



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**EDYLLA ANDRESSA QUEIROZ BARROSO**

**O IMPACTO DA CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS CPP 001/20 DA ENEL SÃO  
PAULO NA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA REGIÃO  
SUDESTE**

**FORTALEZA**  
**2022**

EDYLLA ANDRESSA QUEIROZ BARROSO

O IMPACTO DA CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS CPP 001/20 DA ENEL SÃO  
PAULO NA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA REGIÃO  
SUDESTE

Monografia apresentada ao Departamento de  
Engenharia Elétrica da Universidade Federal do  
Ceará como requisito parcial à obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr Raphael Amaral da Câmara

FORTALEZA  
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B285i Barroso, Edylla Andressa Queiroz.

O impacto da chamada pública de projetos CPP 001/20 da Enel São Paulo na redução do consumo de energia elétrica da região Sudeste / Edylla Andressa Queiroz Barroso. – 2022.  
59 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara.

1. Eficiência energética. 2. Programa de eficiência energética. 3. Consumo de energia elétrica. 4. Sudeste. I. Título.

CDD 621.3

---

EDYLLA ANDRESSA QUEIROZ BARROSO

O IMPACTO DA CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS CPP 001/20 DA ENEL SÃO  
PAULO NA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA REGIÃO  
SUDESTE

Monografia apresentada ao Departamento de  
Engenharia Elétrica da Universidade Federal do  
Ceará como requisito parcial à obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: \_\_/\_\_/\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr Raphael Amaral da Câmara  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Ricardo Silva Thé Pontes  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Stefany da Silva Gonçalves  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, por todas as condições que me concedeu para que eu pudesse alcançar meus objetivos, e por me permitir ter uma família me apoiou durante esse processo tão difícil.

Em segundo lugar, aos meus pais por toda a paciência e apoio nesse processo. Em seguida aos meus avós por todos os conselhos e força que me deram para que eu pudesse entrar em uma universidade. E aos meus tios por toda a ajuda nesse período de graduação.

Ao meu namorado Pedro Hassan, por todo apoio e encorajamento ao longo dessa caminhada, que pela maior parte passamos juntos nos ajudando em cada desafio.

Ao meu orientador Prof. Raphael Amaral por toda dedicação ao longo do curso, por todos os ensinamentos e por toda paciência que foi fundamental para que eu realizasse esse trabalho e durante o curso, que foi meu docente em algumas disciplinas.

Ao Prof. Ricardo Thé, que está na minha banca examinadora por toda dedicação dispondo de tempo para ler o presente trabalho.

A Eng. Stefany Gonçalves por participar da minha banca examinadora e por dispor de tempo e colaboração ao presente trabalho.

## RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar o impacto que a Chamada Pública de Projetos da Enel Distribuição São Paulo, instrumento pertencente ao Programa de Eficiência Energética – PEE regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, realizada no ano de 2020 tem no consumo de energia elétrica na região Sudeste do Brasil. Para tal, será apresentada matriz energética brasileira com foco na região sudeste, o consumo de energia elétrica, o custo da tarifa de energia e os consumidores, além dos conceitos de eficiência energética, políticas públicas de incentivo à eficiência no uso da energia elétrica e programas governamentais que buscam conectar distribuidoras de energia e consumidores. A questão chave do trabalho é mostrar de que forma os aportes financeiros feitos pela Enel São Paulo impactam no consumo da energia na região sudeste do Brasil e como esses benefícios podem ser vistos nos principais setores econômicos e pelos consumidores. Por fim, será verificada a viabilidade do Programa de Eficiência Energética considerando os custos associados à geração em contraponto com os investimentos em eficiência.

**Palavras-chave:** Eficiência energética. Programa de Eficiência Energética. Consumo de Energia Elétrica. Sudeste.

## **ABSTRACT**

This work aims to analyze the impact that the Public Call for Projects of Enel Distribuição São Paulo, an instrument belonging to the Energy Efficiency Program – EEP regulated by the National Electric Energy Agency - ANEEL, carried out in the year 2020, has on energy consumption electricity in the Southeast region of Brazil. To this end, a Brazilian energy matrix will be presented with a focus on the southeast region, electricity consumption, the cost of energy tariffs and consumers, in addition to energy efficiency concepts, public policies to encourage efficient use of electricity and programs governments that seek to connect energy distributors and consumers. The key issue of the work is to show how the financial contributions made by Enel São Paulo impact energy consumption in the southeastern region of Brazil and how these benefits can be seen in the main economic sectors and by the consumers. Finally, the viability of the Energy Efficiency Program will be verified considering the costs associated with generation in counterpoint with investments in efficiency.

**Palavras-chave:** Energy efficiency. Energy Efficiency Program. Electric power consumption. Southeast.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Informações mínimas do sistema de iluminação atual .....	34
Figura 2 – Informações mínimas para o sistema de iluminação proposto .....	34
Figura 3- Informações mínimas do sistema de condicionamento ambiental atual.....	36
Figura 4 - Informações mínimas do sistema de condicionamento ambiental proposto.....	36
Figura 5 - Informações mínimas do sistema de refrigeração atual.....	37
Figura 6 - Informações mínimas do sistema de refrigeração proposto.....	38
Figura 7 - Informações mínimas do sistema motriz atual .....	39
Figura 8 - Informações mínimas do sistema motriz proposto .....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Capacidade instalada de geração elétrica no Brasil MW.....	16
Tabela 2 - Consumo de energia elétrica por região geográfica em GWh.....	17
Tabela 3- Consumo de energia elétrica por classe de consumo em GWh.....	17
Tabela 4 - Consumo de energia elétrica por distribuidora em 2021.....	18
Tabela 5 – Consumidores por região geográfica.....	19
Tabela 6 – Consumidores por classe em 2021.....	19
Tabela 7 - Consumidores do Sudeste por classe em 2021.....	19
Tabela 8 – Consumidores por distribuidora de energia elétrica – As 10 maiores.....	20
Tabela 9 – Tarifas por tensão de fornecimento.....	21
Tabela 10 – Tarifas por região geográfica.....	21
Tabela 11 – Tarifas médias por classe de consumo.....	22
Tabela 12 – Tarifas de geração - Resolução Homologatória 3.053.....	23
Tabela 13 – Custo de distribuição Enel São Paulo.....	24
Tabela 14 – Identificação do projeto de eficiência energética.....	41
Tabela 15 – Cronograma físico do projeto.....	41
Tabela 16 – Cronograma financeiro do projeto.....	42
Tabela 17 – Projetos por tipologia e uso final.....	52
Tabela 18 – Projetos por nível de tensão associados a CEE e CED.....	52
Tabela 19 – Relação custo-benefício dos projetos da CPP 001/20.....	53
Tabela 20 – Resumo dos recursos da CPP 001/2020 da Enel SP.....	54
Tabela 21 – Análise do recurso empregado versus os benefícios gerados.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESCO	Associação Brasileira das Empresa de Serviços de Conservação de Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CED	Custo Evitado de Demanda
CEE	Custo Evitado de Energia
ESCO	Empresa de Serviços de Conservação de Energia
EE	Energia Economizada
MME	Ministério de Minas e Energia
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética
PROPEE	Procedimentos do Programa de Eficiência Energética
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RCB	Relação Custo-Benefício (parâmetro chave na avaliação de projetos do PEE/ANEEL)
RDP	Redução de Demanda na Ponta

## LISTA DE SÍMBOLOS

AT	Alta tensão
AS	Alta tensão subterrâneo
A2	Tensão ente 88 a 138kV
A3a	Tensão entre 30 a 44kV
A4	Tensão entre 2,3 a 25kV
B3	Baixa tensão
B4	Baixa tensão iluminação pública
GWh	Gigawatt-hora
kWh	Kilowatt-hora
kW	Kilowatt
MWh	Megawatt-hora
%	Porcentagem
R\$/MWh	Custo em reais por cada Megawatt-hora consumido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....</b>	<b>16</b>
2.1 Matriz Energética Brasileira.....	16
2.2 Consumo De Energia Elétrica .....	17
2.3 Consumidores De Energia Elétrica .....	18
2.4 Tarifas De Energia Elétrica .....	20
2.4.1 Custo da Geração e Distribuição de Energia Elétrica - Enel São Paulo.....	22
2.5 Eficiência Energética.....	24
2.6 Auditoria Energética.....	26
<b>3 PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - PEE.....</b>	<b>27</b>
3.1 Políticas Públicas de Eficiência Energética.....	28
3.2 PEE aplicado às Chamadas Públicas de Projetos .....	30
3.3 Participantes Elegíveis e Tipologias de Projeto .....	31
3.4 Ações De Eficiência Energética Dentro De Um Projeto do PEE.....	33
3.4.1 AEE's para Iluminação.....	33
3.4.2 AEE's para Condicionamento Ambiental .....	35
3.4.3 AEE's para Refrigeração .....	37
3.4.4 AEE's para Sistemas Motrizes .....	38
3.4.5 AEE's para Aquecimento Solar de Água .....	40
3.4.6 AEE's para Fontes Incentivadas.....	40
3.4.7 Roteiro de um Projeto de Eficiência Energética.....	40
3.5 Viabilidade de um Projeto De Eficiência Energética no PEE.....	43
3.5.1 Cálculo do CEE e CED .....	44
3.5.2 Cálculo da EE e da RDP.....	45
3.5.2.1 EE e da RDP: Iluminação .....	45
3.5.2.2 EE e da RDP: Condicionamento Ambiental .....	46
3.5.2.3 EE e RDP: Sistemas Motrizes .....	47
3.5.3 Custos e Benefícios .....	48
<b>4 ANÁLISE DA CPP 001/20 DA ENEL SÃO PAULO .....</b>	<b>49</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>56</b>

**REFERÊNCIAS .....59**

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico de um país está diretamente relacionado ao aumento da demanda energética e nesse cenário, o consumo de energia é um importante indicador (SOUZA et al., 2020).

No ano de 2019, de acordo com os dados da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, o Brasil ocupou o 7º lugar dentre os 10 países com o maior consumo de energia elétrica no mundo. Os setores econômicos com maior participação nesse consumo são, o comercial (+4,5%), o residencial (+3,5%) e o público (+2,1%) (EPE, 2020).

O crescimento energético para atender a demanda oriunda do crescimento econômico de um país precisa ser sustentável a longo prazo. Por isso, mecanismos legais de incentivo à conservação de energia têm sido empregados no Brasil desde a década de 80.

Um desses mecanismos é a Chamada Pública de Projetos que integra o Programa de Eficiência Energética e é realizada anualmente por distribuidoras de energia. Ela tem por objetivo captar as melhores propostas de projetos de eficiência energética com o intuito de gerar benefícios para o sistema elétrico de potência e para a população.

Por isso é necessário entender a relevância e os impactos de programas como a chamada pública de projetos na obtenção do objetivo final que é a busca pela redução do consumo ineficiente de energia elétrica.

Dito isso, o presente trabalho é um estudo sobre o impacto da Chamada Pública de Projetos 2020 da Enel Distribuição São Paulo na redução do consumo de energia elétrica da região Sudeste do Brasil.

A Chamada Pública de Projetos (CPP) da Enel Distribuição São Paulo aportou 10 milhões de reais para o financiamento de projetos de eficiência energética, em sua área de concessão, em 2020. Esses projetos têm potencial de trazer benefícios econômicos e energéticos para as mais diferentes classes de consumo e setores da economia na região Sudeste do Brasil.

Então é imprescindível estudar quais impactos esse investimento terá na região Sudeste do país, seja sob o ponto de vista dos setores econômicos beneficiados ou pelo ponto de vista do consumidor ou ainda pelo ponto de vista do sistema elétrico.

Em resumo, o objetivo geral do presente trabalho é analisar qual foi o impacto que a CPP 001/20 teve na redução do consumo de energia elétrica da região Sudeste do Brasil e para tal serão utilizados três objetivos específicos.

O primeiro objetivo específico é mostrar o consumo de energia elétrica no Brasil, com foco na região Sudeste segregado por classes de consumo, assim como estabelecer conceitos norteadores sobre eficiência energética.

Já o segundo objetivo específico irá identificar os principais aspectos dos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE) que explicam como a Chamada Pública de Projetos - CPP auxilia na redução do consumo de energia.

E, por fim, o terceiro objetivo específico será analisar o impacto que a Chamada Pública de Projetos CPP 001/2020 teve no consumo de energia elétrica região Sudeste do Brasil e se investimento em redução do consumo é melhor do que o investimento em expansão do sistema elétrico.

Para tal, parte-se da hipótese que os custos associados a seleção e implementação das propostas de projetos captadas através da Chamada Pública da Enel São Paulo são inferiores aos custos associados a geração e transmissão de energia elétrica, ou seja, é mais econômico eficientizar um processo do que expandi-lo.

O método de estudo dessa pesquisa será o hipotético – dedutivo, pois partiremos de uma hipótese de redução no consumo de energia que será submetida à análise de falseabilidade, no qual todas as ideias que não forem verdadeiras serão descartadas através da observação de indicadores.

No primeiro capítulo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica acerca dos conceitos de eficiência energética e como aplicá-la, além disso foram coletadas informações sobre a matriz energética brasileira com seus consumos por região, setor econômico e nível de tensão, assim como as tarifas aplicadas e número de consumidores.

Já no segundo capítulo abordou-se sobre as políticas públicas que embasaram o Programa de Eficiência Energética, assim como explicou-se os procedimentos de uma Chamada Pública de Projeto e seus indicadores.

Por fim, no terceiro capítulo analisou-se quais impactos a Chamada Pública 2020 da Enel São Paulo teve na região Sudeste do Brasil.

Ao final conclui-se que os objetivos foram atendidos tendo em vista que o investimento em ferramentas que promovem eficiência energética é o maior aliado para a redução do consumo de energia, embasando-se nos impactos causados no Sudeste através somente da CPP 001/20 da Enel São Paulo.

Igualmente, com a indicação de que os custos de geração e distribuição de energia elétrica são superiores ao investimento em eficientização de sistemas elétricos com a troca de

equipamentos e a instalação de microgeração distribuída, fato que confirma a hipótese previamente levantada nesse trabalho.

## 2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Neste capítulo serão apresentados os dados os dados de consumo de energia elétrica, tarifa e quantidade de consumidores, no Brasil com foco na região Sudeste. Os dados foram coletados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022, realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) no ano base de 2021. Em seguida, será abordado os conceitos de eficiência energética e o processo pelo qual se dá uma auditoria energética.

