia 2026	1,346	1,433	1,24	1,00	0,9	0,83
Convertido (método atual)	1,037	1,104	0,956	0,771	0,694	0,64
Retirados (127 V)- Absoluto	0	0	0	109	158	190
Retirados (220 V) - Absoluto	0	0	0	109	151	183
Retirados (127 V) - %	0%	0%	0%	32%	46%	55%
Retirados (220 V) - %	0%	0%	0%	32%	44%	53%

Tabela 21 – Número absoluto e % de refrigeradores e assemelhados retirados do mercado nos cenários de MEPS propostos

10.2 Impacto Ambiental

Além de promover a conservação de energia as políticas de eficiência energética, como as que implementam padrões mandatórios de consumo máximo de energia, também impactam positivamente o meio ambiente ao reduzir a necessidade de geração de energia. Nesse sentido, o maior rigor dos padrões de eficiência amplia os resultados em termos de emissões provenientes do setor elétrico permitindo o desenvolvimento econômico baseado em um consumo de energia mais sustentável. A preocupação com os efeitos do aquecimento global e as consequentes mudanças climáticas também justificam a implementação de programas que visam maior eficiência energética de aparelhos consumidores de energia. Esta é uma solução econômica, eficaz e rápida para minimizar impactos ambientais adversos que reduz as emissões de dióxido de carbono (CO₂).

A Tabela 22 mostra os resultados potenciais de redução de emissões de CO₂ referentes aos índices propostos para cada cenário avaliado para os refrigeradores e assemelhados. Na perspectiva do cenário 1.4, com maior penetração de aparelhos eficientes o potencial total de redução de emissões no período avaliado é de aproximadamente 7,75 milhões de tCO₂eq. Para as simulações foram adotados fatores de emissão de CO₂ da geração de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional para o ano de 2019. Essas informações foram obtidas a partir do site do MCTI. Vale destacar que enquanto em 2006 esse fator médio para o ano foi de 0,308465 toneladas de CO₂/MWh, para o ano de 2019 esse fator foi de 0,5181 toneladas de CO₂/MWh. Esse valor foi mantido constante ao longo do período de projeções, com ano base em 2019 com horizonte de estudos em 2030.

	Redução de emissões (Ton CO ₂)							
Ano	Cenário 1.1	Cenário 1.2	Cenário 1.3	Cenário 1.4	Cenário 2.1	Cenário 2.2	Cenário 2.3	Cenário 2.4
2030	1.057.841	1.940.803	2.308.704	2.566.234	1.004.079	1.887.042	2.254.943	2.512.473
2029	838.511	1.507.855	1.786.748	1.981.973	786.506	1.455.849	1.734.742	1.929.967
2028	639.111	1.111.595	1.308.463	1.446.271	587.886	1.060.370	1.257.239	1.395.046
2027	462.812	758.672	881.947	968.239	411.488	707.347	830.622	916.914
2026	306.046	444.941	502.814	543.325	254.660	393.556	451.429	491.940
2025	167.271	167.271	167.271	167.271	115.849	115.849	115.849	115.849
2024	77.649	77.649	77.649	77.649	53.778	53.778	53.778	53.778
2023	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	3.549.241	6.008.785	7.033.595	7.750.962	3.214.246	5.673.790	6.698.600	7.415.967

Tabela 22 – Resultado do potencial de redução de emissões de CO₂ para os cenários propostos

