

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**DANIEL RODRIGO PAVANI**

**ESTUDOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA À  
ILUMINAÇÃO**

**Ilha Solteira  
2021**

**DANIEL RODRIGO PAVANI**

**ESTUDOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA À  
ILUMINAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –  
Unesp como parte dos requisitos para  
obtenção do título de engenheiro eletricista.

Nome do orientador

Prof. Dr. Dionízio Paschoareli Júnior

Ilha Solteira  
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

P337e Pavani, Daniel Rodrigo.  
Estudos de eficiência energética aplicada à iluminação / Daniel Rodrigo Pavani. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021  
39 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica) -  
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021

Orientador: Dionízio Paschoareli Júnior  
Inclui bibliografia

1. Eficiência energética. 2. Procedimentos do Programa de Eficiência Energética. 3. Iluminação.

  
Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção  
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação  
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação  
CRB/8 - 9999

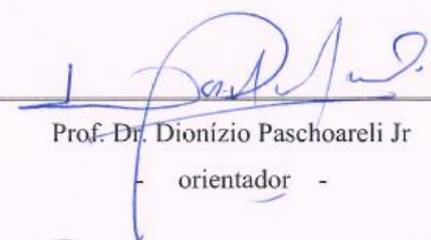
## FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Ilha Solteira

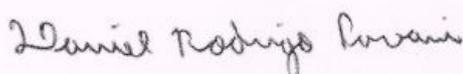
### ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aos trinta dias do mês de agosto de dois mil e vinte e um, o discente **DANIEL RODRIGO PAVANI**, matriculado sob o nº 132053748, tendo como banca examinadora seu orientador, o *Prof. Dr. Dionizio Paschoareli Júnior*, *Prof. Carlos Antonio Alves* e *Profa. Mariana Costa Falcão*, apresentou o Trabalho de Graduação intitulado "**ESTUDOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA À ILUMINAÇÃO**" obtendo a nota nove (9,0) e conceito **APROVADO**.



---

Prof. Dr. Dionizio Paschoareli Jr  
- orientador -



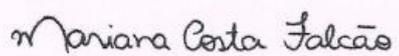
---

Daniel Rodrigo Pavani  
- discente -



---

Prof. Dr. Carlos Antonio Alves  
- Membro da Banca -



---

Profa. Ms. Mariana Costa Falcão  
- Membro da Banca -

## RESUMO

Neste trabalho foi apresentada a importância e impactos que projetos de eficiência energética trazem para a sociedade e para o sistema elétrico brasileiro. Foi apresentado um histórico das principais medidas que o governo tomou ao longo da história para reduzir o consumo de energia elétrica, explicou-se o programa de eficiência energética coordenado pela ANEEL e seu material, o PROPEE, discutindo quais são os procedimentos que uma distribuidora de energia elétrica precisa seguir para realizar projetos de eficiência energética com incentivos governamentais. Além disso, apresentou-se um projeto de troca de lâmpadas realizado em um hospital, evidenciando quais seus resultados e impactos para a própria unidade e para o sistema elétrico. Com isso, evidenciou-se a notoriedade dos projetos, por que devem ser incentivados e quais os benefícios para a sociedade

**Palavras-chave:** eficiência energética, ANEEL, PROPEE, energia elétrica.

## **ABSTRACT**

This work presents the importance and impacts that energy efficiency projects bring to society and to the Brazilian electricity system. A history of the main measures that the government has taken throughout history to reduce electricity consumption was presented, the energy efficiency program coordinated by ANEEL and its material, PROPEE was explained, showing the procedures that an electricity distributor needs to follow to carry out energy efficiency projects with government incentives. In addition, a lamp replacement project carried out in a hospital was presented, showing its results and impacts for the unit itself and for the electrical system. With this, the notoriety of the projects was highlighted, why they should be encouraged and what are the benefits for society.

**Keywords:** energy efficiency, ANEEL, PROPEE, electrical energy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição do investimento do PEE. ....	12
Figura 2 - Etiqueta de desempenho energético do PBE. ....	13
Figura 3 - Economia de energia elétrica relativa às ações do PROCEL .....	14
Figura 4 - Selo PROCEL. ....	14
Figura 5 - Investimentos do PEE entre 2008 e 2019.....	15
Figura 6 - Fluxo de projeto no PROPEE .....	18
Figura 7 - Perfil de consumo da unidade consumidora .....	33
Figura 8 - Participação de cada uso final no consumo de energia .....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de CEE e CED por nível de tensão.....	26
Tabela 2 - Histórico de consumo.....	32
Tabela 3 - Levantamento do sistema de iluminação. ....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE	Ação de Eficiência Energética
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CPP	Chamada Pública de Projetos
ESCO	Energy Services Company (Empresa de Serviços de Energia)
EVO	Efficiency Valuation Organization
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
M&V	Medição e Verificação
MME	Ministério de Minas e Energia
ODS	Ordem de Serviço
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética
PIMVP	Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RCB	Relação Custo-Benefício
ROL	Receita Operacional Líquida
UC	Unidade Consumidora