### 2.1 Matriz Energética Brasileira

De acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022, divulgado pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2022), o Brasil possui uma capacidade instalada de geração de energia elétrica, no ano de 2021, de 181,6 MW, sendo mais de 75% dessa geração é proveniente de fontes renováveis de energia. Portanto sua matriz energética é considerada a mais renovável do mundo.

Na tabela 1 são apresentados os potenciais de geração de cada uma das fontes de energia elétrica pertencentes à matriz brasileira. Dos 181,6 MW, temos que 60,2% são provenientes de geração hidrelétrica, 23,5% são resultantes de usinas termoeletricas, e 11,4% oriundos de geração eólica, 2,6% de geração solar fotovoltaica e 1,1% de geração nuclear (BEN, 2022).

*Tabela 1 – Capacidade instalada de geração elétrica no Brasil MW*

Capacidade instalada de geração elétrica no Brasil (MW)							
	2017	2018	2019	2020	2021	Δ% (2021/2020)	Part. % (2021)
<b>Total</b>	<b>157.112,18</b>	<b>162.840,08</b>	<b>170.118,02</b>	<b>174.736,51</b>	<b>181.609,73</b>	<b>3,90</b>	100,00
Usinas Hidrelétricas	94.661,99	98.286,86	102.998,88	103.026,88	103.003,36	-	56,72
PCH	5.019,57	5.157,38	5.291,46	5.428,68	5.513,05	1,60	3,04
CGH	593,83	695,14	767,84	815,58	833,67	2,20	0,46
Gás Natural	12.980,31	13.359,31	13.385,23	14.926,66	16.218,94	8,70	8,93
Derivados de Petróleo	8.792,42	7.549,11	7.669,57	7.695,81	7.667,23	-	4,22
Carvão	3.323,74	2.857,74	3.227,74	3.202,74	3.202,74	-	1,76
Usinas Nucleares	1.990,00	1.990,00	1.990,00	1.990,00	1.990,00	-	1,10
Biomassa	14.288,78	14.568,57	14.702,50	15.011,08	15.578,40	3,80	8,58
Usinas Eólicas	12.283,24	14.390,29	15.377,85	17.131,16	20.771,08	21,20	11,44
Solar	935,32	1.797,58	2.473,43	3.287,11	4.632,25	40,90	2,55
Outras	2.242,96	2.188,09	2.233,52	2.220,80	2.199,02	-	1,21

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) BIG acessado em 20/08/2022; Balanço Energético Nacional 2021; Elaboração: EPE

Ainda utilizando-se dos dados da EPE (2022), temos que o consumo de energia elétrica no Brasil, durante o ano de 2021, foi de 497,5 GWh, cerca de 4,4% maior do que no ano anterior. As regiões que mais demandaram energia do sistema foram a Sudeste (48,5%), seguida de Sul (18,6%), Nordeste (17,5%), Centro-Oeste-CO (8%) e finalmente, Norte com (7,3%).

## 2.2 Consumo De Energia Elétrica

Do mesmo modo, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE,2022), avalia anualmente o consumo de energia elétrica no Brasil. A tabela 2 mostra esse consumo em GWh, entre os anos de 2017 e 2021, por região geográfica.

*Tabela 2 - Consumo de energia elétrica por região geográfica em GWh*

Consumo por região geográfica (GWh)							
	2017	2018	2019	2020	2021	Δ% (2021/2020)	Part. % (2021)
Brasil	467.161,18	475.764,49	482.527,37	476.568,89	497.503,38	4,40	100,00
Sudeste	232.514,73	238.806,08	238.451,05	233.031,88	<b>241.274,26</b>	3,50	48,50
Sul	84.997,18	87.173,27	89.420,94	88.703,01	92.760,59	4,60	18,65
Nordeste	79.731,26	80.498,67	83.150,12	81.169,73	87.147,23	7,40	17,52
Centro-Oeste	35.407,74	36.850,44	38.418,63	38.944,30	39.842,54	2,30	8,01
Norte	34.510,27	32.436,04	33.086,64	34.719,97	36.478,76	5,10	7,33

*Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) BIG acessado em 20/08/2022; Balanço Energético Nacional 2021; Elaboração: EPE*

Conforme pode ser observado na tabela 2, a região Sudeste apresenta o maior consumo de energia elétrica do país, traduzidos nos 241.274,26 GWh, valor que representa aproximadamente 49% de toda energia consumida no país.

Acresce ainda que se for considerado o consumo por setor econômico na região sudeste, o setor industrial lidera com um consumo de 95.250,26 GWh seguido pelos setores residencial, comercial e serviço público, fato que pode ser observado na tabela 3.

*Tabela 3- Consumo de energia elétrica por classe de consumo em GWh*

Consumo em GWh do Sudeste por classe econômica, dezembro 2021 (unidade)							
Tipologia	2017	2018	2019	2020	2021	Δ% (2021/2020)	Part. % (2021)
Industrial	88.827,97	92.282,17	89.420,85	87.797,06	<b>95.250,26</b>	8,50	52,81
Residencial	65.254,83	66.773,61	68.365,94	69.992,96	69.289,55	-	46,26
Comercial	46.876,89	47.034,49	48.485,80	42.874,61	<b>44.496,89</b>	3,80	51,26
Serviço Público	8.455,15	8.780,40	8.707,25	9.011,33	9.135,57	1,40	54,81
Poder Público	6.002,84	6.113,90	6.406,33	5.198,46	5.672,72	9,10	41,38
Iluminação Pública	6.407,26	6.555,13	6.569,27	6.223,24	4.817,01	-	34,32

*Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) BIG acessado em 20/08/2022; Balanço Energético Nacional 2021; Elaboração: EPE*

Observa-se através da tabela 3 que os setores residencial, comercial e industrial juntos são responsáveis por um consumo de 209.036,70 GWh, sendo, portanto, detentores de uma parcela de cerca de 87% do total de energia consumida em todo o Sudeste.

Dando prosseguimento na análise dos consumos de energia elétrica, agora por distribuidora, conforme os dados divulgados pela (EPE,2022), tem-se a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) liderando, com um consumo de 55.820 GWh, seguida pela Enel Distribuição São Paulo com um consumo de 38.481 GWh representando 7,7% da energia consumida no país, conforme mostrado na tabela 4.

*Tabela 4 - Consumo de energia elétrica por distribuidora em 2021*

<b>Consumo de Energia Elétrica na Rede - 10 Maiores distribuidoras em 2021</b>			
Ranking	Distribuidora	Consumo (GWh)	Brasil (%)
1 <sup>a</sup>	CEMIG	55.820,00	11,2
2 <sup>a</sup>	<b>ENEL_SP</b>	<b>38.481,00</b>	<b>7,7</b>
3 <sup>a</sup>	CPFL PAULISTA	32.289,00	6,5
4 <sup>a</sup>	COPELDISTRIB	31.761,00	6,4
5 <sup>a</sup>	CELESC	27.227,00	5,5
6 <sup>a</sup>	LIGHT	23.775,00	4,8
7 <sup>a</sup>	COELBA	21.263,00	4,3
8 <sup>a</sup>	RGE	19.264,00	3,9
9 <sup>a</sup>	ELEKTRO	18.740,00	3,8
10 <sup>a</sup>	BANDEIRANTE	15.063,00	3

*Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) BIG acessado em 20/08/2022; Balanço Energético Nacional 2021; Elaboração: EPE*

### 2.3 Consumidores De Energia Elétrica

Decorrente da análise dos consumidores por região geográfica brasileira, tem-se novamente a região Sudeste liderando com um total de 37.312.110 clientes, em 2021, seguida pela região Nordeste com 23.802.217. O histórico com as quantidades de consumidores em cada uma das 5 regiões geográficas brasileiras está exposto na tabela 5 (EPE,2022).

Tabela 5 – Consumidores por região geográfica

Consumidores por região geográfica							
	2017	2018	2019	2020	2021	Δ% (2021/2020)	Part. % (2021)
Brasil	82.464.167,00	83.681.751,00	85.071.288,00	86.665.036,00	86.979.363,00	0,4	100
Sudeste	36.510.772,00	36.943.470,00	37.238.250,00	37.920.312,00	<b>37.312.110,00</b>	-1,6	42,898
Nordeste	21.835.305,00	22.147.838,00	22.673.809,00	23.058.660,00	23.802.217,00	3,2	27,365
Sul	12.299.366,00	12.539.190,00	12.838.080,00	12.994.382,00	13.020.800,00	0,2	14,97
Centro-Oeste	6.410.248,00	6.542.243,00	6.708.593,00	6.893.508,00	7.102.619,00	3	8,166
Norte	5.408.476,00	5.509.010,00	5.612.556,00	5.798.174,00	5.741.617,00	-1	6,601

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) BIG acessado em 20/08/2022; Balanço Energético Nacional 2021; Elaboração: EPE

Segue-se a análise, em número de consumidores, onde os setores, residencial, comercial, poder público e industrial, conforme mostrado na tabela 6, lideram o ranking, em 2021.

Tabela 6 – Consumidores por classe em 2021

Consumidores por classe, dezembro de cada ano (unidade)							
	2017	2018	2019	2020	2021	Δ% (2021/2020)	Part. % (2021)
Brasil	82.464.167,00	83.681.751,00	85.071.288,00	86.665.036,00	86.979.363,00	0,40	100,00
Residencial	70.906.513,00	72.081.460,00	73.380.396,00	74.808.192,00	<b>75.231.709,00</b>	0,60	86,49
Comercial	5.753.618,00	5.784.727,00	5.895.202,00	5.852.806,00	<b>5.791.127,00</b>	-	1,10
Rural	4.498.652,00	4.520.107,00	4.527.620,00	4.714.790,00	4.421.146,00	-	6,20
Poder Público	573.444,00	571.815,00	574.386,00	598.965,00	<b>837.125,00</b>	39,80	0,96
Industrial	528.452,00	518.549,00	472.389,00	469.476,00	468.620,00	-	0,20
Serviço Público	95.479,00	99.076,00	106.326,00	113.590,00	116.948,00	3,00	0,13
Iluminação Pública	98.756,00	96.890,00	105.398,00	97.638,00	102.997,00	5,50	0,12

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) BIG acessado em 20/08/2022; Balanço Energético Nacional 2021; Elaboração: EPE

Agrupando o número de consumidores do sudeste por classe de consumo (tipologia), tem-se que em número de consumidores, as classes que lideram são o comercial, poder público e industrial, respectivamente, assim como pode ser visualizado na tabela 7.

Tabela 7 - Consumidores do Sudeste por classe em 2021

Consumidores Sudeste por classe econômica, dezembro 2021 (unidade)							
	2017	2018	2019	2020	2021	Δ% (2021/2020)	Part. % (2021)
Comercial	2.489.309,00	2.506.923,00	2.551.163,00	2.553.137,00	<b>2.465.480,00</b>	-	3,40
Poder Público	196.142,00	196.479,00	196.924,00	200.297,00	<b>200.266,00</b>	-	23,92
Industrial	88.827,97	92.282,17	89.420,85	87.797,06	95.250,26	8,50	52,81
Serviço Público	8.455,15	8.780,40	8.707,25	9.011,33	9.135,57	1,40	54,81
Iluminação Pública	6.407,26	6.555,13	6.569,27	6.223,24	4.817,01	-	22,60

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) BIG acessado em 20/08/2022; Balanço Energético Nacional 2021; Elaboração: EPE

Contudo, quando o estudo trata de unidades consumidoras por distribuidora de energia elétrica, a Enel Distribuição São Paulo ocupa o terceiro lugar no ranking das 10 distribuidoras com maior número de clientes, de acordo com o que é mostrado na tabela 8 (EPE,2022).

A tabela 8 mostra que ao ocupar a terceira posição a Enel São Paulo consolida em 2021, um total de 6.347.217 de consumidores que em escala nacional representam 7,3% do total de consumidores de energia elétrica. (EPE,2022)

*Tabela 8 – Consumidores por distribuidora de energia elétrica – As 10 maiores*

<b>Número de Consumidores de Energia Elétrica na Rede</b>			
Ranking	Distribuidora	Consumidores (Unidades)	Brasil (%)
1 <sup>a</sup>	CEMIG	8.883.318,00	10,2
2 <sup>a</sup>	COELBA	6.353.936,00	7,3
<b>3<sup>a</sup></b>	<b>ENEL_SP</b>	<b>6.347.217,00</b>	<b>7,3</b>
4 <sup>a</sup>	COPELDISTRIB	4.928.934,00	5,7
5 <sup>a</sup>	CPFL PAULISTA	4.682.666,00	5,4
6 <sup>a</sup>	LIGHT	4.297.144,00	4,9
7 <sup>a</sup>	ENEL-CE	4.086.094,00	4,7
8 <sup>a</sup>	CELPE	3.881.409,00	4,5
9 <sup>a</sup>	ENEL-GO	3.188.730,00	3,7
10 <sup>a</sup>	CELESC	3.000.858,00	3,5

*Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) BIG acessado em 20/08/2022; Balanço Energético Nacional 2021; Elaboração: EPE*

Quando se compara a participação da Enel São Paulo na região Sudeste baseado no que é exposto pela (EPE,2022) verifica-se que dos 37.312.110 clientes que essa região possui, 6.347.217 estão sob a concessão do grupo Enel, ou seja, 17% dos clientes da região

#### 2.4 Tarifas De Energia Elétrica

Ainda de acordo com o anuário estatístico de energia elétrica 2022, é possível acompanhar o aumento gradativo do preço cobrado por MWh de energia consumida. Na tabela 9 pode-se observar que as classes de tensão AS e BT apresentam os maiores custos por MWh de energia consumida, porém entre os anos de 2020 e 2021, as classes de tensão A3 e A4 apresentaram os aumentos percentuais mais expressivos, sendo eles 22,4% e 18,4%, respectivamente. (EPE, 2022)

Tabela 9 – Tarifas por tensão de fornecimento

Tarifas Médias por tensão de fornecimento (R\$/MWh)						
Tensão fornecimento	2017	2018	2019	2020	2021	Δ% (2021/2020)
A1 (230 kV ou mais)	361,45	308,92	314,80	351,30	444,73	26,6
A2 (88 a 138 kV)	313,41	358,51	381,36	390,62	466,17	19,3
A3 ( 69 kV)	293,21	338,06	335,54	329,53	403,19	22,4
A3a (30 kV a 44 kV)	348,96	402,24	403,58	415,08	484,23	16,7
A4 (2,3 a 25 kV)	396,13	443,92	471,80	477,19	564,94	18,4
AS (Subterrâneo)	478,36	540,98	577,05	572,30	656,75	14,8
BT (BAIXA TENSÃO)	435,34	489,62	528,69	523,78	616,64	17,7

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) BIG acessado em 20/08/2022; Balanço Energético Nacional 2021; Elaboração: EPE

Dando prosseguimento com a exposição dos valores das tarifas de energia praticadas no Brasil, a região Norte concentra o maior custo com energia elétrica cobrado aos consumidores, sendo ele de 645,12 R\$/MWh, seguido pela região Centro Oeste com um custo de 621,52 R\$/MWh e pela região Sudeste com 616,63 R\$/MWh. Quando observados os aumentos percentuais entre os anos de 2020 e 2021 temos as regiões Sul (20,7%) e Centro oeste (20%) liderando (EPE, 2022). Esses dados podem ser verificados na tabela 10.

