

FEVEREIRO 2021

# Alinhando a Política Brasileira de Eficiência Energética de Refrigeradores com as Melhores Práticas Internacionais: Opções e Impactos



PROJETO  
KIGALI



Este relatório foi produzido pela CLASP, outubro de 2020.

A CLASP não faz declarações e garantias. O trabalho apresentado neste relatório representa nossos melhores esforços e julgamentos baseados em informações disponíveis no momento em que ele foi elaborado. A CLASP não se responsabiliza pelos usos feitos pelo leitor, ou convicções sobre o trabalho, assim como as decisões tomadas com base neste relatório. Os leitores são alertados de que assumem toda a responsabilidade decorrente de suas ações, ou de terceiros, baseadas no uso fito desse relatório, ou dos dados, informações descobertas e opiniões contidas nele.

## Sumário

<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>3</b>
<b>Lista de Tabelas .....</b>	<b>4</b>
<b>Sumário Executivo .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Introdução: o propósito da etiquetagem de eficiência energética .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Situação do Mercado Brasileiro de Refrigeradores .....</b>	<b>10</b>
<b>Políticas Atuais para Refrigeradores e suas Influências</b>	<b>12</b>
<b>3. Comparação com Políticas Internacionais.....</b>	<b>15</b>
<b>4. Impactos da Revisão das Políticas .....</b>	<b>17</b>
<b>Impactos da Revisão dos Níveis de Eficiência</b>	<b>17</b>
Metodologia .....	17
Resultados.....	20
<b>Impactos da Revisão dos Métodos de Teste e do Planejamento de Políticas</b>	<b>22</b>
Método de Teste.....	22
Coeficientes .....	23
<b>5. Conclusões e Recomendações .....</b>	<b>25</b>
<b>Apêndice A: Resultado da Regressão para os Produtos Mais Populares .....</b>	<b>26</b>
<b>Apêndice B: Resultado da Regressão para Produtos Mais Populares com Configuração de Freezer Superior.....</b>	<b>27</b>



## Lista de Figuras

<b>Figura 1: Vendas de Refrigeradores Domésticos ('000s)</b> .....	<b>10</b>
<b>Figura 2: Participação de Mercado por Marca e Companhia.</b> .....	<b>11</b>
<b>Figura 3: Tipo de Produto</b> .....	<b>11</b>
<b>Figura 4: Tipo de Descongelamento</b> .....	<b>11</b>
<b>Figura 5: Políticas Atuais de Etiquetagem de Refrigeradores Comparadas com os Produtos no Mercado</b> .....	<b>14</b>
<b>Figura 6: Equações de Consumo Padrão sob a Atual Regulamentação Brasileira</b> .....	<b>16</b>
<b>Figura 7: Equações do MEPS sob a Regulamentação de 2009 da União Europeia</b> .....	<b>16</b>
<b>Figura 8: Comparação dos Coeficientes do Brasil e do Quênia</b> .....	<b>24</b>
<b>Figura 9: Comparação dos Coeficientes do Brasil e da United for Efficiency</b> .....	<b>24</b>

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Coeficientes da Atual Política Brasileira para Consumo Mensal kWh .....	13
Tabela 2: Critérios do Selo PROCEL para Equipamentos Refrigeradores .....	13
Tabela 3: Patamar de Etiquetagem e MEPS para Combinados Frost Free com Freezer Superior com Volume Ajustado de 500l .....	15
Tabela 4: Sumário dos cenários utilizados .....	17
Tabela 5: Impactos do Aumento do Rigor nas Políticas em 14,6% no 'A' e 20% no MEPS .....	21
Tabela 6: Impactos ao Igualar ao MEPS do Quênia de 2020 e aos requisitos do US Energy Star de 2014 .....	21
Tabela 7: Impactos do Alinhamento aos Modelos Regulamentadores da United for Efficiency .....	22
Tabela 8: Comparação dos Coeficientes do Brasil, da United for Efficiency, e do Quênia para Produtos Combinados Frost Free .....	23

# Sumário Executivo

Este estudo foi realizado para identificar as oportunidades de avanços em eficiência energética no Brasil a atual política de eficiência energética de refrigeradores com as melhores e mais relevantes práticas internacionais. Esse estudo também avalia os potenciais impactos para consumidores, fabricantes e setor público decorrentes da implementação dessas práticas no mercado brasileiro.

## Principais Descobertas

### **O Brasil possui programas de etiquetagem de equipamentos elétricos bem desenvolvidos e bem conhecidos**

Existem duas etiquetas de energia para produtos elétricos no Brasil:

A etiqueta obrigatória de comparação de consumo de energia - ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) com categorias de 'A' a 'C' ou 'G', dependendo do produto, gerenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), e

O selo de endosso voluntário Selo PROCEL, gerenciado pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) da companhia estatal de geração e transmissão de energia Eletrobras.

### **As etiquetas têm grande influência no mercado de refrigeradores e têm sido efetivas na redução do consumo de energia**

Consumidores brasileiros respondem às etiquetas, e fabricantes, importadores e revendedores reconhecem que produtos que não atingem a avaliação 'A' e o Selo PROCEL não proporcionam boas vendas. Um estudo conduzido pelo INMETRO em 2015 descobriu que 91% dos consumidores reconheceram a ENCE, 79,9% disseram que compreendem esta etiqueta, e 68,3% disseram que pagariam 10% a mais no produto que carrega o Selo PROCEL<sup>1</sup>. A influência do programa de etiquetagem no tipo de produto disponibilizado no mercado também é evidente: havia apenas refrigeradores de classe 'A' no mercado conforme pesquisa da CLASP de 2019.<sup>2</sup> As duas etiquetas de refrigeradores têm surtido um impacto significativo na demanda de energia no Brasil, economizando um valor estimado de 3.5 TWh de eletricidade somente em 2009.<sup>3</sup>

### **O programa brasileiro de etiquetagem e o Selo PROCEL, atualmente, não estão promovendo refrigeradores de alta eficiência**

Os critérios para a obtenção da classe 'A' no programa brasileiro de etiquetagem para refrigeradores não mudaram ao longo dos últimos 14 anos, enquanto o Selo PROCEL passou por uma atualização em 2016. Dos 1278 produtos que a pesquisa da CLASP encontrou à venda no Brasil, todos possuíam a classe 'A' da ENCE e mais de 75% atendiam aos requisitos do Selo PROCEL. Muitos dos modelos classificados como 'A' pela ENCE são mais de 100% mais eficientes que os modelos classe 'A' mais comuns, consumindo metade da quantidade de energia. Como a etiqueta não diferencia claramente modelos de alta eficiência de produtos de baixa

<sup>1</sup> BRACIER. "USO DE ETIQUETAS DE CONSUMO DE ENERGIA GERÁ ECONOMIA DE R\$ 2,9 BI EM DEZ ANOS." 2015. Disponível online em: <http://bracier.org.br/noticias/brasil/5288-uso-de-etiquetas-de-consumo-de-energia-gera-economia-de-r-2-9-bi-em-dez-anos>

<sup>2</sup> Em outubro de 2016 a Big2Great conduziu um exercício de coleta de dados da web em nome da CLASP. Esta pesquisa cobriu mais de uma dúzia de varejistas online no Brasil, e coletou dados incluindo eficiência, preço, marca e capacidade de 1278 produtos refrigeradores domésticos entre 9357 páginas de exibição de produtos.

<sup>3</sup> Balbino Cardoso, Rafael. "Estudo dos impactos energéticos dos Programas Brasileiros de Etiquetagem Energética: Estudo de caso em refrigeradores de uma porta, condicionadores de ar e motores elétricos." UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ. 2012.

eficiência, priva os fabricantes de uma ferramenta crucial para comercializarem produtos de alta eficiência, e os consumidores da informação para identificar no mercado produtos com os mais altos desempenhos.

### **Companhias multinacionais dominam o mercado brasileiro de refrigeradores e produzem principalmente modelos frost free e do tipo combinado**

As 45 marcas de refrigeradores domésticos encontradas no mercado<sup>4</sup> são produzidas por grandes fabricantes internacionais que operam mundialmente em diversos países. A maioria dos produtos são refrigeradores combinados com freezers (71%) e frost-free (94%).

## Principais Recomendações

### **Imediato reescalonamento da etiquetagem obrigatória de energia (ENCE) em 14,6% no 'A' atual**

Essa medida corretiva permitiria à ENCE melhorar a diferenciação de produtos sem abalar o mercado. Esse cenário teria um impacto limitado sobre os fabricantes, uma vez que dois terços dos atuais modelos disponíveis se tornariam aptos a atender a nova classe 'A'. Mais importante, beneficiaria os consumidores fornecendo informações sobre os produtos de maior desempenho disponíveis no mercado, com a economia no custo de vida entre R\$104,00 e R\$254,00.