10.3 Impactos Econômicos

Os impactos econômicos resultantes da conservação de energia associada a adoção de MEPS para refrigeradores e assemelhados são muito significativos e tendem a beneficiar toda a sociedade e os consumidores individualmente. O potencial de energia total que pode ser conservada no período que se estende de 2024 a 2030 variou entre cerca de 5,4 TWh no cenário com a aplicação de MEPS mais brandos até cerca de 13 TWh no cenário com MEPS mais restritivos. Considerando a tarifa de energia sendo de 0,80 R\$/kWh, valor considerado constante ao longo do período de projeções, e uma taxa de desconto de 8%⁵, o valor presente no início de 2023 da energia conservada varia de R\$ 0,7 bilhões a R\$ 4,7 bilhões respectivamente conforme os cenários descritos acima. Sob a perspectiva da sociedade a Tabela 16 apresenta uma análise de sensibilidade do valor presente líquido associado aos benefícios totais de conservação de energia em função de possíveis incrementos de preços dos refrigeradores e assemelhados e, também, em relação a variações da taxa de desconto. Os resultados mostram que os preços dos aparelhos mais eficientes podem aumentar até cerca de 4,5% sendo que os benefícios gerados com a economia continuam superiores aos custos totais adicionais incorridos pelas compras de aparelhos mais eficientes.

Em relação a perspectiva individual dos consumidores os benefícios econômicos associados a conservação de energia devido a compra de aparelhos mais eficientes também são significativos. De fato, os refrigeradores com classificação A são em média 50% mais eficientes que os refrigeradores com eficiência nas classes de consumo máximo. Ao optar por um aparelho A o consumidor possui uma redução significativa em sua conta de energia e o maior investimento relacionado aos possíveis maiores custos das opções mais eficientes é pago com a redução nessa conta ao longo da vida útil de operação dos aparelhos. A Tabela 24 mostra uma análise de sensibilidade em relação a perspectiva do consumidor. A avaliação econômica mostrou a existência benefícios líquidos diretos resultantes da economia de energia. Mesmo considerando taxas de desconto em torno de 15% ao ano e incrementos percentuais de preços dos refrigeradores da ordem de 30%, o investimento incremental em um refrigerador mais eficiente resulta em valor presente líquido positivo. Destaca-se que em condições mais

⁵ O valor recomendado para Taxa Social de Desconto é de 8,5% real ao ano conforme indica a Nota Técnica SEI nº 19911/2020/ME.

favoráveis, com menores taxas de desconto e menores incrementos de preços das opções de refrigeradores eficientes o VPL do fluxo de caixa associado a operação dos refrigeradores pode ser da ordem de R\$ 1000,00.

	Análise de Sensibilidade do VPL	Diferença de preço (refrigerador convencional x eficiente)				
		4,0%	5,0%	6,0%	7,0%	8,0%
Taxa de desconto - sociedade	2%	\$3.858.833.884	\$2.491.464.999	\$1.124.096.113	-\$243.272.772	-\$1.610.641.657
	4%	\$3.349.901.341	\$2.090.980.399	\$832.059.458	-\$426.861.483	-\$1.685.782.425
	6%	\$2.909.274.430	\$1.746.751.365	\$584.228.301	-\$578.294.762	-\$1.740.817.826
	8%	\$2.526.806.529	\$1.450.246.195	\$373.685.862	-\$702.874.471	-\$1.779.434.805
	10%	\$2.194.012.118	\$1.194.346.790	\$194.681.462	-\$804.983.865	-\$1.804.649.193
	12%	\$1.903.770.208	\$973.094.271	\$42.418.334	-\$888.257.602	-\$1.818.933.539
	14%	\$1.650.084.967	\$781.483.931	-\$87.117.104	-\$955.718.140	-\$1.824.319.176
	16%	\$1.427.891.709	\$615.299.273	-\$197.293.161	-\$1.009.885.597	-\$1.822.478.032
	18%	\$1.232.899.048	\$470.977.177	-\$290.944.693	-\$1.052.866.565	-\$1.814.788.436
	20%	\$1.061.459.983	\$345.497.932	-\$370.464.118	-\$1.086.426.169	-\$1.802.388.220

Tabela 23 – Análise de sensibilidade do VPL em função de aumentos de preços dos refrigeradores e de taxas de desconto sob a perspectiva da sociedade