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	POLÍTICAS ENERGÉTICAS BRASILEIRAS.....	12
2.1	PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM.....	12
2.2	PROCEL.....	13
2.3	SELO PROCEL.....	14
2.4	PEE.....	15
3	PROCEDIMENTOS DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	17
4	PROTOCOLO INTERNACIONAL DE MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO DE PERFORMANCE.....	21
4.1	OPÇÃO A - MEDIÇÃO DOS PARÂMETROS CHAVE ISOLADOS DA AEE.....	21
4.2	OPÇÃO B - MEDIÇÃO DE TODOS OS PARÂMETROS ISOLADOS DA AEE.....	22
4.3	OPÇÃO C - MEDIÇÃO DE TODA A INSTALAÇÃO.....	22
4.4	OPÇÃO D - SIMULAÇÃO CALIBRADA.....	22
5	RELAÇÃO CUSTO BENEFÍCIO.....	24
6	CUSTOS DE UM PROJETO.....	26
7	RCB ILUMINAÇÃO.....	28
8	LEVANTAMENTO DOS DADOS PARA O PROJETO.....	31
8.1	PRÉ-DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.....	31
8.2	DIAGNÓSTICO.....	32
8.3	PERFIL DE CONSUMO.....	32
9	RESULTADOS DA AEE.....	35
10	CONCLUSÃO.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38

## 1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica nos dias atuais é de fundamental importância para a vida como um todo. Contribuiu primordialmente para pesquisas científicas, comunicação de alta velocidade, avanços tecnológicos, ou seja, sem a energia elétrica não seria possível existir a vida da forma que conhecemos nos dias atuais.

Devido a larga utilização de sistemas de iluminação e de climatização artificial foi possível criar enormes construções que causaram um déficit energético e econômico causando diversos impactos ambientais devido à necessidade de construções colossais para que seja gerada.

Em 1973 o momento energético se deteriorou devida à crise do petróleo, além do crescimento populacional nos centros urbanos na década de 80, por isso, foi necessário aumentar a produção de eletricidade, desde então. Usinas nucleares e termelétricas trazem consigo grandes riscos, como contaminação ambiental, riscos com a segurança pública, gastos excessivos para manutenção do funcionamento, complexas soluções de isolamento do material radiativo, dificuldade para descarte deste material; no caso das hidrelétricas, tem-se problemas como devastação da biodiversidade local e deslocamento de populações (IPEA 2016).

Reconhecendo-se mudanças climáticas e um esforço mundial em reduzir gases do efeito estufa e de outros poluentes atmosféricos, o investimento em soluções que potencializem a eficiência energética do cotidiano é um meio efetivo para combinar o crescimento econômico e expansão do sistema elétrico com a menor emissão de carbono. Portanto a alternativa aparentemente mais adequada é maximizar a economia de energia. Segundo Geller (1994), a economia de energia reduz a necessidade de gastos com o setor público, passando aos fabricantes de equipamentos e aos consumidores os investimentos necessários. Assim, os custos de produção dos materiais construtivos, como aço e alumínio se reduz, tornando seus preços mais baixos no mercado interno e mais competitivos no externo. Ressalta-se que a energia elétrica passa por quatro fases distintas: geração, transmissão, distribuição e consumo. Quanto maior for o desempenho dos componentes de cada uma destas fases, menores serão as perdas de energia do processo como um todo.

As principais fontes de energia no Brasil são providas de: gás, hidráulica, lenha, petróleo, óleo combustível e óleo diesel. Com a pandemia da COVID-19, a demanda nacional da eletricidade em residências teve um aumento de 7,6%, acompanhando

de perto a classe industrial, com aumento de 5,7%, registrando seu maior crescimento do consumo desde abril de 2018, tendo seu avanço disseminado em todas as regiões do país, já a classe comercial teve uma diminuição de 8%, mostrando-se sob os impactos do distanciamento social devido à pandemia (EPE 2020).

Todas as regiões do país apresentaram expansão no consumo de energia em relação a novembro 2019, destacando-se a região norte (4,9%), seguida pelas regiões sul (3,5%), nordeste (2,9%), sudeste (2,2%) e centro-oeste (0,9%). Houve um crescimento no mercado livre de energia de 9,3% enquanto o consumo cativo das distribuidoras de energia elétrica caiu 0,8%.

A energia total consumida no Brasil em 2019 foi de 467 TWh, mantendo o país entre os dez maiores consumidores do mundo (EPE, 2019). Ainda, a ANEEL, em 2020, aumentou as tarifas para transmissão de energia, causando um impacto médio de 3,92% nas contas de energia. Isso mostra o tamanho do desafio que se enfrentará para redução do consumo energético à medida que a população aumenta.

Baseando-se no histórico do desafio energético, foi decretada a Lei nº 9.991/2000 obrigando as concessionárias de energia de distribuição a investirem 0,5% da sua Receita Operacional Líquida nos projetos de eficiência energética e na área de pesquisa e desenvolvimento, até 31 de dezembro de 2022.

Assim sendo, este trabalho expõe a análise do projeto de eficiência energética realizado por uma distribuidora de energia nas instalações de uma Santa Casa de Misericórdia, executado através de investimentos do Programa de Eficiência Energética (PEE). Por ser um projeto executado no ambiente regulamentado, este foi submetido as regras da agência expostas através do PROPEE, que é tratado como guia para projetos de eficiência energética realizados neste ambiente e que será o alicerce principal deste estudo de caso.

Para não expor a imagem da empresa distribuidora de energia, não foram mostrados dados e informações que possam ser sensíveis, como valores unitários dos equipamentos e serviços. Atualmente são dados públicos os valores de custo e benefício totais, portanto são as cifras que foram apresentadas no trabalho. Mostrou-se as medições e cálculos cumprindo a política de privacidade, mantendo-se a integridade das análises de engenharia.

