

O impacto econômico da eficiência energética no Brasil: refrigeradores



Maio de 2021



Ficha técnica

Estudo idealizado pelo Instituto Escolhas

Conselho Diretor

Ricardo Sennes (Presidente)

Marcos Lisboa

Mariana Luz

Sergio Leitão

Conselho Científico

Rudi Rocha (Presidente)

Ariaster Chimeli

Bernard Appy

Fernanda Estevan

Izabella Teixeira

Marcelo Paixão

Marcos Lisboa

Conselho Fiscal

Plínio Ribeiro (Presidente)

Fernando Furriela

Zeina Latif

Coordenação Geral

Rafaela Silva e Larissa Rodrigues (Instituto Escolhas)

Coordenação Técnica

Carlos Alberto Manso, economista

e pesquisador da Universidade Federal do Ceará

Instituto Escolhas

São Paulo, maio de 2021

O Instituto Escolhas desenvolve
estudos e análises sobre
economia e meio ambiente
para viabilizar o
desenvolvimento sustentável



1. Introdução

O consumo anual de energia elétrica dos refrigeradores¹ no Brasil equivale a 31,9% do residencial e a 27,1% do industrial². Considerados bens essenciais, esses aparelhos estão presentes em quase todos os lares do país – 98,1% dos domicílios –, e a posse corresponde a 1,02 por residência³. Estima-se que o número desses equipamentos no Brasil ultrapassará 78 milhões de unidades ao final deste ano, de 2021⁴.

Devido a esta relevância, é difícil compreender a razão pela qual os critérios do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) para a obtenção da classe ‘A’ para refrigeradores não são atualizados há 15 anos. A última revisão de etiquetas, feita pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) ocorreu em 2006⁵.

As políticas de etiquetagem e o estabelecimento de índices de eficiência energética podem eliminar do mercado equipamentos menos eficientes e incentivar os fabricantes a ofertarem equipamentos com menores níveis de consumo, contribuindo para a redução da demanda potencial de eletricidade⁶.

Nesse sentido, o consumo de um combinado *frost free* (o tipo mais vendido de refrigeradores no Brasil, na última década), com 500 litros de volume, é 97,2% maior do

¹ Neste estudo, o termo refrigerador representará os seguintes tipos de equipamentos: refrigerador, frigobar, combinado *frost free*, congelador vertical, congelador vertical *frost free* e congelador horizontal.

² Estes percentuais foram obtidos da seguinte forma: consumo estimado de todos os refrigeradores neste estudo, em 45,9 TWh, para um consumo residencial de 142,8 TWh e industrial, de 167,7 TWh. Todos os dados se referem ao ano de 2019, o mais recente disponível. Mais informações em: EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020, Ano base 2019. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202020.pdf>>.

³ A presença dos refrigeradores nos domicílios é estimada pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o ano de 2019. A posse decorre da Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos (PPH), ano 2019, do Ministério de Minas e Energia (MME).

⁴ CLASP. Alinhando a política brasileira de eficiência energética de refrigeradores com as melhores práticas internacionais: opções e impactos. CLASP: 2021.

⁵ Portaria Inmetro 20/2006, disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001000.pdf>.

⁶ EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. NOTA TÉCNICA EPE 030/2018 – Uso de Ar-Condicionado no Setor Residencial Brasileiro: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética. EPE: Brasília, 2018.

que o modelo de referência do Guia U4E⁷. O equipamento brasileiro apresenta um rendimento inferior que fica muito atrás, até mesmo quando comparado ao mesmo modelo presente em países com baixo nível de desenvolvimento, como o Quênia: - 68,6% a mais de consumo elétrico⁸.

Mesmo estando defasados em termos de eficiência energética, em virtude da falta de atualização da etiquetagem e dos índices mínimos, praticamente todos os refrigeradores comercializados atualmente no Brasil estão enquadrados na classe A⁹. Isso permite que os fabricantes de refrigeradores sejam beneficiados por uma redução fiscal no Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). A alíquota padrão de 15% é substituída por uma alíquota de 10%, no caso de aparelhos pertencentes à classe 'A' de eficiência energética¹⁰. Estima-se que, para 2021, essa isenção seja da ordem de R\$ 420 milhões.

Em 25 de março de 2021, o Inmetro lançou a Consulta Pública N° 7, propondo alterações na classificação das etiquetas de eficiência energética de refrigeradores fabricados e comercializados no Brasil. Em síntese, o Inmetro altera a classificação das etiquetas dos produtos em 2022 (para vendas ao consumidor a partir de 31 de dezembro de 2022) e para 2025 (com vendas ao consumidor a partir de 31 de dezembro de 2026), uma outra modificação nas classes de eficiência, além da determinação de novos índices de consumo para esses aparelhos¹¹.

⁷ O Guia U4E (*United for Efficiency*) é uma iniciativa da UNEP, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, e oferece orientações para que novos produtos, como geladeiras, condicionadores de ar, motores elétricos e transformadores de distribuição, sejam energeticamente eficientes. Este Guia tem sido utilizado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) para a definição de novos índices de eficiência para os refrigeradores fabricados e comercializados no Brasil.

⁸ CLASP. Alinhando a política brasileira de eficiência energética de refrigeradores com as melhores práticas internacionais: opções e impactos. CLASP: 2021.

⁹ Gomes, R.; Borges, K. 2021. Como revigorar a indústria de geladeiras do Brasil. *Época Negócios*, 23 abr 2021. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Um-So-Planeta/noticia/2021/04/como-revigorar-industria-de-geladeiras-do-brasil.html>>.

¹⁰ Legislação sobre a desoneração fiscal do IPI em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/legislacao-por-assunto/tipi-tabela-de-incidencia-do-imposto-sobre-produtos-industrializados>.

¹¹ Para 2022, a proposta prevê que sejam mantidos os índices de eficiências das atuais classes A, B e C, eliminando as classes D, E e F, e, ainda, criando as subclasses A+, A++ e A+++.

Para 2026, haveria uma nova modificação nestas classes, as quais seriam de A até F, além de novos índices de consumo para os refrigeradores. A proposta do

Nessa direção, esta pesquisa contribui para a discussão em torno da atualização dos índices mínimos e das classes de eficiência para refrigeradores ao quantificar o consumo de energia que poderia ser evitado até o ano de 2030 - e seus correspondentes impactos econômicos e ambientais -, em diversos cenários, incluindo o proposto na Consulta Pública Nº 7 do Inmetro e o indicado no Guia U4E, isto é, considerando diferentes horizontes temporais e ganhos de eficiência energética.

Os resultados apontam que se os aparelhos comercializados no Brasil já estivessem, em 2021, na classe máxima de eficiência indicada no Guia U4E, o consumo de quase 130 TWh de energia seriam evitados até 2030 – equivalente ao consumo de 71 milhões de residências brasileiras durante um ano inteiro –, e não se teria a emissão de mais de 55 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera, o que equivale à retirada de 3,34 milhões de veículos nas ruas, emitindo CO₂ por um ano.

Por outro lado, a proposta do Inmetro produziria resultados bem mais modestos: tão somente 39,1% desses valores obtidos, seguindo o indicado no Guia U4E. Ademais, esta pesquisa mostra os valores de desonerações do IPI até 2030, considerando que todos os aparelhos comercializados estejam enquadrados na classe 'A' de eficiência (do Guia U4E ou do Inmetro), que são de R\$ 5,03 bilhões.

Além desta seção introdutória, o estudo também apresenta a descrição dos procedimentos metodológicos, os resultados obtidos e as considerações finais.

2. Procedimentos metodológicos

Nesta seção, são descritas as entradas e os pressupostos adotados, bem como os cálculos realizados para a determinação da economia evitada e das desonerações do IPI em diferentes cenários temporais e de eficiência energética (três grupos são considerados: o consumo atual, o orientado pelo Guia U4E e o proposto pelo Inmetro).

A seção será dividida em duas subseções, uma relativa aos aspectos energéticos e a outra, à desoneração do IPI.

Os cenários analisados foram os seguintes:

- Cenário 0 (Base):** a eficiência energética dos refrigeradores ficará constante até 2030. Ou seja, é um cenário no qual não há qualquer ganho de eficiência energética. No caso do IPI, foi considerado que todos os produtos terão redução na alíquota de 2021 a 2030.
- Cenário 1 (identificado como 'Promissor' ao longo do texto):** adoção de uma nova etiqueta, como orientado no Guia U4E a partir de 2021, com duas possibilidades:
 - 1.1 - **100% dos refrigeradores** atendendo ao padrão de **alta eficiência do Guia U4E já em 2021**. No caso do IPI, todos os produtos terão redução na alíquota de 2021 a 2030, ou seja, igual ao cenário-base.
 - 1.2 - **50% dos refrigeradores** atendendo ao padrão de **alta eficiência do Guia U4E em 2021**, com este percentual crescendo de forma linear, até atingir 100% em 2030. No caso do IPI, 50% dos produtos terão redução na alíquota em 2021, com este percentual crescendo a uma taxa constante até 2030, no qual todos os aparelhos serão vendidos com alíquota diferenciada.
- Cenário 2 (identificado como 'Intermediário'):** com avanços de eficiência energética a partir de 2023, da seguinte forma:
 - 2.1 - **100% dos refrigeradores** atendendo ao padrão de **alta eficiência do Guia U4E, de 2023 até 2030**. No caso do IPI, há redução na alíquota em todos os produtos, de 2021 a 2030.
 - 2.2 - seguindo a proposta do Inmetro, **100% dos refrigeradores** pertencentes à **subclasse 'A+++', de 2023 a 2026, e à classe 'A', de 2027 a 2030**. Outro cenário no qual a redução na alíquota do IPI se aplica a todos os produtos.