	Análise de Sensibilidade do VPL	Diferença de preço (refrigerador convencional x eficiente)				
		20%	25%	30%	35%	40%
Taxa de desconto - consumidor	3%	\$1.666,24	\$1.544,88	\$1.423,52	\$1.302,16	\$1.180,80
	6%	\$1.210,41	\$1.092,49	\$974,57	\$856,64	\$738,72
	9%	\$886,82	\$772,14	\$657,46	\$542,78	\$428,10
	12%	\$652,20	\$540,59	\$428,98	\$317,37	\$205,77
	15%	\$478,73	\$370,03	\$261,34	\$152,64	\$43,95
	18%	\$348,15	\$242,22	\$136,29	\$30,36	-\$75,57
	21%	\$248,25	\$144,94	\$41,63	-\$61,67	-\$164,98
	24%	\$170,66	\$69,85	-\$30,95	-\$131,76	-\$232,57
	27%	\$109,60	\$11,18	-\$87,25	-\$185,67	-\$284,10
	30%	\$60,98	-\$35,17	-\$131,32	-\$227,48	-\$323,63

Tabela 24 – Análise de sensibilidade do VPL em função de aumentos de preços dos refrigeradores e de taxas de desconto sob a perspectiva do consumidor

11 Análise Extra dos Impactos

A Clasp elaborou uma análise extra de impacto conforme os cenários apresentados a seguir neste documento.

“É importante ressaltar que a CLASP não modelou nenhum dos cenários considerados para implementação na Fase I da Portaria 332-2021 do Inmetro. Ambos os cenários (índices de eficiência energética de 85,5% e 80,3%, com base na implementação brasileira do método de teste IEC 62552: 2007) são menos rigorosos do que a linha de base atual para o mercado de 78,8%. Nenhum desses cenários mostraria qualquer impacto no modelo, porque a metodologia de modelagem examina como as políticas afetariam a eficiência média no mercado em comparação com a linha de base atual. No entanto, como a linha de base atual do mercado de 78,8% é uma média dos índices de eficiência disponíveis no mercado, existem de fato alguns modelos no mercado que estão atrás da linha de base. Portanto, enquanto a política de 85,5% não teria nenhum impacto, pois o CLASP não encontrou nenhum modelo à venda com níveis de eficiência abaixo de 85,5% em 2019, uma política de 80,3% removeria 29% dos modelos de refrigeradores do mercado mais comuns em varejistas online e, portanto, reduziria consumo de energia e trazer economia na conta de luz para alguns consumidores.”

Cenário	Linha de base	Cenário 1	Cenário 2
Descrição dos cenários	Caso base refletindo o mercado brasileiro	Eliminar classe B e as classes inferiores	Eliminar parte da classe A e as classes inferiores
Método de teste	IEC62552:2007 (32°C)	IEC62552:2007 (32°C)	IEC62552:2007 (32°C)
MEPS	0.788	0.855	0.803

Tabela 31 – Cenários MEPS

A segunda etapa da Portaria 332-2021 do Inmetro ocorrerá de 01/01/2026 até 31/12/2030. De forma similar, a Clasp realizou uma análise considerando três cenários distintos, como pode ser visto a seguir.

“Todos os três cenários modelados (Tabela 24) foram considerados eficazes em termos de custos para os consumidores; no entanto, o custo-benefício foi substancialmente melhor para os consumidores ao usar a regressão que inclui todos os refrigeradores combinado frost-free, em oposição aos modelos de refrigeradores combinado. Essa regressão (Regressão # 1) é provavelmente uma representação melhor do mercado, pois incorpora todos os modelos disponíveis. A outra regressão (Regressão # 2) também foi incluída para fornecer uma estimativa mais conservadora de custo-benefício.”