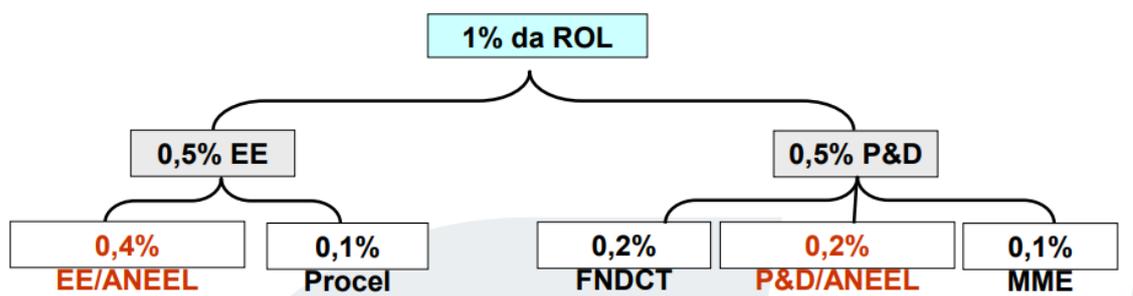
## 2 POLÍTICAS ENERGÉTICAS BRASILEIRAS

As regras acordadas pelo governo federal para administrar e explorar da melhor forma os recursos em território brasileiro, de modo a alimentar a indústria, o comércio e a população geral, são as políticas energéticas brasileiras.

Para qualquer nação, a energia é uma questão estratégica. No Brasil cerca de 45% da sua matriz energética oriunda de fontes renováveis (EPE, 2017).

O governo criou políticas públicas sobre eficiência energética, em 1981 lançou-se o CONSERVE buscando minimizar o alto consumo de combustível pela indústria. Coordenado pelo INMETRO, em 1984 foi criado o PBE, e em 85 foi criado o PROCEL, programas que atuam nos eletrodomésticos vendidos no país. Em 1998 criou-se o PEE, pela ANEEL, buscando agir nos diversos setores da economia (Altoé, 2017). Em 2000 foi declarada a Lei nº 9.991/2000 estabelecendo as diretrizes de investimentos das distribuidoras brasileiras conforme a Figura 1.

Figura 1 – Distribuição do investimento do PEE.



Fonte: ANEEL (2020).

Há a necessidade de se ter um mínimo entendimento dos programas citados, já que é a partir destes e com a Lei nº 9.991/2000 é que são possíveis realizarem ações de eficiência energética pelas distribuidoras.

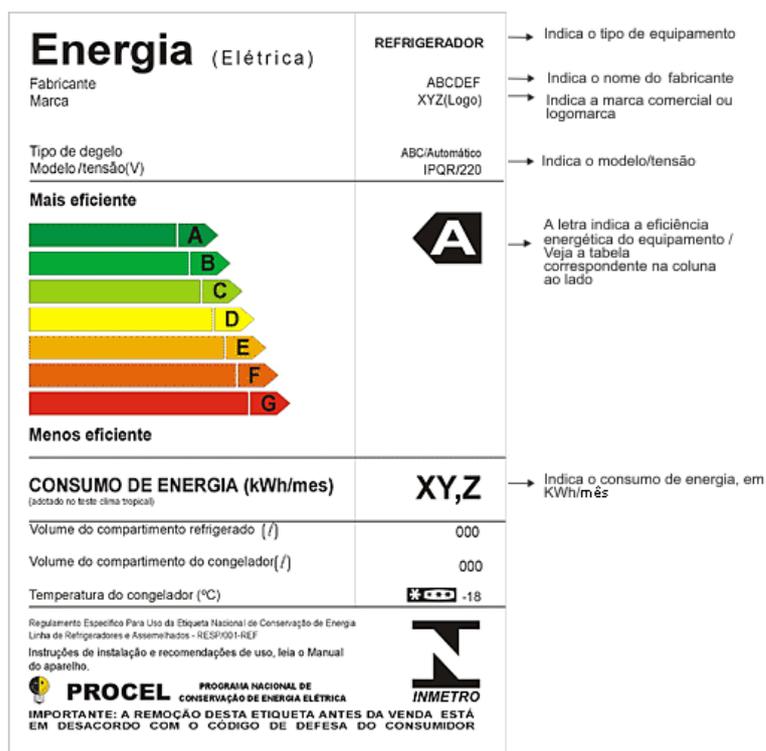
### 2.1 PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) fornece diversas informações a respeito de dados que o consumidor precisa considerar ao comprar o produto, a eficiência energética é um desses dados. O objetivo do PBE é transparecer informações sobre os produtos, reduzir custos estimulando a competitividade da indústria com a produção de equipamentos mais eficientes e estimular hábitos de consumo sustentáveis.

O INMETRO faz a avaliação dos produtos fabricados e enviados para seus laboratórios e realiza a certificação destes. Por conseguinte, os produtos recebem

uma etiqueta contendo seu nível de eficiência energética, sua classificação varia de “A” à “E” de respeitando sua performance, ou seja, se um produto for etiqueta “A” ele tem um bom rendimento energético, um menor impacto ambiental e, por consequência, uma economia na conta de energia. A Figura 2 ilustra com cores e letras chamativas, como é a etiqueta que acompanha o produto.

Figura 2 - Etiqueta de desempenho energético do PBE.



Fonte: INMETRO (2020).

## 2.2 PROCEL

Administrado pelo MME, em 1985 o governo brasileiro criou o PROCEL, um programa coordenado pelo MME e executado pela Eletrobras, objetivando evitar o desperdício e o uso eficiente de energia. As atividades do programa favorecem a prática de hábitos, crescimento da praticabilidade dos bens e serviços, mitigando os gastos no setor elétrico e abrandando impactos ambientais advindos do crescimento da demanda energética.

Em 2020 o PROCEL divulgou os resultados baseados em 2019, segundo o documento, a economia de energia no ano de 2019 atingiu o valor de 21,6 bilhões de kWh, o que equivale à geração de uma hidrelétrica de 5.182 MW durante um ano, além de evitar a liberação na atmosfera de 1,6 milhão de  $tCO_2$  equivalentes às emissões proporcionadas durante um ano por 557 mil veículos (PROCEL, 2020). A

Figura 3 ilustra como a economia aumentou ao longo dos anos devidas as ações do PROCEL.