- ❑ **Cenário 3 (identificado como ‘Conservador’):** com marco temporal em 2027, seguindo a proposta do Inmetro, contemplando duas possibilidades:
 - ❑ **3.1 - 100% dos refrigeradores na atual classe ‘A’ de eficiência, de 2021 a 2026, e pertencentes à nova classe ‘A’, de 2027 a 2030.** No caso do IPI, a redução na alíquota é para 100% dos produtos.
 - ❑ **3.2 - 100% dos refrigeradores na atual classe ‘A’ de eficiência, de 2021 a 2026, e 50% pertencentes à nova classe ‘A’, em 2027,** com este percentual crescendo de forma linear até atingir **100% em 2030.** No caso do IPI, prevê-se, portanto, redução na alíquota de 2021 a 2026 para todos os produtos, e redução na alíquota para 50% dos produtos em 2027, com este percentual crescendo a uma mesma taxa até que seja igual a 100% dos produtos em 2030.
- ❑ **Cenário 4 (identificado como Guia U4E em 2027):** considera avanços de eficiência energética (decorrentes da adoção da classe máxima indicada no Guia U4E) apenas a partir de 2027:
 - ❑ **4.1 - 100% dos refrigeradores na atual classe ‘A’ de eficiência, de 2021 a 2026, e 100% pertencentes à classe máxima de eficiência atual do Guia U4E, de 2027 a 2030.** No caso do IPI, a redução da alíquota se aplica a todos os produtos.
 - ❑ **4.2 - 100% dos refrigeradores na atual classe ‘A’ de eficiência, de 2021 a 2026, e 50% pertencentes à classe máxima de eficiência atual do Guia U4E em 2027, com este percentual crescendo linearmente até 2030.** No caso do IPI, a redução na alíquota é para todos os produtos de 2021 a 2026 e para 50% dos produtos, em 2027 - com este percentual crescendo de forma linear até atingir 100% em 2030.

2.1 Consumo de Energia Elétrica Evitado e Efeitos Econômicos e Ambientais Correspondentes

No estudo, foram consideradas 3 (três) possibilidades, em termos do consumo dos refrigeradores – (i) o consumo **atual**, (ii) o orientado pelo **Guia U4E** e (iii) o proposto na Consulta Pública N° 7 do **Inmetro**. Os diferentes níveis de cada tipo de aparelhos refrigeradores considerados neste estudo são apresentados na Tabela 1¹². O cálculo dos níveis de consumo atuais e orientados pelo Guia U4E são apresentados no Apêndice A. Já a obtenção dos níveis de consumo, seguindo a proposta do Inmetro, constam no Apêndice B.

Os níveis de consumo para cada tipo de aparelho refrigerador são as entradas para o cálculo do consumo total, que consiste **na soma do consumo do ano anterior com o consumo dos novos produtos, subtraindo-se o consumo dos produtos substituídos** (após a vida útil). A **economia evitada** é a diferença entre o consumo acumulado até 2030 em um dado cenário e o consumo acumulado no cenário-base no mesmo horizonte temporal.

Tabela 1: Consumo anual (em KWh) por tipo de aparelho e grupo de eficiência*

Tipo de aparelho refrigerador	Atual	Guia U4E**	Inmetro ***	
			Subclasse 'A+++'	Nova Classe 'A'
Refrigerador	302,40	117,70	209,38	131,35
Congelador Vertical	570,60	236,31	395,08	272,76
Congelador Vertical <i>Frost Free</i>	804,00	249,10	556,69	287,53
Refrigerador <i>Frost Free</i>	475,20	120,38	329,03	180,45
Combinado	578,88	206,33	400,82	291,23
Combinado <i>Frost Free</i>	682,56	230,70	477,63	314,41

Fonte: elaboração própria.

Notas: *considerando 8.760 horas de uso por ano de cada aparelho, seguindo o PPH, 2019.

**Considerando-se a classe de alta eficiência do Guia U4E.

***Corresponde ao proposto na Consulta Pública N° 7, de 25 de março de 2021.

¹² A proposta do Inmetro inclui uma nova modificação para as curvas de consumo em 2031. No entanto, o horizonte temporal desta pesquisa se encerra em 2030, assim, esta alteração não foi considerada nas estimativas.

Com relação aos novos produtos, considerou-se uma evolução de vendas estimada¹³, obtida por meio de previsões de 2004 a 2024, da Euromonitor, e calculada para criar modelos de dados de vendas de 1980 a 2003 e de 2024 a 2030. No caso desta pesquisa, foram utilizados os dados de 2009 a 2030, uma vez que foi considerada a vida útil do refrigerador igual a 10 anos¹⁴.

O ano de 2019 foi definido como o inicial das previsões, para coincidir com os dados mais recentes disponíveis de domicílios e de posse dos equipamentos obtidos, respectivamente, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua e da Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos¹⁵.

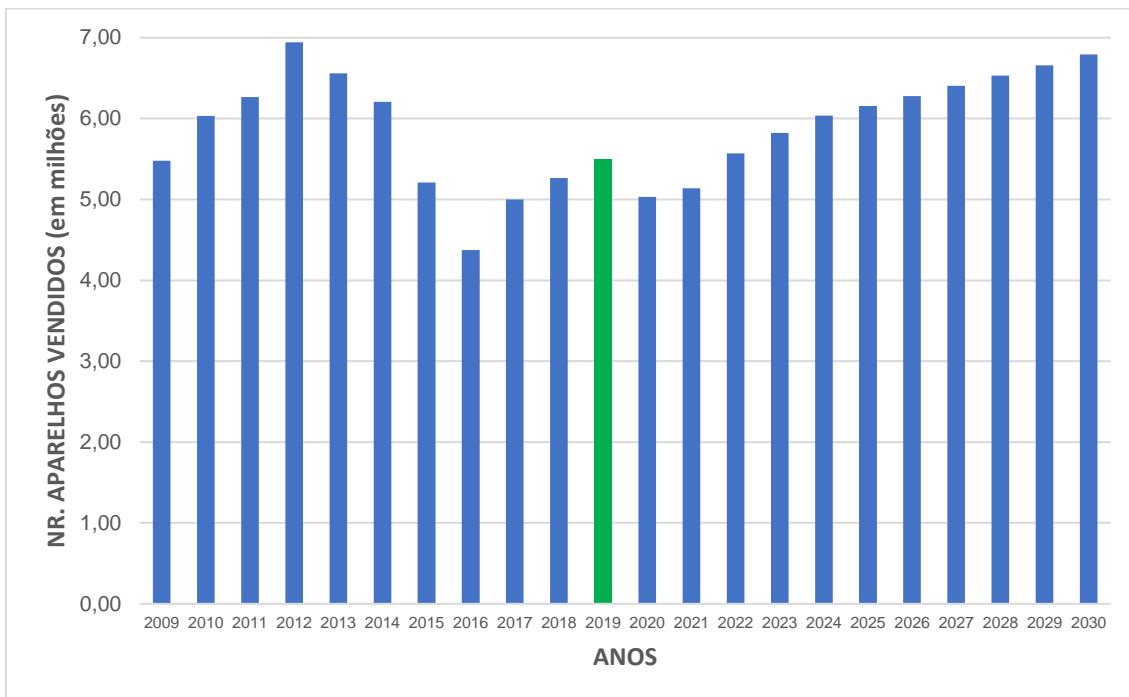
O Gráfico 1 apresenta a evolução das vendas de refrigeradores e a Tabela 2, as taxas de substituição de aparelhos. Os períodos foram definidos considerando as maiores dificuldades do consumidor brasileiro em trocar seu refrigerador até 2024, em virtude da crise econômica provocada pela pandemia da Covid-19. No Gráfico 2, é representada a evolução do estoque destes aparelhos, com crescimento de 1,51% ao ano.

Gráfico 1: Evolução de Vendas (em milhões de unidades) de Aparelhos de Refrigeração no Brasil entre os anos de 2009 e 2030*.

¹³ CLASP. Alinhando a política brasileira de eficiência energética de refrigeradores com as melhores práticas internacionais: opções e impactos. CLASP: 2021.

¹⁴ Conforme estudo do IDEC (Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor), “Ciclo de Vida de Eletrônicos”, de 2013. Disponível em: <http://www.idec.org.br/uploads/testes_pesquisas/pdfs/market_analysis.pdf>.