Tabela 10 – Tarifas por região geográfica

Tarifas Médias por Região (R\$/MWh)							
Região	2017	2018	2019	2020	2021	Δ% (2021/2020)	Δ% (2021/2012)
Norte	477,74	533,41	586,33	567,03	645,12	13,8	100,9
Centro Oeste	426,95	489,37	526,96	517,89	621,52	20,0	114
Sudeste	431,77	481,66	521,55	527,45	<b>616,63</b>	16,9	109,2
Média Brasil	421,95	474,99	511,47	511,04	602,73	17,9	105,8
Sul	403,28	456,43	488,17	481,17	580,86	20,7	109,5
Nordeste	394,89	450,99	478,07	478,73	568,83	18,8	91,5

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) BIG acessado em 20/08/2022; Balanço Energético Nacional 2021; Elaboração: EPE

Se a análise for baseada nos últimos 10 anos, ou seja 2012-2021, pode-se afirmar que o preço da energia elétrica pago pelo consumidor teve um aumento percentual superior a 100%, como mostra o relatório da (EPE,2022).

Por fim, tem-se o preço da energia elétrica por classe de consumo no Brasil, onde destacam-se os seguintes setores: poder público, comercial, industrial e serviços públicos, respectivamente, eles apresentam as maiores tarifas de energia elétrica cobradas ao consumidor final, conforme mostrado na tabela 11.

Tabela 11 – Tarifas médias por classe de consumo

Tarifas Médias por Classe de Consumo (R\$/MWh)							
Classe consumo	2017	2018	2019	2020	2021	Δ% (2021/2020)	Δ% (2021/2012)
Poder Público	458,50	516,26	553,67	558,20	<b>654,98</b>	17,3	98,6
Comercial	447,18	503,96	541,07	545,64	<b>643,96</b>	18,0	109,4
Residencial	454,10	511,38	551,32	541,12	630,13	16,4	89
Industrial	397,85	451,61	480,62	481,77	<b>574,12</b>	19,2	123,1
Serviço Público	346,77	385,82	411,37	424,89	<b>523,83</b>	23,3	137
Rural	314,60	348,63	381,29	416,99	505,47	21,2	147,1
Iluminação Pública	268,67	306,56	325,61	321,35	<b>402,72</b>	25,3	120,6

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) BIG acessado em 20/08/2022; Balanço Energético Nacional 2021; Elaboração: EPE

Conforme observa-se acima, na tabela 11, com os dados coletados pela (EPE,2022) houve um crescimento médio de aproximadamente 20% no custo em R\$/MWh de energia entre os anos de 2020 e 2021, se a análise for a partir dos percentuais de aumento em um período maior, como, por exemplo, os últimos 10 anos, o custo com energia elétrica em R\$/MWh atinge patamares percentuais entre 89% e 147,1% de aumento, a depender da classe de consumo.

#### 2.4.1 Custo da Geração e Distribuição de Energia Elétrica - Enel São Paulo

A Resolução Homologatória nº 3.053 de 28 de junho de 2022 homologa o reajuste tarifário anual do ano de 2022, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD da Enel Distribuição São Paulo (ANEEL, 2022).

De acordo com a REH 3.053, as tarifas praticadas no ano de 2021 sofreram um reajuste de 12,04% que corresponde ao efeito tarifário a ser percebido pelos consumidores, usuários e agentes supridos pela distribuidora de energia. Importante destacar que as bandeiras tarifárias não estão inseridas na referido resolução e deverão ser acrescidas em seu período de vigor (ANEEL, 2022).

A tabela 12 apresenta os custos com geração de acordo com cada tipo de fonte geradora, tais custos são mostrados como um comparativo entre o último reajuste tarifário aplicado pela REH 3.053 de 2022 em contraponto com os valores da REH 2.890 que teve sua vigência entre 4 de julho de 2021 e 3 de julho de 2022 (ANEEL, 2022).

Tabela 12 – Tarifas de geração - Resolução Homologatória 3.053

<b>Trifas de aplicação REH 3.053 de 2022 - Enel São Paulo</b>			
<b>Geração</b>	<b>TUSD (R\$/KW)</b>		<b>TUSD (R\$/GW)</b>
PCH RASGÃO	R\$	2,66	R\$ 2.660.000,00
PCH PIRAPORA	R\$	2,63	R\$ 2.630.000,00
UTE SAO JOAO BIOGAS	R\$	1,77	R\$ 1.770.000,00
UTE FERNANDO GASPARIAN	R\$	0,92	R\$ 920.000,00
<b>Trifas de aplicação REH 2.890 de 2021 - Enel São Paulo</b>			
<b>Geração</b>	<b>TUSD (R\$/KW)</b>		<b>TUSD (R\$/GW)</b>
PCH RASGÃO	R\$	2,24	R\$ 2.240.000,00
PCH PIRAPORA	R\$	2,22	R\$ 2.220.000,00
NOVAS CENTRAIS GERADORAS	R\$	2,18	R\$ 2.180.000,00
UTE SAO JOAO BIOGAS	R\$	1,48	R\$ 1.480.000,00
UTE FERNANDO GASPARIAN	R\$	0,79	R\$ 790.000,00

Fonte: (REH 3.053, 2022) e (REH 2.890, 2021)

Similarmente à geração, existem os custos associados ao transporte de energia entre os centros geradores e os centros de consumo. Esses custos são atrelados ao nível de tensão, subgrupo tarifário, e a modalidade tarifária que o cliente se encontra inserido. Para tal, é conveniente explicar sobre a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD (ANEEL, 2022).

A Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD é o custo estabelecido pela ANEEL, em R\$/MWh repassado aos consumidores pelo uso do sistema de distribuição. A referida tarifa engloba os custos com as instalações elétricas, equipamentos e componentes da rede de distribuição utilizados para entregar essa energia aos seus clientes (NEOENERGIA, 2022).

A tabela 13 mostra os custos com o sistema de distribuição repassados ao consumidor por classe de tensão e posto horário.

Tabela 13 – Custo de distribuição Enel São Paulo

Distribuição	Posto	TUSD (R\$/kW)	TUSD (R\$/MWh)
A2 (88 a 138kV) - Azul	Ponta	R\$ 15,10	R\$ 82,65
	Fora ponta	R\$ 9,62	R\$ 82,65
A3a (30 a 44kV) - Azul	Ponta	R\$ 31,00	R\$ 111,19
	Fora ponta	R\$ 18,82	R\$ 111,19
A4 (2,3 a 25kV) - Azul	Ponta	R\$ 31,00	R\$ 111,19
	Fora ponta	R\$ 18,82	R\$ 111,19
AS	Ponta	R\$ 77,60	R\$ 149,26
	Fora ponta	R\$ 14,17	R\$ 149,26
B3 e B4	Ponta	-	R\$ 1.002,23
	Fora ponta	-	R\$ 319,33

Fonte: (REH 3.053, 2022)

## 2.5 Eficiência Energética

Em primeiro lugar, com a lei da conservação de energia, estabelecida por Joule e Meyer, tem-se que energia não se perde, ela se transforma através de processos de conversão. Já a lei da dissipação da energia afirma que em processos reais de conversão energética, sempre deverá ter como produto uma parcela de energia térmica (DIAS, 2000).

Logo, utilizando-se dos conceitos básicos da termodinâmica define-se eficiência energética conforme a equação (1).

$$E_{energética} = \frac{E_{útil}}{E_{consumida}} = \frac{E_{consumida} - perdas}{E_{consumida}} \quad (1)$$

Onde:

$E_{energética}$  Eficiência energética  
 $E_{consumida}$  Energia consumida  
 $E_{útil}$  Energia Útil

Dessa forma, utilizando-se do que diz (VIANA et al, 2012, p. 23) sobre energia útil, “corresponde à forma energética efetivamente demandada pelo usuário”, entende-se que a relação entre a energia consumida e a energia útil é a eficiência energética do equipamento, que quanto maior for, mais próximos serão esses valores e menor será o percentual de perdas.

Ainda, utilizando-se das palavras de (VIANA et al, 2012, p. 23), quando estudamos sistemas energéticos, com ênfase em sistemas elétricos, são utilizados alguns parâmetros para mensurar a utilização desses sistemas, é comum referir-se à demanda enquanto potência, avaliada em KW e ao consumo enquanto requerimento de energia, avaliada em kWh.

Similarmente, (SOUZA et al., 2020) nos traz que o uso racional da energia pode ser alcançado em qualquer etapa da cadeia energética, desde o processo de transformação da energia primária (eólica, solar, hídrica) até o seu consumo final. Então eficiência energética é obter o mesmo serviço energético utilizando-se de um menor consumo de energia.

Por outro lado, cita-se o que diz (DE ROMÉRO, 2012) sobre o assunto, segundo ele eficiência energética significa a abordagem dos usos finais energéticos, ou seja, a eficiência se dá também pela forma como a necessidade por energia é empregada.

Nesse contexto, realiza-se uma ação de eficiência energética ao simplesmente reduzir o uso final da energia, por exemplo, ao abrir as cortinas de um quarto ao invés de utilizar a iluminação artificial, ou quando se projeta prédios voltados a aproveitar ao máximo a iluminação natural.

Além disso, "a redução do uso de energia nos processos produtivos ou em sistemas que proporcionam conforto e amenidades não é um fim em si mesmo" (JANNUZZI, 2002). Na realidade, há uma cadeia de fatores que são beneficiados quando um país tem essa preocupação.

De início, pode-se citar que contribui para o aumentar a confiabilidade do sistema elétrico, principalmente após a crise energética vivenciada em 2001, no Brasil, popularmente chamada de apagão de 2001, que decorreu, principalmente, da escassez hídrica e da falta de planejamento aliados a uma alta demanda por eletricidade.

Outro aspecto é o fato de postergar as necessidades de investimentos em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica (JANNUZZI, 2002). Haja visto que, a produção de energia elétrica está associada à impactos socioambientais, custos de construção e de operação (CAMPOS,2010).

Acresce ainda que a redução de custos pelo lado do consumidor, que decorrente da racionalização do uso da energia, tem como fruto ganhos financeiros com a redução do valor da fatura de energia (MAMEDE, 2012).

Em resumo, essa busca na melhoria da qualidade do uso de energia elétrica pode ser alcançada através de medidas regulatórias e legislativas, mecanismos de mercado, incentivos financeiros e informação aos agentes (JANNUZZI, 2002).

## 2.6 Auditoria Energética

O termo auditoria energética pode ser entendido de várias formas, tais como: análise energética, avaliação energética ou mesmo diagnóstico energético. Atualmente, é considerado como um termo geral que visa o levantamento atual da utilização de recursos energéticos (VIANA et al, 2012).

Analogamente, (VIANA et al, 2012, p. 63) nos traz que auditoria energética pode ser qualquer estudo de fluxos energéticos em uma unidade consumidora, que possui o propósito de racionalizar o uso da eletricidade ou reduzir os custos com energia elétrica.

As auditorias energéticas geralmente são divididas em três categorias: auditorias preliminares, que tem como objetivo identificar grandes perdas em equipamentos e são realizadas num curto espaço de tempo (SAIDUR et al., 2010).

A seguir, tem-se as auditorias específicas, onde o foco pode estar num projeto específico para a unidade consumidora, numa parte da instalação ou em um equipamento, comumente esse processo demanda mais tempo se comparado a uma auditoria preliminar (SAIDUR et al., 2010).

E por fim, existem as auditorias abrangentes que abordam a planta energética por completo, com o intuito de identificar desde o consumo e distribuição da unidade consumidora até as formas de utilização dos recursos ali inseridos (SAIDUR et al., 2010).

Para auxiliar as empresas no desenvolvimento de uma auditoria energética, existem metodologias práticas que podem ser utilizadas, sendo elas, o diagnóstico energético, a autoavaliação dos pontos de desperdício e o estudo da otimização energética.

O diagnóstico energético visa estudar as unidades consumidoras através de um levantamento energético dos seus usos finais, para assim descobrir um padrão de consumo. Eventualmente será necessário visitas técnicas para realização de medições em equipamentos ou sistemas específicos, é uma etapa técnica, ou seja, não aborda diretamente os aspectos econômicos (VIANA et al, 2012, p. 59).

Outra opção é análise crítica da unidade consumidora em si, o objetivo é identificar os pontos de desperdício e avaliar as economias obtidas com a sua eliminação através da confecção de um mini roteiro de ações, não visa exclusivamente o lado técnico, mas também o lado econômico do processo, a essa etapa podemos chamar de autoavaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica (VIANA et al, 2012, p. 60).

Uma terceira abordagem seria a denominada otimização energética, ela é baseada em análises econômicas, onde são priorizadas as ações para melhorar a eficiência energética e pode

ser considerada o uso de outras fontes além da energia elétrica (VIANA et al, 2012, p. 61). Portanto, pode ser considerada a mais completa entre as três, já que aborda com profundidade tanto o lado técnico como econômico do processo.

Ainda de acordo com, (VIANA et al, 2012, p. 64), é importante deixar claro que o resultado do processo de auditoria energética, independentemente da metodologia escolhida, é um relatório que sintetiza o levantamento energético e propõe de maneira prática as ações viáveis.

Vale frisar que para maximizar os lucros dos investimentos, devem ser escolhidas empresas especializadas na promoção de racionalidade energética com ampla experiência técnica para a análise energética da planta, estas são denominadas ESCOS - Energy Service Company, e reguladas pela Associação Brasileira de ESCOS - ABESCO.

O conhecimento técnico significa ter uma equipe bem treinada em sistemas e funcionamento de equipamentos de corrente alternada; o planejamento é uma estratégia que permite a verificação dos vazamentos e pendências que geram maiores custos, e finalmente, acompanhar os planos de ação e auditar regularmente a unidade analisada

A fim de iniciar o processo de auditoria energética é necessário que o auditor levante as seguintes questões:

- I. Qual o consumo da instalação?
- II. Quem está consumindo energia?
- III. Como está sendo consumida a energia?
- IV. Qual o nível de eficiência?