Figura 3 - Economia de energia elétrica relativa às ações do PROCEL



Fonte: PROCEL (2020).

### 2.3 SELO PROCEL

A Figura 4 mostra o Selo Procel que tem como finalidade ser uma ferramenta que permite ao consumidor conhecer, entre os equipamentos e eletrodomésticos, os mais eficientes e que consomem menos energia (PROCEL,2020).

Figura 4 - Selo PROCEL.



Fonte: PROCEL (2020).

O Selo Procel foi concebido através de um programa governamental realizado pela Eletrobras chamado Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel.

Estabeleceram-se cooperações com o Inmetro por laboratórios, pesquisadores universitários e fabricantes, visando aguçar no mercado nacional, a disponibilidade de produtos mais econômicos.

A cada tipo de produto são delimitados parâmetros de performance e consumo. A Eletrobrás indica laboratórios para que o produto interessado no Selo Procel seja

exposto a ensaios e experimentos. Adquirem o Selo somente os produtos que alcançam os referidos índices.

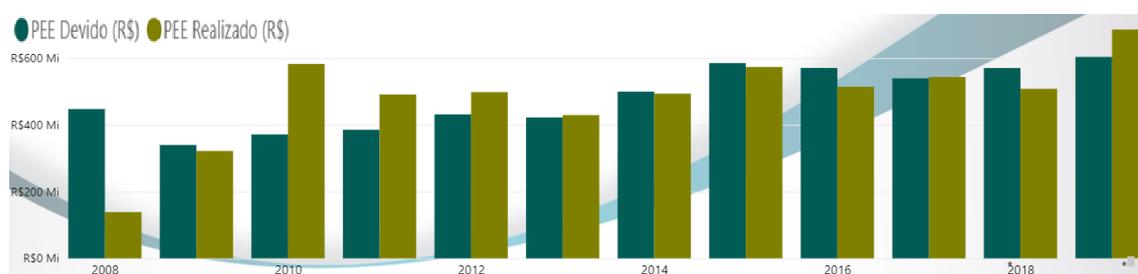
## 2.4 PEE

O Programa de Eficiência Energética promove o uso eficiente da energia elétrica em todas as vertentes econômicas realizando-se projetos demonstrando a relevância e a viabilidade de aumento da economia de energia de equipamentos, processos e usos finais de energia. Ao se evitar a demanda e economizar energia, aumentam-se os benefícios sociais, alentando a pesquisa e criação de novas soluções e a práticas racionais de uso da energia elétrica.

O PEE forneceu um aporte médio de R\$ 459 milhões atendendo todas as distribuidoras do país (ANEEL, 2017).

Em acordo com a Lei nº 9.991/2000 existe um valor mínimo de investimento em projetos de eficiência energética a ser atingido. Na Figura 5, em verde escuro está o valor que deveria ser investido.

Figura 5 - Investimentos do PEE entre 2008 e 2019.



Fonte: ANEEL (2020)

À partir de 2016, 20% do montante obrigatório a ser investido passou a ser destinado ao PROCEL e os 80% restantes são aplicados no PEE.

Para as distribuidoras atingirem o valor de investimento mínimo em eficiência energética, são realizadas as chamadas públicas de projetos. Anualmente são lançadas uma ou duas chamadas por distribuidora. O objetivo é receber a contribuição da sociedade com projetos de eficiência energética e, caso satisfaçam os requisitos da ANEEL, conforme o PROPEE, os projetos são executados pela distribuidora.

O PEE é a base da árvore dos projetos de eficiência energética no Brasil, mesmo programas como o PROCEL são suas ramificações. Todos os projetos que abordam o tema da eficiência energética devem seguir seus procedimentos. Esses

procedimentos estão contidos no PROPEE que traz um padrão para os projetos em todas as distribuidoras.

### 3 PROCEDIMENTOS DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE) são um conjunto de instruções que formam um documento que se conhece como PROPEE. As regras devem ser seguidas à risca pelas distribuidoras ao realizarem projetos de eficiência energética que serão submetidos à ANEEL. A versão mais recente do documento entrou em vigor no dia 05/11/2018 e já está em sua primeira revisão.

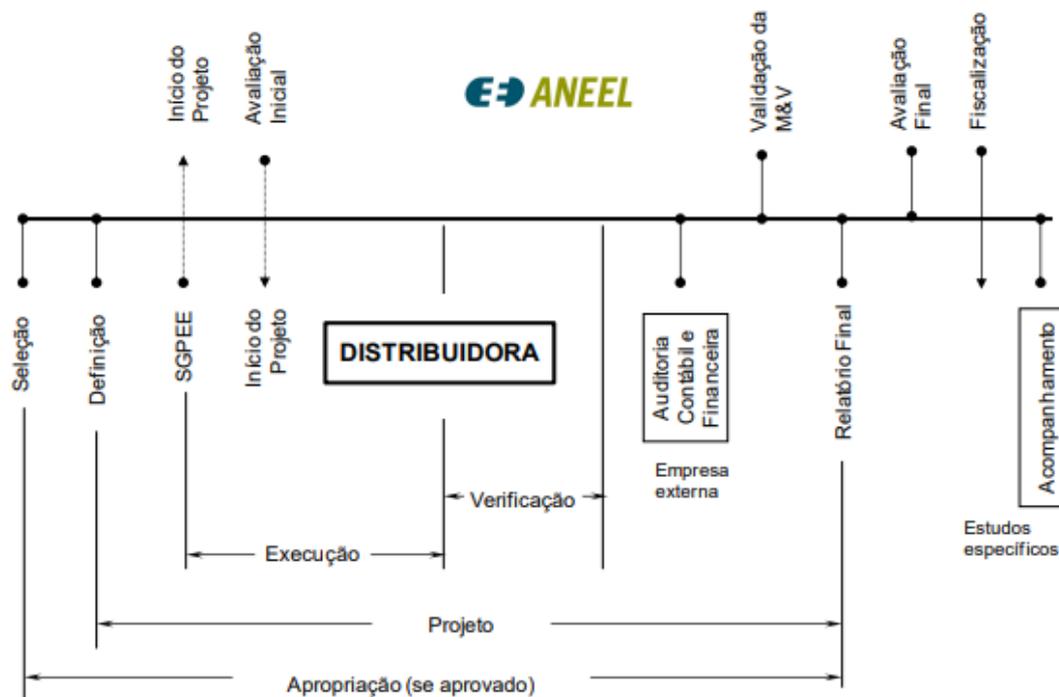
O projeto analisado neste trabalho foi realizado pela distribuidora de energia elétrica Elektro, por isso, foi submetido a todas as exigências do documento. O PROPEE possui 184 páginas, será exposta apenas a parte introdutória, mostrando os objetivos e fases de um projeto.