### **Publicação de um mapa do caminho para etiquetagem de energia que se adeque às melhores práticas internacionais**

O mapa do caminho (roadmap) de etiquetagem teria um cronograma de reescalonamento dentro de um período de 5 anos e definiria metas específicas de eficiência energética. Publicar essas informações com antecedência dará aos fabricantes uma previsão sobre as futuras mudanças de políticas e das metas esperadas, assim eles poderão planejar antecipadamente os investimentos na linha de produção. Ao mesmo tempo, a adequação às melhores práticas internacionais garantirá que nenhuma companhia pode comercializar produtos no Brasil considerados abaixo do padrão em seus países de origem. O programa deve incluir:

### **Adotar, no horizonte de 2025, os níveis de eficiência da etiquetagem para refrigeradores aos propostos pela *United for Efficiency***

A adequação traria uma significativa economia no custo de ciclo de vida do produto aos consumidores, variando de R\$ 968,00 a R\$ 2354,00. Essa medida teria um impacto significativo nos fabricantes, considerando que a grande maioria dos produtos disponíveis no mercado atualmente poderia ser removida. Entretanto, os fabricantes que operam no Brasil são, em maioria, grandes companhias internacionais que comercializam produtos que atendem esses critérios em outros mercados; assim, o acesso à tecnologia necessária para produzir e comercializar equipamentos que atendam esses níveis de eficiência não é um desafio.

### **Adotar, no horizonte de 2023, os padrões mínimos de eficiência energética (MEPS) adotados em 2020 no Quênia e o patamar de classe 'A' do programa *Energy Star* dos EUA como um passo intermediário do mapa do caminho**

Isso traria uma economia aos consumidores entre R\$ 671,00 e R\$ 1632,00 ao longo da vida útil do refrigerador. Esse cenário também traria um impacto significativo sobre os fabricantes, uma vez que a maioria dos produtos atualmente disponíveis no mercado não atenderia esses critérios. Contudo, os fabricantes cujos

<sup>4</sup> Conforme pesquisa de webscrap em 2019 da CLASP.

produtos são vendidos no Brasil também vendem seus produtos no Quênia e no mercado estadunidense, onde eles têm se mostrado aptos a fornecer produtos que atendem tanto o nível do MEPS queniano quanto o do US Energy Star.

### **Revisão dos coeficientes das funções de consumo máximo (kWh) para eliminar distorções injustificadas**

Reduzindo o coeficiente do volume ajustado para refrigeradores combinados com freezers e frost free poderia eliminar a preferência injustificada por produtos maiores, ao mesmo tempo proporcionando maior aceitação a produtos menores. Reduzir a permissão para produtos frost free, de modo a estarem mais alinhados a seus reais benefícios energéticos, poderia diminuir a atual preferência por tais produtos e permitir aos consumidores escolher produtos de degelo manual quando eles forem mais adequados. O efeito combinado dessas duas mudanças poderia remover distorções que afetam refrigeradores menores de degelo manual, auxiliando mais produtos de baixo custo e, por último, beneficiando consumidores de baixa renda.

### **Alinhamento com a norma IEC 62552:2015 com o propósito de reduzir o tempo de teste e incertezas, e proteger contra práticas elisivas ou de circunvenção ("circumvention")**

O método de teste da IEC 62552:2015 reduz incertezas e o tempo de teste ao eliminar pacotes de ensaio (simuladores de carga térmica), ao melhorar a contabilização do uso real de energia associada aos ciclos de degelo, tornando a medição do volume menos sensível à interpretação e ao introduzir uma determinação mais rápida da capacidade de resfriamento. Além disso, o método de teste acrescenta novos tipos de compartimentos que têm começado a aparecer em alguns mercados, como compartimentos para armazenamento de vinho. Por fim, reduz o risco de circunvenção (práticas elisivas) ao incorporar um aspecto dinâmico, seja na forma de dois pontos de teste ou de processamento de carga, a um teste realizado em regime permanente.



# 1. Introdução: o propósito da etiquetagem de eficiência energética

Este estudo foi realizado para identificar as oportunidades de avanços em eficiência energética no Brasil comparando a atual política de eficiência energética de refrigeradores com as melhores e mais relevantes práticas internacionais. Esse estudo também avalia os potenciais impactos para consumidores, fabricantes e setor público decorrentes da implementação dessas práticas no mercado brasileiro.

Programas de etiquetagem que promovem produtos de alta eficiência são elementos cruciais das políticas de eficiência energética. Eles são ferramentas importantes para as diferentes partes afetadas, incluindo consumidores, indústria, agências governamentais de energia e demais instituições interessadas na transformação do mercado. Revisões frequentes dos critérios de etiquetagem, com o propósito de manter o alinhamento ao mercado e às tendências tecnológicas, são essenciais para manter o valor e a integridade do programa.



## **Importância para consumidores: esclarecendo opções de compras e diferenciando produtos**

Etiquetas informam aos consumidores sobre qual produto é mais ou menos eficiente, permitindo que eles façam uma escolha consciente sobre a relação entre o custo inicial e o custo de operação, assim como os benefícios ambientais de produtos mais eficientes. Elas podem informar consumidores ao categorizar produtos em diferentes níveis de eficiência, identificando a eficiência de um produto relativa a uma faixa contínua que representa a variedade de níveis de eficiência disponíveis no mercado, ou endossando produtos de alta eficiência.

Com o propósito de informar efetivamente os consumidores, as etiquetas devem ser atualizadas frequentemente e corrigidas conforme a tecnologia avança. Sem essas mudanças, melhorias tecnológicas levariam todos os produtos a serem categorizados como altamente eficientes, e a etiquetagem não serviria mais ao propósito de diferenciar os produtos.

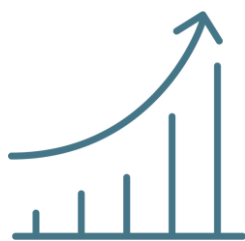


## **Importância para a indústria: incentivos à comercialização de produtos mais eficientes**

Etiquetas também auxiliam indústrias que fabricam produtos de alta eficiência a comercializarem seus produtos. Uma etiqueta oficial pode ser vista como um sinal imparcial de que o produto é altamente eficiente e pode, por esse motivo, ajudar a justificar o que pode ser um alto custo inicial. Dessa forma, a etiquetagem de eficiência energética pode ajudar indústrias a aumentarem sua receita ao comercializarem produtos com alto custo inicial.

As etiquetas também encorajam fabricantes a melhorarem a eficiência de seus produtos, tendo em vista que esses produtos de alta eficiência serão diferenciados no mercado; frequentemente, rankings de produtos mais bem avaliados são utilizados como ferramenta de marketing. Em contrapartida, isso encoraja investimentos em pesquisas e desenvolvimento com o objetivo de aprimorar tecnologicamente os produtos. Os avanços tecnológicos que permitem maior resultado com menos insumos, como melhorias em eficiência energética, têm se

mostrado como a chave indutora para a direção de um crescimento econômico de longo prazo.<sup>5</sup>



### **Importância para programas de transformação de mercado: fornecendo categorização fácil uso para informar a formulação do programa**

Ao diferenciar produtos, as etiquetas fornecem a base para programas de transformação de mercado como esquemas de incentivo, regras de licitação pública governamentais, e compras em grandes volumes. Etiquetas de eficiência energética permitem ao administrador de tais programas identificar facilmente os produtos mais eficientes e direcionar esses produtos para compra ou para incentivos.

Com as frequentes atualizações das categorias de etiquetagem, as etiquetas podem servir continuamente a esta função, visto que a mais alta categoria sinaliza um produto de alta eficiência relacionado à eficiência média no mercado. Neste caso, basear um programa de transformação de mercado na etiquetagem de categoria mais alta pode levar a uma melhora notável na eficiência média do mercado.