¹⁵ A presença dos refrigeradores nos domicílios é estimada pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o ano de 2019. A posse decorre da Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos (PPH), ano 2019, do Ministério de Minas e Energia (MME).



Fonte: elaboração própria.

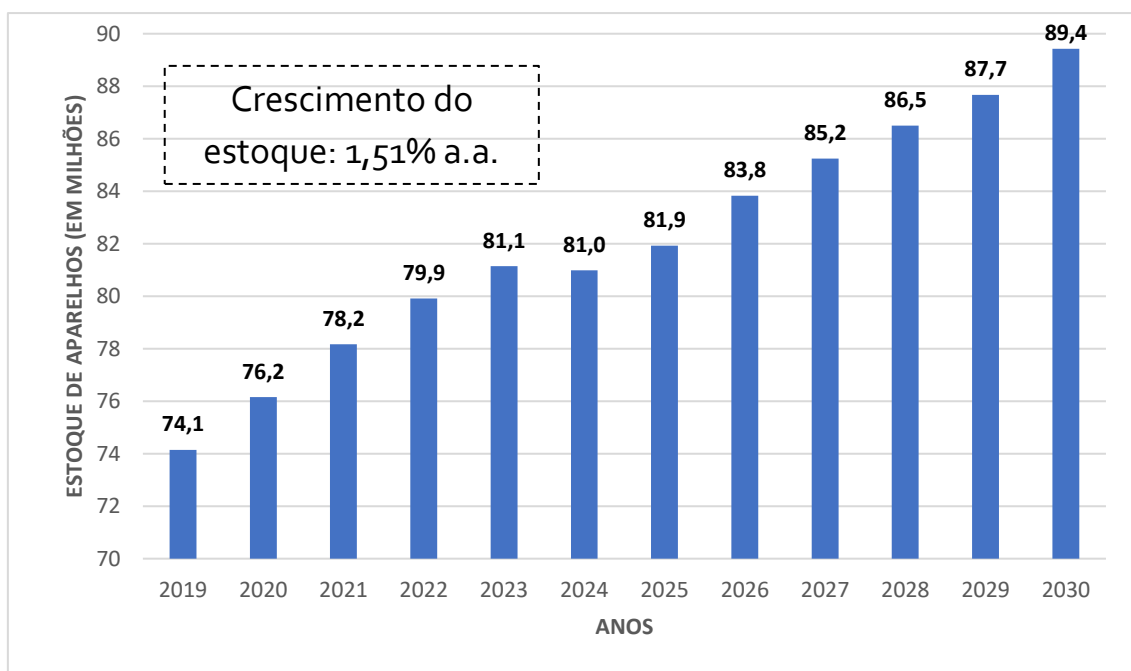
Nota: * A partir do ano de 2019 são previsões de venda.

Tabela 2: Taxas de substituição de aparelhos refrigeradores no Brasil

Anos de Vendas (substituição 10 anos depois)	Taxa de Substituição
2010 a 2011	50%
2012	55%
2013	70%
2014 a 2020	100%

Fonte: elaboração própria.

Gráfico 2: Evolução do estoque de aparelhos refrigeradores no Brasil (em milhões de unidades)



Fonte: elaboração própria.

2.1 Desonerações do IPI

Foram consideradas as estimativas realizadas pela Receita Federal¹⁶ para o ano de 2014, quando da prorrogação da desoneração de Geladeira/Freezer (NC 84-5) e recomposição gradual e manutenção de alíquota reduzida de 15% para 10%. O valor total estimado para a isenção foi de R\$ 508,5 milhões – em reais, de janeiro de 2021, deflacionados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), do IBGE. Esse valor foi combinado com as previsões de vendas para o ano de 2014, conforme apresentadas no Gráfico 2, chegando-se a um valor de R\$ 81,93 de desoneração por unidade vendida, considerando um preço de venda igual a R\$ 1.638,57.

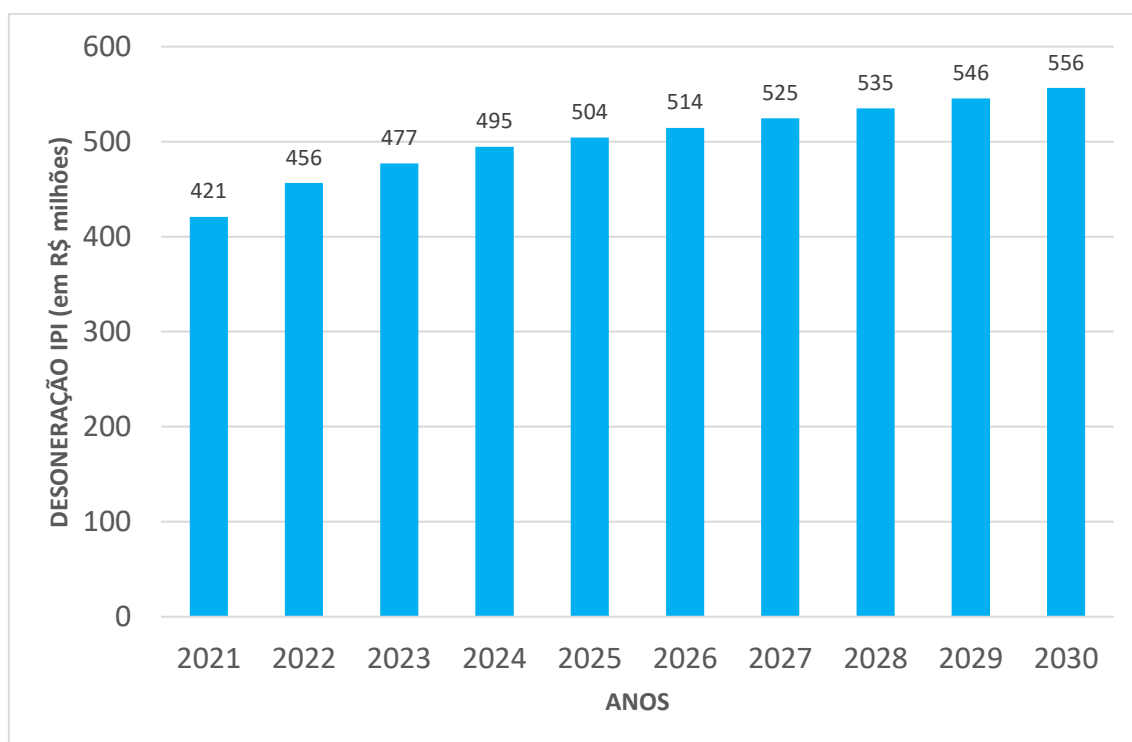
Adotou-se a hipótese de não alteração, em termos reais, do preço de venda, nos anos seguintes. Fixada a variável preço, portanto, a desoneração passou a ser uma função apenas da quantidade vendida.

¹⁶ Disponível em: <<https://receita.economia.gov.br/dados/receitadata/renuncia-fiscal/desoneracoes-instituidas>>.

Assim, em cada horizonte temporal definido para cada um dos cenários considerados na pesquisa, tem-se uma fração “q” dos produtos vendidos referentes aos aparelhos que perderão a classificação “A”, após a reclassificação de etiquetas e índices mínimos de eficiência.

Por meio destes valores e das previsões de vendas (Gráfico 1), foi possível calcular o total de isenções de IPI em cada ano, de 2021 até 2030. No Gráfico 3, é apresentada a evolução das isenções do IPI considerando-se o cenário base, aquele em que não há qualquer ganho de eficiência e nem reclassificação dos produtos até 2030. O valor acumulado é de R\$ 5,03 bilhões.

Gráfico 3: cenário-base de desoneração IPI para os aparelhos refrigeradores (em R\$ milhões)*



Fonte: elaboração própria.

Nota: *valores em reais, de janeiro de 2021, deflacionados pelo IPCA.

Outros parâmetros que foram utilizados neste estudo foram:

Fator de emissão (parâmetro para a estimativa da quantidade de CO2 evitado): considerado o valor igual a 0,4280 Kg por CO2/kWh¹⁷. Por sua vez, a quantidade correspondente de **emissão de CO2 por veículos** em um ano decorre da relação de 1,701 milhão tCO2 para cada 584 mil veículos, presente no Relatório “Resultados PROCEL 2019”¹⁸.

A **tarifa de eletricidade** utilizada é igual a 0,78 R\$/kWh, baseada na tarifa média de eletricidade residencial, mais impostos. Assim, o custo da eletricidade evitada é obtido pelo produto entre a quantidade de energia (em kWh) e essa tarifa, de 0,78 R\$ por kWh.

¹⁷ Valor correspondente à média do primeiro semestre de 2020, obtido conforme o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, “Fatores de emissão de CO2 pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil - Ano Base 2020”. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_despacho.html>..

¹⁸ Disponível em: http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2019/Procel_rel_2019_web.pdf>..