Segundo o texto do PROPEE, o documento contém oito objetivos:

- Definir a documentação que estabelecem os recursos do PEE.
- Definir as diretrizes e processos da execução dos recursos.
- Definir as diretrizes financeiras controlando as finanças e prestação de contas.
- Mostrar e explicar as tipologias de projetos que fazem parte do PEE, definir as ações necessárias para o aceite *ex ante* (quando o projeto ainda não foi implantado, os resultados obtidos são estimados) e *ex post* (quando o projeto já foi implantado, os resultados obtidos são mensurados).
- Definir quais atividades podem ser realizadas e quais os recursos que tem condições de serem executados nos projetos.
- Definir as diretrizes para verificação dos resultados de acordo com seu *ex ante* e *ex post*.
- Definir quais dados devem fazer parte das propostas e relatórios dos projetos.
- Definir as diretrizes de execução do Plano de Gestão objetivando a organização das ações do programa, acrescentando o limite e a origem dos recursos.

Cada projeto deve seguir as etapas da Figura 6. Em seguida, esclarecem-se as o que é cada fase.

Figura 6 - Fluxo de projeto no PROPEE



Fonte: PROPEE (2020).

### I Seleção

Na versão de 2008 do PROPEE esta etapa era chamada de pré-diagnóstico, e o termo ainda é o mais usado até hoje.

É a etapa que acrescenta as ações de busca e escolha de projetos e pré-diagnóstico, através de uma Chamada Pública de Projetos ou diretamente pela distribuidora.

### II Definição

Esta etapa também tinha outro nome no PROPEE de 2008 e era conhecida como Diagnóstico, termo ainda utilizado.

Definição é o passo que determina as quais serão as atividades de eficiência energética implantadas, além do seu estudo técnico e econômico e definição das ações de M&V. Podem ser realizadas as fases de Seleção e Definição ao mesmo tempo, dependendo do projeto.

### III Cadastro

É a fase em que se carrega o projeto no sistema do PEE. Se houver necessidade de avaliação inicial, o carregamento poderá ocorrer somente quando for autorizada sua realização.

#### IV Avaliação Inicial

Se houver necessidade de avaliação inicial, o projeto será enviado primeiramente para a validação da ANEEL.

#### V Execução

Registra-se no sistema do PEE quando se iniciará o projeto, relativo à data de abertura da sua ODS e execução das atividades definidas.

#### VI Medição e Verificação

Registra-se em relatório a divisão das atividades a o início da fase onde se determina a economia das ações de M&V.

#### VII Validação da M&V

Pode-se validar as atividades de M&V por instituições capacitadas, de acordo com a ANEEL, seguindo o Guia de M&V.

#### VIII Auditoria Contábil e Financeira

Reporte das despesas através de relatórios relativas à realização do projeto, seguindo as diretrizes dos procedimentos pré alinhados, para auditoria completa dos programas de Eficiência Energética e Pesquisa e desenvolvimento.

#### IX Relatório Final

Reporte dos resultados finais, através de relatório, dos resultados finais, ao se terminar o projeto e, também, do começo do período de determinação da economia, depois carrega-se no sistema da ANEEL, juntamente com o plano e relatório de M&V e o Relatório de Auditoria.

#### X Avaliação Final

Os projetos devem apresentar a avaliação final obrigatoriamente.

#### XI Acompanhamento

Para se fazer a análise da perenidade das atividades de eficiência energética realizadas e impactos no mercado, serão feitos acompanhamentos, estudos de projetos e programas, e apresentados no sistema da ANEEL.

Estas são as fases que qualquer projeto de eficiência energética deve seguir quando está no ambiente regularizado, ou seja, todos os projetos que são financiados pelas distribuidoras são guiados pelo PROPEE. Embora as concessionárias de energia sejam responsáveis por projetos de eficiência com grandes cifras, as ESCOs

também são muito ativas neste mercado e para elas é comum executar contratos fora do ambiente regularizado.

O PROPEE garante a isonomia na execução dos projetos, pois todos são submetidos às mesmas regras de execução. É importante frisar que a partir do momento em que a distribuidora aprova um projeto na fase do Diagnóstico, todos os riscos envolvidos passam a ser de sua responsabilidade. Ao final do projeto a ANEEL realizará a avaliação e caso este não seja aprovado, a distribuidora arca com todas as despesas e estas não contam para o atendimento da meta de 0,4%. É por isso que o documento é tão importante e é seguido à risca pelas concessionárias.