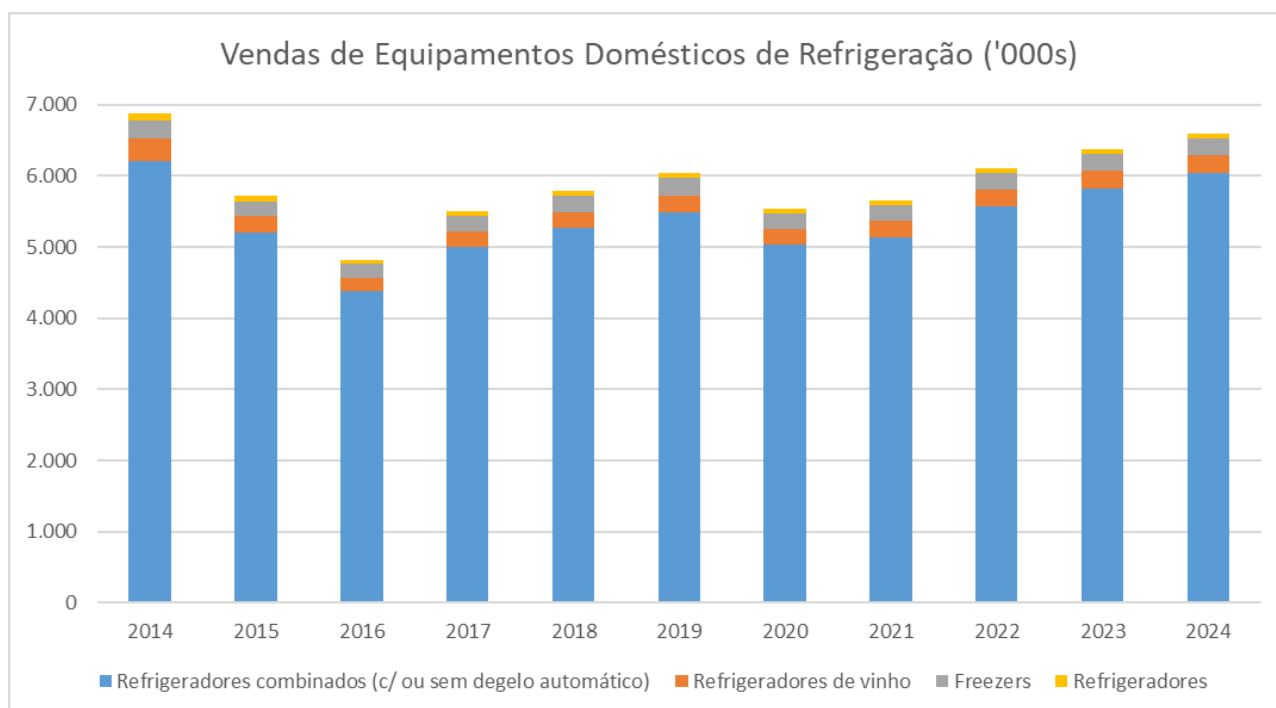
---

<sup>5</sup> Comunicado Oficial. NobelPrize.org. Comunicação social Nobel AB 2019. quinta feira. 7 fevereiro 2019. <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1987/press-release/>

## 2. Situação do Mercado Brasileiro de Refrigeradores

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 1).

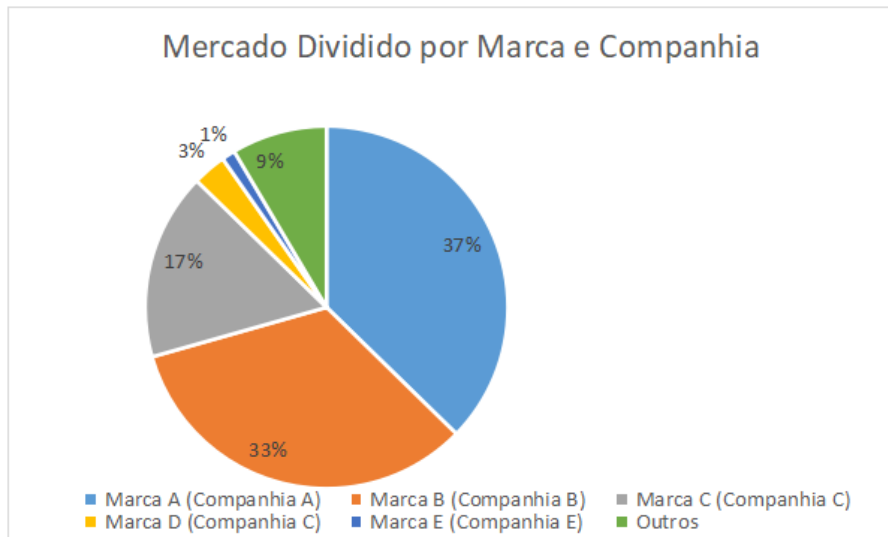
Figura 1: Vendas de Refrigeradores Domésticos ('000s)<sup>6</sup>



<sup>6</sup> Euromonitor 2020

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 pertencendo à Whirlpool), Electrolux, Samsung, Esmaltec e LG.

Figura 2: Participação de Mercado por Marca e Companhia.<sup>7</sup>



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. 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 3 e 4, 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 1.

Figura 3: Tipo de Produto

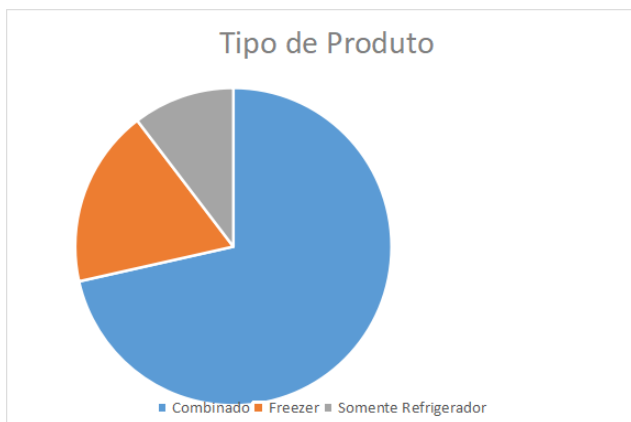
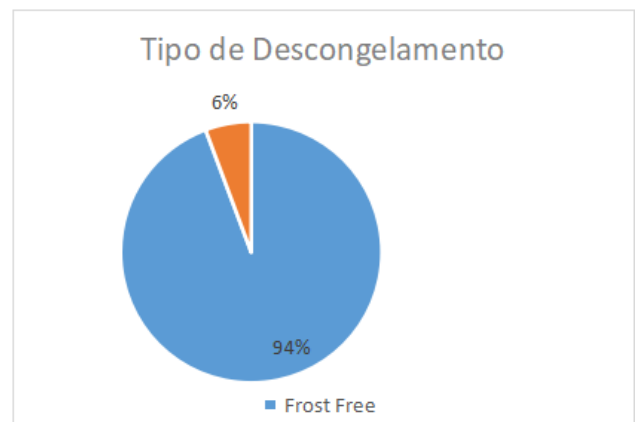


Figura 4: Tipo de Descongelamento



<sup>7</sup> Euromonitor 2020.



## Políticas Atuais para Refrigeradores e suas Influências

Existem duas etiquetas para produtos de consumo elétrico no Brasil: 1) a comparativa de energia obrigatória ENCE, com categorias de 'A' a 'C' ou 'G', dependendo do produto, e 2) o selo de endosso não obrigatório Selo PROCEL. O Instituto Brasileiro de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), que iniciou a discussão sobre etiquetagem de energia no Brasil em 1984, gerencia a ENCE. O Programa Nacional de Conservação e Energia (PROCEL), da companhia estatal de gerenciamento e transmissão de energia, Eletrobras, gerencia o Selo PROCEL, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia (MME).

Consumidores no Brasil reagem (positivamente) a estas etiquetas, e indústrias, importadores e revendedores reconhecem que produtos que não atendem a categoria 'A' da ENCE ou o Selo PROCEL não vendem bem. Um estudo de 2015 conduzido pelo INMETRO descobriu que 91% dos consumidores reconhecem o selo comparativo, 79,9% disseram entender o que o selo significa, e 68,3% disseram que pagariam 10% a mais por produtos que possuem o Selo PROCEL.<sup>8</sup> 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 produto.<sup>9</sup> As duas etiquetas para refrigeradores, combinadas, têm apresentado importante impacto na redução da demanda de energia no Brasil, economizando aproximadamente 3,5 TWh de eletricidade somente em 2009.<sup>10</sup>

As escalas atuais de classificação são baseadas em um índice de eficiência energética que é calculado pela divisão do consumo elétrico mensal de cada produto pelo consumo padrão de um produto de mesmo tamanho e tipo. Quanto menor for esse índice, mais eficiente é o equipamento de refrigeração. Existem diferentes equações para o consumo padrão dependendo se o produto possui apenas o compartimento refrigerador, ou se possui o compartimento refrigerador e freezer, ou se ele é um freezer vertical ou horizontal. Ademais, para refrigeradores combinados e freezers verticais, existem equações separadas, dependendo do produto ser de degelo manual ou automático (frost free). Em cada caso, a equação tem o mesmo formato "*Consumo padrão = a x Volume ajustado + b*", onde "a" e "b" variam de acordo com o tipo de produto. O volume ajustado de um aparelho é calculado pela soma do volume ajustado de seus compartimentos. Fatores de ajuste são aplicados a cada volume de compartimento em função da meta padrão de temperatura daquela categoria (1 estrela, 2 estrelas ou 3 estrelas), a fim de calcular o volume equivalente do compartimento de comida fresca que representaria a demanda de resfriamento.