3. Resultados

Com relação aos cálculos da energia evitada e do montante de desonerações do IPI em cada cenário proposto, tem-se, inicialmente, a Tabela 3, com uma síntese dos resultados deste estudo. Sobre isso, seguem algumas considerações:

- ❑ Observa-se, no cenário promissor, que, se os refrigeradores fabricados e comercializados no Brasil já atendessem aos critérios de alta eficiência definidos no Guia U4E, como ocorre com inúmeros países, um total aproximado de 130 TWh de consumo de energia elétrica seriam evitados. Isso corresponde a um custo de R\$ 101 bilhões; nesse caso, mais de 55 milhões de toneladas de CO₂ não seriam lançados na atmosfera, o equivalente às emissões anuais de pouco mais de 3,3 milhões de veículos. Esse caso apresenta o maior montante de desonerações do IPI – pouco acima de R\$ 5 bilhões –, até 2030.
- ❑ Por outro lado, nota-se que, quanto mais se postergam os avanços em eficiência energética, menores são os efeitos positivos sobre a economia, a sociedade e o meio ambiente. Isso fica bem evidente na comparação entre o **cenário promissor 1.1** - baseado no atendimento à classe máxima de eficiência atual indicada no Guia U4E -, e o **cenário conservador 2.2**, o qual representa o melhor caso de economia de energia pela proposta do Inmetro – todos os refrigeradores atendendo à subclasse ‘A+++’, de 2023 a 2026, e à nova classe ‘A’, de 2027 a 2030. Nos dois casos, embora a desoneração do IPI seja a mesma, já que nos cenários considera-se que todos os equipamentos estarão enquadrados na classe ‘A’ (seja do U4E ou do Inmetro), a economia de energia do cenário conservador equivale a tão somente 39,1% daquela observada no cenário promissor. Assim, os dois cenários se equiparam em termos de custos para a sociedade, mas são muito díspares em relação aos benefícios proporcionados. Essa comparação também indica que há muito espaço para a economia de energia na proposta apresentada pelo Inmetro. Ou seja, ajustes nessa direção devem ser exaustivamente discutidos.
- ❑ O cenário 1.2 é aquele que determina o menor volume de desonerações de IPI, por causa da hipótese conservadora de 50% dos aparelhos atendendo à

classe mais alta de eficiência do Guia U4E em 2021 –, com este percentual crescendo a uma taxa igual até atingir 100% em 2030. Mesmo assim, esse cenário produziria uma economia de energia 75,5% maior do que no melhor caso da proposição do Inmetro, apesar de um volume de isenções de IPI 26,2% menor. Como a redução fiscal do IPI é função direta da participação de refrigeradores na classe 'A', ela deveria crescer na medida em que os fabricantes conseguissem ofertar produtos mais eficientes no mercado. Se isso não ocorre, a política de desoneração perde sua função, não justificando sua continuidade.

Tabela 3: Síntese dos cenários elaborados em comparação ao cenário base

Cenários	Energia economizada (TWh)	Custo de Energia Evitada (R\$ bilhões)	CO2 evitado (MT)	Número de Veículos Emissões Anuais de CO2	Desoneração IPI (R\$ bilhões)
Cenário 1 (Promissor) - 1.1 - 100% dos refrigeradores com alta eficiência da U4E, de 2021 a 2030	129,6	101,0	55,5	3,34 milhões	5,03
Cenário 1 (Promissor) - 1.2 - 50% dos refrigeradores com alta eficiência da U4E em 2021; 100% em 2030	84,4	65,8	36,1	2,17 milhões	3,71
Cenário 2 (Intermediário) – 2.1 - 100% dos refrigeradores com alta eficiência da U4E, de 2023 a 2030	89,0	69,4	38,1	2,29 milhões	5,03
Cenário 2 (Intermediário) – 2.2 - 100% dos refrigeradores A+++, de 2023 a 2026, e do novo A do Inmetro, de 2027 a 2030	50,7	39,5	21,7	1,31 milhão	5,03
Cenário 3 (Conservador) – 3.1 – 100% dos refrigeradores no atual A, de 2021 a 2026, e 100% no novo A do Inmetro, de 2027 a 2030	21,5	16,8	9,2	554,8 mil	5,03
Cenário 3 (Conservador) – 3.2 – 100% dos refrigeradores no atual A, de 2021 a 2026, e 50% no novo A do Inmetro, de 2027 a 2030	14,0	10,9	6,0	361,1 mil	4,11
Cenário 4 (U4E, 2027) - 4.1 - 100% dos refrigeradores no atual A, de 2021 a 2026, e 100% com alta eficiência da U4E, de 2027 a 2030	26,1	20,4	11,2	672,8 mil	5,03
Cenário 4 (U4E, 2027) - 4.2 - 100% dos refrigeradores no atual A, de 2021 a 2026, e 50% com alta eficiência da U4E, de 2027 a 2030	17,0	13,3	7,3	437,9 mil	4,11

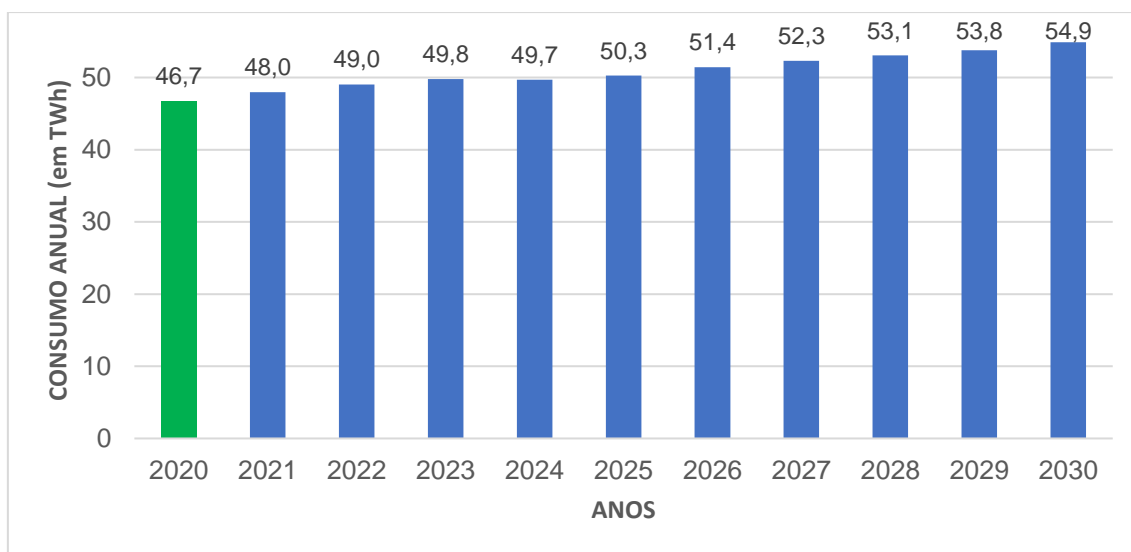
Fonte: elaboração própria.

Nota: *Emissão de CO2 total equivalente para esta quantidade de veículos em um ano.

** valores em reais, de janeiro de 2021, deflacionados pelo IPCA.

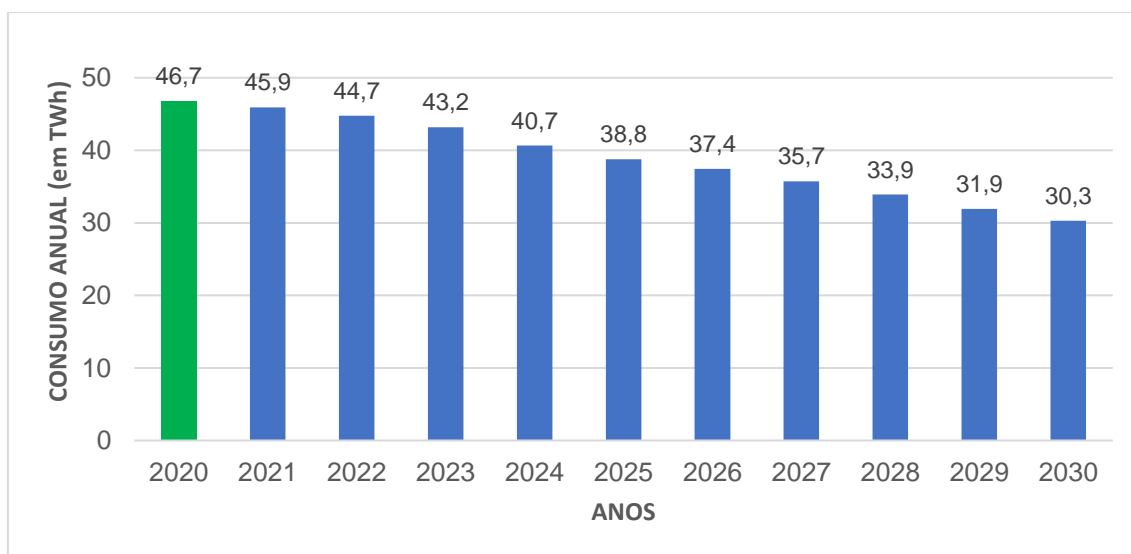
A seguir, são apresentadas as evoluções do consumo de energia de 2020 a 2030, em cada cenário proposto. Assim, tem-se no Gráfico 4 a evolução do consumo anual relativa ao cenário-base, em que a energia acumulada entre 2021 e 2030 é igual a 512,16 TWh. No Gráfico 5, observa-se a evolução do consumo anual para o Cenário 1.1, com energia acumulada de 382,54 TWh.