Pois determinar essas questões é um passo importantíssimo que precede o planejamento das ações de eficiência energética em si, como específica (VIANA et al, 2012).

### 3 PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - PEE

O Programa de Eficiência Energética – PEE, regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, uma autarquia sob regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia – MME, tem por objetivo promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia (ANEEL, 2017 p.6).

### 3.1 Políticas Públicas de Eficiência Energética

Os principais eventos que deram início às discussões sobre eficiência energética, no mundo, datam desde a década de 1970 e são uma resposta à crise do petróleo (PNE 2023, 2007), onde tornou-se evidente que as reservas fósseis não seriam baratas para sempre nem seu uso seria inofensivo ao meio ambiente.

Por essa razão, mecanismos legais de incentivo à conservação de energia têm sido empregados por vários países a fim de reduzir o consumo de energia e as emissões de gases de efeito estufa (ALTÓE et al., 2017).

A implantação de políticas públicas governamentais é um dos fatores que podem agilizar a adoção de medidas de eficiência energética pela população. No entanto, para que possam causar verdadeiro impacto na sociedade, essas políticas devem ser propostas juntamente com incentivos fiscais e financeiros.

No Brasil, as legislações de incentivo à eficiência energética tornaram-se significativas a partir de 1980 e abaixo destacam-se as mais relevantes para o presente trabalho.

- 1984, Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)
- 1985, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL)
- 1998, Obrigatoriedade de investimentos em conservação de energia por parte das concessionárias, sob fiscalização da ANEEL, ratificado na Lei 9.991/2000

Em 1984, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) iniciou uma discussão com a sociedade objetivando a conscientização coletiva sobre o uso racional dos diversos tipos de energia no país, informando aos consumidores sobre gastos energéticos dos equipamentos e como realizar compras conscientes priorizando produtos mais eficientes, a esse projeto deu-se o nome de Programa Brasileiro de Etiquetagem (INMETRO,2021).

De forma prática, o programa fornece informações sobre o desempenho dos produtos, através da etiquetagem deles, e considera fatores como eficiência energética e ruído para influenciar os consumidores a realizarem compras mais conscientes, além disso, ele instiga competitividade na indústria que buscará fabricar equipamentos cada vez mais eficientes (INMETRO,2021).

Dessa forma, o conteúdo nas etiquetas ajuda a população a escolher os melhores equipamentos, equilibrando a assimetria de informações, uma vez que os consumidores não

possuem conhecimento especializado e faz com que os fornecedores invistam em melhorar a qualidade de seus produtos para que eles possam se destacar no mercado (INMETRO,2021).

Já o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e executado pela Eletrobras foi instituído Portaria Interministerial nº 1.877/1995 e é uma ferramenta desenvolvida pelo governo brasileiro que busca promover o uso eficiente da energia e combater seu desperdício (PROCEL, 2006).

A Lei nº 13.280 de 03 de maio de 2016 marca o início de um novo ciclo para o PROCEL pois o programa a partir de então passou a contar com uma fonte de recursos específica e com planos anuais de aplicação deles, e para isso são realizadas consultas públicas com participação de diversos agentes do setor elétrico dando credibilidade e transparência aos investimentos realizados (PROCEL, 2006).

Art. 5º I – no caso dos recursos para eficiência energética previstos no art. 1º:

b) 20% (vinte por cento) serão destinados ao Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), instituído pela Portaria Interministerial nº 1.877, de 30 de dezembro de 1985, e ratificado pelo Decreto de 18 de julho de 1991;

O programa atua em diversos setores da economia e um deles é o de equipamentos, através do selo PROCEL que identifica os equipamentos e eletrodomésticos mais eficientes induzindo desenvolvimento e aprimoramento tecnológico do mercado aos produtos disponíveis no mercado brasileiro (PROCEL, 2006).

A etiqueta do INMETRO instituída pelo PBE e o selo instituído PROCEL funcionam de forma complementar, onde a etiqueta classifica os produtos de acordo com a sua eficiência e o selo reconhece os produtos mais eficientes por categoria, em geral classificando-os como ‘A’ na etiqueta. Os programas conciliados impulsionam a corrida tecnológica pelos aparelhos e equipamentos mais eficientes (INMETRO,2021).

Além dos programas já explicitados, tem-se a criação do Programa de Eficiência Energética (PEE) por meio da Lei 9.991 de 24 de julho de 2000, que obriga as concessionárias e permissionárias de energia elétrica a destinar um percentual mínimo da sua Receita Operacional Líquida (ROL) em programas de Eficiência Energética (EE) e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), conforme transcrito abaixo:

Art. 1º. As concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de no mínimo, setenta e cinco centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, e no mínimo, vinte e cinco centésimos por cento em programas de eficiência energética no uso final, observado o seguinte:

Posteriormente, o Ministério de Minas e Energia (MME) e a Agência Nacional de Energia Elétrica Resolução (ANEEL), por meio da Resolução Normativa (REN) nº 556 de 18 de junho de 2013, aprovam os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE).

Logo, tem-se que o objetivo desses programas é demonstrar à sociedade a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício de energia elétrica e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia.

Para isso, busca-se maximizar os benefícios públicos da energia economizada e da demanda evitada no âmbito desses programas. Avalia-se, enfim, a transformação do mercado de energia elétrica, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos racionais de uso da energia elétrica.

### 3.2 PEE aplicado às Chamadas Públicas de Projetos

De acordo com o Ministério da Economia (BRASIL, 2022), define-se chamada pública como sendo um procedimento realizado pela administração pública para executar atividades ou projetos que despertem o interesse civil. A celebração dessa parceria é feita por meio de termos de colaboração, fomento ou acordos de cooperação.

Nesse sentido, buscando um instrumento para captação e seleção de projetos de eficiência energética, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL define, através da Resolução Normativa (REN) nº 556/2013, que as concessionárias de energia elétrica deveriam utilizar-se da chamada pública para tal e que ela deveria obrigatoriamente ser realizada, no mínimo, uma vez por ano. Fato que pode ser visto no trecho transcrito abaixo:

Art. 9º - As concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia elétrica deverão realizar Chamada Pública para seleção de projetos, uma vez por ano, a partir de 24 (vinte e quatro) meses da data de publicação desta Resolução. (MME, 2013, p.45)

Em paralelo, tem-se a aprovação dos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética - PROPEE, um guia composto por 10 módulos que estabelecem as diretrizes do programa de eficiência energética. Além disso, ele também discorre acerca da metodologia de realização de uma chamada pública de projetos.

Conforme dito acima, a execução de uma chamada pública de projetos (CPP) é sistemática e precisa obedecer a algumas etapas prévias seu lançamento. A CPP não precisa ser cadastrada na ANEEL, mas a agência deverá ser informada sobre sua realização, assim como deverá receber seu edital e saber a forma como ela será divulgada (PROPEE, módulo 3, p.15).

Inicialmente há a seleção das tipologias de projeto, pois a distribuidora deverá aplicar pelo menos 50% do investimento obrigatório em unidades consumidoras das duas classes de consumo com maior participação em seu mercado de energia elétrica (PROPEE, módulo 3, p.3).

Em seguida, há a definição do escopo da chamada, no qual serão estabelecidos os critérios de aceitação e qualificação das propostas, assim como, os critérios de seleção de empresas ofertantes, limite de recursos disponíveis e, por fim as informações mínimas que devem estar presentes em um diagnóstico energético de um projeto de eficiência (PROPEE, módulo 3, p.14).

Definem-se esses preceitos e finalizado o edital da chamada pública de projetos iniciará a divulgação do certame. Ela precisa ser amplamente divulgada para que se possa obter o maior número de projetos.

O próximo passo é a qualificação dos projetos que deverá obedecer a um sistema de qualidade e preço, com notas atribuídas a diversos itens, conforme o documento Critérios para Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética (PROPEE, módulo 3, p.15).

Posteriormente ocorrerá a divulgação dos resultados da análise de projetos, conforme rito do próprio edital da chamada, assim como seu resultado disponibilizado na página de internet dedicada ao processo. Os projetos qualificados e não selecionados devido o limite de recurso irão compor o cadastro de reserva com a possibilidade se serem acionados em caso de disponibilidade de recurso adicional, num período de 24 meses (PROPEE, módulo 3, p.15).

Durante esse processo, a chamada pública de projetos fica sujeita à fiscalização da ANEEL assim como seu acompanhamento de longo prazo que é feito para verificar a adequação do processo e permitir o seu aprimoramento.

Por fim, é importante destacar que as chamadas públicas de projetos realizadas no âmbito do PEE têm como principal objetivo tornar o processo decisório de escolha dos projetos e consumidores beneficiados pelo programa, mais transparente e democrático, promovendo maior participação da sociedade. Uma vez que, por meio dele, todos os interessados poderão apresentar suas propostas (PROPEE, módulo 3, p.14).

### 3.3 Participantes Elegíveis e Tipologias de Projeto

Primeiramente, para que uma proposta seja elegível e possa participar da chamada pública, é necessário que os consumidores beneficiados estejam localizados geograficamente na área de concessão da distribuidora, podendo ser livres ou cativos (PROPEE, módulo 3, p.4).

Além disso, todo o processo de submissão e acompanhamento dessas propostas, não será feito pela concessionária responsável pela CPP, mas poderá ser desenvolvido por ESCOS (Energy Services Company), consumidores, fabricantes, comerciantes ou outros, de acordo com o PROPEE (módulo 3, 2020, p.4).

O financiamento desses projetos é realizado em duas modalidades, sendo elas: modalidade contrato de desempenho e a modalidade fundo perdido. O contrato de desempenho serve para evitar a transferência de recursos a unidades consumidoras privadas e sem fins assistenciais. É um financiamento parcial onde o cliente reembolsará à conta do PEE a parte do projeto relativa à sua implantação. Já na modalidade fundo perdido arcará com o valor integral do projeto e o consumidor não precisará reembolsar o PEE (PROPEE, módulo 3, p.12).

Uma vez que estabeleceu-se os participantes e definidas as responsabilidades de cada agente e as modalidades de contrato, tem-se a definição das tipologias (classes de consumo) de projeto que irão compor a chamada pública, e é papel da concessionária definir quais serão elas.

As tipologias de projeto aceitas no escopo do PEE são:

- i. Industrial
- ii. Comércio e Serviços (e outras atividades)
- iii. Poder Público (Federal, Estadual e Municipal)
- iv. Serviços Públicos
- v. Rural (todas as classes)
- vi. Residencial (excluídas as beneficiadas com a TSEE)
- vii. Iluminação Pública

Ademais, conta-se com as tipologias de gestão energética municipal, educacional e baixa renda que não fazem parte do escopo de uma chamada pública de projetos.

Para as tipologias industrial e comércio e serviços, as ações de eficiência energética abordadas podem ser melhoria na instalação e gestão energética, porém a forma de disponibilização dos recursos aportados será na modalidade de contrato de desempenho energético (PROPEE, módulo 4, p.11).

A tipologia comércio e serviços poderá ter projetos financiados à fundo perdido somente em instituições públicas (federais, distritais, estaduais ou municipais) ou em consumidores reconhecidos como entidades beneficentes de assistência social com a finalidade de prestação

de serviços nas áreas de assistência social, saúde ou educação, com a Certificação de Entidades Beneficentes de Assistência Social – CEBAS de acordo com a (Lei Complementar N° 187, de dezembro de 2021).

Similarmente ocorrerá para a tipologia rural, quando se referir ao setor produtivo, ou seja, quando a unidade consumidora executar atividades com fins lucrativos, no entanto, se o projeto beneficiar uma residência rural, os procedimentos serão semelhantes aos da tipologia residencial (PROPEE, módulo 4, p.13).

Para as tipologias de poder público e serviços públicos, as ações de eficiência energética abordadas podem ser também melhoria na instalação e gestão energética, já a modalidade de financiamento dos recursos aportados será a fundo perdido e opcionalmente por meio de contrato de desempenho energético (PROPEE, módulo 4, p.12).

Por outro lado, tem-se a tipologia residencial que visa atingir consumidores não beneficiados com os projetos baixa renda, nela as ações de eficiência energética abordadas podem ser melhoria na instalação e gestão energética, já a modalidade de financiamento dos recursos aportados será a fundo perdido e opcionalmente por meio de contrato de desempenho energético (PROPEE, módulo 4, p.13).

E para finalizar, a tipologia iluminação pública busca auxiliar prefeituras municipais na melhoria da eficiência energética dos sistemas de iluminação pública. Para tal, as ações cabíveis consistem na troca das luminárias por modelos mais eficientes, além da possibilidade de troca dos elementos de fixação e miscelâneas e a implantação do projeto será a fundo perdido ou opcionalmente por meio de contrato de desempenho energético (PROPEE, módulo 4, p.17).

### 3.4 Ações De Eficiência Energética Dentro De Um Projeto do PEE

De acordo com (EVO, 2012) pode-se definir ações de eficiência energética – AEE's como uma atividade ou conjunto de atividades concebidas para aumentar a eficiência energética de uma instalação, sistema, processo ou equipamento.

Este capítulo é dedicado a apresentar os usos finais que podem ser abordados em uma chamada pública e mostrar algumas ações de eficiência energética possíveis de implementação por parte dos projetistas.

#### 3.4.1 AEE's para Iluminação

De início, serão abordadas algumas ações de eficiência energética voltadas para sistemas de iluminação artificial, o foco será na substituição de equipamentos como lâmpadas, reatores e luminárias (PROPEE, módulo 4, p.28).

Nesse contexto, utiliza-se como exemplo, a troca de lâmpadas tradicionais, incandescentes e fluorescentes, por lâmpadas LED, pois estas conseguem manter o mesmo “serviço” enquanto demandam por uma quantidade menor de energia (PROCELINFO, 2020).

Além disso, através do uso da tecnologia LED é possível a implementação de dispositivos de controle que contribuem evitando o desperdício de energia, uma vez que, o uso do equipamento se torna programado, atendendo apenas no instante de necessidade por parte do consumidor (PROCELINFO, 2020).

Para o levantamento de dados ex-ante (sistema atual) são necessárias algumas informações mínimas sobre os equipamentos de iluminação, conforme mostrado na figura 1. É importante destacar que o agrupamento dos equipamentos deve ser feito juntando sistemas que tenham o mesmo regime de funcionamento, mesmas características técnicas e mesmo tipo de tecnologia, como nos indica o PROPEE (módulo 4, 2013).

