

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLÓGICA  
DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE ENERGIA**

**GABRIEL FURLAN MACHADO**

**ASPECTOS DAS POLÍTICAS E PROGRAMAS BRASILEIROS DE  
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

**FLORIANÓPOLIS  
2018**

**GABRIEL FURLAN MACHADO**

**ASPECTOS DAS POLÍTICAS E PROGRAMAS BRASILEIROS DE  
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Sistemas de Energia submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários à aprovação do curso superior de Sistemas de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Rubiara Cavalcante Fernandes.

**FLORIANÓPOLIS  
2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Machado, Gabriel Furlan

Aspectos das Políticas e Programas Brasileiros de Eficiência Energética / Gabriel Furlan Machado ; orientação de Rubiara Cavalcante Fernandes. - Florianópolis, SC, 2018. 62 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. CST em Sistemas de Energia. Departamento Acadêmico de Eletrotécnica.

Inclui Referências.

1. Brasil. 2. Eficiência Energética. 3. Políticas.  
4. Programas. I. Fernandes, Rubiara Cavalcante. II. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico de Eletrônica. III. Título.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### ASPECTOS DAS POLÍTICAS E PROGRAMAS BRASILEIROS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

**GABRIEL FURLAN MACHADO**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Tecnólogo em Sistemas de Energia e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Energia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 09 de julho, 2018.

Banca Examinadora:



---

Rubiara Fernandes Cavalcante, Dr. Eng.

Professor Orientador



---

Prof. Ricardo Luiz Alves, Dr. Eng.



---

Carlos Ernani da Veiga, M. Eng.

## RESUMO

Eficiência energética é geralmente a forma mais barata de se alcançar novas demandas de energia. Governos que incentivam a eficiência energética através da implantação de programas e políticas geram economias para o país, aumentam a segurança energética e diminuem a necessidade da criação de novas usinas. O presente trabalho analisou a situação da eficiência energética atual Brasileira, suas políticas e programas ao longo da história e os resultados já obtidos a partir deles. Através do levantamento desses dados, foi feita a análise da eficácia das ações de eficiência energética praticadas pelo Brasil e comparado com boas práticas executadas por outros países. Para a obtenção do objetivo proposto, foram realizados procedimentos de pesquisa bibliográfica, com abordagem qualitativa e quantitativa. Como resultado, analisou-se a colocação Brasileira no ranking de eficiência energética internacional e a eficiência dos projetos realizados pelo Programa de Eficiência Energética (PEE). Sendo assim, apesar de o país demonstrar esforços nacionais na área de eficiência energética, ainda há muito potencial a ser explorado no campo das políticas exercidas e no melhoramento dos programas de eficiência energética atuais.

**Palavras-chave:** Brasil. Eficiência Energética. Políticas. Programas.

## **ABSTRACT**

Energy efficiency is usually the cheapest way to achieve new energy demands. Governments that encourage energy efficiency through the implementation of programs and policies generate savings for the country, increase energy security and reduce the need to create new plants. The present work analyzed the current Brazilian energy efficiency situation, its policies and programs throughout history and the results already obtained from them. Through the collection of these data, the analysis of the effectiveness of energy efficiency actions practiced by Brazil and compared to good practices performed by other countries was done. In order to obtain the proposed objective, bibliographic research procedures were carried out, with a qualitative and quantitative approach. As a result, the Brazilian placement in the ranking of international energy efficiency and the efficiency of the projects carried out by the Energy Efficiency Program (PEE) were analyzed. Therefore, although the country demonstrates national efforts in the area of energy efficiency, there is still much potential to be explored in the field of policies pursued and in the improvement of current energy efficiency programs.

**Keywords:** Brazil. Energy Efficiency. Policies. Programs.

# SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1	PROBLEMA .....	11
1.2	JUSTIFICATIVA .....	12
1.3	OBJETIVO GERAL .....	13
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA E/OU FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>14</b>
2.1	CLASSIFICAÇÃO DAS ENERGIAS.....	14
2.2	SEGURANÇA ENERGÉTICA .....	15
2.3	INTENSIDADE ENERGÉTICA.....	15
2.4	AVALIAÇÃO, MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	17
<b>2.4.1</b>	<b>Ferramentas de avaliação dos custos de medidas de eficiência energética</b> .....	<b>19</b>
2.5	OS DOIS MAIORES PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL: PEE E PROCEL .....	21
<b>2.5.1</b>	<b>Programa de Eficiência Energética (PEE)</b> .....	<b>22</b>
<b>2.5.2</b>	<b>Programa Nacional de Eficiência Elétrica (PROCEL)</b> .....	<b>23</b>
<b>2.5.3</b>	<b>Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEF)</b> .....	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>29</b>
4.1	INTERNATIONAL ENERGY EFFICIENCY SCORECARD (IEES).....	30
<b>4.1.1</b>	<b>Metodologia para a classificação no IEES 2016</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1.2</b>	<b>O ranqueamento dos países e suas pontuações nas 35 métricas</b> .....	<b>35</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Ranking Brazil: #22</b> .....	<b>40</b>
4.1.3.1	Esforços Nacionais .....	40
4.1.3.2	Edificações.....	42
4.1.3.3	Indústria .....	43
4.1.3.4	Transporte.....	44
4.2	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL.....	45
<b>4.2.1</b>	<b>Leilões de Eficiência Energética no Brasil</b> .....	<b>47</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Programas de Eficiência Energética Brasileiros</b> .....	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>61</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1	Mudança da intensidade energética nas regiões selecionados. ....	16
Figura 2-2	Demanda da energia primária, PIB e intensidade energética. ....	17
Figura 2-3	Comparação do LCOE das diferentes formas de geração de energia (Preços não consideram subsídios) .....	21
Figura 2-4	Selo PROCEL .....	24
Figura 2-5	Etiqueta PBE Edifica .....	25
Figura 4-1	Total do consumo de energia primária em quilo toneladas (ktoe).....	32
Figura 4-2	Métricas de avaliação IEES 2016 1/2 .....	33
Figura 4-3	Métricas de avaliação IEES 2016 2/2 .....	34
Figura 4-4	Ranqueamento dos 23 países no IEES 2016 .....	36
Figura 4-5	Pontuação final ordenado pela posição PIB mundial.....	37
Figura 4-6	Pontuação de todas as métricas por país ½ .....	38
Figura 4-7	Pontuação de todas as métricas por país 2/2 .....	39
Figura 4-8	Pontuação recebida nas 4 categorias. O gráfico em pizza mostra o uso total da energia primária distribuída entre transporte, indústria, edificações e em cinza outros setores.....	40
Figura 4-9	Percentual de redução do consumo por classe (%) relacionado a eficiência energética. ....	46
Figura 4-10	Dados por categoria dos programas de eficiência energética do PEE .....	50
Figura 4-11	Custo Benefício da energia economizada por categoria.....	52
Figura 4-12	Redução da demanda de pico por projeto para cada categoria.....	52
Figura 4-13	Custo da energia economizada por categoria.....	53
Figura 4-14	Variáveis utilizadas para o modelo de análise dos dados. ....	54
Figura 4-15	Fluxograma metodológico.....	54
Figura 4-16	Dados da simulação DEA. ....	56
Figura 4-17	Resultado da simulação DEA.....	57
Figura 4-18	Percentual necessário para alcançar a fronteira de eficiência utilizando o modelo de entrada orientada.....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ACEEE	<i>American Council for an Energy-Efficient Economy</i> <sup>1</sup>
ANP	Agência Nacional de Petróleo
CSE	<i>Cost of Saved Energy</i> <sup>2</sup>
EUA	Estados Unidos da América
EVO	<i>Efficiency Valuation Organization</i> <sup>3</sup>
ICCT	<i>International Council on Clean Transportation</i> <sup>4</sup>
IEES	<i>International Energy Efficiency Scorecard</i> <sup>5</sup>
IEA	<i>International Energy Agency</i> <sup>6</sup>
IPMVP	<i>International Performance Measurement and Verification Protocol</i> <sup>7</sup>
LCOE	<i>Levelized Cost of Energy Efficiency</i> <sup>8</sup>
LCSE	<i>Levelized Cost of Saved Energy</i> <sup>9</sup>
MME	Ministério de Minas e Energia
M&V	<i>Measurement and Verification</i> <sup>10</sup>
PEE	Programa de Eficiência Energética

---

<sup>1</sup> Conselho Norte-Americano de Economia em Eficiência Energética

<sup>2</sup> Custo da energia Salva

<sup>3</sup> Organização de Avaliação e Eficiência

<sup>4</sup> Conselho Internacional de Transportes Limpos

<sup>5</sup> Ranqueamento Internacional de Eficiência Energética

<sup>6</sup> Agência Internacional de Energia

<sup>7</sup> Protocolo Internacional de Medição Verificação e Performance

<sup>8</sup> Custo Nivelado de Eficiência Energética

<sup>9</sup> Custo Nivelado da Energia Salva

<sup>10</sup> Medição e Verificação

PIB	Produto Interno Bruto
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROPEE	Procedimentos do Programa de Eficiência Energética
PNEF	Plano Nacional de Eficiência Energética
RCB	Relação Custo Benefício
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i> <sup>11</sup>
WAP	<i>Weatherization Assistance Program</i> <sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> Organização para Economia, Cooperação e Desenvolvimento

<sup>12</sup> Programa de Assistência de Climatização

## 1. INTRODUÇÃO

Eficiência energética é a chave para um sistema seguro, confiável, barato e sustentável. Considerada hoje como um recurso energético e disponível para a livre exploração, a eficiência energética pode ser a forma mais rápida e barata de obtenção de energia quando comparada à outras fontes energéticas.

Segundo o relatório *The 2016 International Energy Efficiency Scorecard*<sup>13</sup> (ACEEE, 2016, p. 6) a eficiência energética não apenas reduz os gastos de energia e a emissão de gases, mas também resulta em outros benefícios potenciais, como segurança energética, redução na curva de demanda, preço de mercado, impactos na macroeconomia, produtividade industrial, orçamento público, saúde e bem estar, entre outros. Reduzir não apenas a carga, mas também a redução na curva de demanda de energia elétrica é um dos grandes benefícios das políticas de eficiência energética e tem sido o foco de muitos países (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 1).

Essas políticas e programas têm obtido resultados em diferentes setores, como o industrial, na cogeração, residencial, consumidores finais, áreas rurais, nos serviços e comércios, serviço público e iluminação pública.

No entanto os programas e as políticas de eficiência energética nem sempre cumprem com o planejado. Apesar da visão positiva e a popularidade dessas medidas, há também os céticos que condenam seu processo de avaliação, apontando muitas vezes para a insuficiência de dados que limitam os critérios avaliativos de efetividade.

---

<sup>13</sup> Classificação Internacional de Eficiência Energética de 2016

Além da escassez de informações para uma avaliação apropriada, as medidas de eficiência energética também podem custar mais do que economizam. Um possível exemplo desses pode ser visto em um dos maiores programas de eficiência energética dos EUA, o *Weatherization Assistance Program*<sup>14</sup> (WAP). Em um artigo conduzido e publicado em Michigan/EUA, é questionado se os investimentos em eficiência energética realmente possuem retorno, e utiliza o WAP como estudo de caso. É descrito no relatório:

*This paper reports on the results of an experimental evaluation of the nation's largest residential energy efficiency program – the Weatherization Assistance Program – conducted on a sample of approximately 30,000 households in Michigan. The findings suggest that the upfront investment costs are about twice the actual energy savings. Further, the model-projected savings are more than three times the actual savings.*<sup>15</sup> (Fowlie, Greenstone, & Wolfram, 2018, p. 1)

Com essa ressalva, abre-se o questionamento da situação do Brasil no quadro de políticas e programas de eficiência energética. Se citarmos apenas um dos programas de incentivo de eficiência energética no país, o Programa de Eficiência Energética (PEE), estaremos falando de um investimento monetário de R\$ 5,066 bilhões aplicados em um período de 8 anos. Outro programa de incentivo, ao qual recebeu um investimento de USD \$808 milhões, foi o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 4). Mas dentro do quadro de esforços governamentais, incentivos e investimentos, o Brasil ainda não é considerado um grande competidor quando comparado a outros países.

---

<sup>14</sup> Programa de Assistência de Climatização

<sup>15</sup> este documento relata os resultados de uma avaliação experimental do maior programa residencial de eficiência energética da nação - o Programa de Assistência à Climatização - conduzido em uma amostra de aproximadamente 30.000 domicílios em Michigan. Os resultados sugerem que os custos de investimento iniciais são cerca de duas vezes a economia de energia real. Além disso, as economias projetadas pelo modelo são mais de três vezes a economia real (Fowlie, Greenstone, & Wolfram, 2018, p. 1).

Apesar de ser a 11ª economia mundial (Ranking PIB), o Brasil se encontra em penúltimo lugar dos 23 países classificados segundo sua eficiência energética no último *International Energy Efficiency Scorecard* (IEES) de 2016 (ACEEE, 2016, p. 92). Além disso, o país mantém um aumento indesejável do índice de intensidade energética <sup>16</sup> nos últimos anos. O relatório de 2017 da *International Energy Agency* (IEA) mostra o aumento da Intensidade Energética do Brasil, enquanto a média mundial decresce em ritmo inverso (p. 17).

Sendo assim, agregar os conhecimentos relativos à área pode auxiliar na busca por novas soluções e aperfeiçoamentos no campo de eficiência energética.

## 1.1 PROBLEMA

O Brasil possui dois grandes programas de incentivo à eficiência energética e conservação de energia: o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e o Programa de Eficiência Energética (PEE). Segundo um dos relatórios do PROCEL, o programa economizou em energia um total de 107 TWh de 1986 a 2016, com um investimento em ações de eficiência energética de R\$ 2,689 bilhões (PROCEL, 2016, p. 14). O PEE no período de 2008 a 2016 alcançou 4,629 GWh/ano, diminuiu 1403 MW de demanda no horário de pico, com um investimento total de R\$ 5,066 bilhões (PEE, 2017).

Apesar de serem considerados dois programas que deram certo, o Brasil se encontra com baixos índices quando abordados estudos sobre sua eficiência energética. Dentro deste contexto se identifica a necessidade de se entender o

---

<sup>16</sup> Intensidade energética é uma medida comumente utilizada como índice indicativo em muitos dos estudos e pesquisas relacionadas à eficiência energética. A International Energy Agency (IEA) identifica a intensidade energética como “a measure of total primary energy use per unit of gross domestic product.” <sup>16</sup> (IEA I. E., 2018). Ela pode ser calculada com parâmetros econômicos, socioeconômicos ou de processos de produção conforme o resultado que se busca (p.15).

porquê, e de criar uma análise de ações externas que poderiam se adaptar e ajudar o Brasil no cenário da eficiência energética.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A identificação e análise de dados estatísticos sobre o nosso país podem levantar e justificar a busca pelo melhoramento de potenciais ainda não desenvolvidos. Afinal o que falta para que o Brasil se encontre em uma posição de maior destaque em questões de eficiência energética? Mesmo com a abundância hídrica do país, estamos chegando próximo ao esgotamento da exploração dessas fontes, seja por questões ambientais ou econômicas, necessitando assim uma nova visão para formas alternativas de suprir a constante expansão da demanda de energia do país.

As medidas de eficiência ainda se encontram em estado exploratório. O pequeno intervalo de tempo entre seu surgimento por volta da década de 70 e os dias atuais, ainda levantam dúvidas e preocupações relativas à sua real eficiência. Afinal estas medidas geralmente se estendem por grandes intervalos de tempo e são dependentes da completa coleta de dados deste período para uma avaliação precisa de seu custo/benefício.