A atual faixa da ENCE foi estabelecida em 2005, e possui diferentes níveis de eficiência energética para produtos que usam ciclopentano como agente de expansão de espuma em oposição àqueles que usam R-141b como agente de expansão. Desde 2019, produtos utilizando R-141b não são mais produzidos no Brasil, tornando esses requisitos irrelevantes. Para produtos que utilizam ciclopentano, esse índice de eficiência energética da classe 'A' é de 0,855, com exceção dos refrigeradores combinados com função frost free, que devem atingir um índice de eficiência energética de 0,846.<sup>11</sup>

<sup>8</sup> BRACIER. "USO DE ETIQUETAS DE CONSUMO DE ENERGIA GERÁ ECONOMIA DE R\$ 2,9 BI EM DEZ ANOS." 2015. Disponível online em: <http://bracier.org.br/noticias/brasil/5288-uso-de-etiquetas-de-consumo-de-energia-gera-economia-de-r-2-9-bi-em-dez-anos>

<sup>9</sup> Baseado em uma entrevista com fabricantes e revendedores, realizada em agosto de 2018.

<sup>10</sup> Balbino Cardoso, Rafael. "Estudo dos impactos energéticos dos Programas Brasileiros de Etiquetagem Energética: Estudo de caso em refrigeradores de uma porta, condicionadores de ar e motores elétricos." UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ. 2012.

<sup>11</sup> INMETRO. "Regulamento Específico para Uso da ENCE - Refrigeradores e Assemelhados." 2005.

Tabela 1: Coeficientes da Atual Política Brasileira para Consumo Mensal kWh

	a	b
<b>Refrigerador</b>	0,0346	19,117
<b>Combinado</b>	0,0916	17,083
<b>Combinado Frost Free</b>	0,1059	7,4862
<b>Freezer Vertical</b>	0,0211	39,228
<b>Freezer Vertical Frost Free</b>	0,0178	58,712
<b>Freezer Horizontal</b>	0,0758	13,095

O patamar exigido para receber o Selo PROCEL foi atualizado recentemente, em 2016. Os índices máximos de eficiência energética para produtos receberem o Selo PROCEL estão entre 0,800 para produtos combinados frost free, e 0,840 para refrigeradores e frigobar. Junto a isto, os produtos devem utilizar refrigerantes e agentes de expansão de espuma sem potencial de destruição da camada do ozônio e baixo potencial de aquecimento global (GWP<150) para receberem o Selo PROCEL.<sup>12</sup> Na prática, isso significa utilizar isobutano (R-600a) como refrigerante e ciclopentano como agente de expansão de espuma.

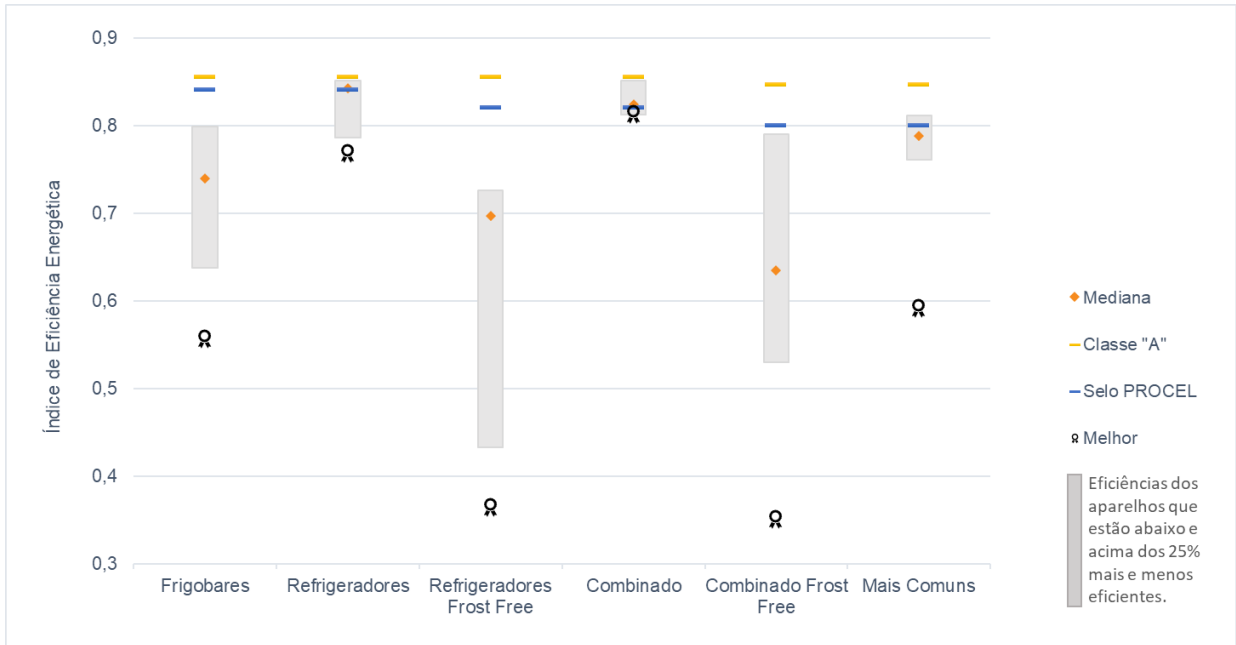
Tabela 2: Critérios do Selo PROCEL para Equipamentos Refrigeradores

	Índice de Eficiência Energético
<b>Frigobar</b>	0,840
<b>Refrigerador</b>	0,840
<b>Refrigerador Frost Free</b>	0,820
<b>Combinado</b>	0,820
<b>Combinado Frost Free</b>	0,800
<b>Freezer Vertical</b>	0,815
<b>Freezer Vertical Frost Free</b>	0,812
<b>Freezer Horizontal</b>	0,815

Os níveis para a ENCE e os patamares para o Selo PROCEL se tornaram seriamente ultrapassados. A figura 5 compara os níveis para essas etiquetas com os refrigeradores disponíveis no mercado. A barra para ‘mais comum’ representa o modelo que a CLASP encontrou em ao menos 10 sites varejistas durante a pesquisa de dados. Como pode ser visto, a grande maioria dos produtos em cada categoria pode obter ambas as etiquetas, apesar da existência de produtos mais eficientes. Além disso, a coleta de dados da CLASP não identificou nenhum produto no mercado que não tenha alcançado a classe ‘A’ da ENCE, dentre 1278 produtos. Baseado nessas descobertas, fica claro que estas etiquetas não mais diferenciam os produtos mais eficientes dos menos eficientes no mercado, apesar da existência de uma ampla gama de eficiências, onde alguns refrigeradores combinados frost free consomem metade da energia de outros.

<sup>12</sup> PROCEL. “Critérios para a Concessão do Selo Procel a Refrigeradores e Assemelhados.” 2016.

Figura 5: Políticas Atuais de Etiquetagem de Refrigeradores Comparadas com os Produtos no Mercado



### 3. Comparação com Políticas Internacionais

#### Níveis

Devido à falta de revisões, as políticas brasileiras de eficiência energética de refrigeradores também têm começado a ficar atrasadas em relação aos mercados internacionais. Como pode ser visto na Tabela 3, no MEPS do Brasil o parâmetro de selo superior é muito menos exigente do que em diversas outras economias mundiais. Isso deveria ser observado, embora as políticas da Jamaica, México, EUA e Índia não possam ser comparadas exatamente com as políticas do Brasil pois usam métodos de teste nacionais ao invés do IEC 62552:2015, embora a diferença seja menor do que 5%.<sup>13</sup> Ademais, o consumo de eletricidade medido pela Jamaica, México e EUA é provavelmente mais alto do que o que poderia ser medido com o método brasileiro de teste, pois eles utilizam uma temperatura ambiente ligeiramente mais alta do que 32,2°C.

Tabela 3: Patamar de Etiquetagem e MEPS para Combinados Frost Free com Freezer Superior com Volume Ajustado de 500l

	Jamaica*	México (pendente) and USA*	México (atual)*	Modelo do MEPS da U4E	Índia*	Quênia	Brasil
<b>MEPS</b>	0,520 (377 kWh)	0,520 (377 kWh)	0,622 (451 kWh)	0,488 (354 kWh)	0,676 (490 kWh)	0,569 (414 kWh)	0,963 (698 kWh)
<b>nível de classe Superior</b>	0,094 (66 kWh)	Energy Star: 0,467 (339 kWh)	N/A	0,325 (236 kWh)	0,276 (200 kWh)	0,307 (223 kWh)	0,846 (616 kWh)

\*Estes países não utilizam métodos de teste da IEC.