Figura 1- Informações mínimas do sistema de iluminação atual

SISTEMA ATUAL				
0	Sistema 1	Sistema 2	...	TOTAL
1	Tipo de lâmpada			
2	Potência (lâmpada + reator) (W)	$pa_1$		
3	Quantidade	$qa_1$		
4	Potência Instalada (kW)	$Pa_1$	$= \frac{pa_1 \times qa_1}{1.000}$	
5	Funcionamento (h/ano)	$ha_1$		
6	FCP (fator de coincidência na ponta)	$FCPa_1$	$= \frac{Da_1}{Pa_1}$	
7	Energia Consumida (MWh/ano)	$Ea_1$	$= \frac{Pa_1 \times ha_1}{1.000}$	$Ea = \sum Ea_i$
8	Demanda média na ponta (kW)	$Da_1$		$Da = \sum Da_i$

Fonte: (PROPEE, módulo 4)

Embora se deva almejar uma avaliação correta, a estimativa de benefícios alcançados, que se dá através dos equipamentos propostos, conforme mostrado na figura 4, poderá ser diferente da obtida com os dados medidos e analisados por técnicas de Medição e Verificação, por essa razão é importante seguir os princípios de Medição e Verificação M&V (EVO,2012, p. 7).

Figura 2 – Informações mínimas para o sistema de iluminação proposto

SISTEMA PROPOSTO				
	Sistema 1	Sistema 2	...	TOTAL
11	Tipo de equipamento/tecnologia			
12	Potência refrigeração (btu/h)	$pp_1$		
13	Coefficiente de eficiência energética (W/W)	$cp_1$		
14	Quantidade	$qp_1$		
15	Potência Instalada (kW)	$Pp_1 = \frac{pp_1 \times 0,293 \times qa_1}{1.000 \times ca_1}$		
16	Potência média utilizada (kW)	$Pup_1$		
17	Funcionamento (h/ano)	$hp_1$		
18	FCP (fator de coincidência na ponta)	$FCPa_1$		
19	Energia Consumida (MWh/ano)	$Ea_1 = \frac{Pup_1 \times hp_1}{1.000}$		$Ep = \sum Ep_i$
20	Demanda média na ponta (kW)	$Da_1 = Pp_1 \times FCPp_1$		$Dp = \sum Dp_i$

Fonte: (PROPEE, módulo 4)

### 3.4.2 AEE's para Condicionamento Ambiental

No uso final condicional ambiental, faz-se referência à substituição de ar-condicionados, que geralmente contempla a retirada de um ar-condicionado tipo janela por um equipamento de maior eficiência, por exemplo, modelos split com tecnologia inverter, daí a preferência por equipamentos com selo PROCEL. Além disso, é possível a substituição de chillers dentro desse uso final (PROPEE, módulo 4, p.30).

Para o levantamento de dados ex-ante (sistema atual) são necessárias algumas informações mínimas sobre os equipamentos alvo da proposta de eficiência, conforme mostrado na figura 3.

É importante destacar que o agrupamento dos equipamentos deve ser feito juntando sistemas que tenham as mesmas características de instalação e funcionamento, além do mesmo tipo de tecnologia agregada (janela, split, self contained etc.) e horas de funcionamento, como nos indica o PROPEE (módulo 4, 2013).

Figura 3- Informações mínimas do sistema de condicionamento ambiental atual

SISTEMA ATUAL					
0		Sistema 1	Sistema 2	...	TOTAL
1	Tipo de equipamento/tecnologia				
2	Potência refrigeração (btu/h)	$pa_1$			
3	Coefficiente de eficiência energética (W/W)	$ca_1$			
4	Quantidade	$qa_1$			
5	Potência Instalada (kW)	$Pa_1$	$= \frac{pa_1 \times 0,293 \times qa_1}{1.000 \times ca_1}$		
6	Potência média utilizada (kW)	$Pua_1$			
7	Funcionamento (h/ano)	$ha_1$			
8	FCP (fator de coincidência na ponta)	$FCPa_1$			
9	Energia Consumida (MWh/ano)	$Ea_1$	$= \frac{Pua_1 \times ha_1}{1.000}$		$Ea = \sum Ea_i$
10	Demanda média na ponta (kW)	$Da_1$	$= Pua_1 \times FCPa_1$		$Da = \sum Da_i$

Fonte: (PROPEE, módulo 4)

Embora se deva almejar uma avaliação correta, a estimativa de benefícios alcançados, que se dá através dos equipamentos propostos, conforme mostrado na figura 4, poderá ser diferente da obtida com os dados medidos e analisados por técnicas de Medição e Verificação, por essa razão é importante seguir os princípios de Medição e Verificação M&V (EVO,2012, p. 7).

Figura 4 - Informações mínimas do sistema de condicionamento ambiental proposto

SISTEMA PROPOSTO					
		Sistema 1	Sistema 2	...	TOTAL
11	Tipo de equipamento/tecnologia				
12	Potência refrigeração (btu/h)	$pp_1$			
13	Coefficiente de eficiência energética (W/W)	$cp_1$			
14	Quantidade	$qp_1$			
15	Potência Instalada (kW)	$Pp_1$	$= \frac{pp_1 \times 0,293 \times qa_1}{1.000 \times ca_1}$		
16	Potência média utilizada (kW)	$Pup_1$			
17	Funcionamento (h/ano)	$hp_1$			
18	FCP (fator de coincidência na ponta)	$FCPp_1$			
19	Energia Consumida (MWh/ano)	$Ea_1$	$= \frac{Pup_1 \times hp_1}{1.000}$		$Ep = \sum Ep_i$
20	Demanda média na ponta (kW)	$Da_1$	$= Pup_1 \times FCPp_1$		$Dp = \sum Dp_i$

Fonte: (PROPEE, módulo 4)

### 3.4.3 AEE's para Refrigeração

Já quando se trata de refrigeração, as ações de eficiência (PROPEE, módulo 4, p.35) “referem-se à substituição de equipamentos individuais de refrigeração (geladeiras, balcões frigoríficos, mostradores, freezers, etc.) de pequeno porte, ou de modernização de processos, sistemas ou equipamentos”.

Outras ações também podem ser implementadas, como a substituição de câmaras frigoríficas ou sistemas de refrigeração de grande porte.

Quando tratamos de projetos no âmbito do PEE, as informações mínimas sobre os equipamentos de refrigeração, tanto no que se refere ao sistema atual (ex-ante) da unidade consumidora – UC, quanto no que se refere ao sistema proposto (ex-post), ou seja, após o levantamento das ações de eficiência energética viáveis, é mostrado na figura 5.

Figura 5 - Informações mínimas do sistema de refrigeração atual

SISTEMA ATUAL			
0	Sistema 1	Sistema 2 ..	TOTAL
1	Tipo de equipamento/tecnologia		
2	Potência nominal (kW)	$Pa_1$	
3	Potência média utilizada (kW)	$Pua_1$	
4	Quantidade	$qa_1$	
5	Funcionamento (h/ano)	$ha_1$	
6	FCP (fator de coincidência na ponta)	$FCPa_1$	
7	Energia Consumida (MWh/ano)	$Ea_1 = \frac{Pua_1 \times qa_1 \times ha_1}{1.000}$	$Ea = \sum Ea_i$
8	Demanda média na ponta (kW)	$Da_1 = \frac{Pua_1 \times qa_1}{FCPa_1}$	$Da = \sum Da_i$

Fonte: (PROPEE, módulo 4)

Para tal, deve-se agrupar os equipamentos com as mesmas características de instalação e funcionamento – tipo, potência, uso, horas de funcionamento. Caso um tipo de equipamento tenha sido trocado por duas potências diferentes, considerar tipos diferentes, de acordo com o PROPEE (módulo 4, 2013).

Figura 6 - Informações mínimas do sistema de refrigeração proposto

SISTEMA PROPOSTO			
	Sistema 1	Sistema 2 ...	TOTAL
11	Tipo de equipamento/tecnologia		
12	Potência nominal (kW)	$P_{p1}$	
13	Potência média utilizada (kW)	$P_{up1}$	
14	Quantidade	$q_{p1}$	
15	Funcionamento (h/ano)	$h_{p1}$	
16	FCP (fator de coincidência na ponta)	$FCPP_1$	
17	Energia Consumida (MWh/ano)	$E_{p1} = \frac{P_{up1} \times q_{p1} \times h_{p1}}{1.000}$	$E_p = \sum E_{p_i}$
18	Demanda média na ponta (kW)	$D_{p1} = \frac{P_{up1} \times q_{p1}}{FCPP_1}$	$D_p = \sum D_{p_i}$

Fonte: (PROPEE, módulo 4)

Embora se deva almejar uma avaliação correta, a estimativa de benefícios alcançados, que se dá através dos equipamentos propostos, conforme mostrado na figura 6, poderá ser diferente da obtida com os dados medidos e analisados por técnicas de Medição e Verificação, por essa razão é importante seguir os princípios de Medição e Verificação M&V (EVO,2012, p. 7).

#### 3.4.4 AEE's para Sistemas Motrizes

Quando se trata de sistemas motrizes, algumas ações de eficiência energética citadas podem ser a substituição de motores elétricos por equivalentes de maior rendimento. Além de realizar a adequação do motor à carga, tem-se a possibilidade de utilizar algum tipo de acionador (conversores de frequência, regulador de tensão).

As informações mínimas, sobre os equipamentos para o uso final sistemas motrizes, a serem enviadas à ANEEL e que devem fazer parte dos projetos de eficiência submetidos no PEE, são as mostradas nas figuras 7 e 8.

Figura 7 - Informações mínimas do sistema motriz atual

SISTEMA ATUAL				TOTAL
0		Sistema 1	Sis- tema 2 ...	
1	Potência do nominal do motor (cv)	$pa_1$		
2	Carregamento (1)	$\gamma a_1$		
3	Rendimento nominal (%)	$\eta na_1$		
3a	Rendimento no ponto de carregamento (%)	$\eta a_1$		
4	Quantidade	$qa_1$		
5	Potência instalada (kW)	$Pa_1 = \frac{pa_1 \cdot 0,736 \cdot qa_1}{\Delta \eta na_1}$		
6	Potência média utilizada (kW)	$Pua_1 = Pa_1 \times \gamma a_1 \times \frac{\eta na_1}{\eta a_1}$		
7	Funcionamento (h/ano)	$ha_1$		
8	FCP (fator de coincidência na ponta)	$FCPa_1$		
9	Energia Consumida (MWh/ano)	$Ea_1 = \frac{Pua_1 \times ha_1}{1.000}$		$Ea = \sum Ea_i$
10	Demanda média na ponta (kW)	$Da_1 = Pua_1 \times FCPa_1$		$Da = \sum Da_i$

Fonte: (PROPEE, módulo 4)

Figura 8 - Informações mínimas do sistema motriz proposto

SISTEMA PROPOSTO				TOTAL
		Sistema 1	Siste- ma 2 ...	
11	Potência nominal do motor (cv)	$pp_1$		
12	Carregamento (1)	$\gamma p_1$		
13	Rendimento nominal (%)	$\eta np_1$		
13a	Rendimento à carga acionada (%)	$\eta p_1$		
14	Quantidade	$qp_1$		
15	Potência Instalada (kW)	$Pp_1 = \frac{pp_1 \times 0,736 \times qp_1}{\eta np_1}$		
16	Potência média utilizada (kW)	$Pup_1 = Pp_1 \times \gamma p_1 \times \frac{\eta np_1}{\eta p_1}$		
17	Funcionamento (h/ano)	$hp_1$		
18	FCP (fator de coincidência na ponta)	$FCPp_1$		
19	Energia Consumida (MWh/ano)	$Ep_1 = \frac{Pup_1 \times hp_1}{1.000}$		$Ep = \sum Ep_i$
20	Demanda média na ponta (kW)	$Dp_1 = Pup_1 \times FCPp_1$		$Dp = \sum Dp_i$

Fonte: (PROPEE, módulo 4)

Embora se deva almejar uma avaliação correta, a estimativa de benefícios alcançados, que se dá através dos equipamentos propostos, conforme mostrado na figura 8, poderá ser diferente da obtida com os dados medidos e analisados por técnicas de Medição e Verificação,

por essa razão é importante seguir os princípios de Medição e Verificação M&V (EVO,2012, p. 7).

#### 3.4.5 AEE's para Aquecimento Solar de Água

As ações de eficiência energética propostas para aquecimento solar de água podem ser as seguintes: aquecimento solar em reservatórios, assim a substituição de chuveiros elétricos e sistemas centrais de aquecimento elétrico por bombas de calor. No caso dos dois últimos, as memórias de cálculo precisam estar detalhadas quando para projetos do PEE.

#### 3.4.6 AEE's para Fontes Incentivadas

Por fim, a geração por fontes incentivadas que por si só já se configura como uma ação de eficiência energética. Entretanto, se utilizada para projetos beneficiados pelo recurso do PEE, sua implementação deverá obedecer ao PROPEE, Módulo 6 – Projetos com Fontes Incentivadas.

#### 3.4.7 Roteiro de um Projeto de Eficiência Energética

Para projetos submetidos em chamadas públicas que estejam concorrendo a recursos pertencentes ao programa de eficiência energética - PEE, tem-se um roteiro mínimo a ser seguido. De tal forma que, na falta de algum item, o projeto não poderá participar da disputa.

Inicialmente, deverá haver a identificação do projeto, onde será descrito o seu título, dados da empresa responsável pelo projeto e os dados do cliente beneficiado (PROPEE, mod,4, p.47). Os dados mínimos para identificação da proponente e do cliente são citados na tabela 14.

Tabela 14 – Identificação do projeto de eficiência energética

Nome
Endereço
Cidade
Estado
Telefone/Fax
E-mail
Contato
Ramo de Atividade

Fonte: (PROPEE, módulo 4)

A seguir, tem-se a descrição dos objetivos e das ações de eficiência a serem realizadas, assim como deverá ser indicada a unidade consumidora a ser beneficiada e seu subgrupo tarifário. Esses dados precisam estar detalhados para que possa haver facilidade no entendimento do avaliador.

Uma vez detalhadas as etapas do projeto e as ações que promoverão economia energética será necessário explicitar a metodologia e tecnologias a serem aplicadas durante suas fases. O próximo ponto será descrever a estratégia de M&V utilizada (PROPEE, mod,4, p.47).