Mas apesar desses questionamentos e dificuldades avaliadas, através de grandes organizações internacionais como a ACEEE e a IEA, há uma disponibilidade de estudos, pesquisas e ranqueamentos que avaliam as medidas, programas e políticas de eficiência energética. Junto a isso, também se encontram disponíveis documentos, artigos, congressos, relatórios, etc. que auxiliam boas condutas e medidas para que um projeto de eficiência energética cumpra com os resultados planejados.

A eficiência energética pode ser um grande aliado da expansão energética, como demonstrado já em muitos países. Sendo assim, este trabalho visa ser utilizado como material de referência ao sintetizar bons exemplos e costumes já funcionais em outras regiões do mundo que poderiam vir a ajudar na implementação de novas medidas com a adaptação da realidade Brasileira.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar os índices, parâmetros e características do plano de eficiência energética no Brasil e identificar os motivos que fazem com que o país esteja em uma posição desprivilegiada no ranking de eficiência energética global através da comparação com países que possuem melhores indicadores.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Introduzir os conceitos, relevâncias, índices e parâmetros relacionados à análise da eficiência energética.

Compreender os índices internacionais que qualificam o Brasil no cenário da eficiência energética e assim comparar com algumas ações e medidas externas que poderiam ser melhores abordadas no país.

Identificar os programas e políticas de eficiência energética no Brasil, sua eficiência, deficiência e índices pertinentes.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a compreensão dos subseqüentes capítulos, este trabalho introduzirá os conceitos essenciais para o acompanhamento do material apresentado a seguir. Isso se dará através do estudo de fontes de referência pertinentes ao assunto discutido, coletados de artigos, relatórios, monografias, entre outros.

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ENERGIAS

As diferentes fontes de energia são conceitualmente classificadas como segue:

**Energia Primária:** Fontes oriundas da natureza, em sua forma pura, sem ter passado por processos de transformação, como o petróleo, gás natural, carvão mineral, resíduos vegetais e animais, energia eólica e solar e os produtos da cana-de-açúcar.

**Energia Secundária:** A energia secundária é conceptualização pelo resultado da transformação da energia primária, que podem ter como destino o seu consumo final, ou eventualmente, outro processo de transformação. A exemplo de energia secundária temos: gasolina, querosene, eletricidade e álcool etílico.

**Energias Renováveis e não Renováveis:** Energias renováveis são consideradas àquelas que possuem uma fonte essencialmente inesgotável, como por exemplo o sol. Já as não renováveis possuem suas fontes limitadas, como o petróleo, gás natural e carvão.

## 2.2 SEGURANÇA ENERGÉTICA

Segundo a Agência Internacional de Energia, segurança energética se define como a disponibilidade ininterrupta de fontes de energia por um preço acessível. Ainda conclui que a segurança energética pode ser dividida em dois aspectos; segurança de longo prazo, ao qual relaciona o acompanhamento dos investimentos no tempo com a demanda de energia o desenvolvimento econômico e as necessidades ambientais; enquanto a segurança a curto prazo se foca na habilidade do sistema responder a mudanças no balanço de oferta e demanda em tempo real (IEA I. E., 2018).

## 2.3 INTENSIDADE ENERGÉTICA

Intensidade energética é uma medida comumente utilizada como índice indicativo em muitos dos estudos e pesquisas relacionadas à eficiência energética. A IEA identifica a intensidade energética como “[...] *a measure of total primary energy use per unit of gross domestic product.*”<sup>17</sup> (IEA I. E., 2018). Ela pode ser calculada com parâmetros econômicos, socioeconômicos ou de processos de produção conforme o resultado que se busca.

Um relatório realizado pela *International Energy Agency* mostra que a média de intensidade energética mundial tem seguido uma melhora (decréscimo) de 1,9% ao ano até 2011 mas que sofreu um decréscimo na década posterior passando para 1,6% anuais (IEA, 2017, p. 17). A Figura 2-1 mostra a evolução da intensidade energética mundial e de outros países. Nota-se que o Brasil se encontra com valores positivos, indicando uma taxa de variação da demanda de energia maior do que a taxa de crescimento do PIB.

---

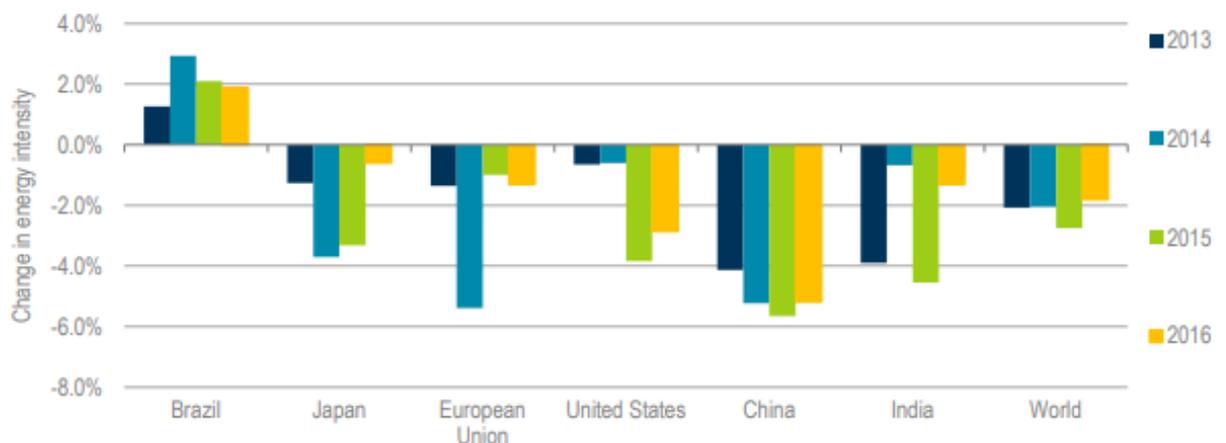
<sup>17</sup> uma medida do uso da energia primária total pelo produto interno bruto (IEA I. E., 2018).

Em uma publicação do site de informações EcoDebate é debatido o significado do Brasil possuir uma baixa intensidade energética, com a seguinte afirmação: “o Brasil utiliza mais energia para produzir do que outros países do continente, diz Cepal” (Oliveira & Wamburg, 2013).

A IEA também faz a seguinte afirmação sobre o que representa a intensidade energética em seu relatório:

*Changes in global primary energy intensity are influenced by improvements in energy efficiency as well as changes in economic structure, such as the movement of economic activity away from energy intensive industry towards less intensive service sectors*<sup>18</sup> (IEA, 2017, p. 17).

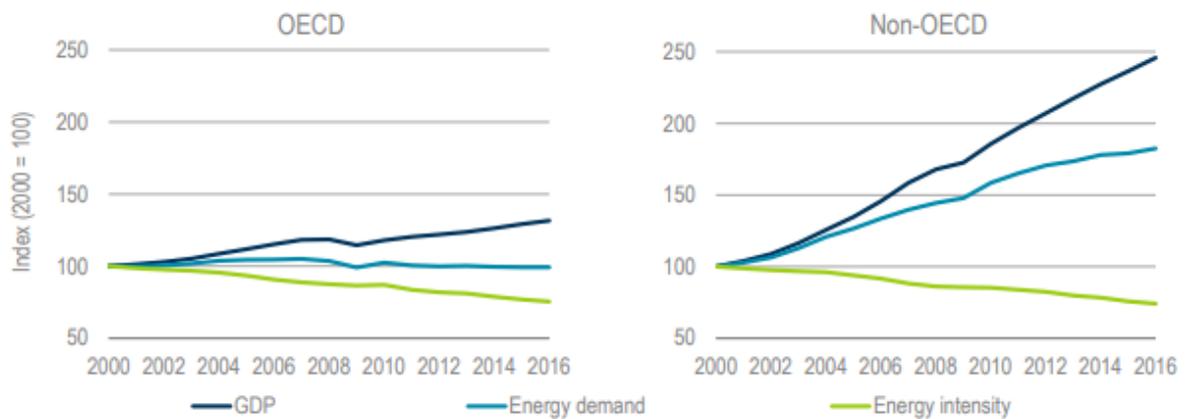
Figura 2-1 Mudança da intensidade energética nas regiões selecionados.



Fonte 2-i (IEA, 2017, p. 17)

<sup>18</sup> mudanças na intensidade global de energia primária são influenciadas por melhorias na eficiência energética, bem como mudanças na estrutura econômica, como o movimento da atividade econômica, longe da indústria intensiva em energia, para setores de serviços menos intensivos (IEA, 2017, p. 17).

Figura 2-2 Demanda da energia primária, PIB e intensidade energética.



Fonte 2-ii (IEA, 2017, p. 18)

A queda da intensidade energética pode ser vista melhor na Figura 2-2 que relaciona a evolução do PIB, a demanda de energia, e como consequência a intensidade energética resultante, entre os países pertencentes e não pertencentes da Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).

OECD ou organização para cooperação e desenvolvimento econômico é composta pelos 35 países membros que buscam promover políticas de melhoramento sócio econômico e bem-estar da população atuando no mundo todo.

## 2.4 AVALIAÇÃO, MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

As medidas de conservação e de eficiência energética estão sempre associadas aos investimentos necessários e seu potencial de retorno futuro. Essas medidas podem ser efetivadas em diferentes planos de tempos, podendo variar por cronogramas de décadas ou mesmo diários, com retornos que se desenvolvem e

---

<sup>19</sup> Países membros da OECD: Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Grécia, Islândia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Portugal, Suécia, Suíça, Turquia, Reino Unido, Alemanha, Espanha, Canadá, Estados Unidos, Japão, Finlândia, Austrália, Nova Zelândia, México, República Tcheca, Hungria, Polônia, Coreia do Sul, Eslováquia, Chile, Estônia, Israel, Eslovênia, Letônia. \*Apesar de o Brasil não fazer parte da organização, o país se mantém parceiro participa com sua cooperação desde o início de 1990.

possuem variações ao longo de sua vida útil. Sejam estas medidas através de extensos programas ou pequenas alterações de rotinas, quando planejadas, devem considerar a estipulação de um ciclo de vida. O ciclo de vida de uma ação de eficiência energética pode evidenciar e prever as tendências de sua efetividade e sua possível “morte”.

Para que uma medida de eficiência energética seja considerada eficaz, deve-se estender as economias geradas ao longo de seu período de vida, valorar os seus benefícios e comparar-se ao investimento efetuado em tal ação. Essas medidas são então avaliadas através de processos de medição e verificação (M&V) durante todo o seu período de vida, apesar de que nem sempre com a precisão e consistência necessária para a real avaliação da eficiência da ação efetuada.

Pode-se afirmar que uma das perguntas que deve acompanhar qualquer ação de eficiência energética: o quanto custou para economizar essa energia?

Com o objetivo de melhorar e tornar consistente este processo de medição, um esforço internacional de várias nações e grupos regionais melhoraram o processo de avaliação da performance de programas e projetos com propostas de eficiência energética. Conhecida como *Evaluation, Measurement and Verification*<sup>20</sup> (EM&V), essa metodologia aborda o assunto com documentos e manuais de recomendações e melhoramentos para os programas e projetos de eficiência energética.

A exemplo disso, também temos o *International Performance Measurement and Verification Protocol*<sup>21</sup> (IPMVP), protocolo utilizado pela ANEEL nos programas do PEE, criado pela *Efficiency Valuation Organization*<sup>22</sup> (EVO), uma organização sem fins lucrativos ao qual através de seus produtos e serviços, ajudam engenheiros e investidores em eficiência energética pelo mundo todo (2018).

---

<sup>20</sup> Verificação, Medição e Avaliação

<sup>21</sup> Protocolo Internacional de Medição e Verificação

<sup>22</sup> Organização de Avaliação de Eficiência”

### 2.4.1 Ferramentas de avaliação dos custos de medidas de eficiência energética

As diferentes formas de avaliar o custo de uma ação de eficiência energética estão diretamente relacionadas com os dados disponíveis para o uso desta ferramenta.

Uma das ferramentas utilizadas, chamada de *Levelized Cost of Energy* <sup>23</sup> (LCOE) é utilizada para comparar diferentes fontes de geração de energia de acordo com a publicação “*The Best Value for America’s Energy Dollar: A National Review of the Cost of Utility Energy Efficiency Programs*” <sup>24</sup> (Molina, 2018, p. 7). A ACEEE considera o LCOE a melhor forma de comparar o custo de programas de eficiência energética com o custo de outras fontes de suprimento de energia.

Segue a equação para o cálculo do LCOE:

$$LCOE = \frac{\text{soma dos custos durante o tempo de vida}}{\text{soma da energia elétrica produzida durante o tempo de vida}} \quad (\text{Eq. 2-1})$$

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

$I_t$  : Gastos com investimento no ano  $t$

$M_t$  : Gastos com operação e manutenção no ano  $t$

$F_t$  : Gastos com combustível no ano  $t$

$E_t$  : Energia elétrica gerada no ano  $t$

$r$  : Taxa de desconto da região analisada

$n$  : Expectativa de vida do sistema ou da geradora de energia

---

<sup>23</sup> Custo Nivelado de Energia (Molina, 2018, p. 7).

<sup>24</sup> O melhor valor para o dólar de energia da América: uma revisão nacional do custo dos programas de eficiência energética da concessionária.

CSE ou *Cost of Saved Energy*<sup>25</sup>, ou também chamada de *Levelized Cost of Saved Energy*<sup>26</sup> (LCSE) tem por objetivo a comparação relativa dos custos de programas de eficiência energética. Essa medida pode ser representada pelo valor da moeda monetária por uma unidade de energia, R\$ 0,21 / kWh por exemplo. Isso representaria que levado em consideração todos os custos aplicados à medida e a taxa de atratividade local, cada kWh economizado custaria R\$ 0,21.

Outra forma de avaliação, chamada de *Energy Efficiency Cost-Effectiveness*<sup>27</sup> faz a comparação entre a valoração dos benefícios diretos e indiretos alcançados com o custo de investimento. Através dessa ferramenta, pode-se avaliar se uma medida de eficiência energética pagou o seu investimento e quanto obteve de “lucro” mesmo quando seus benefícios são subjetivos e não quantificados.

Também são utilizados como medida de custo-benefício, mas com o objetivo de estimar o potencial de uma medida de eficiência, o levantamento de análises das medidas de programas e ações de eficiência energética já existentes para a formação de bancos de dados através da análise empírica de programas já executados. Além de poder ser utilizado como uma previsão, esses dados podem ser um comparativo para relacionar programas e medidas na busca pelo melhor custo-benefício entre estes programas.

Um exemplo do uso de uma dessas ferramentas pode ser visto na Figura 2-3, onde é comparado o LCOE entre medidas de eficiência energética e outras fontes de energia.

Com a compreensão dos custos e a efetividade alcançada desses programas, uma nação pode identificar os métodos que melhor se adequam às suas características, criando políticas de incentivo que maximizem o uso dos investimentos em eficiência energética.