Gráfico 4: Evolução do consumo anual (em TWh) de energia elétrica no Cenário Base



Fonte: elaboração própria.

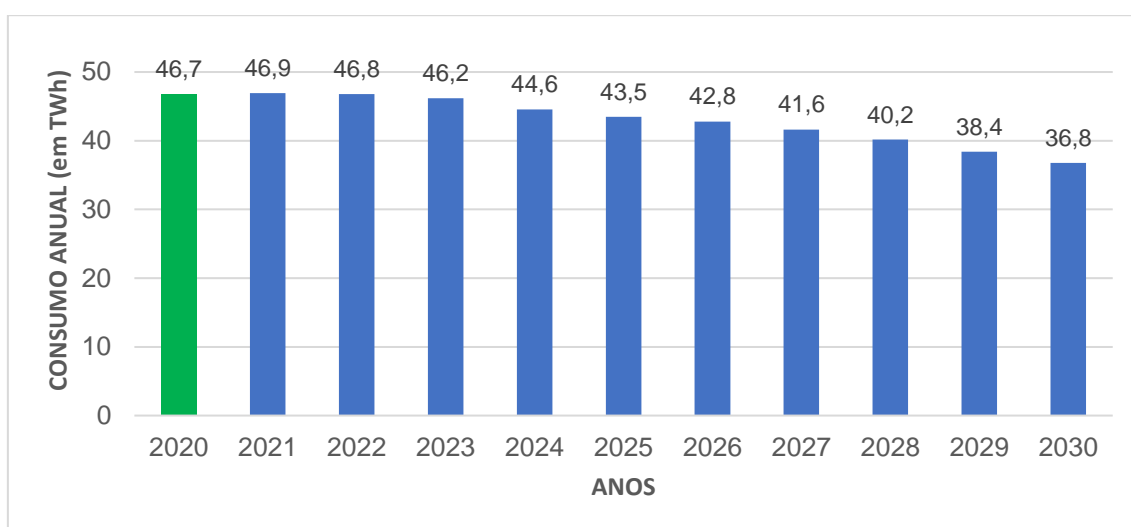
Gráfico 5: Evolução do consumo anual (em TWh) de energia elétrica no Cenário 1.1 (100% dos refrigeradores na classe de alta eficiência do Guia U4E, em 2021)



Fonte: elaboração própria.

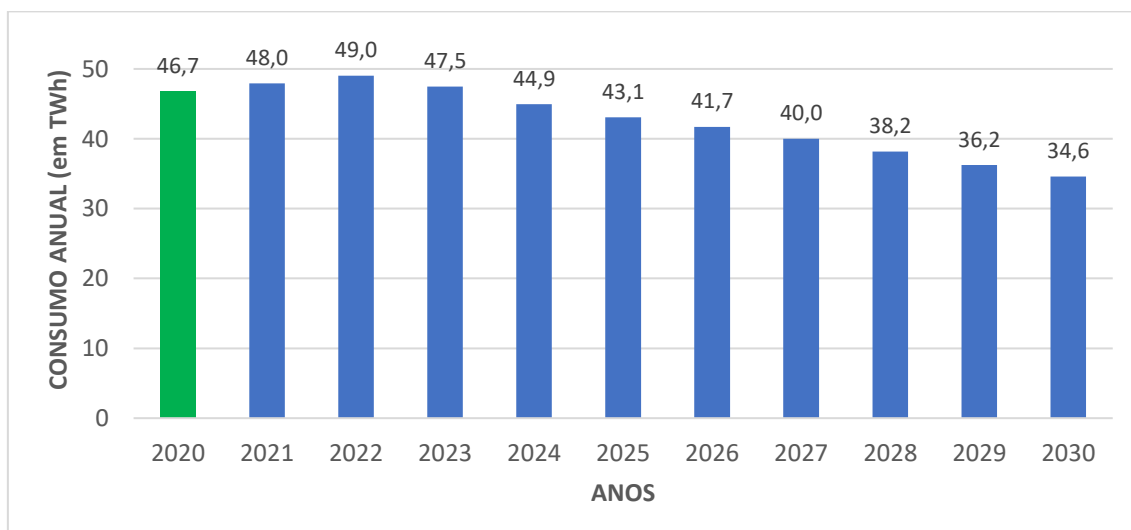
No Gráfico 6, pode-se verificar o consumo anual relativo ao Cenário 1.2, o qual tem energia acumulada igual a 427,75 TWh no período analisado. No Gráfico 7, a energia acumulada de 423,15 TWh se refere ao Cenário 2.1.

Gráfico 6: Evolução do consumo anual (em TWh) de energia elétrica no Cenário 1.2 (50% dos refrigeradores com alta eficiência da U4E, em 2021, crescendo a uma taxa constante anual até 100%, em 2030)



Fonte: elaboração própria.

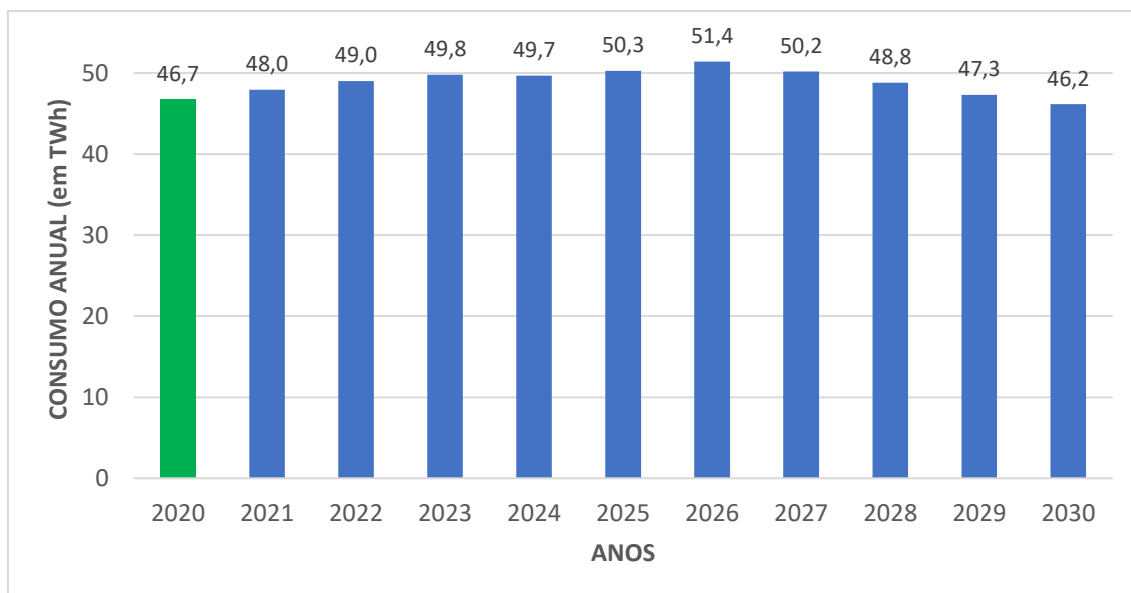
Gráfico 7: Evolução do consumo anual (em TWh) de energia elétrica no Cenário 2.1 (100% dos refrigeradores com alta eficiência da U4E, de 2023 a 2030)



Fonte: elaboração própria.

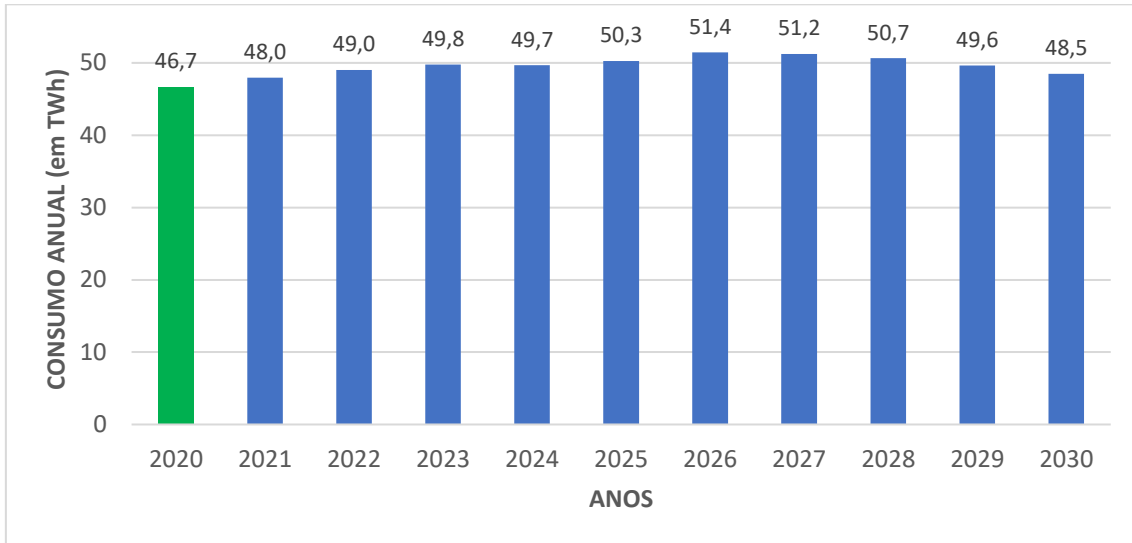
No Gráfico 8, a evolução do consumo anual relativa ao Cenário 3.1 apresenta uma energia acumulada, de 2021 a 2030, igual a 490,62 TWh. No Gráfico 9, a energia acumulada do Cenário 3.2 é de 498,14 TWh.