## **4 PROTOCOLO INTERNACIONAL DE MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO DE PERFORMANCE**

O Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP) é um documento base para profissionais que realizam estudos de M&V em projetos de eficiência energética. É descrito como se fazem as medições, como se elaboram os cálculos e como se reporta a economia advinda de projetos de eficiência energética.

De acordo com o documento, existem oito objetivos a serem atingidos pela M&V:

- I Melhorar a eficiência energética;
- II Registrar movimentações monetárias;
- III Melhorar condições de financiamento de projetos;
- IV Melhorar projetos e engenharia, funcionamento e manutenção da instalação;
- V Controlar gastos energéticos;
- VI Melhorar o ressarcimento dos créditos de carbono;
- VII Ajudar na análise dos projetos de eficiência energética regionais;
- VIII Melhorar o entendimento da sociedade sobre utilizar a gestão energética como recurso de política pública.

Cada Projetista deve estabelecer quais as ações de medição e verificação adequados ao projeto, de modo que atenda às necessidades genuínas do mesmo. Não se considera o PIMVP como norma e conseqüentemente não consta um sistema de controle formal.

No PIMVP existem quatro tipos de medições que são adequadas a diferentes projetos: A, B, C e D.

### **4.1 OPÇÃO A - MEDIÇÃO DOS PARÂMETROS CHAVE ISOLADOS DA AEE**

Determina-se a economia através de medições dos parâmetros principais no local do projeto. São estes parâmetros que determinam a utilização energética dos locais que foram aplicadas ações e a eficácia do projeto. As aferições podem ocorrer tanto em um período pequeno ou em um período mais longo, de acordo com as possíveis variações que ocorrem ao se medir o parâmetro e qual o tempo necessário para se determinar a economia. As medições não escolhidas para aferição no local do projeto são estimadas. Pode-se estimar os parâmetros através de registros anteriores, dados fornecidos pelos fabricantes ou análise de engenharia. É requerido

que seja justificada a utilização do parâmetro estimado. Avalia-se a variação da economia advinda das estimativas.

Calcula-se estimadamente o gasto energético no período da linha de base (período inicial de medição) e de determinação da economia através das medições dos principais parâmetros.

Esta foi a opção utilizada no projeto apresentado neste trabalho.

#### 4.2 OPÇÃO B - MEDIÇÃO DE TODOS OS PARÂMETROS ISOLADOS DA AEE

Todos os parâmetros que fazem parte do projeto são medidos, inclusive as variáveis independentes. Esta opção é usada para se obter resultados mais precisos de economia, sem considerar estimativas.

Mede-se o consumo do período da linha de base e do período de determinação da economia, pode-se, também, realizar cálculos, utilizando resultados das medições dos sistemas em funcionamento.

#### 4.3 OPÇÃO C - MEDIÇÃO DE TODA A INSTALAÇÃO

A medição é feita na própria instalação, no medidor da distribuidora. Costuma ser necessário um tempo de medição maior para se determinar a economia.

Registro dos resultados do medidor em toda a instalação. São feitos ajustes periódicos podendo realizar desde uma comparação até mesmo um cálculo de regressão.

#### 4.4 OPÇÃO D - SIMULAÇÃO CALIBRADA

Determina-se a economia simulando o consumo de toda a instalação. Seus parâmetros são ajustados buscando aproximar dos resultados medidos.

Calibra-se a simulação do consumo com informações de faturamento horário ou mensal.

O PIMVP é patrocinado pela EVO, organização sem finalidade lucrativa, que busca fazer com que o mercado decida a forma mais eficiente e menos prejudicial de se utilizar recursos naturais e energia final. É apoiada por assinantes em todo o mundo.

Existem três volumes do PIMVP que embora tratem todas de questões envolvendo eficiência energética, abordam temas centrais diferentes. Para este

trabalho, apenas o Volume 1 é relevante, pois trata das definições e alternativas para se determinar a economia.

## 5 RELAÇÃO CUSTO BENEFÍCIO

Até o momento foi traçado o perfil de consumo da unidade e o levantamento de cargas de iluminação. Todo esse esforço é traduzido em valores a partir do cálculo da RCB do sistema de iluminação. Essa relação é o principal fator para que a distribuidora considere a seleção de um projeto de eficiência energética.

O conceito de RCB é definido como sendo a relação entre os custos e benefícios totais de um projeto, em geral expressos em uma base anual, considerando-se uma determinada vida útil e taxa de desconto (PROPEE, 2018).

O módulo 7 do PROPEE é exclusivamente dedicado ao detalhamento desses cálculos.

A RCB é calculada a partir da Equação 1.

$$RCB = \frac{CA_T}{BA_T} \quad (1)$$

Em que:

$CA_T$  é o custo anualizado total (R\$/ano)

$BA_T$  é o benefício anualizado (R\$/ano)

Para o cálculo dos custos anualizados totais, utiliza-se as Equações 2, 3, 4 e 5.

$$CA_T = \sum CA_n \quad (2)$$

Em que:

$CA_n$  é o custo anualizado de cada equipamento incluindo custos relacionados (R\$/ano).

$$CE_T = \sum CE_n \quad (3)$$

Em que:

$CE_T$  é o custo total em equipamentos (R\$).

$CE_n$  é o custo de cada equipamento (R\$).

$$CA_n = CE_n \times \frac{CT}{CE_T} \times FRC_u \quad (4)$$

Em que:

$CT$  é o custo total do projeto (R\$).

$FRC_u$  é o fator de recuperação de capital para  $u$  anos (1/ano).

$u$  é a vida útil do equipamento (ano)

$$FRC_u = \frac{i(1+i)^u}{(1+i)^u - 1} \quad (5)$$

Em que:

$i$  é a taxa de desconto considerada (1/ano).