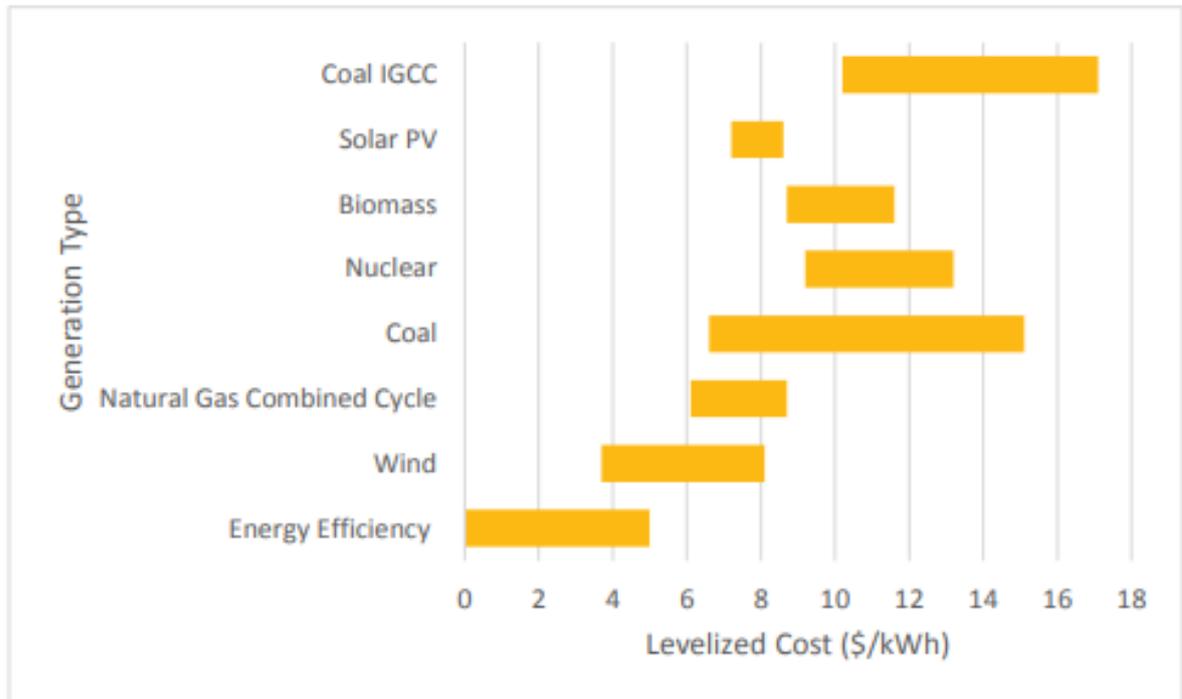
---

<sup>25</sup> Custo da Energia Economiza

<sup>26</sup> Custo Nivelado da Energia Economizada

<sup>27</sup> Custo-Efetividade da Eficiência Energética

Figura 2-3 Comparação do LCOE das diferentes formas de geração de energia  
(Preços não consideram subsídios)



Fonte 2-iii (Southeast Energy Efficiency Alliance, 2015, p. 6)

## 2.5 OS DOIS MAIORES PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL: PEE E PROCEL

De todos os programas de eficiência energética e conservação de energia, dois deles se destacam por sua magnitude: o Programa Nacional de Economia de Energia (PROCEL) e o Programa de Eficiência Energética (PEE). O primeiro, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e executado pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A (Eletrobrás); o PEE, regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e executada pelas concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica.

Ambos programas resultaram na melhoria da eficiência energética do Brasil e prolongaram assim a necessidade de criação de novas fontes de energia, resultando na redução de impactos ambientais e investimentos para a criação de novas usinas.

### **2.5.1 Programa de Eficiência Energética (PEE)**

Através da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, que torna obrigatório a aplicação de um percentual mínimo da receita operacional líquida de concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia em programas de eficiência energética, é criado o PEE. O objetivo do programa é demonstrar à sociedade a importância e viabilidade de ações de combate ao desperdício e a melhoria na eficiência de equipamentos, processos e usos finais de energia elétrica.

Os projetos para contratação do PEE estão divididos nas seguintes classes: atendimento à comunidade de baixo poder aquisitivo, agências públicas, comércio e serviços, residencial, industrial, rural, aquecimento solar, projeto piloto, cogeração, iluminação pública, projetos pelo lado da oferta, educacionais e gestão pública. Assim, aqueles que se adequarem dentro dessas classes são contratados através de chamadas públicas pelas distribuidoras participantes do programa, tornando o processo mais transparente e promovendo a participação da sociedade. Os participantes interessados apresentam então seus projetos de eficiência energética que competem entre si em um processo de auditoria de qualidade e preço.

O principal critério para a escolha dos projetos participantes das audiências públicas é a relação RCB, ou relação custo benefício. O RCB relaciona o custo anual do projeto com o benefício anual resultante. De forma geral, os projetos só são aprovados se obtiverem um RCB maior do que 0.8. Outro critério importante além da relação entre energia economizada e valor investido é a redução de demanda na ponta. Todos esses valores devem ser mensurados por meio de práticas adequadas de medição e verificação seguindo o Protocolo Internacional de Verificação de Performance (IPMVP).

As distribuidoras responsáveis pela execução destes projetos devem então seguir a Resolução Normativa nº 556 de 18/06/2013 da ANEEL, que aprovou os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE), este sendo um guia que determina os procedimentos para a elaboração e execução destes projetos de eficiência energética.

### 2.5.2 Programa Nacional de Eficiência Elétrica (PROCEL)

Instituído em dezembro de 1985 pelo Ministério de Minas e Energia e Ministério da Indústria e Comércio do Brasil por meio da portaria Nº 1.977 de 12 de setembro, gerido pela Eletrobrás, o PROCEL é um programa que foi criado para incentivar o uso racional de energia elétrica, promovendo a redução de desperdícios através da conscientização do consumidor final. As ações que o programa vem desempenhando desde sua criação contribuem para o aumento da eficiência energética do país, postergando assim novos investimentos no setor elétrico e diminuindo os impactos ambientais resultantes.

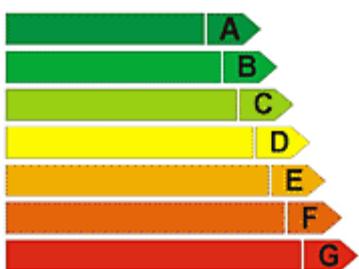
Considerando todos os resultados acumulados, do período de sua criação até 2016, o programa totalizou uma economia de 107 bilhões de kWh (PROCEL, 2017). Essa economia gerada para o país é resultado das ações do programa que se distribuem em 6 áreas de atuação: equipamentos, edificações, iluminação pública, poder público, indústria e comércio e conhecimento.

Na área de equipamentos o Selo Procel de Economia de Energia, é uma ferramenta prática e eficaz que permite ao consumidor conhecer a eficiência do consumo de energia de equipamentos e eletrodomésticos de forma simplificada, fazendo com que o consumidor escolha àqueles com melhor performance na eficiência energética.

Para a criação do selo, foram estabelecidos índices de consumo e desempenho para cada categoria de equipamento, junto a parcerias ao Inmetro e agentes como associações de fabricantes, pesquisadores de universidades e laboratórios (PROCEL, 2017). O Objetivo do selo era o estímulo à produção de equipamentos e eletrodomésticos cada vez mais eficientes.

Logo abaixo, através da Figura 2-4, podemos observar um modelo exemplo do Selo PROCEL, que além de classificar a eficiência energética do eletrodoméstico ou equipamento, também indica informações de consumo em kWh/mês, e outros dados técnicos para uma melhor leitura e avaliação do consumidor.

Figura 2-4 Selo PROCEL

<p><b>Energia</b> (Elétrica)</p> <p>Fabricante Marca</p> <p>Tipo de degelo Modelo /tensão(V)</p>	<p>REFRIGERADOR</p> <p>ABCDEF XYZ(Logo)</p> <p>ABC/Automático IPQR/220</p>	<p>→ Indica o tipo de equipamento</p> <p>→ Indica o nome do fabricante</p> <p>→ Indica a marca comercial ou logomarca</p> <p>→ Indica o modelo/tensão</p>
<p><b>Mais eficiente</b></p>  <p><b>Menos eficiente</b></p>		<p>→ A letra indica a eficiência energética do equipamento / Veja a tabela correspondente na coluna ao lado</p>
<p><b>CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mes)</b> <small>(adotado no teste clima tropical)</small></p> <p>Volume do compartimento refrigerado (l)</p> <p>Volume do compartimento do congelador(l)</p> <p>Temperatura do congelador (°C)</p>	<p><b>XY,Z</b></p> <p>000</p> <p>000</p> <p> -18</p>	<p>→ Indica o consumo de energia, em kWh/mês</p>
<p>Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Linha de Refrigeradores e Assemblados - RESPI001-REF</p> <p>Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</p> <p> <b>PROCEL</b> PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</p> <p> <b>INMETRO</b></p> <p><b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b></p>		

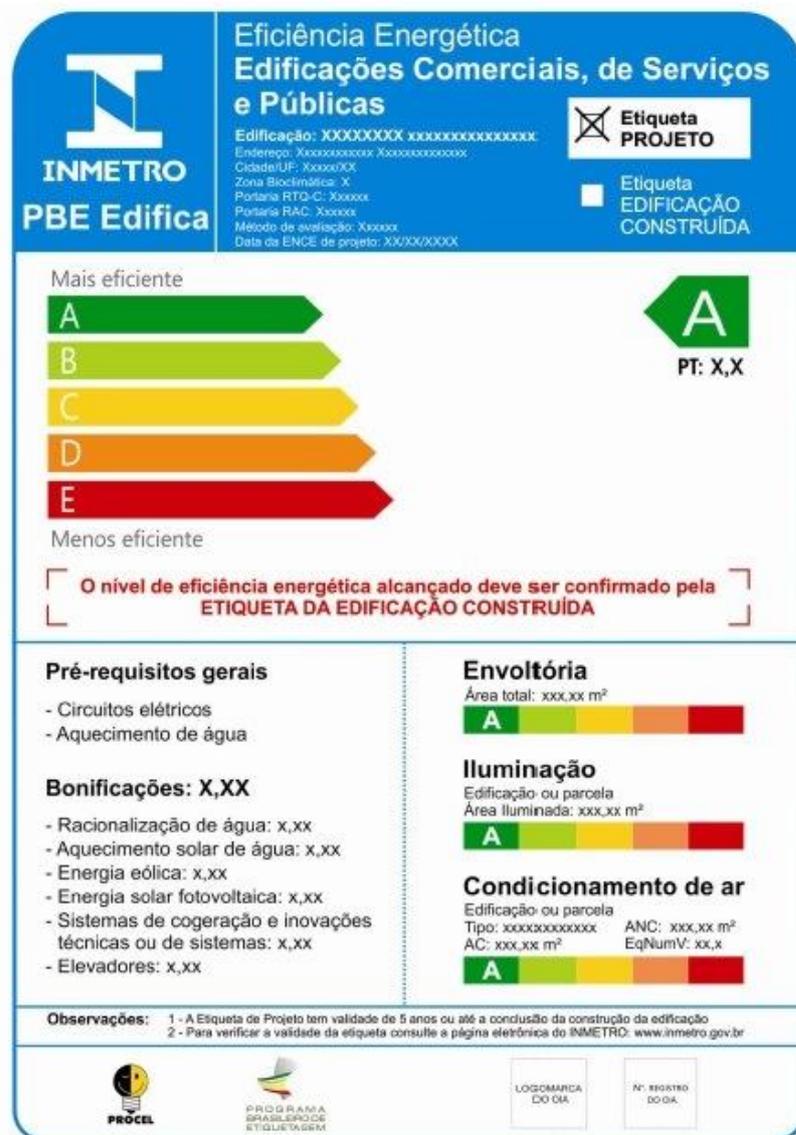
Fonte 2-iv (PROCEL, 2017)

Também atuando através da etiquetagem, o PROCEL criou a Etiqueta PBE Edifica para atuar na área de edificações. O objetivo desta etiqueta é a promoção da eficiência energética de edificações residenciais, comerciais e de serviços públicos, atuando em parceria com o Inmetro. Segundo o PROCEL, o potencial de economia de energia elétrica de novas construções que sigam os parâmetros e padrões instituídos pela Etiquetagem pode alcançar em até 50%, enquanto em edificações já existentes 30% através do *retrofit* (PROCEL, 2017). Isso representa uma mudança bastante expressiva nas edificações de atuação, já que elas representam

aproximadamente 50% do total da eletricidade consumida no país, segundo os dados do PROCEL (2017).

O governo brasileiro tornou a etiquetagem para a construções de novos prédios públicos mandatório desde 2014 através da normativa IN02/2014, enquanto ainda hoje os setores residenciais e comerciais possuem como ordem facultativa a aquisição da ENCE.

Figura 2-5 Etiqueta PBE Edifica



Fonte 2-v (PROCEL, 2017)

No campo da iluminação pública, o PROCEL atua com a promoção de projetos de iluminação e sinalização semafórica com que preveem a substituição por equipamentos, lâmpadas e luminárias com uma melhor relação iluminação-consumo (Lúmens/Watts). O programa investiu mais de R\$500 milhões em 2,78 milhões de pontos de iluminação distribuídos em 1.300 municípios (PROCEL, 2017).

No poder público, o PROCEL atua na oferta de soluções que combatam o desperdício de energia elétrica, através do desenvolvimento de metodologias de gestão energética, que levam em consideração as características específicas de cada município e estado atuante. Como resultado dessas ações, em média, os municípios conseguiram economizar anualmente cerca de 246 mil kWh, o equivalente a R\$ 74 mil dos custos com energia (PROCEL, 2017).

Já no setor industrial o programa fomenta a eficiência energética através da otimização dos sistemas de produção, principalmente motrizes, atuando nas instalações elétricas e mecânicas, motores elétricos, acoplamentos, cargas acionadas e uso final. Junto a isso, o PROCEL também implantou 14 Laboratórios de Otimização de Sistemas Motrizes (Lamotrizes) em universidades brasileiras com o objetivo do aprofundamento da eficiência energética em sistemas motrizes, através da pesquisa e extensão (PROCEL, 2017). No setor comercial, apesar de o consumo ser relativamente menor, também são feitas ações de eficiência energética pelo programa que resultam na redução de custos de produção, a melhoria de margens de lucros e preços mais competitivos no mercado.

Por fim, o Programa Nacional de Eficiência Energética também atua na mudança de comportamento da sociedade, através da disseminação de informações que visam a conscientização e o conhecimento que possam levar a hábitos mais sustentáveis. Por exemplo, no ensino superior, o programa atua com a parceria de universidades do país todo, visando consolidar uma rede de laboratórios e centros de pesquisa em eficiência energética.

### **2.5.3 Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEF)**

Com a apresentação do Plano Nacional de Energia 2030 (PNE2030) desenvolvido e concluído em 2006/2007, iniciou-se o planejamento e a elaboração do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf). O PNEf tem por objetivo a promoção

da eficiência energética através do chamado “progresso induzido”<sup>28</sup>. Segundo as premissas e diretrizes básicas, afirma-se no plano:

“Para promover o progresso induzido, o PNEf deve identificar os instrumentos de ação e de captação de recursos, de promoção do aperfeiçoamento do marco legal e regulatório afeto ao assunto, de forma a possibilitar um mercado sustentável de eficiência energética e mobilizar a sociedade brasileira no combate ao desperdício de energia, preservando recursos naturais (Ministério de Minas e Energia, 2011, p. 2).”

As metas estabelecidas pelo PNEf para 2030 contabilizam 10% de redução da demanda, sendo esses, 5% de redução através de progresso autônomo e 5% adicionais através do progresso induzido, ao qual é detalhado pelo plano.

Para o cumprimento das metas estabelecidas, o MME – responsável pela coordenação das atividades de implantação do Plano - atua com a criação de Planos de Trabalho plurianuais<sup>29</sup>. Além disso, há a atuação do grupo formado por representantes das instituições que contribuíram para a elaboração do Plano e representantes da ANEEL e da Agência Nacional de Petróleo (ANP), que acompanham a implementação do plano.