Cenário	Linha de base	Linha de base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Descrição do Cenário	Caso base refletindo o mercado brasileiro	Caso base refletindo o mercado brasileiro	Elimina as classes D, E e F	Elimina parte da classe C e as classes D, E e F	Elimina as classes C, D, E e F
Método de teste	IEC62552:2007 (32°C)	IEC62552:2020 (16°C, 32°C)	IEC62552:2020 (16°C, 32°C)	IEC62552:2020 (16°C, 32°C)	IEC62552:2020 (16°C, 32°C)
MEPS	0.788	1.24	1.00	0.90	0.83

Tabela 32 – Cenários MEPS

11.1 Avaliação do Cenário 1

“O primeiro cenário, com a implementação do novo MEPS, equivale à eliminação das classes D, E e F da ENCE a partir de 2026, e beneficiaria substancialmente os consumidores, reduzindo o custo do ciclo de vida de propriedade de um refrigerador em R\$ 123-R\$ 580 e também reduzindo o consumo nacional de energia em 6,11 TWh até 2030”. Foram considerados os modelos mais comuns em varejistas online aqueles equipamentos encontrados em 10 sites de lojas de varejo diferentes.

Impacto Nacional e ao Consumidor		
	Regressão 1	Regressão 2
Taxa do Custo Benefício	R\$ 580	R\$ 123
	3,97	0,82
Economia de Energia até 2030	6,11 TWh	
Redução de emissões de CO ₂	3,19 MT	

Tabela 33 – Cenário 1

“Este cenário é adequado para implementação em curto prazo. Oferece benefícios significativos aos consumidores e economia de energia em todo o país. Um plano precisa ser preparado para uma revisão subsequente do MEPS para trazer a política brasileira junto com outros grandes mercados de refrigeradores, uma vez que esta política ainda estaria defasada em outros grandes países em desenvolvimento.”

11.2 Avaliação do Cenário 2

“O segundo cenário, com a implementação dos novos MEPS equivale a eliminação de parte da classe C e de todos os produtos das classes D, E e F, e proporcionaria benefícios mais substanciais aos consumidores, reduzindo o custo do ciclo de vida de possuir um refrigerador em R\$ 174 - R\$ 822 e também reduzindo consumo nacional de energia em 8,67TWh até 2030.”

Impacto Nacional e ao Consumidor		
	Regressão 1	Regressão 2
Taxa do Custo Benefício	R\$ 822	R\$ 174
	3,97	0,82
Economia de Energia até 2030	8,67 TWh	
Redução de emissões de CO ₂	4,52 MT	

Tabela 34 – Cenário 2

“Este cenário traz economias de custo significativas e reduções de consumo de energia. Também está mais próximo do atual MEPS do Quênia (0,9 com o novo consumo padrão ENCE). Dados os benefícios significativos para os consumidores, a economia de energia nacional e o impacto sobre os fabricantes brasileiros, esse cenário poderia ser implementado no cronograma da política planejada, já que os fabricantes

teriam um aviso mais do que adequado para atualizar suas linhas de produção até 2026.”

11.3 Avaliação do Cenário 3

“O terceiro cenário, implementando um novo MEPS equivalente à eliminação das classes C, D, E e F, traria uma economia de custos ainda mais substancial para os consumidores, entre R \$ 210-R \$ 992. Esse cenário também teria um impacto ainda mais significativo sobre os fabricantes, pois retiraria do mercado a grande maioria dos produtos atuais.”

Impacto Nacional e ao Consumidor		
	Regressão 1	Regressão 2
Taxa do Custo Benefício	R\$ 992	R\$ 210
	3,97	0,82
Economia de Energia até 2030	10,45 TWh	
Redução de emissões de CO ₂	5,46 MT	

Tabela 35 – Cenário 3

“Este cenário pode ser adequado para implementação a médio prazo. Embora tenha a economia de energia nacional projetada mais significativa, as reduções de emissões de CO₂ e os benefícios para os consumidores, os MEPS propostos ainda são inferiores aos MEPS do modelo U4E⁶ (0,77 com novo método de teste). Os fabricantes brasileiros devem ser capazes de atualizar suas linhas de produção para cumprir esta norma, uma vez que os principais fabricantes que operam no Brasil atualmente comercializam produtos que atendem a critérios mais rígidos em outros mercados, e eles teriam aviso adequado para fazer os investimentos necessários em sua produção.”