#### Desenho da Política

O desenho da política de eficiência energética de refrigeradores do Brasil também difere relativamente do que é visto em outros países. Em particular os coeficientes para padrões de consumo utilizados nas equações no Brasil são significativamente diferentes dos que são encontrados em outros países. Mais destacadamente, as equações para diferentes tipos de produtos são mais diferentes entre si do que é tecnicamente justificável, o que cria uma preferência por produtos frost free maiores em relação a produtos menores de degelo manual, e por freezers verticais menores em relação a horizontais menores.

<sup>13</sup> United for Efficiency, 2019



Figura 6: Equações de Consumo Padrão sob a Atual Regulamentação Brasileira

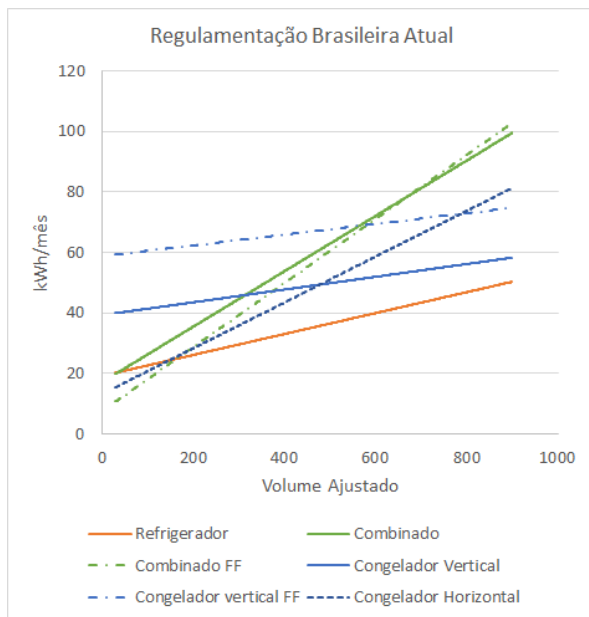
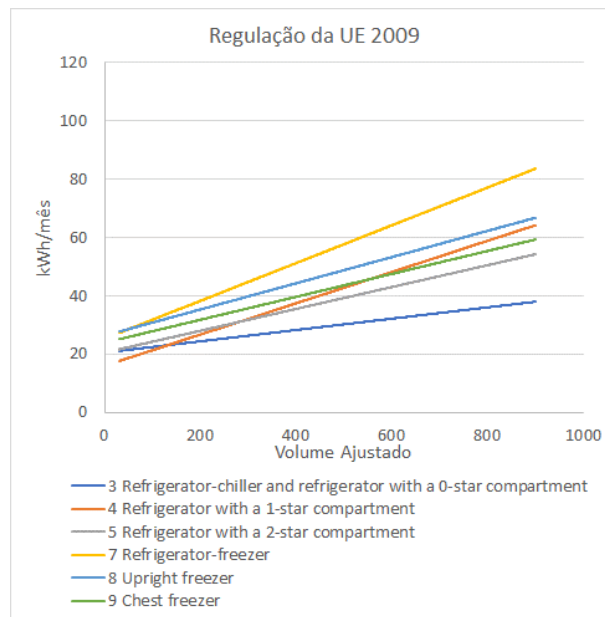


Figura 7: Equações do MEPS sob a Regulamentação de 2009 da União Europeia



Não foram encontradas evidências de que as características do modelo frost free podem reduzir significativamente o consumo médio anual de energia em uso normal. O teste realizado pela CLASP na ocasião da revisão da regulamentação europeia apontou que, em alguns casos, essa característica poderia gerar a expectativa de economia de 5% do consumo médio de energia do compartimento de congelamento ao qual pertence. Esses resultados implicam que os fatores de correção para produtos frost free, como, por exemplo, o aumento de 50% no consumo de eletricidade para freezers verticais frost free comparados com os freezers verticais de degelo manual, são injustificados. Ademais, a referência de consumo de freezers verticais (a linha sólida azul na Figura 6) começa com um nível muito mais alto para volumes menores e não aumenta significativamente. Esta referência, se começando a partir de um consumo similar ao dos refrigeradores combinados com degelo manual ou automático (linhas verdes sólida e pontilhada na Figura 6) e aumentando mais rapidamente (valor de “b” mais baixo e de “a” mais alto), estaria mais alinhada com sua realidade de consumo. Para freezers horizontais, o atual coeficiente  $a$  na regulamentação significa que a referência de consumo aumenta rapidamente em função do volume. Devido à termodinâmica e vazamentos, o volume tem menos influência no consumo de gabinetes horizontais do que verticais, então o aumento do consumo normalmente seria mais lento do que em freezers verticais. Finalmente, o fator  $a$  para geladeiras-freezers normalmente é mais baixo, levando em consideração que a alta eficiência é mais fácil de ser alcançada em volumes maiores (fugas de calor menores por litro se a geometria da geladeira permanecer aproximadamente a mesma)

As Figuras 6 e 7 comparam as equações utilizadas no Brasil com as utilizadas na regulamentação da União Europeia de 2009. Deve-se notar que elas só devem ser utilizadas para comparar a inclinação relativa, e não para os valores exatos, já que a regulamentação da União Europeia é baseada em ambiente com temperatura de 24°C, o qual produz valores de consumo de eletricidade menores do que no Brasil, onde a temperatura ambiente de 32°C é utilizada.

## 4. Impactos da Revisão das Políticas

### Impactos da Revisão dos Níveis de Eficiência

#### Metodologia

A CLASP avaliou cenários de políticas para verificar os impactos decorrentes do aumento dos MEPS e do patamar de etiquetagem 'A' para vários níveis de eficiência, utilizando o Sistema de Modelagem de Análise de Políticas (PAMS - em inglês), desenvolvido pela CLASP e pelo Lawrence Berkeley National Laboratory para auxiliar formuladores de política a avaliarem os custos e benefícios dos programas de eficiência energética de equipamentos.<sup>14</sup> Esses cenários estão resumidos na Tabela 2 e presumem que as novas políticas continuariam a utilizar os coeficientes incluídos na regulamentação brasileira para determinar o consumo padrão e que o patamar da etiqueta 'A' se torna a média do mercado. Para o segundo cenário, utilizamos os MEPS queniano, embora não tenhamos utilizado a classe de etiquetagem queniana mais alta e, ao invés, utilizamos o patamar aproximado para o selo Energy Star dos EUA. Isto porque a classe mais alta de etiquetagem queniana está próxima à da United for Efficiency, o que tornaria este cenário muito parecido ao da United for Efficiency. É importante mencionar que o aumento dos MEPS foi utilizado apenas para avaliar o impacto de quais equipamentos seriam eliminados do mercado (no cenário 1 é uma melhoria de 20%). Dessa forma, as estimativas de economia e redução de emissões de gases de efeito estufa são decorrentes apenas do aumento do patamar de etiquetagem 'A'.

Tabela 4: Sumário dos cenários utilizados

Cenário	Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<b>Referências usadas para construção do cenário</b>	Políticas atuais	Melhorias de 14,6% no 'A' e de 20% no MEPS	Baseado no MEPS queniano de 2020 e no Energy Star de 2014 dos EUA	Modelo de Regulamentação da United for Efficiency
<b>MEPS</b>	0,963	0,803	0,571 (MEPS queniano)	0,488
<b>Classe "A"</b>	0,812 – 0,846	0,738	0,467 (US Energy Star)	0,325

O PAMS é uma ferramenta de fácil utilização que auxilia os formuladores de política a avaliarem os benefícios dos programas de padrões mínimos e etiquetagem (S&L) e identificarem metas custo-efetivas para níveis do MEPS. É uma planilha de Excel desenvolvida para fornecer as primeiras projeções dos impactos das políticas com o mínimo de pesquisa preparatória por parte dos formuladores de políticas locais. O sistema também pode ser utilizado para realizar análises técnicas robustas para dar suporte ao desenvolvimento do MEPS, configurando a ferramenta com qualquer dado específico do país que esteja disponível.

O PAMS pode estimar potenciais economias oriundas da implementação de políticas que melhorem a eficiência energética dos produtos em qualquer sistema econômico. Os impactos são examinados de duas perspectivas - a do consumidor e a nacional:

<sup>14</sup> O sistema de Modelagem de Análise de Políticas (PAMS) está disponível online em <https://clasp.ngo/tools/policy-analysis-modeling-system>

- **Ao nível do consumidor**, as economias são estimadas utilizando a medida do custo do ciclo de vida (LCC) - o custo total para ter o aparelho, incluindo o preço de compra e o custo operacional ao longo da sua vida útil. As economias são medidas entre o cenário base (business-as-usual) e os cenários de melhorias da política.
- **Ao nível nacional**, economias de energia são expressas em termos de redução de consumo nacional de eletricidade devido ao uso de eletrodomésticos mais eficientes, assim como em termos de emissões de CO<sub>2</sub> evitadas resultantes da redução desse consumo.