Gráfico 8: Evolução do consumo anual (em TWh) de energia elétrica no Cenário 3.1 (100% dos refrigeradores na atual classe 'A', de 2021 a 2026, e 100% na classe 'A' da proposta do Inmetro, de 2027 a 2030)



Fonte: elaboração própria.

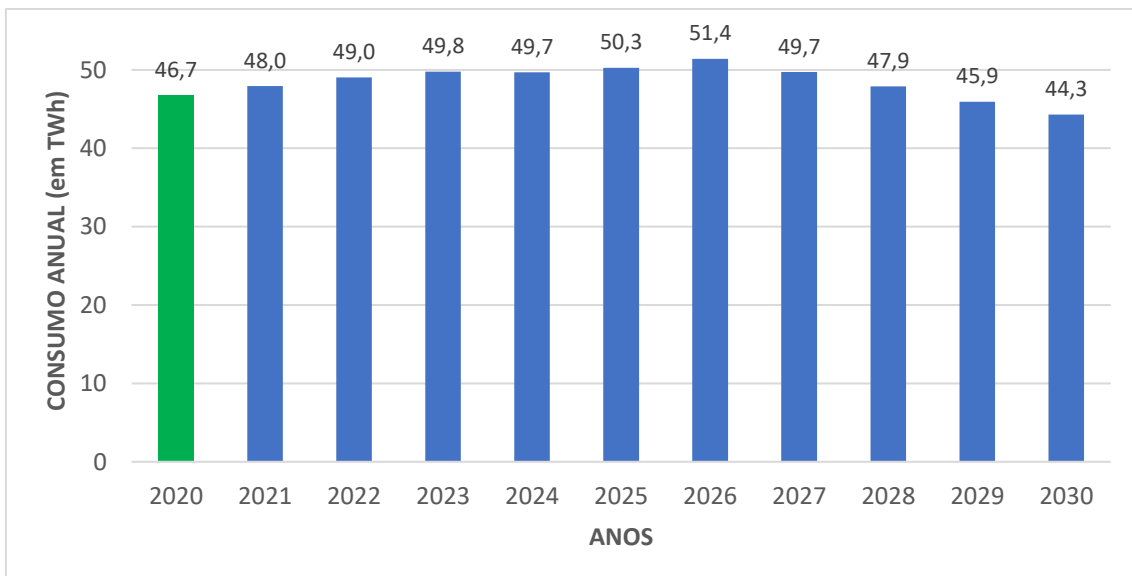
Gráfico 9: Evolução do consumo anual (em TWh) de energia elétrica no Cenário 3.2 (100% dos refrigeradores na atual classe 'A', de 2021 a 2026, e 50% na classe 'A' da proposta do Inmetro em 2027, crescendo a uma taxa anual constante até atingir 100%, em 2030)



Fonte: elaboração própria.

A energia acumulada, no período entre 2021 e 2030, no Cenário 4.1 é igual a 486,03 TWh (Gráfico 10) e de 495,15 TWh, no Cenário 4.2 (Gráfico 11).

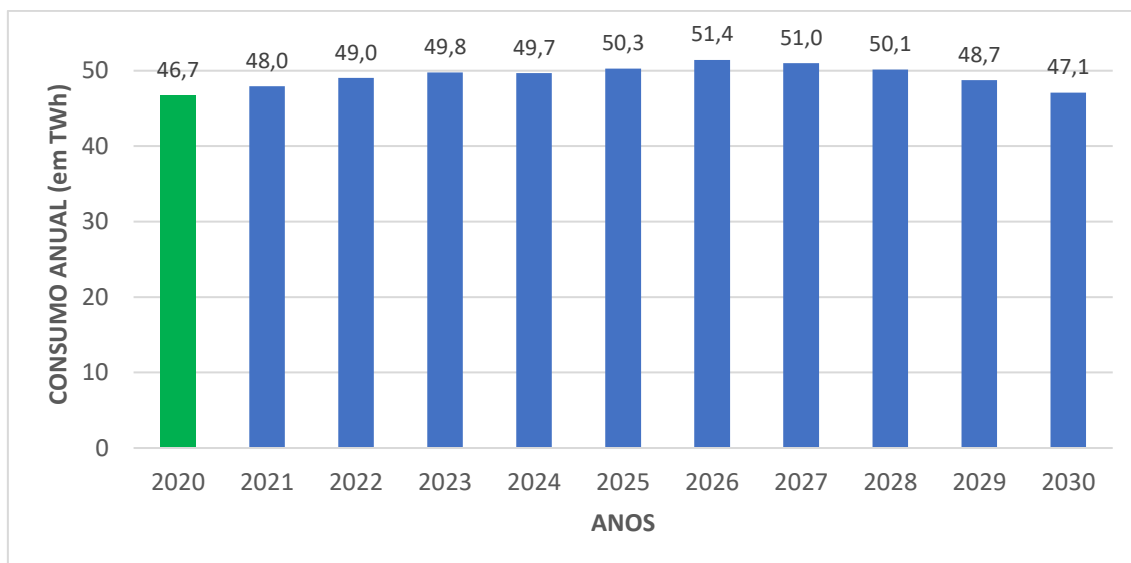
Gráfico 10: Evolução do consumo anual (em TWh) de energia elétrica no Cenário 4.1 (100% dos refrigeradores na atual classe 'A', de 2021 a 2026, e na classe de alta eficiência do Guia U4E, de 2027 a 2030)



Fonte: elaboração própria.

Gráfico 11: Evolução do consumo anual (em TWh) de energia elétrica no Cenário 4.2 (100% dos refrigeradores na atual classe 'A', de 2021 a 2026, e 50% na classe de alta eficiência do Guia U4E, de 2027 a 2030)

eficiência da U4E em 2027, com percentual crescente a uma taxa anual constante até atingir 100% dos produtos, em 2030)



Fonte: elaboração própria.

Relativamente às estimativas para a desoneração do IPI, existem três cenários, denominados de A, B e C, os quais estão relacionados com os cenários de eficiência energética, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Cenários de Desoneração do IPI entre os anos de 2021 e 2030, utilizados neste estudo

Cenário de desoneração do IPI	Cenário(s) de Eficiência Energética equivalente	Desoneração Total* (R\$ bilhões)
A - Redução da alíquota para todos os produtos, de 2021 a 2030.	Cenário 1.1, Cenário 2.1, Cenário 2.2, Cenário 3.1 e Cenário 4.1	5,03
B - Redução da alíquota para 50% dos produtos em 2021, com percentual linear crescente até atingir 100% dos produtos, em 2030.	Cenário 1.2	3,71

C - Redução da alíquota para todos os produtos, de 2021 a 2026; redução da alíquota para 50% dos produtos em 2027, com percentual linear crescente até atingir 100% dos produtos, em 2030.

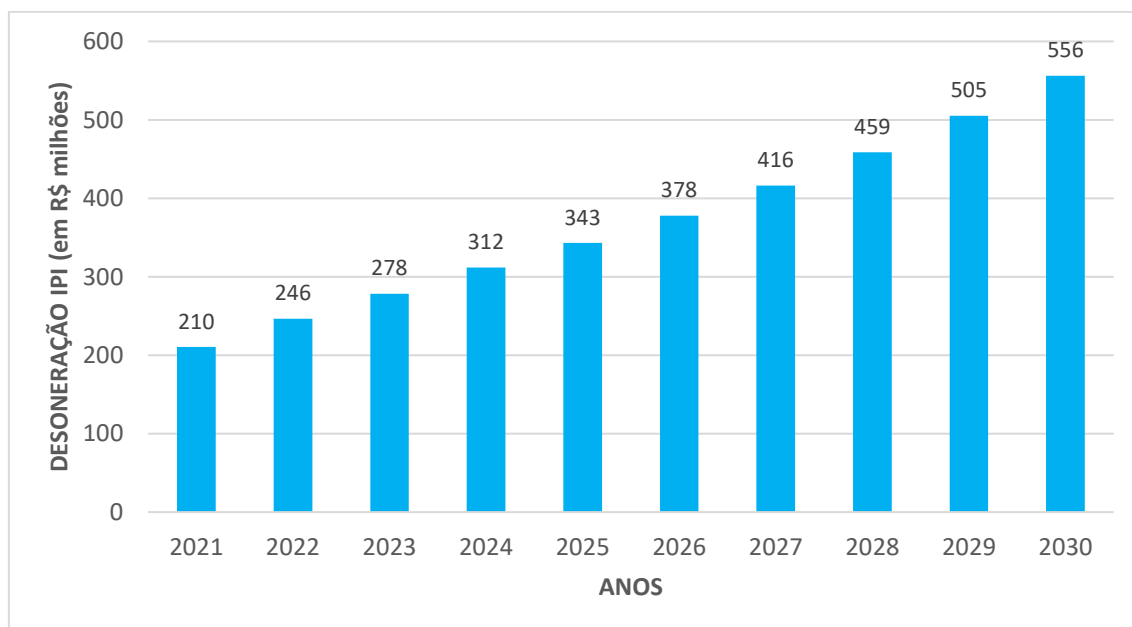
Cenário 3.2 e Cenário 4.2 **4,11**

Fonte: elaboração própria.