Ademais é preciso informar as metas de Economia de Energia e de Redução de Demanda na Ponta, expressas em MWh/ano e kW, respectivamente, com base nos valores propostos no projeto e calculados de acordo com o item 3.4 desse estudo. Poderá ainda ser indicado outros benefícios aquém dos mencionados acima, tanto para a distribuidora quanto para o consumidor e o sistema elétrico (PROPEE, mod,4, p.47).

Por outro lado, os prazos e custos do projeto devem constar também na proposta. Eles podem ser apresentados através de cronogramas físicos e financeiros. Os modelos de ambos os cronogramas são apresentados nas tabelas 15 e 16.

Tabela 15 – Cronograma físico do projeto

Etapas	Meses											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Etapa 1	xxx	xxx										
Etapa 2			xxx	xxx	xxx							
Etapa 3					xxx	xxx	xxx					
Etapa 4								xxx	xxx	xxx		
Etc.										xxx	xxx	xxx

Fonte: (PROPEE, módulo 4)

Importante destacar que os aportes realizados como contrapartida, tanto por parte da empresa proponente quando por parte do cliente deverão constar no cronograma financeiro. A distribuidora irá realizar os pagamentos de acordo com o que estiver discriminado no cronograma financeiro.

*Tabela 16 – Cronograma financeiro do projeto*

Etapas	Meses												Total	
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez		
Etapa 1	proj.	R\$xx	R\$xx											R\$xx
	PEE	R\$xx	R\$xx											R\$xx
Etapa 2	proj.			R\$xx	R\$xx	R\$xx								R\$xx
	PEE			R\$xx	R\$xx	R\$xx								R\$xx
Etapa 3	proj.					R\$xx	R\$xx	R\$xx						R\$xx
	PEE					R\$xx	R\$xx	R\$xx						R\$xx
etc.	proj.										R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx
	PEE										R\$xx	R\$xx	R\$xx	R\$xx
Total	proj.	R\$xx												
	PEE	R\$xx												

*Fonte: (PROPEE, módulo 4)*

Não se pode deixar de fora uma parte fundamental de um projeto de eficiência energética do PEE, que são as atividades treinamento e capacitação que tem por foco estimular e consolidar as práticas de eficiência nas instalações beneficiadas pelo programa e ainda treinar o pessoal nos usos finais implementados (PROPEE, Mod.4, p. 44).

Além disso, deverá ser conduzido um treinamento voltado para as equipes técnicas e administrativas atuantes nos consumidores beneficiados objetivando a formação de uma cultura de conservadorismo. Em virtude disso, deverá conter no projeto informações referentes ao conteúdo programático, instrutor, público-alvo, carga horária, cronograma, local e todos os custos relacionados (PROPEE, Mod.4, p. 45).

Outro componente que não pode deixar de ser abordado nesse tipo de projeto é o descarte correto dos equipamentos substituídos. De acordo com o PROPEE, (mod. 4, 2013), “todos os equipamentos retirados de operação deverão ser descartados e seus resíduos destinados e dispostos em cumprimento à legislação ambiental vigente”, que no caso são a Lei nº 12.305/2010 e o Decreto nº 9.177/2017.

Neles é estabelecido que os equipamentos retirados de funcionamento deverão passar por um processo de logística reserva que poderá ser feita por fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes ou qualquer outro agente especializado no processo. Por outro lado, a distribuidora deverá comprovar o descarte dos equipamentos ineficientes trocados por

meio de contratos/acordos firmados com os responsáveis pela recepção dos equipamentos o PROPEE, (mod. 4, 2013, p.46).

Por fim, a empresa proponente precisa ficar atenta aos documentos de habilitação solicitados por cada concessionária de energia, geralmente a análise dessa documentação é prévia à análise do projeto em si e muitas vezes desclassificatória em casos de inconformidades apontadas pelo agente avaliador do projeto.

### 3.5 Viabilidade de um Projeto De Eficiência Energética no PEE

A congruência de se conceber um programa de eficiência energética é que os projetos selecionados apresentem benefícios energéticos que monetariamente superem os recursos aportados, caso fosse necessário realizar a expansão do sistema elétrico de potência (ANEEL, 2017, p.5).

O módulo 7 do PROPEE trata das diretrizes e procedimentos para o cálculo da viabilidade econômica dos projetos do PEE. Nele são apresentados indicadores importantes para o programa e como eles deverão ser calculados.

A princípio existem dois indicadores responsáveis pela valoração do benefício de um projeto de eficiência energética, são eles a energia economizada (EE) e a redução de demanda na ponta (RDP), observados pela ótica do sistema elétrico (ANEEL, 2017, p.4).

Do mesmo modo, quando trata-se de viabilidade econômica de um projeto do PEE, o principal critério de avaliação é sua relação custo-benefício - RCB. Ou seja, os projetos apresentados à fundo perdido, deverão ter um RCB menor ou igual a 0,8 (oito décimos), já para os projetos na modalidade contrato de desempenho, admite-se um RCB menor ou igual a 0,9 (nove décimos), e por fim para projetos com fontes incentivadas, admite-se um RCB menor ou igual a 1,0 (um) (ANEEL, 2017, p.5).

Da mesma maneira, tem-se que no PEE, o benefício monetário apurado com os com os indicadores de EE e RDP deve superar em, no mínimo 25% os custos marginais de expansão do sistema elétrico.

Contudo, para a mensuração dos custos marginais de expansão do sistema elétrico, deverá ser considerado uma estrutura de valores tarifários, separada por subgrupos e por distribuidora de energia, homologada pela ANEEL e com reajustes anuais. Acresce ainda que para baixa tensão deverá ser utilizada a modalidade tarifaria branca e para alta tensão utilizar modalidade tarifária azul (ANEEL, 2017, p.4).

Se faz importante citar as perspectivas pelas quais os benefícios podem ser mensurados, o que é chamado de ponto de vista do PEE, que leva em consideração apenas os aportes financeiros feitos pelo PEE e por outro lado há o ponto de vista do projeto, que leva em consideração os aportes realizados pelo PEE, pelo consumidor e por terceiros (ANEEL, 2017, p.4).

Além das perspectivas mencionadas acima, há também a ótica de quem avalia, que pode ser a ótica do sistema elétrico, que valora a economia de energia e redução de demanda de acordo com o valor bruto da tarifa e a ótica do consumidor, que valora as grandezas de acordo com o preço pago pelo consumidor final (ANEEL, 2017, p.5).

A fim de estar em acordo com o PROPEE, a avaliação da viabilidade econômica dos projetos será realizada pela ótica do sistema elétrico, exceto no caso de Fontes Incentivadas, onde se pode tomar como referência o preço efetivamente pago pelo consumidor (ANEEL, 2017, p.5).

A seguir, será mostrado a formulação por trás dos indicadores de desempenho e viabilidade dos projetos submetidos ao PEE. Porém é importante destacar que a concessionária de energia disponibiliza esse memorial e que esses indicadores são calculados de forma automática.

### 3.5.1 Cálculo do CEE e CED

A princípio, para mensurar o impacto do benefício energético em termos monetários, é necessário calcular quanto custa a energia e a demanda por energia elétrica que serão evitadas, ou seja, qual valor o consumidor deixará de pagar à concessionária com as medidas de eficiência aderidas.

Para tal, é essencial saber quanto custa essa energia, e para isso será calculado o Custo Evitado de Energia – CEE e o Custo Evitado de Demanda – CED, conforme descrito nas fórmulas (2) e (3).

$$CED = (12 * C_1) + (12 * C_2 + LP) \quad (2)$$

Onde:

$$C_1 = \text{Custo unitário da demanda no horário de ponta} \frac{R\$}{kW} \cdot \text{mês}$$

$$C_2 = \text{Custo unitário da demanda no horário fora ponta} \frac{R\$}{kW} \cdot \text{mês}$$

$$LP = 1$$

$$CEE = \frac{(C_3 * LE_1) + (C_4 * LE_2) + (C_5 * LE_3) + (C_6 * LE_4)}{LE_1 + LE_2 + LE_3 + LE_4} \quad (3)$$

Onde:

$C_3$  = Custo unitário da demanda no horário de ponta período seco R\$/MWh

$C_4$  = Custo unitário da demanda no horário de ponta período umido R\$/MWh

$C_5$  = Custo unitário da demanda no horário fora ponta período seco R\$/MWh

$C_6$  = Custo unitário da demanda no horário fora ponta período umido R\$/MWh

$LE_1$  = Constante perda de energia na ponta período seco

$LE_2$  = Constante perda de energia na ponta período umido

$LE_3$  = Constante perda de energia fora ponta período seco

$LE_4$  = Constante perda de energia fora ponta período umido

O método utilizado para o cálculo do CEE e do CED se baseia no cálculo de perdas técnicas, que pode ser visualizado em CODI 19-34 (ABRADEE, 1996). A energia e a demanda na ponta evitadas, correspondem a uma redução de perdas no sistema elétrico e o benefício “de evitar uma unidade de perdas é numericamente igual ao custo de fornecer uma unidade adicional de carga” (PROPEE, 2017, p. 7).

### 3.5.2 Cálculo da EE e da RDP

Como dito anteriormente, a energia economizada –  $EE$ , medida em MWh e a redução de demanda na ponta -  $RDP$ , medida em kW são os principais indicadores quantitativos para projetos de eficiência energética e a fórmula (4) e (5) explicarão como realizar esse cálculo.

#### 3.5.2.1 EE e da RDP: Iluminação

Para o uso final iluminação, o cálculo da EE e do RDP é mostrado na fórmula (4).

$$EE = \left[ \sum_{\text{sistema } i} (qa_i * pa_i * ha_i) - \sum_{\text{sistema } i} (qp_i * pp_i * hp_i) \right] * 10^{-6} \quad (4)$$

Onde:

$EE$	energia economizada
$qa_i$	número de lâmpadas no Sistema i atual
$pa_i$	potência da lâmpada e reator no Sistema i atual
$ha_i$	tempo de funcionamento do Sistema i atual
$qp_i$	número de lâmpadas no Sistema i proposto
$pp_i$	potência da lâmpada e reator no Sistema i proposto
$hp_i$	tempo de funcionamento do Sistema i proposto

$$RDP = \left[ \sum_{\text{sistema } i} (qa_i * pa_i * FCpa_i) - \sum_{\text{sistema } i} (qp_i * pp_i * FCpp_i) \right] * 10^{-3} \quad (5)$$

Onde:

$RDP$	Redução de demanda na ponta
$FCpa_i$	Fator de coincidência na ponta no sistema i atual
$FCpp_i$	Fator de coincidência na ponta no sistema i proposto

### 3.5.2.2 EE e da RDP: Condicionamento Ambiental

Para o uso final condicionamento ambiental e refrigeração, o cálculo da EE e do RDP é mostrado nas fórmulas (6) e (7):

$$EE = \left[ \sum_{\text{sistema } i} (qa_i * Pua_i * ha_i - qp_i * Pup_i * hp_i) \right] 10^{-3} \quad (6)$$

Onde:

$EE$	Energia Economizada
$qa_i$	quantidade de aparelhos no Sistema i atual
$Pua_i$	potência média do aparelho no Sistema i atual
$ha_i$	tempo de funcionamento do Sistema i atual
$qp_i$	quantidade de aparelhos no Sistema i proposto
$Pup_i$	potência média do aparelho no Sistema i proposto
$hp_i$	tempo de funcionamento do Sistema i proposto

$$RDP = \left[ \sum_{\text{sistema } i} (qa_i * Pua_i * FCP_{ai} - qp_i * Pup_i * FCP_{pi}) \right] \quad (7)$$

Onde:

- RDP* Redução de demanda na ponta  
*FCP<sub>ai</sub>* fator de coincidência na ponta no Sistema i atual  
*FCP<sub>pi</sub>* fator de coincidência na ponta no Sistema i proposto

### 3.5.2.3 EE e RDP: Sistemas Motrizes

Para o uso final sistemas motrizes, o cálculo da EE e do RDP é mostrado nas fórmulas (8) e (9):

$$EE = \left[ \sum_{\text{sistema } i} \left( \frac{qa_i * pa_i * 0,736 * ya_i}{n_{ai}} * ha_i - \frac{qp_i * pp_i * 0,736 * yp_i}{n_{pi}} * hp_i \right) \right] * 10^{-3} \quad (8)$$

Onde:

- EE* Energia Economizada  
*qa<sub>i</sub>* número de motores no Sistema i atual  
*pa<sub>i</sub>* potência do motor no Sistema i atual  
*ya<sub>i</sub>* carregamento do motor no Sistema i atual  
*n<sub>ai</sub>* rendimento do motor no Sistema i atual  
*ha<sub>i</sub>* tempo de funcionamento do Sistema i atual  
*qp<sub>i</sub>* número de motores no Sistema i proposto  
*pp<sub>i</sub>* potência do motor no Sistema i proposto  
*yp<sub>i</sub>* carregamento do motor no Sistema i proposto  
*n<sub>pi</sub>* rendimento do motor no Sistema i proposto  
*hp<sub>i</sub>* tempo de funcionamento do Sistema i proposto

$$RDP = \left[ \sum_{\text{sistema } i} \left( \frac{qa_i * pa_i * 0,736 * ya_i}{n_{ai}} * FCP_{ai} - \frac{qp_i * pp_i * 0,736 * yp_i}{n_{pi}} * FCP_{pi} \right) \right] \quad (9)$$

Onde:

- RDP* redução de demanda na ponta  
*FCP<sub>ai</sub>* fator de coincidência na ponta no Sistema i atual

$F_{CP_{pi}}$  fator de coincidência na ponta no Sistema  $i$  proposto

### 3.5.3 Custos e Benefícios

A relação custo-benefício pode ser calculada através da fórmula (10):

$$RCB = \frac{CA_T}{BA_T} \quad (10)$$

Onde  $CA_T$  será o custo anualizado total em R\$/ano e o  $BA_T$  será o benefício anualizado em R\$/ano. Os cálculos relacionados ao  $CA_T$  e ao  $BA_T$  serão mostrados nas fórmulas (11) e (12):

$$CA_T = \sum_N CA_N \quad (11)$$

$$CE_T = \sum_N CE_N \quad (12)$$

O  $CA_T$  é dado pelo somatório do  $CA_N$  que é o custo anualizado de cada equipamento incluindo custos relacionados (mão de obra, etc.) em R\$/ano. Para descobrir o  $CA_N$  será necessário calcular o  $CE_T$  que é o custo total dos equipamentos, que por sua vez é dado pelo somatório de  $CE_N$  que é o custo de cada equipamento, dado em R\$ e mostrado na fórmula (13).

$$CA_N = CE_N * \frac{CT}{CE_T} * FRC_u \quad (13)$$

O  $CT$  é o custo total do projeto e o  $FRC_u$  é o fator de recuperação de capital para  $u$  anos. Por fim, tem-se que o  $FRC_u$  pode ser calculado de acordo com a fórmula (14).

$$FRC_u = \frac{i(1+i)^u}{(1+i)^u - 1} \quad (14)$$

Seguimos, tem-se o cálculo do  $BA_T$  benefício anualizado do projeto, que é calculado de acordo com a fórmula (15).

$$BA_T = (EExCEE) + (RDP * CED) \quad (15)$$

#### **4 ANÁLISE DA CPP 001/20 DA ENEL SÃO PAULO**

O início da presente pesquisa traz alguns conceitos sobre eficiência energética, dos quais ressalta-se que, tornar um sistema eficiente é reduzir ao máximo suas perdas de tal forma que a energia consumida seja praticamente, em sua totalidade, convertida em trabalho, ou seja, em energia útil ao usuário.