⁶ A U4E é uma instituição que apoia os países em desenvolvimento e economias emergentes ajudando a promover produtos e equipamentos mais eficientes. [Unidos pela Eficiência \(united4efficiency.org\)](http://united4efficiency.org)

12 Conclusão

12.1 Resumo dos cenários apresentados

Com base nas informações apresentadas neste documento, apresentamos um resumo dos cenários propostos a serem avaliados pelos membros do CGIEE:

	Redução de Energia	Redução de Demanda	Redução de Emissões
Cenários	(GWh)	(MW)	(Ton CO₂)
1.1	5.957	850	3.549.241
1.2	10.085	1439	6.008.785
1.3	11.805	1685	7.033.595
1.4	13.009	1856	7.750.962
2.1	5.395	770	3.214.246
2.2	9.523	1359	5.673.790
2.3	11.243	1604	6.698.600
2.4	12.447	1776	7.415.967

Tabela 36 – Resumo dos cenários propostos

Em relação aos impactos econômicos a avaliação econômica mostrou a existência benefícios líquidos diretos resultantes da economia de energia. Mesmo considerando taxas de desconto em torno de 15% ao ano e incrementos percentuais de preços dos refrigeradores da ordem de 30%, o investimento incremental resulta em valor presente líquido positivo. Destaca-se que em condições mais favoráveis, com menores taxas de desconto e menores incrementos de preços o VPL do fluxo de caixa associado a operação dos refrigeradores pode ser da ordem de R\$ 1000,00.

12.2 Análise extra fornecida pela Clasp

Apresentamos um resumo da análise extra fornecida pela instituição Clasp sobre os níveis máximos de consumo (C/Cp).

Ano 2019 – 2025

Cenário	Linha de base	Cenário 1	Cenário 2
MEPS	0.788	0.855	0.803
Modelos retirados no mercado mais comuns em varejistas online	-	0%	29%

Tabela 37 – Resumo da análise extra dos níveis máximos de consumo (C/Cp)

Ano 2026 – 2030

Tipo de equipamento	Total de Produtos no Registro	Produtos que permanecem com MEPS a 100%	Produtos que permanecem com MEPS a 90%	Produtos que permanecem com MEPS a 83%
Combined Frost Free	193	112	85	61
Combined Manual Defrost	14	5	4	4
Frost Free Refrigerator	14	10	10	9
Manual Defrost Refrigerator	11	11	7	2
TOTAL	232	138	106	76
Total %	-	59.5%	45.7%	32.8%

Tabela 38 – Resumo da análise extra dos níveis máximos de consumo (C/Cp)

13 Referências

- Portaria INMETRO / ME - número 332- de 02/08/2021 -- Aprova os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Refrigeradores e Assemelhados – Consolidado (<http://sistema-sil.inmetro.gov.br/rtac/RTAC002813.pdf>) .
- NT-20DEA-SEE-007-2020 EPE (<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/NT%20DEA-SEE-007-2020.pdf>)
- Atlas consolidado_08_03_2021 EPE (https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-556/Atlas consolidado_08_03_2021.pdf)
- Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial – PPH, realizada em 2019 pelo PROCEL (<http://www.eletobras.com/pphweb/>)
- Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial – PPH, realizada em 2005 pelo PROCEL (<http://www.procel.gov.br/main.asp?View=%7B5A08CAF0%2D06D1%2D4FFE%2DB335%2D95D83F8DFB98%7D&Team=¶ms=itemID=%7BE6AA7196%2DE64E%2D4FC0%2D9567%2D994B77FB24DE%7D%3B&UIPartUID=%7B05734935%2D6950%2D4E3F%2DA182%2D629352E9EB18%7D>)
- Estudo produzido pela Clasp (https://kigali.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Estudo_Clasp_refrigeradores.pdf.)
- United for Efficiency (U4E), 2020. “MEPS & Etiquetas: Recomendaciones para Chile y Experiencia internacional”. Projeto GEF - Leapfrogging Chilean’s markets to more efficient refrigerator and freezers