O benefício anualizado é calculado pela Equação 6.

$$BA_T = (EE \times CEE) + (RDP \times CED) \quad (6)$$

Em que:

$EE$  é a energia anual economizada (MWh/ano);

$CEE$  é o custo unitário evitado da energia (R\$/MWh);

$RDP$  é a demanda evitada na ponta (kW/ano);

$CED$  é o custo unitário evitado da demanda (R\$/kW ano).

## 6 CUSTOS DE UM PROJETO

As variáveis *CEE* e *CED* são calculadas a partir dos custos de energia informados pela ANEEL, pois são calculadas a partir da ótica do sistema. Para este projeto, foi utilizada a regulação homologatória de agosto de 2016. Os valores estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de CEE e CED por nível de tensão.

<b>Nível de tensão</b>	<b>CEE (R\$/MWh)</b>	<b>CED (R\$/kW ano)</b>
A2 88 kV a 138 kV	321,12	117,02
A3 69 kV	296,83	144,04
A3a 30 kV a 44 kV	295,17	484,34
A4 2,3 kV a 25 kV	295,17	484,34
B1 Residencial	242,68	739,00
B2 Rural	169,88	541,63
B3 Demais classes	242,68	782,42

Fonte: ANEEL (2016).

Se o projeto tivesse mais de um uso final, deveria se calcular a RCB individual de cada uso final e soma-las para calcular a RCB global do projeto, que definiria a viabilidade econômica do projeto. No caso da Santa Casa, como o uso final foi apenas iluminação, calculou-se uma única RCB.

Os custos de um projeto de eficiência energética vão além do custo de aquisição dos equipamentos, no módulo 4 do PROPEE todos os custos relacionados ao projeto são separados por categorias e são chamados de rubricas. Nos itens de I a X, abaixo, serão expostas cada rubrica.

- I. Materiais e Equipamentos: Engloba os valores de compra de materiais e equipamentos requeridos expressamente à execução do projeto.
- II. Mão de Obra Própria: Pagamento dos colaboradores da concessionária participantes da execução do projeto.
- III. Mão de Obra de Terceiros: Pagamento dos colaboradores que fazem parte da empresa fornecedora de serviços.
- IV. Transporte: Gastos com passagens, combustível e deslocamento.
- V. Administração Própria: Pagamento da equipe e recursos próprios da concessionária que podem ser deslocados para ações de contribuição à execução dos projetos.
- VI. Marketing: Divulgar resultados e benefícios conquistados com a execução dos projetos de eficiência energética.

- VII. Treinamento e capacitação: Os consumidores contemplados no projeto recebem aulas para treinarem e se conscientizarem a respeito das ações, com o objetivo de manter os resultados apresentados pelo projeto.
- VIII. Descarte de materiais: Os materiais ineficientes substituídos no projeto devem ser devidamente descartados evitando danos ao meio ambiente.
- IX. Medição e Verificação: Os colaboradores que realizam as ações de M&V recebem valores de pessoa-hora.
- X. Auditoria Contábil e Financeira: Custos com ações de auditoria de todos os gastos do projeto.

Ao se observar a grande quantidade de custos que são relacionados aos projetos de eficiência realizados pelas distribuidoras, pode-se compreender os elevados valores das cifras envolvidas e, caso um projeto seja reprovado pela ANEEL, todo o investimento é contabilizado como prejuízo para a concessionária.

O objetivo de se realizar projetos de eficiência energética é obter um benefício final maior do que se teria ao investir o mesmo valor na expansão do sistema elétrico.

Assim, considera-se que o benefício apurado com o valor da energia e da demanda reduzidas ao custo unitário marginal de expansão do sistema deve ser no mínimo 25% maior que o custo do projeto. Ou seja, a relação custo-benefício do projeto deve ser igual ou inferior a 0,8. (PROPEE, 2018)

O PROPEE também permite valores de RCB maior que 1 para projetos com fontes incentivadas, devido a taxas e enquadramentos especiais.

## 7 RCB ILUMINAÇÃO

Para realizar os cálculos econômicos de cada uso final de energia, a ANEEL disponibiliza no seu website planilhas modelo para serem utilizadas no PEE. Essas planilhas devem ser anexadas ao fim do projeto juntamente com o relatório final e submetidas à agência. Para a iluminação, por exemplo, a planilha utilizada é de número 4.

Como o foco do trabalho é o estudo do impacto da AEE e não da análise econômica de suas implementações (afinal o projeto já foi executado), serão mostrados os números finais das planilhas para cada uso final, deixando a ressalva de que o preenchimento destas é um critério crucial para a seleção de projetos pelas distribuidoras.

Antes e depois de realizar a substituição das lâmpadas foram medidas as potências reais, com auxílio de um wattímetro, e as horas de funcionamento, com auxílio de um horímetro, das lâmpadas instaladas junto com os reatores, valores estes que serão utilizados para os cálculos da RCB final do projeto.

Potências do sistema de iluminação.

Para se entender os resultados obtidos de RDP, é necessário conhecer como são calculadas as potências utilizadas no sistema inicial e final. Os itens I à V, abaixo, discorrem sobre as Equações 7, 8, 9, 10, 11 e 12, que mostram as nuances e diferenças de cada potência calculada.

I. Potência instalada total do sistema inicial: obtida pela multiplicação da potência do “conjunto luminária” (dado obtido através da média das medições instantâneas (equação 7) pelo número de luminárias, para cada tipo de luminária existente no ano base e depois efetuar o somatório da potência instalada de todos os tipos de “conjunto luminária”.

$$PIAi = (PAi_1 \times nia_1) + (PAi_2 \times nia_2) + \dots + (PAi_n \times nia_n) \quad (7)$$

Em que:

$PIAi$  é a potencia instalada total do sistema inicial (W)

$PAi_{1,2,\dots,n}$  é a potência do “conjunto luminária” inicial (W)

$nia_1$  quantidade de “conjunto luminária” de cada tipo do sistema inicial.