Nesta análise, a CLASP utilizou resultados de dados de mercado para configurar a ferramenta com dados relevantes para o Brasil, e avaliou os impactos para consumidores assim como os impactos a nível nacional para os cenários de políticas selecionados. Adicionalmente, a CLASP estimou os impactos sobre fabricantes estimando o número de modelos eliminados do mercado por conta do maior rigor dos MEPS.

Muitos fatores como marca, aparência do produto, tecnologias utilizadas, refrigerante utilizado, ou funcionalidades *smart* podem afetar o preço dos refrigeradores. Entretanto, a eficiência aprimorada geralmente aumenta o custo inicial do aparelho, resultando em um preço mais alto. A CLASP utiliza curvas de custo-benefício para estabelecer a relação entre o preço e o desempenho, de forma a avaliar os impactos para o consumidor com o aumento do rigor das políticas. A melhor maneira de desenvolver a curva de custo-benefício é através de uma análise de engenharia em que custos individuais e melhorias de eficiência são contabilizados em cada componente do refrigerador. Este processo normalmente requer recursos significativos para ser concluído. Nessa avaliação de mercado, a CLASP desenvolveu uma relação entre o custo e o desempenho através dos dados de mercado coletados e de análises de regressão.

Realizamos dois conjuntos de análise de regressão múltipla para o índice de eficiência energética, volume interno e preço. O primeiro modelo de regressão utiliza os dados de 178 refrigeradores mais populares encontrados em, pelo menos, 10 websites, com volume interno de 260l a 598l e índices de eficiência energética variando de 0,590 a 0,854 para aproximar uma relação linear entre a variável dependente de preço e as duas variáveis independentes, que são o índice de eficiência energética e o volume interno. Todos os refrigeradores eram combinados frost free, mas com configurações variadas, incluindo freezer superior, freezer inferior e side-by-side. O resultado da análise de regressão pode ser encontrado no **Apêndice A**. O valor de *R quadrado* do modelo de regressão foi 0,600, indicando que o modelo linear utilizando volume interno e eficiência explica aproximadamente 60% da variação de preço. Além disso, o valor-p para volume interno é menor que 0,01, indicando que a relação entre volume interno e preço do refrigerador é altamente significativa estatisticamente. Contudo o valor-p para o índice de eficiência energética é 0,42, indicando que a relação entre eficiência energética e preço não é estatisticamente significativa para o conjunto de dados considerado, isto é, todos os tipos de refrigeradores combinados.

A relação entre as três variáveis pode ser expressa pela seguinte equação:

$$\text{Preço} = 54,712 - 780,143 \times (\text{Índice de Eficiência Energética}) + 7,496 \times (\text{Volume Interno})$$

Onde: Preço dado em R\$, Índice de Eficiência Energética é a divisão entre consumo em kWh do produto e consumo padrão em kWh, e Volume está em litros.

Vale ressaltar que geralmente temos observado alta correlação entre o preço e a eficiência energética em outros países onde a CLASP atua. Uma explicação poderia ser devido às distorções de mercado causadas pelo fato de todos os aparelhos estarem na classe energética mais alta. Isto pode dar aos consumidores a impressão de que todos os aparelhos são energeticamente eficientes, fazendo com que os fabricantes queiram diferenciar seus produtos através de outras características (cor, design geral, visor, funções, etc.) enquanto nenhum investimento em particular é feito para aprimorar a eficiência do produto.

O segundo modelo de regressão utiliza dados dos 141 refrigeradores com freezer superior mais populares, encontrados em pelo menos 10 websites, com volume interno de 260l a 573l e índices de eficiência energética variando de 0,591 a 0,854, para aproximar uma relação linear entre a variável dependente, preço, e as duas variáveis independentes, índice de eficiência energética e volume interno. Todos os refrigeradores eram combinados frost free com freezer superior. O resultado da análise de regressão pode ser encontrado no **Apêndice B**. O valor de *R quadrado* do modelo de regressão foi 0,660, indicando que o modelo linear utilizando volume interno e eficiência explica aproximadamente 66% da variação de preço. Ademais, os valores-p de ambas as variáveis são menores que 0,01, indicando que a relação entre as duas variáveis e o preço dos refrigeradores são altamente significantes estatisticamente.

A relação entre as três variáveis pode ser expressa pela seguinte equação:

$$\text{Preço} = 52147,502 - 3784,53 \times (\text{Índice de Eficiência Energética}) + 8,285 \times (\text{Volume Interno})$$

Onde: Preço dado em R\$, Índice de Eficiência Energética é a divisão entre consumo em kWh do produto e consumo padrão em kWh, e Volume está em litros.

Ao utilizar a equação acima, calculamos os fatores de custo e de eficiência energética de refrigeradores combinados frost-free de tamanho médio disponíveis no mercado, com capacidade interna de 418,5 litros. Este tamanho representativo foi então analisado para revisão de políticas de padrão e etiquetagem. Os preços da linha de base foram, então, calculados baseados no preço médio de modelos com índice de eficiência energética e volume interno da linha de base. O mesmo modelo base foi utilizado em ambas as equações, pois é um modelo de freezer superior.

O PAMS estima o impacto da implementação de políticas de eficiência energética de novos equipamentos calculando a diferença entre um cenário base (i.e., sem as políticas implementadas) e um cenário com as políticas (i. e., adequado ao modelo de regulamentação da U4E ou com a regulamentação queniana). O modelo utiliza uma abordagem bottom-up, baseada em um modelo de estoques e de previsão de vendas considerando a primeira compra (aumento no número de famílias e de posse do equipamento) e substituição de equipamentos descontinuados.

No modelo, o consumo total de energia é estimado por ano e para o estoque em uso em cada cenário de política. As emissões são estimadas utilizando um fator de intensidade de emissão de CO<sub>2</sub> da eletricidade da rede elétrica, CO<sub>2</sub>/kWh. Os custos totais do ciclo de vida estimados são estimados considerando os preços dos equipamentos (definidos para cada cenário utilizando a curva de custo-benefício refletindo o mercado) e da eletricidade local.

A CLASP utilizou os seguintes dados e hipóteses para estimar os impactos em diferentes cenários:

### Dados macroeconômicos

- Histórico e projeção da população<sup>15</sup> e da urbanização<sup>16</sup> no Brasil são da Divisão de População das Nações Unidas.
- Taxa de desconto do consumidor de 7% e nacional de 8% são utilizadas para estimar os custos da energia economizada ao nível do consumidor e nacional.<sup>17</sup>

<sup>15</sup> ONU, Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais, Divisão de População (2017). Perspectivas da População Mundial: Atualização de 2017

<sup>16</sup> ONU, Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais, Divisão de População (2018). Perspectivas da População Mundial: Atualização de 2018. <https://population.un.org/wup/Country-Profiles/>

<sup>17</sup> PDE 2029, p.63



## Dados do setor elétrico

- O fator de perda de transmissão e distribuição é de 18%.<sup>18</sup>
- É utilizado o fator de emissões mais recente de 0,4280 kg CO<sub>2</sub>/kWh.<sup>19</sup>
- A tarifa de eletricidade utilizada para impacto no consumidor é 0,78 R\$/kWh, baseada na tarifa média de eletricidade residencial de 2020 de 0,57 R\$/kWh<sup>20</sup> mais taxa de impostos de 20% do ICMS e taxa de 6,5% do PIS/COFINS.

## Dados do Mercado de Refrigeradores

Obtivemos dados de vendas de refrigeradores e previsões de 2004 a 2024 da Euromonitor. A média geométrica de vendas CAGR de 2004 a 2024 foi calculada e utilizada para criar modelos de dados de vendas de 1980 a 2003 e de 2024 a 2030.

- Baseado em estimativas médias da “Pesquisa de Posse e Hábitos do PROCEL”<sup>21</sup>, assim como em estimativas do mercado indiano, a vida útil média de um refrigerador é de 15 anos com 8760 horas de uso por ano.

O consumo individual da linha de base, de 651,6 kWh por ano, foi obtido a partir da média atual de consumo dos modelos mais populares.

## Hipótese de Participação de Mercado

O patamar de classe ‘A’ foi admitido como a média de mercado nos próximos anos, seguindo a implementação de políticas, baseado na forte influência que a etiqueta exerce no consumidor.

## Hipótese sobre a Implementação de Políticas

- O ano base, que é o ano em que a política é implementada, é definido para 2022. A análise foca nos impactos da implementação das políticas de 2022 a 2030.