Finalizado a apresentação introdutória dos termos e conceitos necessários para a compreensão do capítulo 4 de desenvolvimento nesta fundamentação teórica, inicia-se o próximo capítulo com a explicação dos métodos de construção utilizados neste estudo.

---

<sup>28</sup> Os ganhos de eficiência energética podem ser divididos em duas categorias: “progresso autônomo” e “progresso induzido”. Entende-se por progresso autônomo aquele que se dá por iniciativa do mercado, sem interferências políticas públicas. Já o segundo, entende-se por aquele que requer estímulos através de políticas públicas.

<sup>29</sup> O plano plurianual, no Brasil, previsto no artigo 165 da Constituição Federal e regulamentado pelo Decreto 2.829, de 29 de outubro de 1998 [1] é um plano de médio prazo, que estabelece as diretrizes, objetivos e metas a serem seguidos pelo Governo Federal, Estadual ou Municipal ao longo de um período de quatro anos.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho será construído através de dois processos de pesquisa. A etapa inicial irá analisar o porquê de o Brasil ainda não poder ser considerado um país eficientemente energético e os motivos dele se encontrar em uma posição desfavorecida em pesquisas comparativas feitas por agências internacionais. Serão abordados índices e parâmetros que qualificam a eficiência energética de uma nação e como o Brasil se comporta dentro desses índices.

Logo em seguida, será realizada de forma exploratória com a busca por material bibliográfico que envolvam as medidas, ações, políticas e programas de eficiência energética Brasileiros. O objetivo desta segunda etapa se firmará em levantar os conceitos e procedimentos de programas de eficiência energética efetivos, utilizando-se de bibliografia auxiliar e estudos feitos dos últimos anos.

Ainda nesta etapa do trabalho, será feito um estudo sobre os programas de eficiência energética praticados através do PEE. Analisar-se-á a quantidade de energia economizada, demanda reduzida, custo total e custo benefício entre as diferentes classes que abordam os programas do Programa de Eficiência Energética (PEE) para que sejam feitas as devidas comparações de eficiência entre estas categorias.

Baseado nos dados levantados no capítulo 4 do trabalho, será então verificado as formas mais otimizadas das políticas e ações de eficiência energética praticadas no mundo, e o estabelecimento do nível de efetividade dos programas já executados no PEE para que assim haja uma melhor compreensão de sua efetividade. Como resultado, espera-se que possíveis investimentos futuros em programas e medidas de eficiência energética possam ser ainda melhor utilizados, focando-se nas áreas em que beneficiam melhor o país.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Eficiência energética é geralmente a forma com o menor custo para atender a uma nova demanda de energia segundo a ACEEE (2016, p. 1). Neste relatório a organização também afirma:

*[...] not only does it reduce overall energy consumption, it encourages development and creates jobs. Governments that encourage investment in energy efficiency and implement supporting policies save citizens money, reduce dependence on energy imports, and decrease pollution* <sup>30</sup> (ACEEE, 2016, p. 1).

Para se ter uma ideia, segundo a IEA, entre o período de 1990 e 2014, foram somados uma economia de USD \$550 bilhões em energia na soma dos 29 países pertencentes à agência (2015, p. 24). Já em questões ambientais, foram estimados 10 bilhões de toneladas de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) não emitidos a atmosfera (IEA, 2015, p. 16).

A ideia de eficiência energética se tornou particularmente importante nas últimas 4 décadas, pois foi um período em que a demanda global por energia mais do que dobrou. E as projeções ainda indicam que em 2040, o consumo de energia irá aumentar em 28% (IEA, 2017, p. 6). Mesmo com a indicação de que energias renováveis tenderão a crescer a cada ano, o uso de combustíveis fósseis ainda representará 77% de toda energia consumida até 2040 (IEA, 2017). Isso evidencia ainda mais a importância de se investir em ações e políticas de eficiência energética.

---

<sup>30</sup> [...] não apenas reduz o consumo global de energia, mas incentiva o desenvolvimento e cria empregos. Os governos que incentivam o investimento em eficiência energética e implementam políticas de apoio, poupam dinheiro aos cidadãos, reduzem a dependência das importações de energia e diminuem a poluição (ACEEE, 2016, p. 1).

Com o avanço de novas tecnologias, medidas e políticas de eficiência energética desde sua conceptualização em torno de 1974, temos hoje um cenário que varia de país para país. Para que seja examinado a performance desenvolvida desses países o *American Council for an Energy-Efficient Economy* (ACEEE) organiza o Ranking Internacional de eficiência energética a cada 2 anos. Seu primeiro documento, foi lançado em 2012, seguindo depois o ranking de 2014 e por fim o último publicado, o *International Energy Efficiency Scorecard* (IEES) de 2016.

O IEES classifica os maiores consumidores de energia através das políticas e programas de eficiência energética. O último lançado, inclui 23 países que foram pontuados através de 4 diferentes categorias, incluindo construções, indústrias, transporte e esforço nacional. O Brasil ficou em penúltimo lugar no ranking e tentaremos entender o motivo.

#### 4.1 INTERNATIONAL ENERGY EFFICIENCY SCORECARD (IEES)

O *International Energy Efficiency Scorecard* examina as políticas, medidas e programas de eficiência energética dos 23 países maiores consumidores de energia elétrica. São eles, Australia, Brazil, Canada, China, France, Germany, India, Indonesia, Italy, Japan, Mexico, Netherlands, Poland, Russia, Saudi Arabia, South Africa, South Korea, Spain, Taiwan, Thailand, Turkey, the United Kingdom, and the United States. Juntos, eles representam 75% de toda energia consumida no planeta e somados seus PIBs, representam 80% do produto interno bruto do mundo de 2013 (ACEEE, 2016, p. vi).

Comparado com as outras edições, o IEES 2016 coloca um maior peso nas métricas de ações políticas de eficiência energética realizadas pelos países como metas para economizar energia, padrões de economia de combustíveis nos veículos como também em padrões estipulados para eletrodomésticos.

Esta terceira edição do IEES tem dois propósitos que servem a este trabalho. O primeiro por apresentar uma comparação do uso de energia e esforços de políticas de eficiência energética existentes no Brasil e em outros países; segundo identifica bons costumes e políticas dos países avaliados que poderiam ser adaptadas à realidade Brasileira.

#### 4.1.1 Metodologia para a classificação no IEES 2016

Para a melhor leitura dos dados que serão apresentados, iremos entender a metodologia utilizada nesse documento para a avaliação e o ranqueamento resultante.

O critério para a escolha dos países utilizados foi o nível de consumo energético. Os 23 países com maiores consumos foram os escolhidos para o estudo de classificação. Na Figura 4-1 é apresentado o gráfico que demonstra a relação consumo por país, em que o consumo dado em quilo toneladas da energia equivalente em petróleo. Iran e Ucrânia foram omitidos da pesquisa, mesmo fazendo parte dos maiores consumidores de energia pela limitação existentes dos dados para a análise.

O documento também afirma que sempre quando possível, a coleta de dados e indicadores foram feitas através de fontes internacionais e centralizadas como *International Energy Agency (IEA)*, *World Bank*<sup>31</sup>, *World Energy Council*<sup>32</sup>, *Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)* e *International Council on Clean Transportation*<sup>33</sup> (ICCT). Com a complementação de informações de pesquisas feitas a nível país do *American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE)*. A Figura 4-2 e Figura 4-3 mostram as 35 métricas utilizadas:

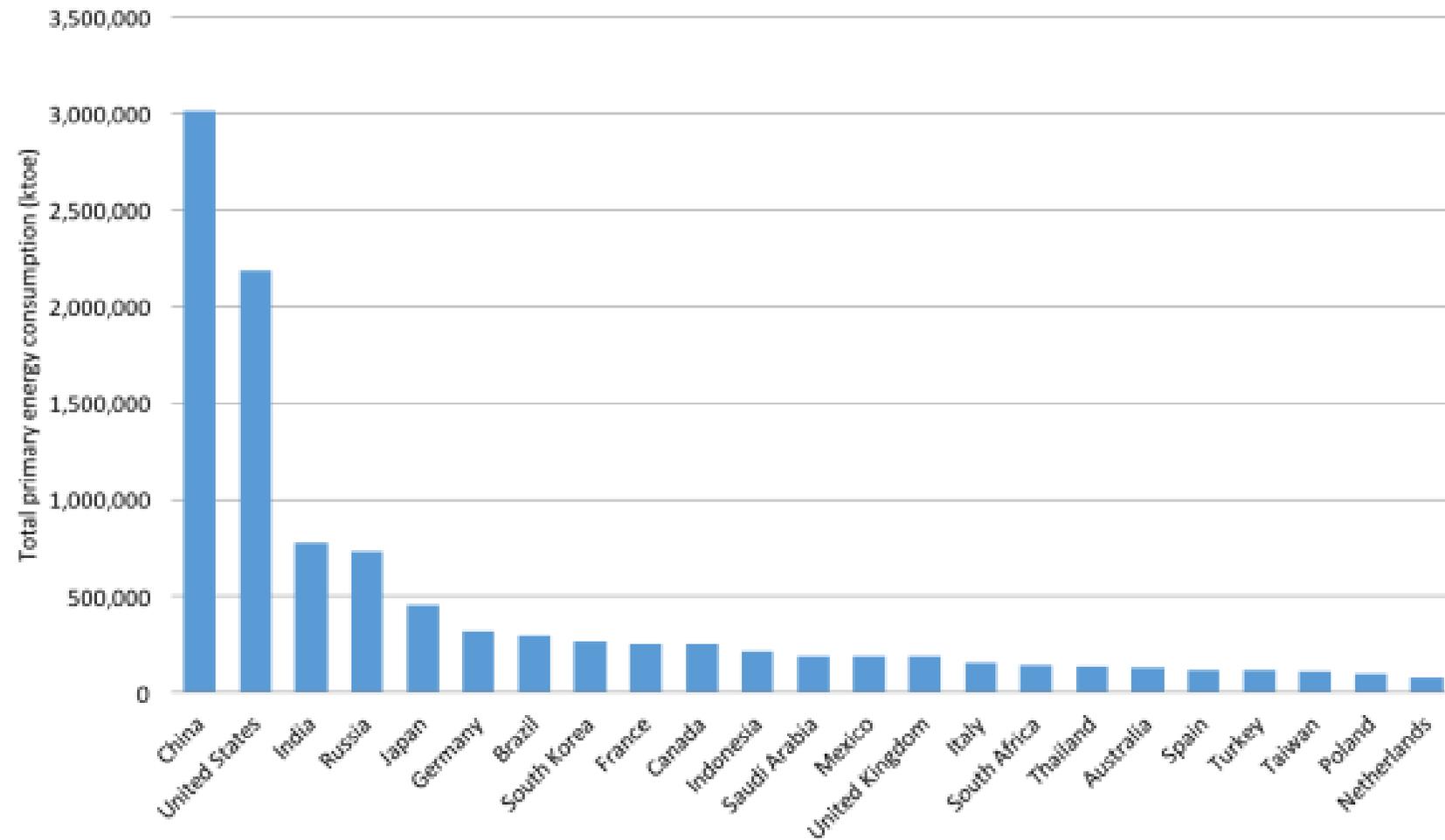
---

<sup>31</sup> Banco Mundial

<sup>32</sup> Conselho Mundial de Energia

<sup>33</sup> Conselho Internacional de Transporte Limpo

Figura 4-1 Total do consumo de energia primária em quilo toneladas (ktoe)



Fonte 4-i (ACEEE, 2016, p. 2)

Figura 4-2 Métricas de avaliação IEES 2016 1/2

Type of metric	Metric	2014 points	2016 points
<b>Buildings</b>			
Policy	Appliance and equipment standards	5	5
Policy	Residential building codes	3	4
Policy	Commercial building codes	3	4
Policy	Building retrofit policies	2	4
Policy	Building labeling	2	2
Policy	Appliance and equipment labeling	2	2
Performance	Energy intensity in residential buildings	4	2
Performance	Energy intensity in commercial buildings	4	2
<b>Industry</b>			
Performance	Energy intensity of the industrial sector	8	6
Policy	Voluntary energy performance agreements with manufacturers	3	3
Policy	Policy to encourage energy management*	-	2
Policy	Minimum efficiency standards for electric motors*	-	2
Policy	Mandate for plant energy managers	2	2
Policy	Mandatory energy audits	2	2
Policy	Investment in manufacturing research and development (R&D)	2	2
Performance	Share of combined heat and power (CHP) in total installed capacity	6	2
Policy	Policy to encourage CHP*	-	2
Performance	Agriculture energy intensity	2	2
<b>Transportation</b>			
Policy	Fuel economy standards for light-duty vehicles	4	4
Performance	Fuel economy of light-duty vehicles	3	3
Policy	Fuel economy standards for heavy-duty tractor trucks	3	3
Performance	Vehicle miles traveled per capita	3	3
Performance	Freight transport per unit of economic activity	3	3
Performance	Energy intensity of freight transport	3	3
Performance	Use of public transit	3	3
Policy	Investment in rail transit versus roads	3	3
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte 4-ii (ACEEE, 2016, p. 5)

Figura 4-3 Métricas de avaliação IEES 2016 2/2

Type of metric	Metric	2014 points	2016 points
National efforts			
Performance	Change in energy intensity between 2000 and 2013	6	6
Policy	Spending on energy efficiency	5	5
Policy	Energy savings goals	3	3
Performance	Efficiency of thermal power plants	3	3
Policy	Tax credits and loan programs	3	2
Policy	Spending on energy efficiency research and development	2	2
Performance	Size of the energy service companies (ESCOs) market	2	2
Policy	Water efficiency policy	1	1
Policy	Data availability*	-	1

Fonte 4-iii (ACEEE, 2016, p. 4)

Outro importante fator que o relatório deixa claro é a dificuldade existente em aplicar uma metodologia que se adeque e consiga capturar e qualificar os esforços de diferentes governos para a qualificação da eficiência energética. Fatores físicos, geográficos, clima, elevação, disponibilidade de recursos naturais são exemplos determinantes do sistema energético de um país, e suas medidas e ações de eficiência energética estão diretamente relacionados a esses fatores.

Estrutura econômica, demográfica e populacional também afetam diretamente o consumo de energia como aspectos sociais e desigualdade no acesso de energia podem influenciar na análise da eficiência dos países. Essas condições são de difícil controle e o documento admite que nem sempre conseguiram contabilizar esses aspectos na metodologia de classificação. Como tentativa de ajustes destes parâmetros, o documento afirma: *“In general we made only modest adjustments to raw data to enable basic comparisons across countries”*.<sup>34</sup> (ACEEE, 2016, p. 6)

---

<sup>34</sup> de forma geral, nós fizemos moderados ajustes aos dados “crús” para permitir a comparação básica entre os países (ACEEE, 2016, p. 6).

Também uma das maiores dificuldades encontradas na análise foram, não apenas a falta de dados, mas a inconsistência de informações tornando-os muitas vezes incompreensíveis. Nem todos os países seguem a mesma metodologia de captura de dados, o que resultou, quando sem outra opção, a estimativa e qualificação desses dados omissos ou impróprios, por opiniões de especialistas da área.

Por fim, algumas políticas regionais que podem muitas vezes ter resultados expressivos e até mais efetivo do que uma política nacional, estão fora do escopo deste relatório.