Anexo 1 - Metodologia de avaliação do consumo de refrigeradores e assemelhados

A modelagem desenvolvida e aplicada foi desenhada para avaliar impactos energéticos, ambientais e econômicos de novos índices de eficiência máximos de consumo para refrigeradores e assemelhados. A abordagem metodológica visa a projeção do consumo de energia dos refrigeradores e assemelhados com base na contabilização do estoque desses aparelhos e sua evolução a cada ano. Diversos parâmetros e variáveis que envolvem tanto condições de mercado como posse por tipo de equipamento e participação por idade, quanto características técnicas e de engenharia como volume ajustado, consumo padrão, vida útil e eficiência energética, foram aplicados para estimar o consumo de energia do estoque. As fontes de dados e informações utilizadas e a modelagem aplicada é descrita a seguir.

1.1 Fontes de dados

Três fontes principais de dados foram usadas para aplicar a metodologia.

- 1) Os dados referentes a posse e de participação de mercado dos refrigeradores e assemelhados por tipo e idade foram obtidos a partir da Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Eletrodomésticos na Classe Residencial 2019 (Eletrobras, 2019). Os dados estão disponíveis em:

<https://eletrobras.com/pt/Paginas/PPH-2019.aspx>

- 2) Os dados demográficos e número de residências foram adquiridos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Está disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao.html>

- 3) Os dados referentes ao volume ajustado, consumo padrão e outras informações técnicas foram obtidos através de comunicação interna e pelo site do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Os dados estão disponíveis em:

<https://www.gov.br/inmetro/pt-br>

1.2 Premissas adotadas nos modelos de estoque e consumo

As projeções foram realizadas para o Brasil todo e a metodologia de consumo foi compatibilizada com a metodologia aplicada pelo INMETRO. A avaliação também incluiu ponderações em função de perspectivas futuras de participação dos refrigeradores e assemelhados com classificação A, do Programa Brasileiro de Etiquetagem. A análise é realizada de forma desagregada por categorias conforme compatibilização da desagregação da PPH 2019 com a desagregação estabelecida pelo INMETRO. Para cada categoria foram definidos consumo padrão e consumo mensal de modelos equivalentes A e MEPS. Também existiu padronização dos índices ao longo do período de projeções (2019 – 2030) seguindo as curvas padrão de 2026. Outras informações e premissas adotadas na modelagem são descritas abaixo:

- Taxa de aumento anual da saturação (posse média) de refrigeradores: 0,1%
- Vida útil (anos): 16
- Desvio na função de sucateamento logístico: 2
- Degradação da eficiência (%): 0% (0-5 anos); 20% (6-10 anos); 40% (11-16 anos)

1.3 Modelo de cálculo de consumo de energia

O modelo aplicado para estimar o consumo de energia de refrigeradores e assemelhados segue a metodologia que é aplicada pelo INMETRO. A Portaria N° 332, de 2 de agosto de 2021 do INMETRO prevê mudanças metodológicas referentes ao cálculo do consumo de energia que devem ocorrer a partir de 31/12/2025, as quais são descritas a seguir:

- Mudança da base normativa para os ensaios de desempenho com substituição da Norma Técnica IEC 62552:2007 pela Norma Técnica IEC 62552-3:2020. Essa mudança envolve, dentre outras questões, a inclusão de um novo ponto de temperatura de referência para medição de consumo.
- Mudança dos coeficientes a e b referentes aos cálculos de consumo padrão que devem ocorrer em dois períodos distintos, sendo o primeiro após 31/12/2025 e o segundo após 31/12/2030.

Essas mudanças impõe a necessidade de padronização dos valores dos índices de eficiência energética ao longo do período de projeções. O período de projeções tem como ano base o ano de 2019 e o horizonte de estudos o ano de 2030. A reclassificação das classes referentes aos índices de eficiência energética sofrerá alterações, em parte, devido a mudança metodológica proposta pelo INMETRO, a qual deve ocorrer a partir de 2026. O modelo conversão dos índices segue as premissas adotadas pelo INMETRO. A Tabela 1 mostra os coeficientes e respectivos valores de volume ajustado utilizados para o cálculo de conversão dos índices. A equação 1 descreve o modelo de conversão.