## Resultados

Os três cenários projetados foram considerados econômicos para os consumidores; entretanto a economia foi expressivamente melhor para consumidores quando o modelo de regressão utilizado foi o que incluía todos os refrigeradores combinados frost-free em oposição ao de modelo com combinados frost-free apenas com freezer superior. Essa regressão (Regressão n° 1) provavelmente é uma representação melhor do mercado, visto que incorpora todos os modelos disponíveis, mas a outra regressão (Regressão n° 2) também foi incluída com o propósito de fornecer uma estimativa mais conservadora da relação custo-benefício.

O primeiro cenário, com aumento de 14,6% no rigor da política de etiquetagem e 20% no aumento do rigor do MEPS proporcionaria alguns benefícios para o consumidor, embora a economia no custo total da vida útil do produto para o consumidor não seja muito grande, entre R\$104,00 e R\$254,00. Além disso, esse cenário teria um impacto limitado sobre fabricantes, já que dois terços dos modelos disponíveis atualmente estariam aptos a alcançar o novo patamar da classe ‘A’.

<sup>18</sup> PDE 2029, p.220

<sup>19</sup> Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. “Fatores de emissão de CO<sub>2</sub> pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil - Ano Base 2020.”  
[http://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/arquivos/emissoes\\_co2/Despacho\\_2020\\_jul.xlsx](http://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/arquivos/emissoes_co2/Despacho_2020_jul.xlsx)

<sup>20</sup> ANEEL, 2020

<sup>21</sup> <https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/BRASIL.pdf>

Tabela 5: Impactos do Aumento do Rigor nas Políticas em 14,6% no 'A' e 20% no MEPS

Impactos Nacionais e para Consumidores			Impactos para Fabricantes	
Economia na Vida Útil para o Consumidor	Baseada na regressão n° 1	Baseada na regressão n° 2	Porcentagem de modelos atendendo ao novo MEPS	82%
	R\$254	R\$104	Porcentagem de modelos mais populares atendendo ao novo MEPS	71%
Benefício: Relação de Custo	5,78	1,21	Porcentagem de modelos atendendo a nova classe "A"	66%
Economia Nacional de Energia até 2030	8,4 TWh		Porcentagem de modelos mais populares atendendo a nova classe "A"	20%
Redução Nacional de Emissões de CO <sub>2</sub> até 2030	4,38 MT			

O segundo cenário, que envolve igualar ao novo MEPS queniano e ao requisito da US Energy Star, traria uma economia mais significativa, entre R\$671,00 e R\$1632,00. Este cenário também teria um impacto mais significativo sobre os fabricantes, uma vez que a maioria dos produtos atualmente disponíveis no mercado não atenderia ao MEPS. Veja a Figura 8 para mais detalhes em relação ao tamanho dos produtos que poderiam ser eliminados. Entretanto, os fabricantes cujos produtos são vendidos no Brasil também vendem seus produtos no Quênia e no mercado estadunidense, onde eles têm se mostrado aptos a fornecer a variedade de produtos que atendam tanto ao MEPS queniano quanto ao patamar da US Energy Star; assim eles claramente têm acesso à tecnologia necessária para produzirem e comercializarem equipamentos que atendam esses critérios.

Tabela 6: Impactos ao Igualar ao MEPS do Quênia de 2020 e aos requisitos do US Energy Star de 2014

Impactos Nacionais e para Consumidores			Impactos para Fabricantes	
Economia na Vida Útil para o Consumidor	Baseado na Regressão n° 1	Baseado na Regressão n° 2	Porcentagem de modelos atendendo ao novo MEPS	38%
	R\$1632	R\$671	Porcentagem de modelos mais populares atendendo ao novo MEPS	0%
Benefício: Relação de Custo	5,78	1,21	Porcentagem de modelos atendendo a nova classe "A"	10%
Economia Nacional de Energia até 2030	53,9 TWh		Porcentagem de modelos mais populares atendendo a nova classe "A"	0%
Redução Nacional de Emissões de CO <sub>2</sub> até 2030	28,1 MT			

O terceiro cenário, igualado ao da United for Efficiency, mostra economias ainda mais consideráveis para os consumidores, variando entre R\$968,00 e R\$2354,00. Isto teria um impacto significativo sobre os fabricantes,

pois poderia retirar a maioria dos produtos atuais do mercado. Veja a Figura 9 para mais detalhes sobre os tamanhos dos produtos que poderiam ser eliminados. Contudo, como dito acima, os fabricantes operando no Brasil atualmente comercializam produtos que atendem esses critérios em outros países.

Tabela 7: Impactos do Alinhamento aos Modelos Regulamentadores da United for Efficiency

Impactos Nacionais e para Consumidores			Impactos para Fabricantes	
	Baseado na Regressão nº 1	Baseado na Regressão nº 2	Porcentagem de modelos atendendo ao novo MEPS	16%
Economia na Vida Útil para o Consumidor	R\$2354	R\$968	Porcentagem de modelos mais populares atendendo ao novo MEPS	0%
Benefício: Relação de Custo	5,78	1,21	Porcentagem de modelos atendendo a nova classe "A"	0%
Economia Nacional de Energia até 2030	90,3 TWh		Porcentagem de modelos mais populares atendendo a nova classe "A"	0%
Redução Nacional de Emissões de CO <sub>2</sub> até 2030	40,6 MT			

## Impactos da Revisão dos Métodos de Teste e do Planejamento de Políticas

### Método de Teste

A atualização do método de teste da IEC 62552:2007 para a IEC 62552:2015 poderia ter alguns impactos positivos no mercado, pois reduziria o tempo e o custo de teste enquanto também melhoraria a confiabilidade dos resultados. Primeiramente reduziria incertezas eliminando o teste por pacote de carga, levando em consideração o real uso de energia vinculado aos ciclos de degelo, tornando a medição de volume menos sensível à interpretação, e introduzindo uma determinação muito mais rápida da capacidade de resfriamento e de congelamento. Além disso, o método de teste introduz novos tipos de compartimentos que tem surgido no mercado, como compartimentos para vinho. Por fim, reduz o risco de circunvenção (práticas elisivas) ao incorporar um teste de processamento de carga que traz um aspecto dinâmico ao que antes era realizado em regime permanente e o teste em duas temperaturas ambiente (32°C e 16°C). Entretanto, alguns países como o Quênia têm optado por utilizar somente a temperatura ambiente de 32°C a fim de reduzir a complexidade dos testes. De fato, utilizar a temperatura ambiente de 32°C faz com que o teste a 16°C seja desnecessário, além de reduzir os gastos de teste. Isso, entretanto, elimina os benefícios de ter dois pontos de teste no método padrão de medição. Testes em duas temperaturas ambientes têm como objetivo:

- 1) Evitar a otimização do aparelho para uma temperatura ambiente específica. Ao testar somente na temperatura ambiente de 32°C há o risco de que os equipamentos refrigeradores sejam projetados para apresentarem o melhor desempenho em uma temperatura que não representa a temperatura média das cozinhas brasileiras, reduzindo os custos de teste, mas levando a gastos desnecessários para o consumidor; e

- 2) Evitar circunvenção por equipamentos que estariam aptos a reconhecer as condições de teste. O novo método de teste especifica que o desempenho do refrigerador entre dois pontos de teste deve ser consistente com o desempenho a 16°C e a 32°C. O teste apenas a 32°C não permitiria essa verificação, tornando o teste de processamento de carga mais importante, visto que é responsável pelo desempenho do refrigerador em um regime não permanente e em uma temperatura ambiente diferente.

## Coeficientes

Revisar os coeficientes na equação de consumo padrão para estarem mais alinhados com as melhoras práticas internacionais também poderia ter resultados positivos no mercado. Primeiramente, reduzir a permissão para produtos frost free para estar mais alinhada com seus reais benefícios energéticos poderia diminuir a atualmente incorporada preferência por produtos frost free e permitir aos consumidores escolherem produtos de degelo manual quando eles forem mais adequados, em razão de sua preferência por esse equipamento e não porque esta característica faz o produto parecer mais eficiente. Além disso, ao reduzir o coeficiente do volume ajustado para freezers horizontais, a equação não mais aprovará grandes e ineficientes freezers horizontais, o que poderia levar a significativas melhorias de eficiência energética no mercado, pois esses produtos maiores podem ser fabricados para apresentar maior eficiência.