#### **4.1.2 O ranqueamento dos países e suas pontuações nas 35 métricas**

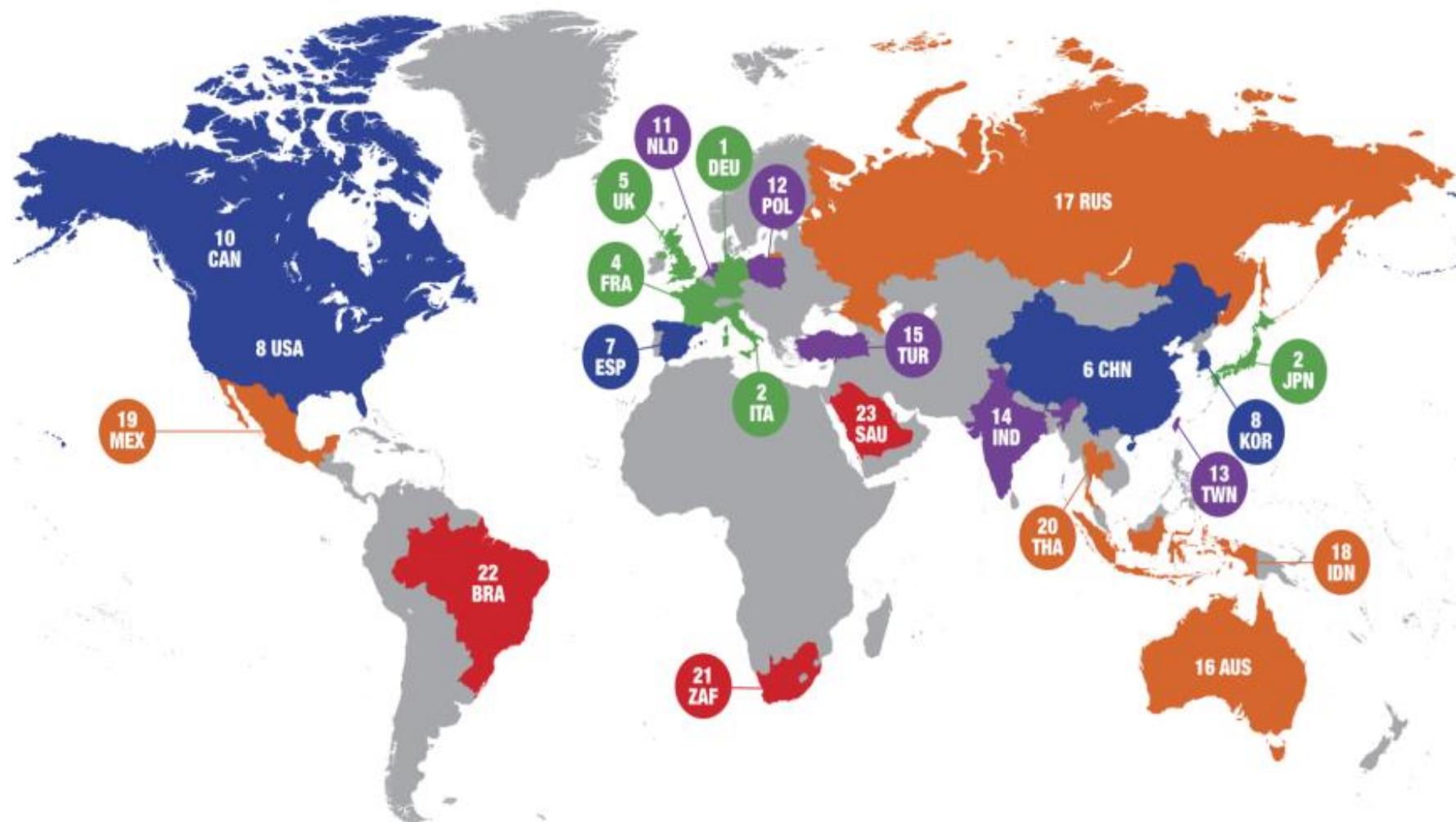
A Alemanha foi a primeira colocada com 73,5 pontos, seguida do Japão e Itália. Já o Brasil que pontuou 32,5 se encontra em 22º dos 23 países analisados, ficando apenas na frente da Arábia Saudita.

Como observação, a pontuação de 15,5 da Arábia Saudita não necessariamente representaram os esforços nacionais apresentados pelo país, pois foi encontrado imensa dificuldade no levantamento de dados razoáveis.

A Figura 4-4 mostra o quadro de posições no mapa-múndi. Representado pela cor verde, os 5 primeiros colocados. Da 6ª posição ao 10º, azul. Em roxo as posições entre 11º e 15º. Laranja sendo representado pelos 5 países das posições entre 16º e 20º e em vermelho os 3 últimos colocados.

Segue então a Figura 4-5 que mostra o total de pontos recebidos por cada país e a pontuação individual de cada uma das 4 grandes categorias ordenados pela posição PIB, segundo o quadro de posições do *World Bank*. Percebe-se exemplos de países com economias menos expressivas, mas que se destacam no ranking de eficiência energética como o caso da Espanha, Polônia, Holanda e Taiwan. Já a Figura 4-6 e Figura 4-7 demonstra a pontuação dos 23 países distribuída entre as 35 métricas existentes.

Figura 4-4 Ranqueamento dos 23 países no IEES 2016



Fonte 4-iv (ACEEE, 2016, p. 8)

Figura 4-5 Pontuação final ordenado pela posição PIB mundial

Países	Posição PIB	Total (100 Pontos)		Esforços Nacionais		Edificações		Indústria		Transporte	
		Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score
EUA	1	9	61,5	5	16,5	2	18,5	12	14,5	10	12
China	2	6	64	6	16	3	15	11	15	4	15
Japão	3	2	68,5	2	19	14	13	2	20,5	1	16
Alemanha	4	1	73,5	1	21	1	19,5	1	21	10	12
Reino Unido	5	5	65	9	15,5	8	16	3	19,5	6	14
França	6	4	67,5	3	18	3	15	6	16,5	4	15
Índia	7	14	48,5	15	11,5	18	7,5	14	13,5	1	16
Itália	8	3	68,5	6	16	7	17	3	19,5	1	16
<b>Brasil</b>	<b>9</b>	<b>22</b>	<b>32,5</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>6,5</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>13</b>
Canada	10	10	59	4	17	5	17,5	14	13,5	14	11
Korea do Sul	11	8	61,5	12	14,5	13	14,5	5	18,5	6	14
Rússia	12	17	38	16	11	20	6	19	10	14	11
Espanha	13	7	62	6	16	5	17,5	10	15,5	8	13
Austrália	14	16	41	13	13	9	15,5	21	5,5	22	7
México	15	19	37	22	5,5	16	11	17	11,5	18	9
Indonésia	16	18	37,5	18	8	21	5,5	7	16	21	8
Turquia	17	15	46,8	21	6,5	10	15	13	14	14	11
Holanda	18	11	58	10	15	10	15	7	16	10	12
<b>Arábia Saudita</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>15,5</b>	<b>23</b>	<b>2,5</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>23</b>	<b>4</b>
Taiwan	22	13	51	13	13	14	13	7	16	18	9
Polônia	23	12	53,5	11	15	10	15	17	11,5	10	12
Thailândia	26	20	36,5	17	8,8	22	5	16	13	17	10
<b>África do Sul</b>	<b>39</b>	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>9</b>

Fonte 4-v Criação própria baseado em duas referências (ACEEE, 2016, p. 9 e 10) e (World Bank, 2018)

Figura 4-6 Pontuação de todas as métricas por país ½

Metric	Max. points	Poland	Russia	Saudi Arabia	South Africa	South Korea	Spain	Taiwan	Thailand	Turkey	UK	US
<b>National efforts total</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>2.5</b>	<b>8</b>	<b>14.5</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>8.5</b>	<b>6.5</b>	<b>15.5</b>	<b>16.5</b>
Change in energy intensity	6	6	6	0	3	4	4	2	0	2	6	5
Spending on energy efficiency	5	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	2
Energy savings goals	3	3	1	1	1	2	3	1	1	1	2	1
Efficiency of thermal power plants	3	1	0	0	1	2	3	2	3	2	2	2
Tax credits and loan programs	2	2	2	0	2	2	1	1	2	0	1	2
Spending on energy efficiency R&D	2	0.5	0	0.5	0	1	0.5	1.5	0	0	1.5	2
Size of the ESCO market	2	0.5	1	0	0	1.5	1.5	2	1.5	0	1	1.5
Water efficiency policy	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Data availability	1	1	1	0	0	1	1	0.5	0	0.5	1	1
<b>Buildings total</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>14.5</b>	<b>17.5</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>18.5</b>
Appliance and equipment standards	5	2	0	0	0	3	2	1	0	2	2	5
Residential building codes	4	2.5	1.5	1.5	4	3.5	3	2.5	0	2.5	3	3.5
Commercial building codes	4	2.5	1.5	1.5	4	3.5	3	2.5	2.5	2.5	3	3.5
Building retrofit policies	4	3	0	0	0	2	3	3	1	3	2	3
Building labeling	2	2	1	0	0	0	1	0	0	2	2	0.5
Appliance and equipment labeling	2	2	1.5	1.5	1	2	2	1.5	0.5	2	2	1
Energy intensity in residential buildings	2	0.5	0	0.5	0.5	0.5	1.5	1	1	0.5	0.5	1
Energy intensity in commercial buildings	2	0.5	0.5	0	1.5	0	2	1.5	0	0.5	1.5	1
<b>Industry total</b>	<b>25</b>	<b>11.5</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>18.5</b>	<b>15.5</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>19.5</b>	<b>14.5</b>
Energy intensity of industry	6	3	1	1	0	4	4	3	2	3	6	3
Voluntary agreements with manufacturers	3	0	3	0	3	3	3	0	3	3	3	2
Mandate for energy managers	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0
Mandatory energy audits	2	2	0	0	0	2	2	2	2	0	2	0
CHP installed capacity	2	1.5	2	0	0	1	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5
CHP policy	2	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	2
Standards for motors	2	2	0	1	0	2	2	1	0	1	2	2
Energy management policy	2	1	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2
Investment in manufacturing R&D	2	0	0.5	0	0	2	0.5	1.5	0	0.5	1.5	2
Energy intensity of agriculture	2	1	1.5	2	1	1.5	1.5	2	1.5	2	1.5	1
<b>Transportation total</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>12</b>
Fuel economy standards for light-duty vehicles	4	4	0	2	0	4	4	0	0	0	4	3
Fuel economy of light-duty vehicles	3	2	1	0	3	1	2	0	3	3	3	0
Fuel economy standards for heavy-duty trucks	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Vehicle miles traveled per capita	3	1	2	2	3	2	1	2	3	3	1	0
Freight transport per unit of economic activity	3	1	0	0	0	2	1	3	1	1	2	1
Energy intensity of freight transport	3	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Use of public transit	3	2	2	0	1	3	1	1	2	3	1	1
Investment in rail transit versus roads	3	0	3	0	2	2	3	3	1	1	3	1
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>53.5</b>	<b>38</b>	<b>15.5</b>	<b>33</b>	<b>61.5</b>	<b>62</b>	<b>51</b>	<b>36.5</b>	<b>46.5</b>	<b>65</b>	<b>61.5</b>

Fonte 4-vi (ACEEE, 2016, p. 10)

Figura 4-7 Pontuação de todas as métricas por país 2/2

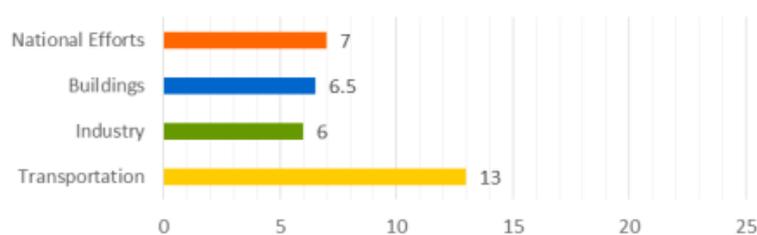
Metric	Max. points	Australia	Brazil	Canada	China	France	Germany	India	Indonesia	Italy	Japan	Mexico	Netherlands
<b>National efforts total</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>11.5</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>5.5</b>	<b>15</b>
Change in energy intensity	6	4	1	5	5	3	4	5	6	2	5	0	2
Spending on energy efficiency	5	1	0	2	3	3	5	0	0	4	1	0	1
Energy savings goals	3	3	1	1	2	3	3	2	1	2	3	1	3
Efficiency of thermal power plants	3	1	2	2	1	1	2	0	0	2	3	2	3
Tax credits and loan programs	2	0	1	2	2	2	2	2	0	2	2	1	2
Spending on energy efficiency R&D	2	1.5	1.5	2	0	2	2	0	0	1	2	0	2
Size of the ESCO market	2	0.5	0	1	1.5	2	2	1	0	1	1	0.5	0
Water efficiency policy	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
Data availability	1	1	0.5	1	0.5	1	1	0.5	0	1	1	1	1
<b>Buildings total</b>	<b>25</b>	<b>15.5</b>	<b>6.5</b>	<b>17.5</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>19.5</b>	<b>7.5</b>	<b>5.5</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>15</b>
Appliance and equipment standards	5	1	1	5	5	2	2	0	0	2	2	3	2
Residential building codes	4	4	0	3.5	3.5	3	4	1	0	3	3.5	0	3
Commercial building codes	4	4	0	3.5	3	3	4	2.5	2	3	2	3	2.5
Building retrofit policies	4	2	0	3	1	4	4	0	0	3	2	0	3
Building labeling	2	1	0	0.5	1	2	2	1	0	2	0	0	1
Appliance and equipment labeling	2	1.5	1.5	1	2	2	2	1	1	2	1.5	1	2
Energy intensity in residential buildings	2	0.5	2	0.5	1	0.5	0.5	1	1	0.5	1	2	0.5
Energy intensity in commercial buildings	2	1.5	2	0.5	1.5	1.5	1	1	1.5	1.5	1	2	1
<b>Industry total</b>	<b>25</b>	<b>5.5</b>	<b>6</b>	<b>13.5</b>	<b>15</b>	<b>16.5</b>	<b>21</b>	<b>13.5</b>	<b>16</b>	<b>19.5</b>	<b>20.5</b>	<b>11.5</b>	<b>16</b>
Energy intensity of industry	6	2	1	4	0	5	5	0	6	5	5	5	5
Voluntary agreements with manufacturers	3	0	0	3	3	3	3	3	2	3	2	0	2
Mandate for energy managers	2	0	0	0	2	0	0	2	2	2	2	0	0
Mandatory energy audits	2	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0	2
CHP installed capacity	2	0.5	0.5	0.5	1	0	1.5	0.5	0	1.5	0	0	2
CHP policy	2	0	1	1	1	1	2	2	0	1	2	1	1
Standards for motors	2	1	1	2	1	2	2	0	0	2	2	2	2
Energy management policy	2	0	0	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1
Investment in manufacturing R&D	2	1	1	0.5	1	1.5	1.5	0	0	0.5	2	0	1
Energy intensity of agriculture	2	1	1.5	0.5	2	1	2	2	2	1.5	1.5	1.5	0
<b>Transportation total</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
Fuel economy standards for light-duty vehicles	4	0	2	3	3	4	4	3	0	4	3	1	4
Fuel economy of light-duty vehicles	3	0	2	1	1	3	2	3	2	3	3	1	2
Fuel economy standards for heavy-duty trucks	3	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0
Vehicle miles traveled per capita	3	1	2	0	3	2	1	3	3	3	1	2	1
Freight transport per unit of economic activity	3	1	0	1	0	2	1	0	0	2	3	1	2
Energy intensity of freight transport	3	3	2	2	2	1	2	2	1	0	1	0	1
Use of public transit	3	1	3	1	3	1	1	3	2	1	3	3	1
Investment in rail transit versus roads	3	1	2	0	1	2	1	2	0	3	1	1	1
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>41</b>	<b>32.5</b>	<b>59</b>	<b>64</b>	<b>67.5</b>	<b>73.5</b>	<b>48.5</b>	<b>37.5</b>	<b>68.5</b>	<b>68.5</b>	<b>37</b>	<b>58</b>

Fonte 4-vii (ACEEE, 2016, p. 9)

### 4.1.3 Ranking Brazil: #22

O Brasil foi qualificado em vigésimo segundo e recebeu um total de 32.5 pontos de um total de 100. Abaixo na Figura 4-8 podemos observar a distribuição de sua pontuação nas 4 grandes categorias do IEES 2016.