O processo de tornar sistemas e equipamentos mais eficientes pode acontecer em qualquer etapa da cadeia elétrica, seja na produção dessa energia, em sua transmissão aos centros de consumo ou em sua utilização final.

Portanto, a eficiência energética é a solução viável no combate a alta demanda por energia elétrica, porém para que seja possível a utilização desse instrumento, se faz necessário identificar a raiz do problema, que no caso é o desperdício de energia oriundo de equipamentos e sistemas elétricos ineficientes, com esse propósito foi mostrado o passo a passo para a realização de uma auditoria energética.

A auditoria energética pode ser explicada como um estudo da utilização dos recursos energéticos de uma instalação elétrica, em suma, um diagnóstico energético. Esse estudo pode contemplar equipamentos pontuais, partes da instalação ou um projeto específico a ser desenvolvido, ou ainda, toda a instalação, de maneira a avaliar desde o consumo até as formas de utilização dos recursos energéticos ali inseridos.

Por fim, tem-se que esse processo conta com visitas técnicas, para realização de medições em equipamentos ou sistemas específicos, estudos de viabilidade e análises econômicas da unidade consumidora, que culminarão em um relatório síntese do levantamento energético, que propõe de maneira prática as ações viáveis, em geral, o processo é realizado por empresas especializadas em eficiência energética, denominadas ESCOS.

O Brasil conta com uma matriz elétrica predominantemente renovável, os dados do balanço energético nacional (BEN) mostram que cerca de 74,2% da energia aqui gerada advém

de fontes de energia renováveis. É possível ainda citar que desses 74,2% cerca de 60,2% dessa energia é produzida através de hidrelétricas.

Utilizando como referência o ano de 2021, o Brasil apresentou um consumo de 497 GWh, e as três regiões que mais demandaram essa energia foram: Sudeste (48,5%), seguida de Sul (18,6%) e Nordeste (17,5%). Ainda utilizando 2021 como referência, as classes com maior participação em de consumo energia elétrica foram: Industrial, Residencial e Comercial.

Por outro lado, o custo da energia elétrica contabilizado em R\$/MWh vem sofrendo aumentos gradativos ao longo dos anos chegando a patamares percentuais médios de aumento na casa dos 100%, se considerada a última década. Entre os anos de 2020 e 2021 o aumento no preço pago por energia elétrica ficou média dos 20%.

Desde a crescente demanda nacional por energia elétrica, na década de 90, órgãos regulatórios nacionais do setor de energia iniciaram programas de incentivo à conservação de energia, dentre eles, vale destacar o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica com seu selo PROCEL e a Lei 9.991/2000 que daria origem ao Programa de Eficiência Energética (PEE), que destinava parte da ROL das distribuidoras de energia à projetos de eficiência energética e pesquisa e desenvolvimento.

Esses programas apresentam como premissas o trabalho em conjunto com a sociedade no combate ao desperdício de energia elétrica e a preferência por equipamentos e processos mais eficientes. Para tal, foram utilizados artifícios como subsídios a equipamentos tecnologicamente mais eficientes e identificação e classificação de desempenho desses equipamentos.

Adiante, o governo estabeleceu que para a execução do programa de eficiência energética seria necessário a realização de um chamamento público envolvendo todas as classes de consumo afim de despertar interesse civil no projeto. Dessa maneira, instituíram-se os procedimentos do programa de eficiência energética (PROPEE).

O PROPEE, por sua vez, como o próprio nome já esclarece, estabelece os preceitos para a realização de uma chamada pública no âmbito do PEE, uma vez que, define quais classes de consumo podem participar, em quais modalidades de contrato e abrangendo quais setores da economia nacional. Em suma, é um manual sobre como devem ser captadas e selecionados as propostas de projetos e seus respectivos clientes beneficiados.

Uma proposta de projeto de eficiência energética deve resultar de um diagnóstico energético realizado in loco adequando as reais necessidades do cliente e vislumbradas pela ótica do sistema elétrico de potência, ou seja, é um levantamento das principais ações de retrofit,

para os mais diversos tipos de uso final de energia, mediante substituição de equipamentos ineficientes por seus equivalentes selo PROCEL.

Para que um projeto seja selecionado existem requisitos mínimos aos quais ele precisa submeter-se, é necessário que haja uma relação custo-benefício (RCB) máximo de 0,80 e que esses projetos apresentem competência e qualidade técnica mínimas para serem executados com financiamento total ou parcial do programa.

Já a habilitação do projeto dependerá da pontuação atingida por ele após o processo de ranqueamento das propostas selecionadas em contraponto aos recursos totais disponibilizados. As propostas que não conseguirem financiamento, por falta de recursos, irão compor o cadastro de reserva do chamamento público.

Os principais indicadores que constroem o RCB são a energia economizada (EE) e a redução de demanda na ponta (RDP) e para que seja possível essa parametrização se faz necessário saber qual o custo evitado de demanda (CED) e qual o custo evitado de energia (CEE).

Partindo-se do estudo da Chamada Pública de Projetos da Enel São Paulo CPP 001/20, iniciada no ano de 2020 e finalizada em 2021, é possível averiguar qual foi o impacto que os recursos investidos pela Enel São Paulo tiveram na região Sudeste com a execução dos projetos de eficiência energética selecionados no certame.

A CPP 001/20 da Enel São Paulo disponibilizou 10 milhões de reais para a captação e seleção propostas de projeto que obedecessem aos preceitos estabelecidos no PROPEE. Dos quais foram direcionados 2 milhões de reais para a tipologia de iluminação pública e 8 milhões de reais para as demais tipologias.

O processo que esteve aberto para a submissão de propostas por 3 meses conseguiu captar um total de 32 propostas de projeto, dentro da área de concessão da Enel São Paulo, dos quais 18 foram reprovadas após as análises técnicas e documentais sobrando assim 14 propostas aptas ao final do certame, porém apenas 11 seriam executadas devido o total de recursos disponibilizados.

Essa chamada pública englobou ações de eficiência energética em diferentes usos finais de energia, porém o uso final iluminação está presente em todos os projetos habilitados, sem exceção. Além de retrofit no sistema de iluminação dos clientes beneficiados, pode-se ver na tabela 17, a presença de outros usos finais como: condicionamento ambiental, motores e fonte incentivada (fotovoltaico).

Tabela 17 – Projetos por tipologia e uso final

	Projeto	Tipologia	Uso final
1	Iluminação do TJ - Barra Funda	Poder Publico	Iluminação
2	Projeto de Eficiência Energética - HIAE	Comércio e Serviços	Iluminação, Motores
3	Instituto de Pesquisas Tecnológicas	Comércio e Serviços	Iluminação e Condicionamento Ambiental
4	Sistema de Iluminação de São Caetano do Sul	Poder Publico	Iluminação
5	Companhia Metropolitana de São Paulo	Serviços públicos	Iluminação
6	Projeto de Eficiência Energética - METRÔ	Serviços públicos	Iluminação
7	Iluminação do TJ - Patriarca	Poder Publico	Iluminação
8	LOPSA Indústria e Comércio de Torneados	Industrial	Iluminação, Motores e Fontes Incentivadas
9	Consulado Geral da Itália	Comércio e Serviços	Iluminação e Condicionamento Ambiental
10	CSM/MOpB - PEE	Poder Publico	Iluminação e Fontes Incentivadas
11	Iluminação Pública - Itapeverica da Serra	Iluminação Pública	Iluminação

Fonte: Chamada Pública de Projetos Enel São Paulo. Acessado em 05/12/2022;

Adiante, na tabela 18, é possível observar que dos 11 projetos vencedores, 9 pertencem à clientes do grupo A e 2 pertencem a clientes enquadrados no grupo B. Ao avaliar os custos associados a esses clientes, que variam de acordo com o nível de tensão, verifica-se que, no geral, clientes de baixa tensão (grupo B) tem um custo por MWh superior aos clientes de alta tensão (grupo A).

Em virtude disso, quando há contabilização dos ganhos energéticos, ou seja, quando relacionados os custos de um projeto com seus benefícios para o sistema elétrico de potência, é evidente que os projetos que apresentam custos marginais coerentes e benefícios adequados e, quando a tarifa de energia do cliente é mais cara, eles tendem a apresentar um valor de RCB menor, fazendo com que o projeto seja mais competitivo.

Tabela 18 – Projetos por nível de tensão associados a CEE e CED

	Projeto	Nível de tensão	CEE (R\$/MWh)	CED (R\$/KW.ano)
5	Companhia Metropolitana de São Paulo	A2	320,45	218,05
6	Projeto de Eficiência Energética - METRÔ	A2	320,45	218,05
2	Projeto de Eficiência Energética - HIAE	A3	337,40	379,28
1	Iluminação do TJ - Barra Funda	A4	337,40	379,28
3	Instituto de Pesquisas Tecnológicas	A4	337,40	379,28
7	Iluminação do TJ - Patriarca	A4	337,40	379,28
8	LOPSA Indústria e Comércio de Torneados	A4	337,40	379,28
10	CSM/MOpB - PEE	A4	337,40	379,28
9	Consulado Geral da Itália	AS	366,56	723,78
4	Sistema de Iluminação de São Caetano do Sul	B3	558,15	1.103,23
11	Iluminação Pública - Itapeverica da Serra	B4	558,15	1.103,23

Fonte: Chamada Pública de Projetos Enel São Paulo. Acessado em 05/12/2022;

Portanto, para tornar justa a concorrência, em 2020 há uma separação entre os recursos aplicados à tipologia de iluminação pública, e entre os recursos aplicados para as demais tipologias de projetos, massivamente pertencentes ao grupo A.

De acordo com o que foi estabelecido no item 3.5 deste trabalho, o RCB é o principal indicador de qualidade de um projeto de eficiência energética. Ele é formado por dois parâmetros principais, o Custo Anualizado ( $CA_t$ ) e o Benefício Anualizado ( $BA_t$ ), que cada projeto apresenta.

O cálculo do  $CA_t$  toma como base o custo associado aos equipamentos no tempo e o  $BA_t$  é calculado através do custo evitado de energia e de demanda que o projeto irá proporcionar de acordo com o valor pago pela tarifa de energia vigente.

Dessa forma, os projetos habilitados na CPP 001/2020 foram ranqueados de acordo com a tabela 19 observando seu RCB, custo anualizado e benefício anualizado.

*Tabela 19 – Relação custo-benefício dos projetos da CPP 001/20*

	<b>Projeto</b>	<b>RCB</b>	<b>Custo Anualizado</b>	<b>Benefício Anualizado</b>
11	Iluminação Pública - Itapecerica da Serra	0,16	226.421,64	1.444.553,09
4	Sistema de Iluminação de São Caetano do Sul	0,27	75.925,41	277.641,28
1	Iluminação do TJ - Barra Funda	0,36	147.771,65	407.395,96
3	Instituto de Pesquisas Tecnológicas	0,53	297.175,20	555.473,72
7	Iluminação do TJ - Patriarca	0,54	102.942,97	190.235,05
6	Projeto de Eficiência Energética - METRÔ	0,55	204.961,57	371.290,92
2	Projeto de Eficiência Energética - HIAE	0,57	231.977,93	404.156,94
8	LOPSA Indústria e Comércio de Torneados	0,67	73.680,83	110.528,09
9	Consulado Geral da Itália	0,73	113.894,96	155.414,54
5	Companhia Metropolitana de São Paulo	0,74	357.518,00	483.571,70
10	CSM/MOpB - PEE	0,75	64.016,17	85.647,16

*Fonte: Chamada Pública de Projetos Enel São Paulo. Acessado em 05/12/2022;*

As 32 propostas participantes solicitavam ao Programa de Eficiência Energética (PEE) cerca de 33,1 milhões de reais. Após as devidas análises, que são parte fundamental do processo da CPP, o valor solicitado ao PEE caiu para cerca de 13,8 contudo apenas R\$ 10.538.991,35 serão direcionados à execução desses projetos como pode ser visto na tabela 20.

É lícito as concessionárias, aumentarem a qualquer momento o recurso disponibilizado na Chamada Pública, por isso que apesar do recurso inicial ser de 10 milhões de reais a Enel São Paulo aprovou cerca de 10,5 milhões de reais em propostas de projeto.

Tabela 20 – Resumo dos recursos da CPP 001/2020 da Enel SP

Tipologia	Recurso solicitado	Recurso aprovado	Recurso habilitado
Comercio e Serviços	6.271.190,96	3.445.000,99	3.445.000,99
Poder Público	17.460.295,03	2.860.867,15	2.860.867,15
Iluminação Pública	5.170.176,61	5.170.176,61	1.938.051,17
Serviços Públicos	5.651.074,82	1.749.669,13	1.749.669,13
Industrial	545.402,91	545.402,91	545.402,91
Total	33.098.399,25	13.771.116,79	10.538.991,35

Fonte: Chamada Pública de Projetos Enel São Paulo. Acessado em 05/12/2022;

Dentre os setores beneficiados pelo aporte realizado pela CPP 001/2020 da Enel São Paulo, temos a seguinte lista: poder público (4 projetos), comércio e serviços (3 projetos), serviços públicos (2 projetos), industrial (1 projeto) e iluminação pública (1 projeto), totalizando-se 11 projetos.

Para cada um desses setores da economia, foram destinados recursos, conforme mostrados na tabela 21.

Tabela 21 – Análise do recurso empregado versus os benefícios gerados.