Tabela 1 – Coeficientes de curva de consumo padrão e volume ajustado

	C. padrão atual			C. padrão 2026		
	a	b	VA	a	b	VA
FRIGOBAR	0,035	19,117	79,000	0,021	13,180	79,000
REFRIGERADOR 1p	0,035	19,117	270,000	0,021	13,180	272,500
REFRIGERADOR FF 1p	0,031	33,684	433,500	0,021	13,180	438,600
REFRIGERADOR CG 2p	0,092	17,083	502,800	0,029	20,800	528,400
REFRIGERADOR CG FF 2p	0,106	7,486	632,400	0,029	20,800	668,400
CONGELADOR	0,076	13,095	581,000	0,027	24,540	791,300

$$le_a/le_{26} = \frac{a' \cdot VA' + b'}{0,8 \cdot (a \cdot VA + b)} \quad (1)$$

Onde:

le_a = índice de eficiência atual

le₂₆ = índice de eficiência convertido para o período pós 2026

VA' = volume ajustado 2026

VA = volume ajustado atual

a, b, a' e b' = coeficientes de curva de consumo padrão

O consumo anual dos refrigeradores e semelhantes, por sua vez, é calculado conforme indica a equação 2.

$$C_A = C_p \times I_e \quad (2)$$

Onde:

C_A = consumo anual

C_p = consumo padrão anual

I_e = índice de eficiência energética

1.4 Modelo de contabilização do estoque

O modelo de contabilização do estoque anual de refrigeradores e semelhantes em operação no setor residencial é baseado na posse existente desses aparelhos no ano de 2019 e, também, na contabilização dos aparelhos novos entrantes no mercado, devido a:

a) a substituição de aparelhos antigos (sucateamento), o que acontece com maior frequência quando esses estão próximos do fim de sua vida útil. A modelagem utiliza uma função logística que determina a probabilidade da substituição com base na idade do equipamento. A Equação 2 ilustra o modelo utilizado.

$$P_e(Id) = \frac{1}{1 + e^{-\left(\frac{Id - Vu}{Did}\right)}} \quad (2)$$

Onde:

- $P_e(Id)$ é a probabilidade do aparelhos com idade Id ser substituído,
- Vu é a vida útil do equipamento,
- Did é o desvio de idade em relação a vida útil, considerou-se nas projeções um desvio de dois anos em relação a vida útil dos aparelhos.

A substituição de aparelhos em cada ano será dada pela Equação 3.

$$Sub(y) = \sum_{Id=1}^{Vu} Estoque(y-1, Id) \times P_e(Id) \quad (3)$$

Onde:

- $Sub(y)$ é o número de aparelhos substituídos no ano y ,
- $Estoque(y-1, Id)$ é o estoque do ano anterior segmentado pela idade (Id) dos aparelhos.

b) devido à primeira compra de aparelhos relacionada ao acréscimo do número de edificações e posse, conforme indica a Equação 4.

$$PC_{e,s}(y) = NE_s(y) \times P_{e,s}(y) - NE_s(y-1) \times P_{e,s}(y-1) \quad (4)$$

Onde:

- $PC_{e,s}$ é a quantidade de primeiras compras do equipamento e no ano y ,
- NE é o número de edificações no setor residencial,
- $P_{e,s}$ é a posse do equipamento e .

A partir das equações 3 e 4 obtém-se a contabilização dos aparelhos novos (EN) entrantes no mercado a cada ano, conforme a Equação 5.

$$EN(y) = PC(y) + Sub(y) \quad (5)$$

Assim, o estoque de aparelhos a cada ano será dado pela seguinte Equação 6.

$$Estoque(y) = PC(y) + Sub(y) + \left[\sum_{Id} Estoque(y-1, Id) \times (1 - P(Id)) \right] \quad (6)$$