Nota: *acumulada de 2021 a 2030, em reais, de janeiro de 2021, deflacionados pelo IPCA.

Como o Cenário A é idêntico ao Cenário Base, apresentado no Gráfico 3, a seguir serão apresentadas apenas as trajetórias relativas aos Cenários B e C. O Gráfico 12 representa a evolução da desoneração anual do IPI no Cenário B, o qual apresenta uma redução acumulada igual a R\$ 3,71 bilhões entre os anos de 2021 e 2030. O Gráfico 13, por sua vez, apresenta a evolução correspondente ao Cenário C, o qual possui uma desoneração total estimada em R\$ 4,11 bilhões.

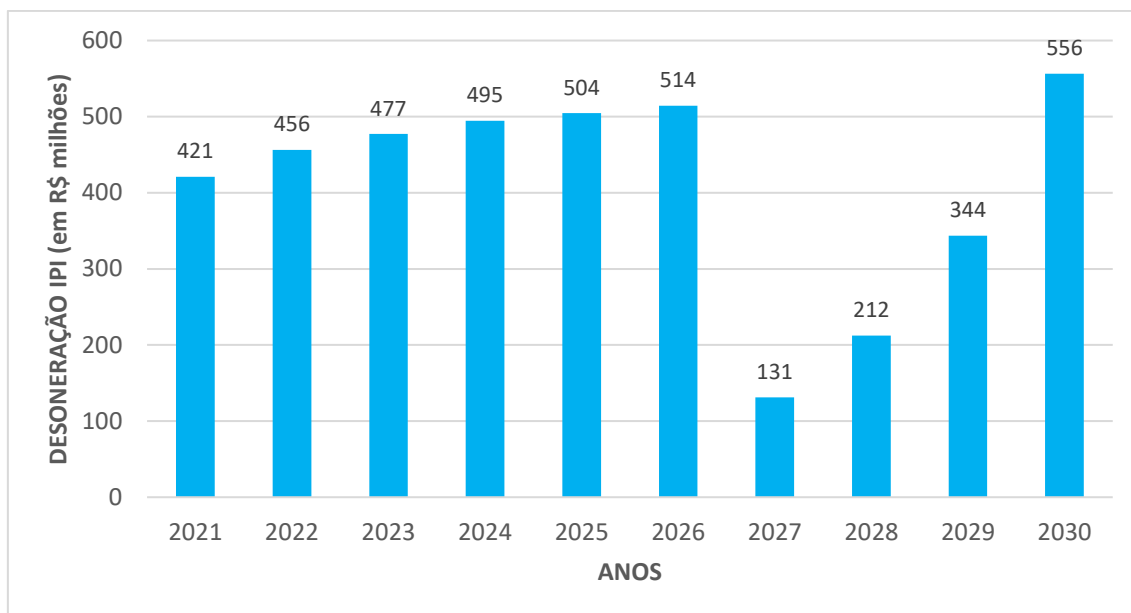
Gráfico 12: Evolução da desoneração anual do IPI do Cenário B entre os anos de 2021 e 2030 (em R\$ milhões)*



Fonte: elaboração própria.

Nota: valores em reais, de janeiro de 2021, deflacionados pelo IPCA.

Gráfico 13: Evolução da desoneração anual do IPI do Cenário C entre os anos de 2021 e 2030 (em R\$ milhões)*



Fonte: elaboração própria.

Nota: valores em reais de janeiro de 2021, deflacionados pelo IPCA

4. Considerações Finais

Mesmo classificados como bens essenciais, por estarem presentes em 98,1% dos domicílios brasileiros e representarem aproximadamente 32% do consumo de energia elétrica residencial do país, as etiquetas de eficiência energética dos refrigeradores fabricados e comercializados no Brasil, que são essenciais para orientar o consumidor em suas escolhas, não são revisadas desde 2006 pelo Inmetro. As etiquetas estão defasadas há 15 anos.

Isso é um grave problema, na medida em que as ações que promovem a eficiência energética, como a elevação dos padrões mínimos e as mudanças na etiquetagem, contribuem decisivamente para tornar o produto nacional compatível com as melhores práticas internacionais, potencializando benefícios como a redução dos custos de geração de energia, e determinando rebatimentos positivos sobre o bem-estar social e o meio ambiente, além de estimular o desenvolvimento tecnológico da indústria.

Como resultado da menor efetividade das políticas de estímulos à eficiência, tem-se que os refrigeradores brasileiros estão muito defasados em comparação a outros mercados internacionais. As geladeiras nacionais consomem mais energia, e os consumidores brasileiros são prejudicados com uma alta conta de energia. Países que seguem o padrão recomendado pela U4E, como Estados Unidos e Quênia, usufruem de um equipamento de melhor qualidade¹⁹.

Mesmo com a defasagem em termos de eficiência energética, os refrigeradores nacionais se beneficiam de uma política de redução fiscal sobre o IPI. Os aparelhos comercializados com etiquetas A utilizam-se de uma alíquota igual a 10%, ao invés da alíquota padrão de 15%. Ressalte-se que, devido a tantos anos de ausência de revisão das etiquetas, quase todos os aparelhos refrigeradores do Brasil já estão na classe A.

¹⁹ Gomes, R.; Borges, K. 2021. Como revigorar a indústria de geladeiras do Brasil. Época Negócios, 23 abr 2021. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Um-So-Planeta/noticia/2021/04/como-revigorar-industria-de-geladeiras-do-brasil.html>>.

A proposta de atualização das etiquetas de eficiência energética, colocada em consulta pública pelo Inmetro, é um momento-chave para que a sociedade se mobilize para alcançar critérios de eficiência mais rígidos.

Nessa direção, este estudo contribui para o debate sobre a promoção da eficiência energética de refrigeradores no Brasil ao estimar, de 2021 até 2030, a energia evitada – e seus correspondentes efeitos –, e o montante de isenção do IPI, em diversos cenários determinados.

As estimativas apontam que a proposta do Inmetro alcançará, mesmo no melhor caso possível (todos os produtos atingirem as mais altas classes de eficiência), apenas 39,1% de economia de energia em relação ao cenário mais promissor – todos os produtos satisfazendo aos critérios de máxima eficiência da U4E.

Portanto, entende-se que, apesar das mudanças conduzidas pelo Inmetro serem extremamente necessárias para reduzir a defasagem tecnológica e a correspondente ineficiência energética dos refrigeradores fabricados no país, ajustes na proposta, especialmente na antecipação dos marcos temporários e na adoção de critérios mais rígidos, alinhados com recomendações internacionais de eficiência, como as da U4E, poderiam produzir ganhos muito maiores para a sociedade e o meio ambiente.

APÊNDICE A: os grupos de consumo Atual e U4E

A seguir, como foram obtidos os consumos anuais por tipo de aparelho, em cada um dos grupos – Atual, U4E:

- ❑ **Atual:** o consumo médio dos aparelhos seguiu o estimado pelo PROCEL²⁰. Com estes valores de consumo, determinou-se o Volume Ajustado (VA) dos equipamentos²¹, de acordo com os coeficientes presentes na Portaria 20/2006, do Inmetro. Essas variáveis estão apresentadas na Tabela A.

Tabela A: Consumo anual de energia elétrica do grupo Atual

Tipo Aparelho	Consumo Procel (kWh)	Coefficiente a	Coefficiente b	VA (litros)
Refrigerador	302,40	0,0346	19,12	175,81
Congelador Vertical	570,60	0,0211	39,23	394,41
Congelador Vertical <i>Frost Free</i>	804,00	0,0178	58,71	465,62
Refrigerador <i>Frost Free</i>	475,20	0,0305	33,68	193,97
Combinado	578,88	0,0916	17,08	340,14
Combinado <i>Frost Free</i>	682,56	0,1059	7,49	466,42

Fonte: elaboração própria.