Tabela 8: Comparação dos Coeficientes do Brasil, da United for Efficiency, e do Quênia para Produtos Combinados Frost Free

Coeficientes Brasileiros <sup>22</sup>		Coeficientes U4E		Coeficientes Quenianos	
a	b	a	b	a	b
1,2708	89,8344	0,288	210	0,3133	256,9

Os impactos mais significativos virão da revisão dos coeficientes no tipo de produto mais comum, refrigeradores combinados frost free. Como pode ser visto nas Figuras 8 e 9, tanto a equação queniana quanto a da United for Efficiency começam de um consumo mais alto do que a equação brasileira, contudo, o consumo permitido aumenta mais lentamente conforme o volume aumenta. O efeito da mudança para o coeficiente queniano ou da United for Efficiency seria o de eliminar a preferência injustificada por produtos maiores, assim como permitir mais produtos menores. Como pode ser visto em ambos os gráficos, mudar os coeficientes poderia permitir que alguns produtos menores, e presumivelmente mais baratos, atendam ao MEPS enquanto removeria do mercado uma parcela maior dos produtos maiores, e provavelmente mais caros.

<sup>22</sup> Estes coeficientes foram anualizados, já que a política brasileira define os coeficientes para consumo mensal ao invés de consumo anual.

Figura 8: Comparação dos Coeficientes do Brasil e do Quênia

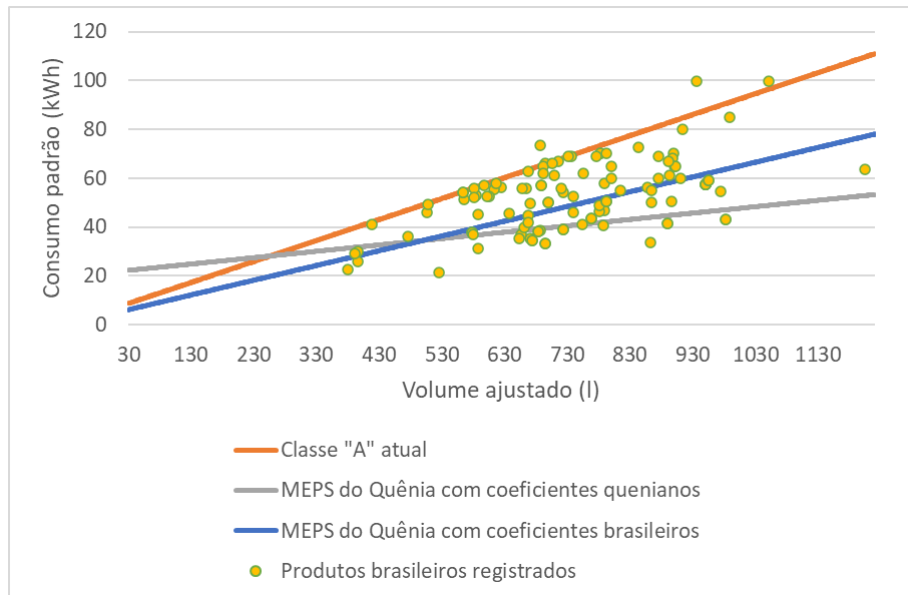
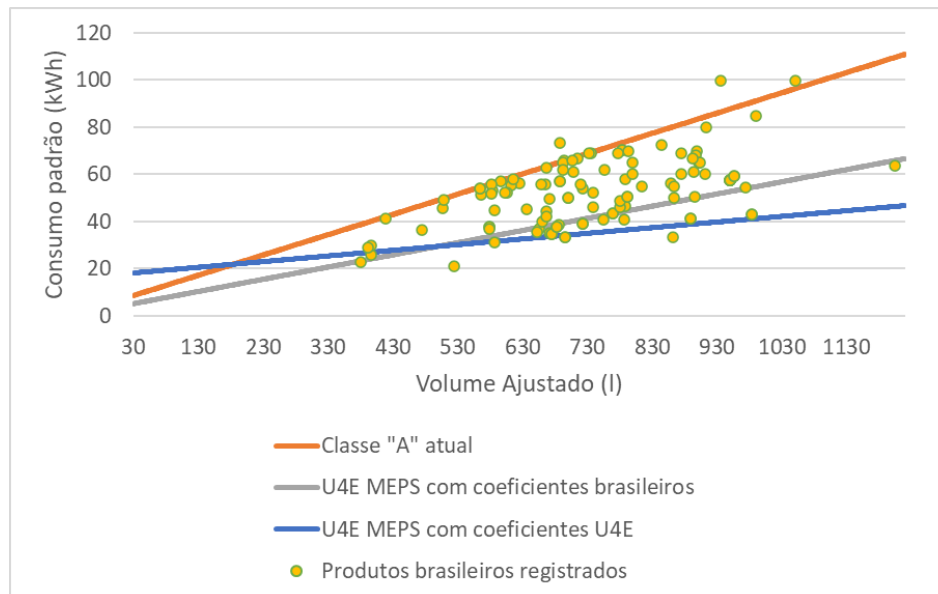


Figura 9: Comparação dos Coeficientes do Brasil e da United for Efficiency



## 5. Conclusões e Recomendações

Ao longo dos últimos 15 anos, as políticas brasileiras para refrigeradores têm se tornado ultrapassadas. Isto vem levando a notáveis distorções no mercado, uma vez que todos os produtos recebem a classificação 'A' da etiquetagem, o que os qualifica como produtos altamente eficientes. Isso não dá aos fabricantes incentivos a melhorarem a eficiência de seus produtos, alinhando com o progresso em eficiência em outros mercados globais. Uma clara indicação desta distorção é a falta de uma relação estatisticamente relevante entre preço e eficiência energética dos produtos que estão no mercado, visto que a etiqueta não apoia os fabricantes na comercialização de fato diferenciada de produtos mais caros, porém mais eficientes. Ademais, os coeficientes existentes em equações para consumo máximo de consumo de eletricidade fornecem uma vantagem injustificada a produtos maiores frost free. Ambas as distorções podem ser eliminadas com a adequação à diretriz da United for Efficiency. O maior rigor na regulamentação dará suporte para melhorias de eficiência energética e avanço tecnológico, enquanto os coeficientes da equação de consumo máximo da regulamentação eliminarão a vantagem para produtos frost free maiores e permitirão mais produtos menores, de degelo manual que são tipicamente mais baratos e, conseqüentemente, mais acessíveis a consumidores de baixa renda.

Como caminho para eliminar os elementos de distorção da política existente de refrigeradores e tornar a ENCE comparável às melhores práticas internacionais, a CLASP recomenda que o INMETRO:

- Redimensione imediatamente a etiquetagem comparativa de energia obrigatória em 14,6% para o 'A'.
- Publique um mapa do caminho (roadmap) de revisão alinhado às melhores práticas internacionais. Isto deve incluir:
  - Igualar aos níveis do modelo de regulamentação para refrigeradores da United for Efficiency em 2025;
  - Igualar a política de nivelamento da US Energy Star de 2014 com o patamar de classe 'A', como passo intermediário do roadmap, a ser implementado em 2023;
  - Revisar os coeficientes das funções de consumo máximo de kWh para eliminar distorções injustificáveis;
  - Alinhar ao IEC 62552:2015 a fim de reduzir o tempo de teste e incertezas, e de proteger contra circunvenção.



# Apêndice A: Resultado da Regressão para os Produtos Mais Populares

## SUMARIO DE RESULTADO

<i>Regressão Estatística</i>	
R Múltiplo	0,7743
R quadrado	0,59954
R Quadrado Ajustado	0,594963
Erro Padrão	582,1545
Observações	178

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significância F</i>
Regressão	2	88791953	44395976	130,9987	1,67E-35
Resíduo	175	59308184	338903,9		
Total	177	1,48E+08			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>t Stat</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	54,71242	918,6188	0,059559	0,952574	-1758,29	1867,71
Capacidade total (net) litros	7,49585	0,587713	12,75426	9,09E-27	6,335932	8,655769
Índice de eficiência (C/Cp)	-780,143	967,1346	-0,80665	0,420961	-2688,89	1128,606

## Apêndice B: Resultado da Regressão para Produtos Mais Populares com Configuração de Freezer Superior

### SUMÁRIO DE RESULTADO

<i>Regressão Estatística</i>	
R Múltiplo	0,812309
R Quadrado	0,659845
R Quadrado Ajustado	0,654916
Erro Padrão	560,8923
Observações	141

### ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significância F</i>
Regressão	2	84217809	42108904	133,849	4,85E-33
Resíduo	138	43414819	314600,1		
Total	140	1,28E+08			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>t Stat</i>	<i>Valor-P</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	2147,502	991,3958	2,16614	0,032018	187,2113	4107,792
Capacidade total (net) litros	8,285495	0,591124	14,0165	2,61E-28	7,116663	9,454327
Índice de eficiência (C/Cp)	-3784,53	1121,286	-3,37517	0,000958	-6001,65	-1567,4