Figura 4-8 Pontuação recebida nas 4 categorias. O gráfico em pizza mostra o uso total da energia primária distribuída entre transporte, indústria, edificações e em cinza outros setores.



The bars show ACEEE scores for energy efficiency. The pie chart shows 2013 end-use energy shares of buildings, industry, transportation, and other sectors.

Fonte 4-viii

#### 4.1.3.1 Esforços Nacionais

O governo Brasileiro possui programas que incentivam o uso eficiente de energia, sendo o PROCEL o de maior expressão. O programa, que foi instituído em 30 de dezembro de 1985, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), promove a eficiência energética e a redução de desperdícios. Em 1993, o PROCEL criou o Selo Procel de Economia de Energia, que por objetivo, permite que o consumidor identifique entre equipamentos e eletrodomésticos, os mais eficientes e com menor consumo. Posteriormente o selo foi implantado para construções, sendo hoje obrigatório que construções novas de prédios públicos sejam feitas de forma a receber a melhor qualificação, incentivando uma melhor eficiência em grande parte dos prédios do país. Entre os anos de 1986 e 2015, segundo o próprio PROCEL,

o programa recebeu próximo de R\$ 3 bilhões de investimentos, que levou a uma economia de 107 bilhões de kWh (PROCEL, 2017, p. 3).

Ainda assim os investimentos em eficiência energética no Brasil são baixos quando comparados a outros países. Segundo o relatório IEES 2016, o Brasil investe USD \$3,29 per capita, enquanto países como o Taiwan e EUA investem USD \$18,00 e USD \$18,96 respectivamente (ACEEE, 2016, p. 21).

Em 2008, o Brasil foi oficializado voluntariamente ao PNMC, ou Plano Nacional sobre Mudança do Clima, demonstrando sua colaboração com os esforços mundiais na redução de gases de efeito estufa como condições internas para lidar com os impactos das mudanças climáticas globais. Esta meta criou muitos avanços para o quadro de eficiência energética no país nos anos posteriores.

Junto a essa época, após o seminário de Eficiência Energética ocorrido em julho de 2006, foram realizadas as primeiras apresentações para a concepção do Plano Nacional de Energia (PNE 2030) que “tem como objetivo o planejamento de longo prazo do setor energético do país, orientando tendências e balizando as alternativas de expansão desse segmento nas próximas décadas” segundo o relatório (EPE, 2007, p. Apresentação).

Apesar dos comprometimentos e tratados feitos, o país ainda se encontra com um grande potencial de melhoras. Países como a Alemanha por exemplo, se comprometeram com a redução de 20% da energia primária até 2020 e 50% até 2050 quando comparados com os níveis de 2008 (ACEEE, 2016, p. 29). Em 2014 a Alemanha iniciou o *National Action Plan on Energy Efficiency* (NAPE) para se fazer cumprir essas metas. O NAPE possui três áreas como foco de atuação:

- Alcançar a diminuição de 80% na demanda de energia primária nas construções quando comparadas aos índices de 2008;
- Estabelecer um modelo de negócio para medidas de eficiência energética;
- Medir e coletar dados de energia economizada que possam fazer com que o consumidor tome decisões sobre a energia utilizada.

A outro exemplo de comprometimento, a China se estipulou a abaixar sua intensidade energética em 15% até 2020 comparados aos níveis de 2015. Adicionado a isso, também planeja diminuir em consumo de energia o equivalente 4.3 bilhões de toneladas de carvão nesse período de 5 anos (ACEEE, 2016, p. 29).

#### 4.1.3.2 Edificações

Relativo às métricas de edificações, o Brasil se posiciona em 19º, alcançando 6.5 pontos de um total de 25. Apesar de o país possuir programas como o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE-Edifica), que classificam edificações segundo sua eficiência, ainda não foi estabelecida uma política mandatória para todas as edificações. Em 2014, através da normativa IN02/2014, apenas os edifícios públicos federais são obrigados a receber a etiquetagem e devem comprovar sua eficiência nível “A” (melhor eficiência), seja em novas edificações ou processos de reformas. Segundo a ACEEE, a falta de obrigatoriedade para os setores comerciais e residenciais limita o potencial existente de eficiência energética no país (2016, p. 92)

Os Estados Unidos são exemplares nas políticas de eficiência energética de edificações. Apesar de que essas medidas são implementadas de forma estadual, em geral, possuem regras muito restritas de requisitos para o envoltório, sistema de aquecimento, refrigeração e iluminação (ACEEE, 2016, p. 44). Também possuem um restrito código de padrões para os seus equipamentos elétricos e eletrodomésticos. Isso influencia diretamente na eficiência energética das construções, já que por exemplo em prédios comerciais, podem representar até 60% do gasto total do edifício de acordo com a ACEEE (2016, p. 44). Para se ter uma ideia do potencial da criação de políticas de padronizações de eficiência energética, até 2030, o acumulado da economia gerada pelos padrões estabelecidos em eletrodomésticos e equipamentos nos EUA chegaria próximo a USD \$2 trilhões desde seu início em 1987 (U.S. Department of Energy, Ano não mencionado).

#### 4.1.3.3 Indústria

Na análise do setor industrial, a intensidade energética e as políticas governamentais de incentivo e mandatórias pela padronização de melhor performance são os fatores de maior peso para a obtenção de uma boa pontuação.

Os países com as melhores colocações neste quadro apresentaram uma baixa intensidade energética no setor industrial, um percentual elevado do uso de energia gerada através de cogeração e a disponibilidade de programas governamentais que incentivem o aumentam da eficiência energética através de parcerias voluntárias.

O Brasil ficou em 20º, pontuando 6 de 25, demonstrando um baixo desempenho nas áreas mencionadas. Em questões de cogeração, o país se restringe à cogeração de energia de biomassa, mais especificamente das indústrias de açúcar e do processamento de cana para produção de etanol. A baixa intensidade energética nas indústrias é afetada diretamente pela falta de incentivos e padronizações exigida na área industrial. De acordo com o presidente da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO), Alexandre Moana, existe a necessidade de se criar uma certificação para a indústria, a exemplo do selo PROCEL que já existe para equipamentos e edificações (Nogueira, 2017).

A Itália, 3ª colocada nesta categoria, demonstrando comprometimento com a eficiência energética do país, estabeleceu uma série de metas no setor industrial, exigindo essas demandas periodicamente das plantas industriais através de constantes auditorias. Um dos pontos chave para a alta performance de eficiência energética industrial, foi a implementação de um sistema de certificados de eficiência energética, utilizando o conceito de *white certificates* <sup>35</sup>.

---

<sup>35</sup> Os White certificates são documentos que certificam que certa redução na quantidade do consumo de energia foi obtida. De forma geral, esses certificados possuem um valor comercial que combinado a obrigação de se cumprir uma certa meta de redução de energia, formam um sistema eficiente de redução entre os consumidores finais de energia elétrica, produtores ou distribuidores

Além disso, a Itália é um dos países com a maior capacidade instalada de sistemas de cogeração graças a uma política de incentivo em 1992. Também para adicionar aos seus altos índices, introduziu políticas de encorajamento para tecnologias de motores de alta eficiência, inversores e compressores de vapor mecânico.

#### 4.1.3.4 Transporte

Sendo sua melhor performance dos 4 grandes grupos deste relatório, o Brasil recebeu 13 pontos de 25 e ficou em 8º lugar de 23 posições no ranking dos países. Isso porque o país demonstra comprometimento com a implantação de soluções mais eficientes para os modos de transporte como a exemplo, a criação de programas como o CONPET (Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural) que trabalham na eficiência do uso de derivados do petróleo e gás natural.

Outra medida que se destaca foi a criação do Programa Nacional do Alcool (Proálcool). O Proálcool consistiu na iniciativa do governo brasileiro de intensificar a produção de álcool combustível, o etanol, para substituir a gasolina. A produção de etanol pode ser considerada eficiente. Segundo (Hollanda & Erber, 2010, p. 72), para se produzir nove unidades de etanol, é necessário apenas uma unidade de combustíveis fósseis, correspondendo ao transporte do combustível.

Além disso o Banco Nacional do Desenvolvimento aumentou o fundo para investimentos para a construção de novas linhas ferroviárias além de se comprometer com a construção de um trem de alta velocidade que interligaria São Paulo e o Rio de Janeiro (ACEEE, 2016, p. 92).

Mesmo em uma posição de maior prestígio, o Brasil ainda possui grande potencial de melhora na eficiência de seus meios de transporte, principalmente por ser um país que grande parte da energia total utilizada é voltada para o transporte. Segundo a ACEEE o Brasil utiliza 36% de toda sua energia primária nos transportes. O país poderia melhorar o uso ferroviário tanto para transporte de passageiros como para uso transporte de cargas (2016, p. 92).

A Itália foi a primeira colocada no ranking de transportes seguida do Japão e a Índia. Uma das medidas tomadas pelo país foi o estabelecimento de altos padrões de produção na indústria automobilística, exigindo uma baixa emissão de  $CO_2$  por quilometro rodado. Como consequência, os veículos leves possuem uma das mais altas relações quilômetros rodados por litros de combustível, chegando a uma média de 16,39 km/l (ACEEE, 2016, p. 70). Outro ponto que favorece sua colocação e que poderia ser muito bem utilizado no Brasil, é o uso de ferrovias. Segundo a ACEEE (2016, p. 70) a Itália gasta aproximadamente 1,36 euros em estações ferroviárias para cada euro gasto em construções e manutenções de rodovias, fazendo com que o uso de energia primária para seu transporte seja mais eficiente, representando 29% de toda energia gasta no país.

#### 4.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

As medidas de eficiência energética no Brasil podem ser consideradas recentes, se analisarmos que até a década de 90 o país possuía folga em sua capacidade instalada. As iniciativas de eficiência começaram a ser analisadas quando em 2001, por motivos de grandes secas no país, resultou em uma crise no abastecimento de energia elétrica. Outros motivadores que levaram a ações voluntárias voltadas a economia de energia foram os esporádicos aumentos de preços da eletricidade, geralmente associados à falta de planejamento no setor e o baixo nível dos reservatórios hidroelétricos.

Mesmo assim o país ainda desperdiça um grande percentual de sua eletricidade produzida. Segundo a ABESCO, 13% de toda energia produzida é desperdiçada por ano, o equivalente a 67% do que a Usina Itaipu produz (ABESCO, 2016).

O consumo de energia no Brasil tende a crescer agora que a economia está próxima da estabilidade. O EPE prevê que o consumo irá aumentar a uma taxa de 1,9% ao ano entre 2016 e 2021 (EPE, 2016). E diante deste quadro é necessário o estabelecimento de novas estratégias já que: não existem mais grandes potenciais de construções hidroelétricas; a energia nuclear é cara e demanda de longos períodos para sua instalação; as energias renováveis possuem pequena contribuição para a

rede e ainda apenas podem contribuir no atendimento de parte da demanda. Como solução potencialmente barata, as medidas de eficiência energética se tornam um grande aliado a esse quadro em que o Brasil se encontra.

A projeção do quadro de eficiência energética feita pela Empresa de Pesquisa Energética do Ministério das Minas e Energia (EPE) mostra um aumento de 4,1% da eficiência energética total do país do ano de 2016 a 2026. A Figura 4-9 mostra os ganhos de 2021 e 2026 quando comparados aos índices de 2016 separados por classes.

Figura 4-9 Percentual de redução do consumo por classe (%) relacionado a eficiência energética.

<b>Classe</b>	<b>2021</b>	<b>2026</b>
Residencial	1,7%	4,1%
Industrial	2,3%	3,8%
Comercial	3,2%	5,0%
Outras	2,3%	3,8%
<b>Total</b>	<b>2,3%</b>	<b>4,1%</b>

Fonte 4-ix (EPE, 2017, p. 46)

O ganho de eficiência em 2026 representará 31,8 TWh de energia não consumida para o país (EPE, 2017, p. 47).

Essas previsões estão diretamente ligadas às metas, planos setoriais, políticas e programas de eficiência em que o Brasil planeja exercitar ao longo deste período. Abaixo, algumas das leis e decretos voltados direta ou indiretamente a eficiência energética no Brasil ao longo da história retirados e traduzidos do artigo de (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 5):

Lei 1996 - 9.427: Criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Lei 2000 - 9.991: Determina questões relativas a investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e eficiência energética em nome de empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas no setor de energia elétrica.

Lei 2001 - 10.295: Conhecida como Lei de Eficiência Energética, estabelece índices mínimos de eficiência para máquinas e aparelhos fabricados ou comercializados no país, com base em critérios técnicos indicadores, que consideram a vida útil do equipamento, também afirma que, um ano após publicação dos níveis de eficiência energética, será estabelecido um programa de metas para evolução progressiva e obriga os fabricantes e importadores dos equipamentos a medidas necessárias para cumprir os níveis máximos de consumo de energia e os eficiência energética.

Lei 2002 - 10.438: Institui o PROINFA - Programa de Incentivo a Fontes Alternativas de Energia Elétrica; O principal objetivo é aumentar a participação da energia elétrica produzida pela Produtores Independentes Autônomos (PIA) (via energia eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa) no Sistema Elétrico Nacional Interligado.

Lei 2002 - 4.508: Decide os regulamentos específicos que definem os níveis mínimos de eficiência energética para os motores elétricos trifásicos de rotores de indução de gaiola de esquilo - produzidos domesticamente ou no exterior, para venda ou uso no Brasil - de caráter obrigatório.

Lei 2010 - 12.212: Cria a Tarifa Social que estabelece descontos para os consumidores classificados como baixa renda e determina que as concessionárias e as permissionárias na distribuição de energia elétrica devem aplicar; pelo menos 60% dos recursos do PEE para consumidores que usufruem dessa Tarifa Social.

Resolução Normativa da ANEEL 482/2012: Estabelece as condições para micro e mini geração de energia distribuída ao sistema de distribuição de energia elétrica e ao sistema de compensação de energia elétrica.

#### **4.2.1 Leilões de Eficiência Energética no Brasil**

De forma inédita o Brasil está discutindo no momento sobre uma nova medida de eficiência energética.

Através de uma Consultoria Pública (nº 7/2018), a ANEEL estará debatendo com a sociedade sobre a introdução dos Leilões de Eficiência Energética no Brasil.

O Leilão se daria no âmbito do PEE, um “leilão de geração de energia às avessas, algo inédito no Brasil” segundo descrição da ANEEL. No caso, será definido um montante de energia, que anualmente e ao longo do programa, deverá acontecer a diminuição deste montante através de medidas de eficiência energética, sendo empreendedores os agentes competidores do leilão e que devem alcançar uma parte desta redução com a proposta de menor preço.