- ❑ **U4E:** os valores do Volume Ajustado calculados para o grupo Atual – mostrados na Tabela A –, foram utilizados para o cálculo do volume, segundo o Guia da U4E. Como este Guia inclui apenas 3 (três) tipos de aparelho – refrigerador, refrigerador-congelador e congelador -, foi realizado um reagrupamento e o consumo agrupado foi obtido por uma média ponderada dos consumos individuais, com os pesos sendo a participação no mercado²² - isso também foi realizado para o grupo Atual,

²⁰ Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BE6BC2A5F-E787-48AF-B485-439862B17000%7D>>.

²¹ Isso foi possível pela relação; consumo padrão = a . VA + b (detalhes na Portaria 20/2006, do Inmetro).

²² CLASP. Alinhando a política brasileira de eficiência energética de refrigeradores com as melhores práticas internacionais: opções e impactos. CLASP: 2021.

obviamente. O consumo, segundo o Guia da U4E, foi multiplicado por 0,67, para que fosse obtido aquele referente à classe de alta eficiência. Essas variáveis estão apresentadas na Tabela B.

Tabela B: Consumo anual de energia elétrica, segundo o Guia do U4E

Tipo Aparelho	Participação de Mercado	Agrupamento U4E	Consumo Procel Agrupado (kWh)	Coefficiente a U4E (a 32° C)	Coefficiente b U4E (a 32° C)	Consumo U4E (kWh)
Refrigerador	6,5%	Refrigerador	367,14	0,220	137	118,71
Refrigerador <i>Frost Free</i>	3,9%					
Congelador Vertical <i>Frost Free</i>	6,8%	Congelador	658,04	0,268	247	241,10
Congelador Vertical	11,3%					
Combinado	30,7%	Refrigerador-Congelador	638,07	0,288	210	220,24
Combinado <i>Frost Free</i>	40,8%					

Fonte: elaboração própria.

APÊNDICE B: o grupo de consumo baseado na Consulta Pública Nº 7, do Inmetro

A seguir, como foram obtidos os consumos anuais por tipo de aparelho, seguindo o estabelecido na Consulta Pública No 7, de 25 de março de 2021, do Inmetro:

- Inmetro:** no Quadro 1, estão apresentadas as mudanças sugeridas pelo Inmetro por marcos temporais, os quais podem ser assim descritos:
 - Mudança de Etiqueta I: a partir de 31 de dezembro de 2022, os estabelecimentos que exercerem atividade de distribuição ou de comércio deverão vender, no mercado nacional, somente refrigeradores e assemelhados etiquetados que atendam aos índices máximos de eficiência e classes como mostrados na Tabela C. Tem-se a **subclasse 'A+++'** como referência para o consumo médio nas simulações deste estudo.
 - Mudança de Curvas de Consumo I e Mudança de Etiqueta II: a partir de 31 de dezembro de 2026, os estabelecimentos que exercerem atividade de distribuição ou de comércio deverão vender, no mercado nacional, somente

refrigeradores e assemelhados cujas curvas de consumo tenham os coeficientes **a** e **b** (**consumo padrão = a * VA + b**), onde VA é o volume ajustado do aparelho), como mostrados na Tabela D, e índices de eficiência como os apresentados na Tabela E. Tem-se a **classe 'A'** como referência para as simulações desta pesquisa.

- Mudança de Curvas de Consumo II: determina novos procedimentos e critérios para equipamentos vendidos no mercado nacional a partir de 31 de dezembro de 2031. Esta mudança, entretanto, não produziu quaisquer efeitos neste estudo, uma vez que o período aqui considerado é de 2021 a 2030. Por isso, será feita apenas essa citação a ela.
- Assim, considerando-se a subclasse de consumo A+++, a partir das Mudanças de Etiqueta I e na classe 'A', como estabelecida na Mudança de Curvas de Consumo I e na Mudança de Etiqueta II, tem-se na Tabela F os níveis de consumo utilizados nas estimativas deste estudo.

Tabela C: Índices Máximos de Eficiência (% em relação ao consumo padrão) – Mudança de Etiqueta I

Classe	Combinado <i>frost free</i>	Demais categorias
Subclasse 'A+++'	59,2%	59,2%
Subclasse 'A++'	67,7%	67,7%
Subclasse 'A+'	76,1%	76,1%
A	84,6%	85,5%
B	92,1%	93,1%
C	96,3%	97,2%

Fonte: elaboração própria.

Tabela D: Coeficientes Curvas de Consumo

Categoria	a	b
Refrigerador	0,0204	12,75
Combinado	0,0278	20,13
Congelador	0,0258	23,75

Fonte: elaboração própria.

Tabela E: Índices Máximos de Eficiência (% em relação ao consumo padrão) – Mudança de Etiqueta II

Classe	Índice Máximo (todas as categorias)
A	67,0%
B	83,0%
C	100,0%
D	116,0%
E	132,0%
F	Acima de 132,0%

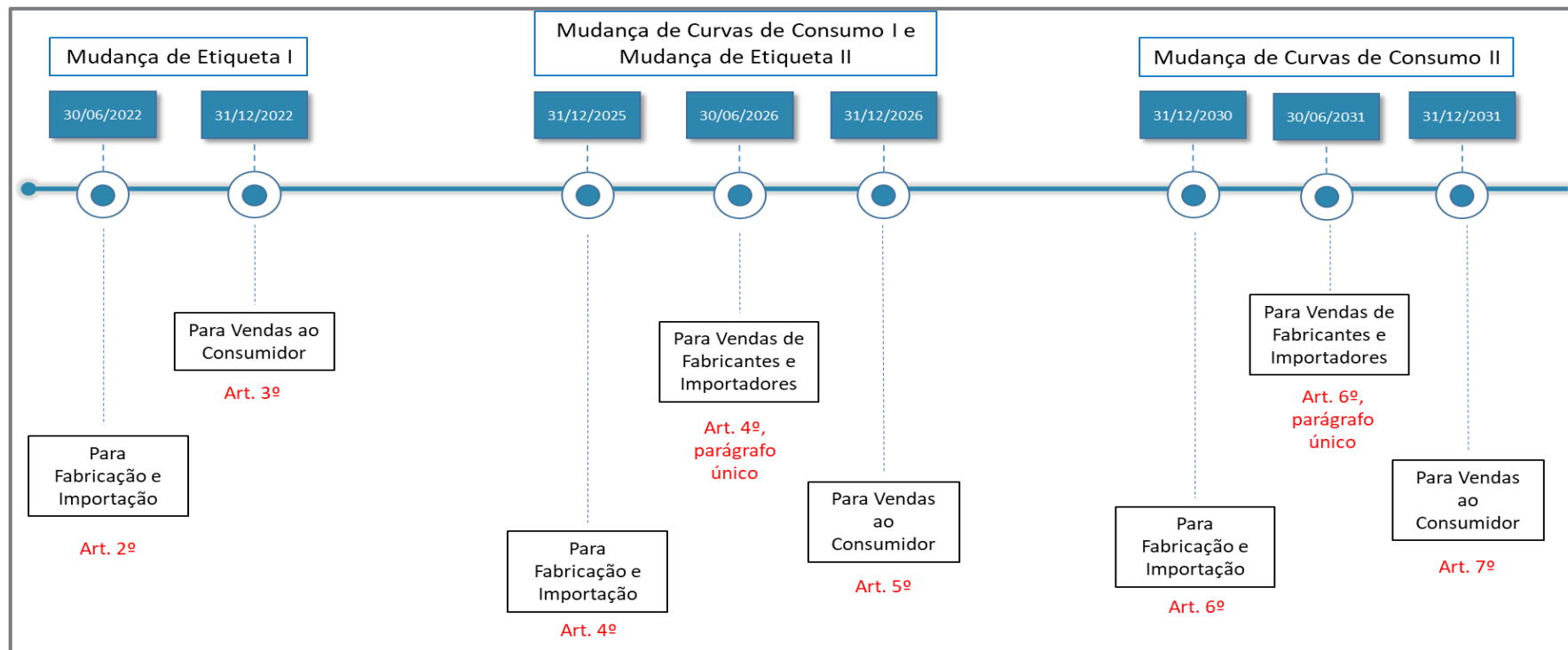
Fonte: elaboração própria.

Tabela F: Consumo anual de energia elétrica, segundo a proposta da Consulta Pública do Inmetro

Tipo Aparelho	Participação de Mercado	Agrupamento U4E	Subclasse 'A+++' (em KWh ano)	Classe 'A' (em KWh ano)
Refrigerador	6,5%	Refrigerador	254,21	149,74
Refrigerador <i>Frost Free</i>	3,9%			
Congelador Vertical <i>Frost Free</i>	6,8%	Congelador	455,63	278,30
Congelador Vertical	11,3%			
Combinado	30,7%	Refrigerador- Congelador	446,50	304,46
Combinado <i>Frost Free</i>	40,8%			

Fonte: elaboração própria.

Quadro 1: Consulta Pública Nº 7, de 25 de março de 2021, do Inmetro – Mudanças Sugeridas por Marcos Temporais



Fonte: elaboração própria, a partir da Consulta Pública nº 7, do Inmetro.