Recurso x Benefícios				
Tipologia	Recurso aprovado	% Total	EE (MWh)	RDP (kW)
Comércio e Serviços	3.445.000,99	33%	2.845,02	338,81
Poder Publico	2.860.867,15	27%	2.088,66	317,92
Iluminação Pública	1.938.051,17	18%	1.811,50	392,91
Serviços públicos	1.749.669,13	17%	2.433,35	344,35
Industrial	545.402,91	5%	251,08	31,34
Total	10.538.991,35	100%	9.429,61	1.425,34

Fonte: Chamada Pública de Projetos Enel São Paulo. Acessado em 05/12/2022;

Através dos dados inseridos na tabela 21, verifica-se que a maior parcela do recurso, 33% de tudo o que foi disponibilizado, irá para a classe de comercio e serviços, seguida pela classe de poder público concentrando 27% desse recurso. Dessa forma é correto afirmar que ambas concentram 60% do recurso da CPP 001/2020.

É coerente que a maior parte do recurso concentre-se nas classes comercial e poder público, visto que traduz bem a realidade do Sudeste, pois a região apresenta uma concentração, tanto em consumo quanto em número de consumidores, em ambas as classes.

De acordo com a tabela 7, a região Sudeste tem 2.465.480 clientes na classe de comércio e serviço, com um consumo de 44.496,89 GWh, que representam 42,57% do total nacional de

clientes para esse setor. Já o setor de poder público concentra 200.266 clientes com um consumo de 5.673 GWh, que representam 23,92% do total nacional de clientes para esse seguimento.

De posse desses dados, fica evidente o impacto dessas classes na região Sudeste pois somadas consomem um total de 50.169,89 GWh que atende a 2.665.746 consumidores.

Em termos energéticos, somando apenas as classes citadas acima, os projetos habilitados representam uma eficiência energética anual de 4.933,68 MWh ou 4,933 GWh. Dito isso, sabe-se que após a implementação das ações de eficiência, tem-se aproximadamente 5 GWh que não serão desperdiçados em equipamentos ineficientes. Importante ressaltar que parte dessa economia advém de geração distribuída.

Dirigindo-se a uma análise global da CPP 001/2020, levando-se em conta todos os projetos selecionados e habilitados, temos um total de 9.429,61 MWh de energia economizada, ou seja, aproximadamente 9,5 GWh com uma redução de demanda na ponta de 1.425,34 kW (1,425 MW).

Apresentando os benefícios globais em reais, de acordo com a tarifa de energia vigente na Resolução Homologatória 2.719 de 30 de junho de 2020, da ANEEL, soma-se um total de R\$ 4.460.175,47 de reais que não precisarão ser gastos com energia elétrica, por ano.

Os projetos habilitados na CPP 001/20 consumiram R\$ 10.538.991,35, como mencionado anteriormente, porém R\$ 1.938.051,17 foram destinados à tipologia de iluminação pública e R\$ 8.600.940,18 para as tipologias de comércio e serviço, poder público, serviço público e industrial, conforme pode ser visto na tabela 21.

Em síntese, sabe-se que um investimento de R\$ 10.538.991,35 gerou uma eficiência energética de aproximadamente 9,5 GWh para os consumidores beneficiados pela CPP 2020 da Enel Distribuição São Paulo. Por outro lado, a concessionária também teve ganhos pois os custos com a geração dessa energia também serão evitados ou mais bem aproveitados.

A liberdade de não precisar garantir a entrega de 9,5 GWh é a garantia de num período de escassez hídrica, por exemplo, não precisar acionar termelétricas ou até mesmo atender a solicitações de aumento de demanda por parte de clientes que efetivamente precisam com os contratos que possui atualmente.

Por outro lado, caso sejam considerados os custos associados à geração de 1 GW de potência, no ano de 2022, baseado nas tarifas aplicadas na REH 3.053 e se a geração que abastece esses clientes vier da PCH RASGÃO que possui uma TUSD de 2,66 R\$/KW, assim como mostrado na tabela 12, tem-se que a Enel São Paulo economizou R\$ 2.660.000,00 de reais por GW em geração.

Assim, seguindo os filtros estabelecidos acima, para entregar os 9,5 GW de potência anuais, seriam necessários investimentos na casa de 25 milhões de reais. Então com a retirada do consumo ineficiente, os mesmos 9,5 GW, podem ser direcionados atender a demanda crescente por energia elétrica que, em percentual, de 2020 para 2021 cresceu cerca de 3,5% apenas no Sudeste.

Além dos impactos numéricos alcançados pelos projetos e já mencionados, há também impactos sociais, pois durante o período de execução desses projetos as ESCOS realizam treinamentos in loco conscientizando as pessoas sobre a importância do programa, os benefícios energéticos, a melhor forma de utilização dos equipamentos, padrões de consumo e regras de manutenção.

Outro impacto importante a ser destacado é o que diz respeito ao descarte desses equipamentos. Conforme diz o manual esse descarte precisa ser realizado observando as regras do CONAMA e a apresentação de um certificado de descarte que comprove a regularidade do processo é mandatória.

Com o passar dos anos e a familiaridade dos agentes com o programa de eficiência energética aumentando, há uma alta na demanda pelos recursos financeiros aportados ao projeto e infelizmente bons projetos não conseguem esse recurso pela limitação financeira presente na CPP e isso causa certo nível de desinteresse nos participantes.

Outro ponto que as ESCOS apontam como barreira é a demora na execução dos projetos, por exemplo, a CPP 001/20 iniciou em novembro de 2020, finalizou em abril de 2021 e somente iniciou execução em meados de fevereiro de 2022.

A complexidade, desde a escolha dos projetos até sua execução, pode ser considerada um desafio para o processo. Inicialmente se faz necessária uma licitação para escolher a empresa responsável pela execução da CPP, adiante serão feitos contratos com o cliente e com as empresas proponentes, geralmente ESCOS, no qual nenhuma das partes pode declinar de suas obrigações.

Similarmente, as empresas proponentes que tiveram projetos aprovados precisam, também, ao longo de todo o contrato, enviar diversos tipos de documentações. Com isso o processo pode tornar-se moroso e em cadeia vir a atrasar execuções futuras.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No início do trabalho partiu-se da ideia de que realizar um estudo dos impactos da Chamada Pública de Projetos da Enel São Paulo era relevante pois para acompanhar o crescimento econômico de um país é imprescindível investir em conservação de energia elétrica

Desse modo, contata-se após a realização do estudo que de fato é relevante a abordagem desse tema pois apenas com o investimento de apenas R\$ 10.538.991,35 obteve-se uma eficiência energética, de aproximadamente 9,5 GWh na região Sudeste que concentra 49% de toda a energia consumida no Brasil. Porém o aspecto econômico é muito mais expressivo do que o esperado, visto que os custos de geração associados atingem cerca de 25 milhões de reais, conforme apresentado no capítulo 4.

Portanto, não analisar qual o impacto que a Chamada Pública de Projetos da Enel São Paulo tem na redução do consumo de energia da região Sudeste é um equívoco.

No projeto, estabeleceu-se como objetivo geral a realização de um estudo analítico da Chamada pública de Projetos da Enel São Paulo e percebeu-se, nesse momento, que a meta foi atingida tendo em vista que seus resultados foram examinados e avaliados criticamente.

Em resposta ao primeiro objetivo específico, apresentou-se o consumo energético na região Sudeste, segregado através das classes de consumo assim como seus clientes e as tarifas de energia praticadas. Além disso, foram estabelecidos os acerca de eficiência energética.

Já em resposta ao segundo objetivo específico, identificou-se e explicou-se como funciona o processo de uma Chamada Pública de Projetos e quais indicadores são seus principais indicadores.

Ao final, em resposta ao terceiro objetivo específico, apresentou-se os dados referentes aos benefícios energéticos e financeiros desencadeados pelo investimento realizado na CPP 001/20 da Enel Distribuição São Paulo.

Diante desses objetivos, estabeleceu-se como hipótese que os custos associados a seleção e implementação das propostas de projetos captadas através da Chamada Pública da Enel São Paulo são inferiores aos custos associados a geração e transmissão de energia elétrica. Tal hipótese foi confirmada tendo em vista que os custos com geração são no mínimo 2 vezes superiores aos custos com as medidas de eficiência.

A pesquisa partiu da seguinte pergunta “Qual foi o impacto que a CPP 001/20 da Enel São Paulo, teve na redução do consumo de energia elétrica da região Sudeste do Brasil?” então após a coleta de dados e a análise das informações concluiu-se através da implementação dos projetos foram economizados 9,5 GWh que equivalem a uma economia financeira de R\$ 4.460.175,47 aos consumidores beneficiados.

Acresce ainda que com esse estudo, pode-se observar que os projetos aprovados pertencem as classes econômicas mais representativas dentro do Sudeste, que são elas o setor comercial, poder público e industrial. A classe residencial não foi beneficiada com a CPP 001/20, porém a Enel São Paulo dispõe de outros projetos dentro do PEE que focalizam nesse setor.

O método empregado na pesquisa foi o hipotético – dedutivo pois partiu-se de uma hipótese que foi submetida a uma análise para a obtenção de respostas, porém é imprescindível destacar alguns limitadores encontrados com essa metodologia.

Portando pode-se destacar como limitador o acesso a informações atualizadas sobre a execução dos projetos, com fácil acesso, para a validação dos resultados propostos nos mesmos em contraponto com as medições ex-post após a implementação das ações.

Outro limitador é o tempo de execução dos projetos pois foi necessário que a pesquisa englobasse dados entre os anos de 2019 e 2022 a fim de ser coerente e ter uma visão geral do processo.

Por fim, recomenda-se que em trabalhos futuros sejam abordados os impactos de todas as Chamadas Públicas de Projetos realizadas na região Sudeste, ou ainda, pode-se estudar o impacto do Programa de Eficiência Energética, que não é somente Chamadas Públicas, têm na redução do consumo de energia, os impactos diretos e indiretos.

## REFERÊNCIAS

ANEEL, **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em: <[www.gov.br/aneel](http://www.gov.br/aneel)>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - **Procedimentos do Programa de Eficiência Energética** - PROPEE. 10 Módulos. Brasília - DF: ANEEL, 2012. PROPEE. Procedimentos do Programa de Eficiência Energética.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – **Resolução Normativa nº556**, de 18 de junho de 2013. Brasília – DF: ANEEL, 2013.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Homologatória Nº 2.890**, De 29 De Junho De 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Homologatória Nº 3.053**, De 28 De Junho De 2022.

ALTÓE, L., COSTA, J. M., OLIVEIRA, D. Filho, MARTINEZ, F. J. R., FERRAREZ, A. H. & VIANA, L. A. (2017). **Políticas públicas de incentivo à eficiência energética**. Estudos Avançados, 31(89), 285-297. Disponível em: <[doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890022](https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890022)>. Acesso em: 05 de agosto de 2022.

BRASIL. Ministério Da Economia. Disponível em: <[www.gov.br/economia](http://www.gov.br/economia)>. Acesso em: 29 de junho de 2022.

CAMPOS, O. L. **Estudo de caso sobre impactos ambientais de linhas de transmissão na região amazônica**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2010.

DE ANDRADE ROMÉRO, Marcelo; DOS REIS, Lineu Belico. **Eficiência energética em edifícios**. Editora Manole, 2012.

DIAS, Rubens Alves; MATTOS, Cristiano Rodrigues de; BALESTIERI, José Antônio Perrella. **Conservação de energia: conceitos e sociedade**. XXVIII COBENGE, 2000.

ELETRORBRAS. Disponível em: <[www.eletrabras.com/procel](http://www.eletrabras.com/procel)>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Atlas da Eficiência Energética Brasil**. Disponível em: <[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2022**. Disponível em: <[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)> Acesso em: 20 de agosto de 2022.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas)**. Disponível em: <[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)>. Acesso em: 10 de setembro de 2022.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano nacional de energia 2030. Eficiência Energética: um desafio estratégico para o MME**. Disponível em: <[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

EVO. **Protocolo Internacional De Medição E Verificação De Performance**. Janeiro de 2022. Disponível em: <[www.evo-world.org](http://www.evo-world.org)> Acesso em: 28 de outubro de 2022.

FERRADOR FILHO, Antônio Luiz et al. **Eficiência energética com base nos critérios PROCEL: Estudo de caso em edifício público**. Holos, v. 7, p. 2-25, 2018.

INMETRO. **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia**. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

JANNUZZI, G. de M. **Aumentando a eficiência nos usos finais de energia no Brasil**. Sustentabilidade na Geração e o Uso da Energia no Brasil: os próximos 20 anos, v. 35, 2002.

JANNUZZI, G. de M. **Energia e meio ambiente**. Revista Eletrônica Com Ciência, n. 22, 2001.

LEI Nº 9.991, DE 24 DE JULHO DE 2000. Legislação Informatizada - Publicação Original. Disponível em: <[www2.camara.leg.br](http://www2.camara.leg.br)> . Acesso em: 29 de julho de 2022.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 8aed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

NEOENERGIA. **Diferença entre tarifa TE e tarifa TUSD**. Disponível em: <[www.neoenergiaelektro.com.br](http://www.neoenergiaelektro.com.br)>. Acesso em: 10 de dezembro de 2022.

PBE. **Programa Brasileiro de Etiquetagem**. Etiqueta de Eficiência Energética. Disponível em: <<https://www2.inmetro.gov.br/pbe/>>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

PROCEL. **Programa Nacional de Conservação de Energia**. Disponível em: <[www.procelinfo.com.br](http://www.procelinfo.com.br)>. Acessado em: 28 de junho de 2022.

RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 920, DE 23 DE FEVEREIRO DE 2021. Disponível em: <[www.in.gov.br](http://www.in.gov.br)>. Acessado em: 29 de junho de 2022.

SAIDUR, Rahman; RAHIM, Nasrudin Abdul; HASANUZZAMAN, Md. **Uma revisão sobre o uso de energia de ar comprimido e economia de energia**. Revisões sobre energia renovável e sustentável. v. 14, n. 4, pág. 1135-1153, 2010.

SOUZA, RJ et al. **Proposta e avaliação 3E (energia, exergia e exergoeconômica) de um sistema de cogeração usando um ciclo orgânico de Rankine e um sistema de refrigeração por absorção no Nordeste do Brasil: investigação termodinâmica de um estudo de caso de instalação.** *Conversão e Gestão de Energia*, v. 217, p. 113002, 2020.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho et al. **Eficiência energética: fundamentos e aplicações.** Elektro, Universidade Federal de Itajubá, Excen, Fupai, v. 1, 2012.