Para alcançar a confiabilidade e o desempenho planejado, o leilão pré-definiria métodos de medição e verificação segundo a tipologia das ações. Para iniciar o teste dos conceitos por trás da ideia, foi proposto um projeto piloto em Roraima. A escolha de Roraima está relacionada por ser um dos estados isolados do Sistema Interligado Nacional (SIN), dependente tanto de importação como geração a diesel, de alto custo e poluente.

O primeiro estudo feito levanta um potencial de efficientização de 4 MW médios anuais, e propõe que cada um dos agentes participantes entre com projetos de 0,5 MW a 1 MW, assegurando no mínimo 4 vencedores no leilão.

O leilão representará R\$ 206 milhões economizados para o SIN, segundo estimativas da ANEEL.

#### **4.2.2 Programas de Eficiência Energética Brasileiros**

Na década de 90, o Brasil sofreu grandes mudanças no mercado de energia elétrica, incluindo a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) definida pela Lei 9.427/1996. Com a criação desta agência o Brasil entrava em um novo marco para a regulamentação do setor elétrico como também abria a possibilidade de futuras ações e medidas nas áreas de eficiência energética.

Motivado pela crise dos anos 2000, a Lei 9.991/2000 introduziu 3 importantes pontos neste cenário: investimentos obrigatórios de recursos a partir do faturamento de concessionárias e permissionárias; serviços públicos de distribuição de energia; como esses recursos são aplicados e os prazos para tais investimentos.

Esta lei foi importante para o desenvolvimento da eficiência energética no Brasil, já que estabelecia que 0,75% da receita deveria ser destinada para desenvolvimento e pesquisa (P&D) no setor elétrico e 0,25% em Programas de Eficiência Energética (PEE).

O objetivo do PEE é promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e uso final de energia (ANEEL, 2016). O PEE classifica os projetos de eficiência energética em classes: rural, industrial, residencial, serviços e comércio, serviço público, agências públicas e iluminação pública. As distribuidoras de energia que possuem um mercado maior que 1000 GWh/ano são obrigadas a participar do PEE, sendo assim elas as responsáveis pela divulgação do pedido por projetos de eficiência energética a sociedade através de chamadas públicas.

O critério geral de escolha para a aprovação de um projeto do PEE é baseado na relação de custo-benefício, tendo que alcançar um valor mínimo de 0,8 da equação a seguir:

$$RCB = \frac{CA_T}{BA_T} \quad (\text{Eq. 4-1})$$

Em que  $CA_T$  é o custo anual do projeto dado em R\$/ano;  $BA_T$  é o benefício total do projeto também dado em R\$/ano.  $RCB$  sendo a relação custo-benefício.

Entre os anos de 2008 até março de 2016 foram encaminhados 1704 projetos para a ANEEL que foram classificados dentro de 14 categorias. Desse total, uma análise com 1677 desses projetos feita por (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 9) resultou em um total investido de USD \$1,49 bilhões, com uma economia de energia de 4.29 TWh/ano e 1,33 GW de redução da demanda em horário de pico. A Figura 4-10 mostra esses projetos dentro de suas classificações e dados de sua eficiência.

Figura 4-10 Dados por categoria dos programas de eficiência energética do PEE

Category	Number of Projects	Saved Energy (GWh/Year)	Peak Demand Reduction (MW)	Total Cost (10 <sup>3</sup> USD)	Cost of Saved Energy (USD/MWh)	Cost-benefit Relation
Low-income	451	2488.93	935.34	880,703.38	353.85	0.58
Public agencies	422	382.42	78.89	140,507.57	367.41	0.67
Trade and services	230	141.31	15.89	39,661.03	280.67	0.68
Public service	141	140.13	30.29	45,654.03	325.80	0.61
Residential	129	683.08	187.79	178,515.58	261.34	0.58
Industrial	64	174.39	12.21	32,247.41	184.92	0.51
Rural	57	32.73	16.41	7192.35	219.74	0.24
Solar heating	41	23.70	15.59	22,452.85	947.24	0.64
Pilot project	25	75.30	21.09	21,294.41	282.79	0.86
Cogeneration	7	146.19	16.50	42,403.05	290.05	0.51
Public lighting	4	5.59	1.17	2377.03	425.40	0.61
Supply side	1	0.48	0.32	1668.92	3476.92	1.93
Educational	91	-	-	70,679.68	-	-
Municipal energy management	14	-	-	2891.82	-	-
Total	1677	4294.26	1331.50	1,488,249.11	346.57	0.70

36

Fonte 4-x (Silva, Oliveira, &amp; Tostes, 2017, p. 10)

Projetos do tipo *Supply Side* são “projetos voltados à eficiência energética pelo lado da oferta, destinados à melhoria do fator de carga do sistema elétrico” (ANEEL, 2008, p. 18). Os projetos *low income* são definidos pela ANEEL como:

“Projetos dirigidos a comunidades constituídas de unidades consumidoras de baixo poder aquisitivo, incluindo a substituição de equipamentos ineficientes (ex: lâmpadas, refrigeradores, chuveiros elétricos); ações educacionais, como palestras educativas e atividades para combater o furto de energia e estimular o seu uso eficiente e seguro; [...] (ANEEL, 2008, p. 17). “

<sup>36</sup> Categorias:

*Low-income* = Atendimento a Comunidades de Baixo Poder Aquisitivo

*Public agencies* = Agências públicas

*Trade and services* = Comércio e serviços

*Residencial* = Residencial

*Industrial* = Industrial

*Rural* = Rural

*Solar Heating* = Aquecimento Solar

*Pilot Project* = Projeto Piloto

*Cogeneration* = Co-geração

*Public Lighting* = Iluminação Pública

*Supply Side* = Projetos pelo lado da Oferta

*Educational* = Educacional

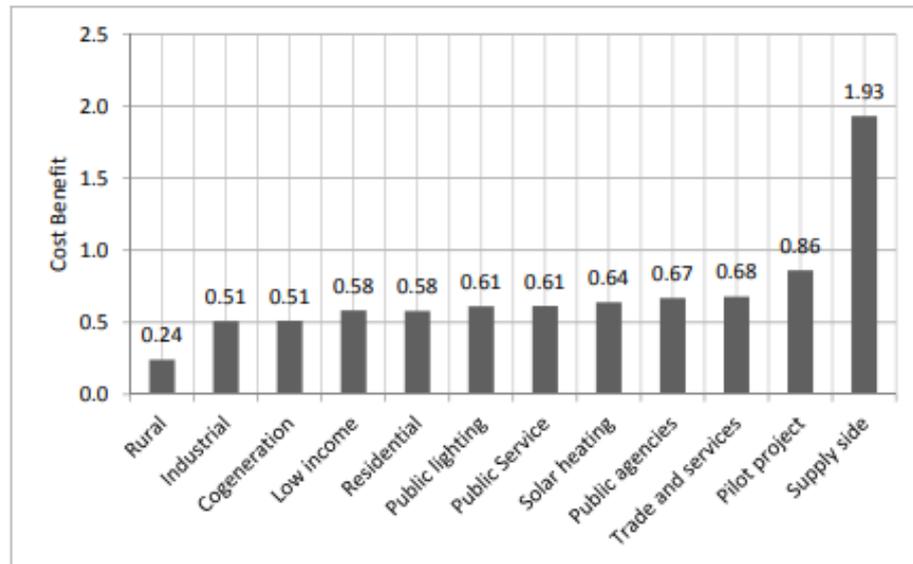
*Municipal Energy Management* = Gestão Municipal de Energia

As 5 categorias que receberam os maiores investimentos foram: baixa renda USD \$880.703,38 (59,18%), residencial USD \$178.515,58 (12,00%), agências públicas com USD \$140.507,57 (9,44%), educação USD \$70.679,68 (4,75%) e serviços públicos USD \$45.654,03 (3,07%). Mas não necessariamente são as categorias que melhor trouxeram resultados. Para que sejam analisadas as eficiências dos programas de cada uma das 14 categorias, deve-se analisar os efeitos diretos e indiretos produzidos por estes programas além de seu investimento total.

O RCB, ou relação custo benefício é um dos principais parâmetros para a análise dos programas de eficiência energética. Com ele podemos entender a relação financeira existente entre entrada e saída para um período anual e utilizar esses dados para comparar os resultados entre as categorias. A Figura 4-11 mostra o RCB das 14 categorias analisadas. As 5 categorias que mais se destacaram foram: rural, industrial, cogeração, baixa renda e residencial. A categoria *supply side* que ultrapassou o valor de 1 indica que o custo anual do projeto ultrapassou o custo da energia economizada, demonstrando ter sido um projeto ineficiente.

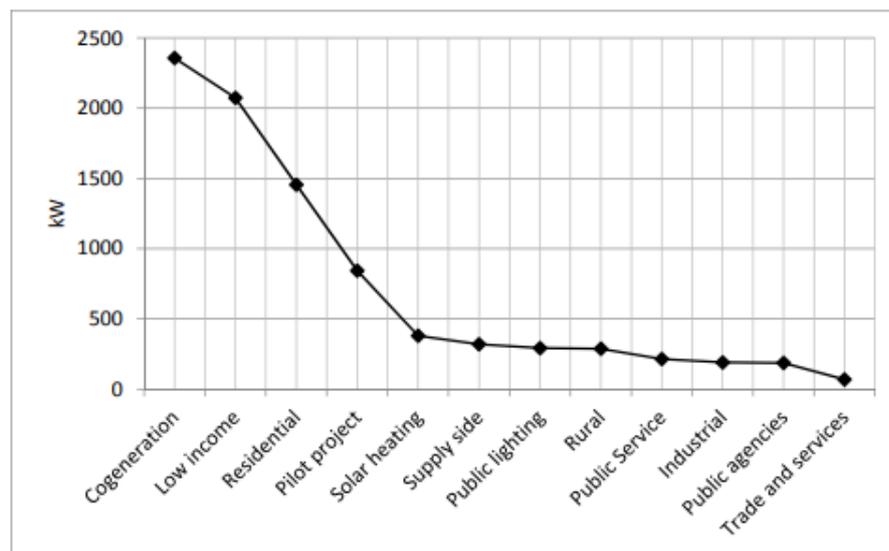
Com os dados da Figura 4-10 apresentados anteriormente, podemos obter a análise da energia economizada e da baixa na demanda por um único projeto separados entre suas categorias. A Figura 4-12 mostra a relação de baixa na demanda por projeto, evidenciando algumas categorias com melhores resultados. Os 5 projetos que mais se destacaram seguem com; cogeração (2357.43 kW / projeto), projetos de baixa renda (2073.94 kW / projeto), residencial (1455.70 kW / projeto), projeto piloto (843.59 kW / projeto) e aquecimento solar (380.28 kW / projeto).

Figura 4-11 Custo Benefício da energia economizada por categoria



Fonte 4-xi (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 12)

Figura 4-12 Redução da demanda de pico por projeto para cada categoria

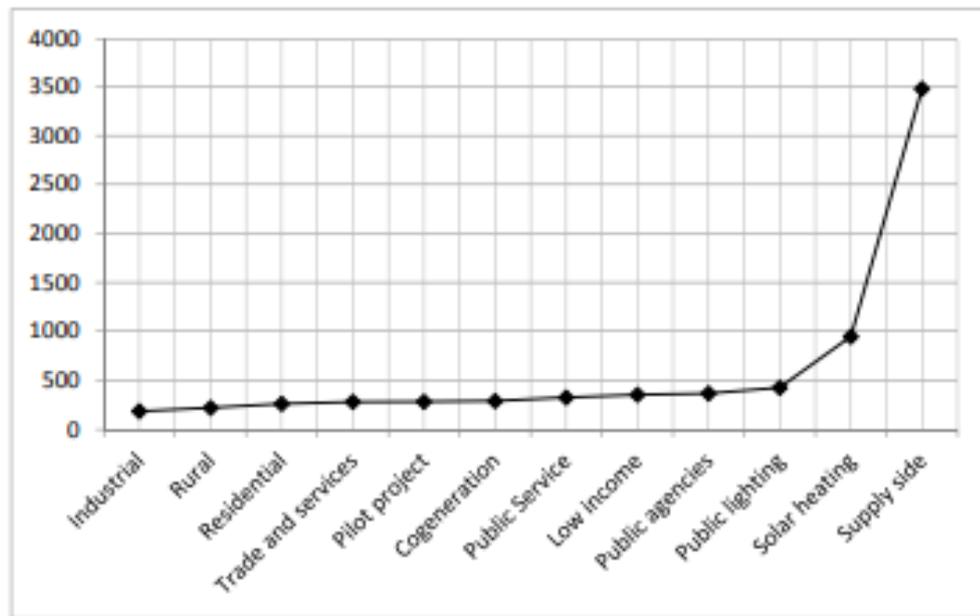


Fonte 4-xii (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 11)

A Figura 4-13 demonstra o LCOE dos diferentes tipos de projetos, onde a categoria industrial ficou com 184,92 USD/MWh-ano, e assim demonstrou ter o menor custo da energia economizada, seguido pela categoria rural com 219,74 USD/MWh-ano, residencial com 261,34 USD/MWh-ano, comércio e serviços com 280,67

USD/MWh-ano, projetos piloto com 282,79 USD/MWh-ano e cogeração com 290,05 USD/MWh-ano.

Figura 4-13 Custo da energia economizada por categoria



Fonte 4-xiii (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 12)

Através desses dados o autor segue com a modelagem da função com o objetivo de mensurar a efetividade comparativa entre as diferentes categorias dos projetos conforme sua descrição:

“O objetivo da função foi modelado considerando tanto a entrada quanto as duas saídas, com adição dos 12 DMUs<sup>37</sup>. De acordo com as variáveis disponíveis, nós avaliamos as quantidades mais significativas que representam o problema” (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 8). A Figura 4-14 mostra o quadro de entradas e saídas, e as 12 variáveis (categorias dos projetos) utilizadas em sua modelagem do problema. Logo abaixo o esquemático metodológico seguido pelo autor representado em fluxogramas (Figura 4-15):

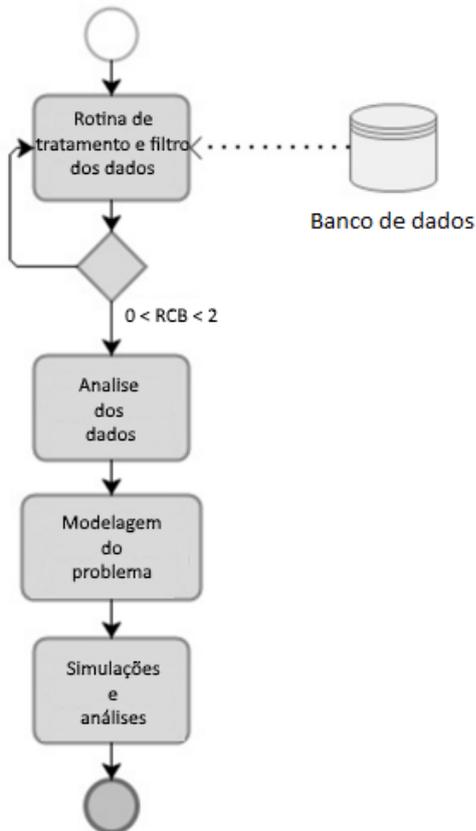
<sup>37</sup> *Decision-Making Units* (DMU) ou unidades de tomada de decisão, foi a nomenclatura utilizada para as 12 diferentes categorias dos projetos de eficiência energética analisados dentro da modelagem proposta, que por fim comparados entre si após os resultados obtidos.

Figura 4-14 Variáveis utilizadas para o modelo de análise dos dados.

Input (x)	Output (z)	Decision-Making Units (DMU) ( $E_0$ )
Cost of energy saved per project	Energy saved per project Peak demand reduction per project	Low-income Public agencies Trade and services Public service Residential Industrial Rural Solar heating Pilot project Cogeneration Public lighting Supply side

Fonte 4-xiv (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 9)

Figura 4-15 Fluxograma metodológico.



Fonte 4-xv Adaptação própria (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 7).

O detalhamento do passo a passo da metodologia segue:

**Banco de dados:** Para efetuar a análise do PEE, foram utilizados os 1704 projetos passados à ANEEL entre o período de 2008 até março de 2016. Cada um dos projetos seguindo as 14 categorias incluindo suas 5 variáveis: energia economizada, redução da demanda de pico, custo total do projeto, custo da energia economizada e o RCB.

**Tratamento e filtro dos dados:** Neste processo foram tratados os dados filtrando os dados inconsistentes ou incompletos. Como resultado, 27 projetos foram desconsiderados.

**Análise dos dados:** Nesse passo houve a consolidação dos dados verificados, sua classificação, análise das variáveis em relação aos projetos ou por categoria, as performances alcançadas e análises subsequentes.

**Simulações e análises:** Foi desenvolvido o modelo de análise dos dados, com a utilização do sistema de modelagem chamado *Data Envelopment Analyses* (DEA). O DEA é uma técnica aplicável a problemas que contenham múltiplas entradas e saídas e é baseado na análise da fronteira de eficiência segundo o autor (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 3). Ele também descreve que o método tratou o problema como uma caixa preta, onde a função de produção era desconhecida, mas tanto a entrada quanto saída são dados conhecidos. Ainda acrescenta sobre o objetivo da escolha dessa metodologia:

The chosen methodology to model the problem, to identify types of measures for energy efficiency, takes into consideration the characteristics of the available database that results in the best program. The methodology consists of determining the efficiency boundary that defines the most efficient project categories, and consequently the measures of energy efficiency, composed of the categories with the best input-output relation <sup>38</sup> (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 7).

---

<sup>38</sup> A metodologia escolhida para modelar o problema, para identificar tipos de medidas para eficiência energética, leva em consideração as características do banco de dados disponível que resulta no melhor programa. A metodologia consiste em determinar o limite de eficiência que define as categorias de projetos mais eficientes e, conseqüentemente, as medidas de eficiência energética, compostas pelas categorias com a melhor relação insumo-produto (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 7).

O DEA utilizado é um método não paramétrico que usa parte de programação linear para o cálculo da unidade mais eficiente dado uma série de unidades de decisões a se tomar. A equação utilizada retorna para cada uma das opções um resultado que varia de 0 a 1, sendo 1 a curva de fronteira da unidade de maior eficiência calculada.

A Figura 4-16 mostra os dados utilizados na simulação DEA, em que:

- **Input / Entrada:** Custo da energia economizada;
- **Output 1 / Saída 1:** Energia economizada por projeto;
- **Output 2 / Saída 2:** Redução do pico da demanda por projeto.

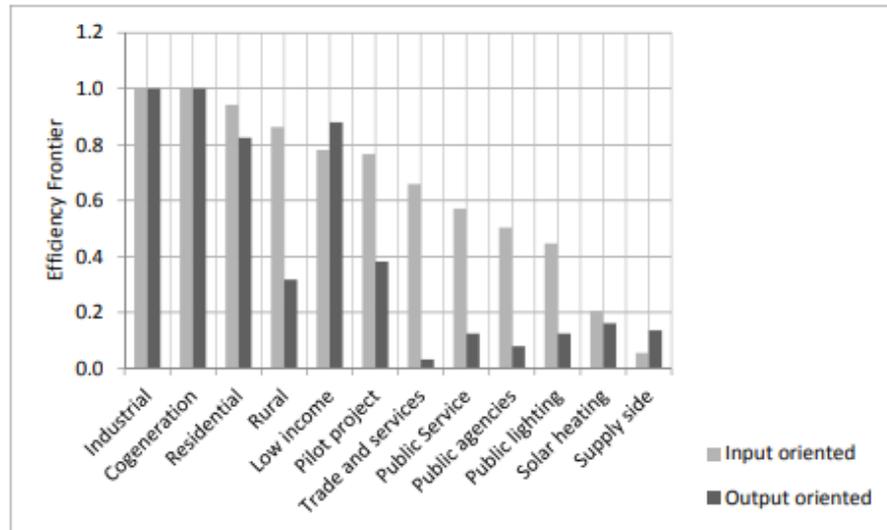
Figura 4-16 Dados da simulação DEA.

DMU	Input 1	Output 1	Output 2
Low-income	353.85	5518.69	2073.94
Public agencies	367.41	906.22	186.94
Trade and services	280.67	614.38	69.10
Public service	325.80	993.83	214.84
Residential	261.34	5295.22	1455.70
Industrial	184.92	2724.84	190.81
Rural	219.74	574.24	287.95
Solar heating	947.24	578.13	380.28
Pilot project	282.79	3,012.04	843.59
Cogeneration	290.05	20,884.80	2357.43
Public lighting	425.40	1396.95	292.97
Supply side	3476.92	480.00	320.00

Fonte 4-xvi (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 14)

Duas simulações foram feitas para cada categoria, uma em relação aos dados de entrada e outra aos dados de saída. Como resultado apenas duas categorias foram determinadas como as mais eficientes em ambas: Industrial e Cogeração (Figura 4-17).

Figura 4-17 Resultado da simulação DEA



Fonte 4-xvii (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 15)

As 10 categorias consideradas ineficientes segundo os resultados: residencial, rural, baixa-renda, projeto piloto, comércio e serviços, serviços públicos, agências públicas, iluminação pública, aquecimento solar e projetos pelo lado da oferta.

Nota-se que mesmo as categorias com um baixo e desejável RCB não conseguiram alcançar a fronteira de eficiência como a categoria industrial e cogeração, pois além do custo por projeto e seu respectivo benefício, também é considerado a baixa na demanda.

Utilizando-se do modelo de orientação de entrada, a Figura 4-18 mostra o resultado das 10 categorias ineficientes, e os percentuais necessários para alcançar a eficiência das categorias industrial e de cogeração.

Figura 4-18 Percentual necessário para alcançar a fronteira de eficiência utilizando o modelo de entrada orientada.

Category	Cost of Energy Saved-Goal (%)	Energy Saved per Project-Goal (%)	Peak Demand Reduction per Project-Goal (%)
Residential	-5.76	151.68	0.0
Rural	-13.70	516.30	0.0
Low-income	-21.92	235.38	0.0
Pilot project	-23.41	172.12	0.0
Trade and services	-34.11	343.51	176.14
Public service	-42.88	194.44	0.0
Public agencies	-49.67	200.68	2.07
Public lighting	-55.37	156.35	0.0
Solar heating	-79.51	646.01	0.0
Supply side	-94.50	693.26	0.0

Fonte 4-xviii (Silva, Oliveira, & Tostes, 2017, p. 15)

Para alcançar o mesmo nível de eficiência, a categoria residencial teria que diminuir 5,76% do custo da energia economizada alcançado e aumentar em 151,68% a energia economizada por projeto. Já o pior caso, os projetos pelo lado da oferta teriam que diminuir em 94,50% o custo da energia economizada e ao mesmo tempo aumentar em 693,26% a energia economizada por projeto.

Com estes resultados podemos observar a necessidade de se otimizar o processo e a formatação com que o PEE adere aos seus projetos. Apenas os projetos das categorias industrial e cogeração alcançam a melhor performance, e representam 4,24% do total de projetos. Como solução para o aumento da eficiência dos programas de eficiência energética realizados através do PEE, sugere-se o incentivo das categorias que trazem melhores resultados através: repartição dos investimentos de forma assimétrica entre as categorias; campanhas incentivadoras para as categorias de melhor aproveitamento; aumentar os rigores mínimos para a aprovação das categorias menos eficientes.

As mudanças sugeridas devem sempre se atentar para não impossibilitar que projetos de uma categoria específica se tornem impossibilitados de execução, mas sim com o objetivo de se buscar uma elevação da eficiência entre as distintas categorias, fazendo com que o mesmo investimento tenha melhores retornos para o Brasil.

Com essa ressalva, destaca-se pôr fim a importância de novas pesquisas sobre os programas de eficiência energética já praticados no país para que a criação de novas estratégias e tomadas de decisões se tornem cada vez mais eficientes,

resultando em planos de eficiência mais ousados que possam então levar o Brasil para o pódio da eficiência energética internacional.

## 5 CONCLUSÃO

É inegável o fato de que o Brasil se encontra em um cenário favorável para o fortalecimento do mercado de eficiência energética. Suas conquistas e resultados obtidos por programas como o PEE e o PROCEL deixam claro a evolução e inúmeras barreiras superadas quando comparado com o cenário anterior a esses programas. As ambiciosas metas estabelecidas por planos como o Plano Nacional de Eficiência Energética – PNEf estimulam e incentivam o país para a criação de novas tecnologias e pesquisas que ajudem no melhoramento dos níveis de eficiência energético do país. O desafio atual não é apenas o melhoramento da eficiência energética através do avanço de pesquisas e da criação de novas tecnologias, mas também aprofundar os sistemas já implantados com os ajustes necessários para alcançar maiores eficiências. Cabe destacar ainda que o Brasil pode evoluir em suas políticas e medidas estando aberto a possíveis mudanças que requerem firmeza, seja na criação de novos padrões de eficiência energética exigidos e fiscalizados de um certo setor, ou através de incentivos utilizados mundialmente como os *white certificates*. Apesar de muitas vezes apresentarem cenários distintos, outros países têm demonstrado progresso em diferentes setores na área de eficiência energética que poderiam facilmente ser implementadas no país por iniciativas governamentais. Entende-se, entretanto, que a melhor forma de tornar um país eficientemente energético é transformar sustentável o mercado e a atividade empresarial de eficiência energética, através de mecanismos de promoção que o estimulem e solidifiquem. Com o Estado alocando os recursos necessários, seguindo uma prioridade de RCB e eficiência, visando a consolidação e o desenvolvimento desse mercado, resultaria em sua independência e vida própria tornando se assim um mercado economicamente viável e menos dependentes de intervenção do governo.

## 6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. **Ineficiência energética sai caro.** Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/novidade/ineficiencia-energetica-sai-carro/>>. Acesso em: mai. 2018.

AMERICAN COUNCIL FOR AN ENERGY-EFFICIENT ECONOMY. **The 2016 International energy efficiency ecorecard.** Disponível em: <<http://aceee.org/sites/default/files/publications/researchreports/e1602.pdf> >. Acesso em: mai. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual do programa de eficiência energética 2008.** Disponível em: <<http://aceee.org/sites/default/files/publications/researchreports/e1602.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Programa de eficiência energética.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica>>. Acesso em: mai. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano nacional de energia.** Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-nacional-de-energia-pne> >. Acesso em: mai. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano decenal de expansão de energia 2026.** Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/topico-66/Cap2\\_Texto.pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/topico-66/Cap2_Texto.pdf)>. Acesso em: mai. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Projeção da demanda de energia elétrica.** Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA%20001\\_2017%20-%20Projeções%20da%20Demanda%20de%20Energia%20Elétrica%202017-2026\\_VF\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-261/DEA%20001_2017%20-%20Projeções%20da%20Demanda%20de%20Energia%20Elétrica%202017-2026_VF[1].pdf)>. Acesso em: mai. 2018.

EFFICIENCY VALUATION ORGANIZATION. **International performance measurement and verification protocol.** Disponível em: <<https://evoworld.org/en/products-services-mainmenu-en/protocols/ipmvp>>. Acesso em: mai. 2018.

FOWLIE, M.; GREENSTONE, M.; WOLFRAM, C. **Do energy efficiency investments deliver? Evidence from the weatherization assistance program.** Disponível em: <[http://www.catherine-wolfram.com/uploads/8/2/2/7/82274768/do\\_energy\\_efficiency\\_investments\\_deliver.pdf](http://www.catherine-wolfram.com/uploads/8/2/2/7/82274768/do_energy_efficiency_investments_deliver.pdf)>. Acesso em: mai. 2018.

HOLLANDA, J.; ERBER, P. **Trade and environment review 2009/2010.** Disponível em: <[http://www.inee.org.br/downloads/eficiencia/Artigo\\_INEE\\_UNCTAD.pdf](http://www.inee.org.br/downloads/eficiencia/Artigo_INEE_UNCTAD.pdf)>. Acesso em: mai. 2018.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy efficiency market report 2015.** Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/MediumTermEnergyefficiencyMarketReport2015.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy Efficiency 2017.** Disponível em: <[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy\\_Efficiency\\_2017.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy_Efficiency_2017.pdf)>. Acesso em: mai. 2018.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **International Energy Outlook 2017.** Disponível em: <[https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf)>. Acesso em: mai. 2018.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **International Energy Outlook 2017.** Disponível em: <[https://www.eia.gov/outlooks/ieo/exec\\_summ.php](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/exec_summ.php)>. Acesso em: mai. 2018.

MOLINA, M. **The best value for America's energy dollar: a national review of the cost of utility energy efficiency programs.** Disponível em: <<http://assets.fiercemarkets.net/public/smartgridnews/ACEEE-Energy-Efficiency-Costs.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.

NOGUEIRA, D. **Brasil gasta cada vez mais energia pra crescimento da economia.** Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/brasil-gasta-cada-vez-mais-energia-para-crescimento-da-economia-22060006>>. Acesso em: mai. 2018.

WAMBURG, J.; OLIVEIRA, K., D. **Intensidade energética: Brasil utiliza mais energia para produzir do que outros países do continente, diz Cepal.** Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/brasil-gasta-cada-vez-mais-energia-para-crescimento-da-economia-22060006>>. Acesso em: mai. 2018.

PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **PEE projetos.** Disponível em: <[www2.aneel.gov.br/arquivos/Excel/PEE%20Projetos.xls](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/Excel/PEE%20Projetos.xls)>. Acesso em: mai. 2018.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resultados PROCEL 2017.** Disponível em: <[http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2017/docs/rel\\_procel2017\\_web.pdf](http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2017/docs/rel_procel2017_web.pdf)>. Acesso em: mai. 2018.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resultados PROCEL 2016.** Disponível em: <[http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2016/docs/rel\\_procel2016\\_web.pdf](http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2016/docs/rel_procel2016_web.pdf)>. Acesso em: mai. 2018.

SILVA, R.; OLIVEIRA, R.; TOSTES, MARIA. **Analysis of the brazilian energy efficiency program for electricity distribution systems.** Disponível em: <[www.mdpi.com/1996-1073/10/9/1391/pdf](http://www.mdpi.com/1996-1073/10/9/1391/pdf)>. Acesso em: mai. 2018.

SOUTHEAST ENERGY EFFICIENCY ALLIANCE. **Energy efficiency cost considerations for state compliance plans.** Disponível em: <<http://www.seealliance.org/wp-content/uploads/Resource-Paper-5-Energy-Efficiency-Costs-FINAL.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **Appliance and equipment standards program.** Disponível em: <<https://www.energy.gov/eere/buildings/appliance-and-equipment-standards-program>>. Acesso em: mai. 2018.

WORLD BANK. **GDP (current US\$).** Disponível em: <[https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?view=map&year\\_high\\_desc=true](https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?view=map&year_high_desc=true)>. Acesso em: mai. 2018.