II. Potência instalada total pós-retrofit: obtida pela multiplicação da potência do “conjunto luminária” (dado obtido através da média das medições instantâneas,

equação 8), pelo número de luminárias, para cada tipo existente no período pós-retrofit, e depois efetuar o somatório da potência instalada de todos os tipos de “conjunto luminária” (Equação 9).

$$PPi_{1,2,\dots,n} = \frac{(Ppi_1 \times FPPi_1) + (Ppi_2 \times FPPi_2) + \dots + (Ppi_n \times FPPi_n)}{nIpi} \quad (8)$$

Em que:

$PPi_{1,2,\dots,n}$  é a potencia do “conjunto luminária” pós-retrofit (W)

$Ppi$  é a potencia medida instantaneamente pós-retrofit (W)

$FPPi$  é o fator de potência pós-retrofit

$nIpi$  é o número de amostras medidos pós-retrofit.

$$PIPi = (PPi_1 \times nip_1) + (PPi_2 \times nip_2) + \dots + (PPi_n \times nip_n) \quad (9)$$

Em que:

$PIPi$  é a potência instalada total pós-retrofit (W)

$nip$  é o número de “conjunto luminária” de cada tipo pós-retrofit.

III. Potência total no horário de ponta do sistema inicial: obtida pela multiplicação da potência elétrica do “conjunto luminária” (dado obtido através da média das medições instantâneas, Equação 7), pelo número de luminárias, para cada tipologia em operação no horário de ponta, existente no sistema inicial, e depois efetuar o somatório da potência elétrica instalada de todos os tipos de “conjunto luminária” (equação 10).

$$PIAi_{HP} = (PAi_1 \times nia_{HP1}) + (PAi_2 \times nia_{HP2}) + \dots + (PAi_n \times nip_{HPn}) \quad (10)$$

Em que:

$PIAi_{HP}$  é a potencia total no horário da ponta no sistema inicial (W).

IV. Fator de coincidência de ponta: obtido através da razão da potência total no horário de ponta pela potência elétrica instalada total do sistema inicial.

Para efetuar o cálculo da Equação 11 foi necessário utilizar o levantamento realizado junto à administração do hospital referente aos horários de funcionamento e os dias de utilização mensal de cada ambiente, sendo assim, possível identificar o funcionamento de todos os ambientes no horário de ponta do sistema elétrico.

$$FCPi = \frac{PIAi_{HP}}{PIAi} \quad (11)$$

Em que:

$FCPi$  é o fator de coincidência na ponta do sistema de iluminação.

V. Redução da demanda na ponta: obtida pelo resultado da subtração da potência instalada total do sistema inicial, pela potência total pós-retrofit, multiplicada pelo FCP (Equação 12).

$$RDPi = (PIAi - PIPi) \times FCPi \times 10^{-3} \quad (12)$$

Dessa forma, pode-se construir a tabela 4 que mostra o sistema antes e depois da substituição das lâmpadas.

## **8 LEVANTAMENTO DOS DADOS PARA O PROJETO**

A finalidade do projeto foi realizar a diminuição do consumo de energia elétrica da Santa Casa de Misericórdia através da troca de lâmpadas com tecnologia menos eficiente que LED por lâmpadas de LED.

Como benefício para o setor elétrico, este projeto causou diminuição da demanda no horário de pico, adiando a necessidade de investimentos no sistema elétrico e aumentando a proximidade da concessionária com a unidade consumidora beneficiada.

Visto pelo âmbito do consumidor, reduziu-se o consumo e reduziu o custo da fatura de energia, o que permite aquisição de outros bens com o valor economizado. Portanto, de um modo geral, o consumidor e a comunidade ganham em qualidade de vida.

### **8.1 PRÉ-DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO**

Propostas de projetos surgem de diversas formas para uma distribuidora, porém a maior fonte de capacitação é a CPP (Chamada Pública de projetos). É um convite para a sociedade contribuir com projetos de eficiência para a distribuidora, que são inicialmente avaliados nesta etapa de pré-diagnóstico.

Devido ao histórico das AEE executadas em prédios públicos semelhantes, é fácil para a concessionária identificarem estas oportunidades de efficientização com um baixo risco de investimento, risco este que na prática é reduzido aumentando à substituição de lâmpadas ineficientes energeticamente, por lâmpadas de tecnologia LED. Existem algumas modalidades de contrato permitidas pelo PROPEE e para o caso em questão a modalidade é a de fundo perdido. Neste Caso, o investimento é realizado totalmente pela distribuidora através do PEE e não é visado nenhum tipo de retorno financeiro para a mesma. Esta modalidade não é permitida caso o projeto seja da tipologia Comércio e Serviço, a não ser que os consumidores sejam expressamente filantrópicos ou assistenciais.

Sendo assim, o projeto da Santa Casa de Itapeva foi contemplado pela concessionária no ano de 2017 e a modalidade de contrato foi a de fundo perdido.

Inicialmente foi feita uma avaliação de campo nas instalações da Santa Casa. As oportunidades de efficientização foram observadas para o uso final de energia na área de iluminação. A partir desta análise foi firmado um acordo de intenções entre as partes, evoluindo o projeto para a próxima fase.

## 8.2 DIAGNÓSTICO

O objetivo do diagnóstico é apresentar as informações técnicas propostas para eficiência do sistema de iluminação no prédio da Santa Casa.

Inicialmente é realizado um estudo de viabilidade do projeto, para isso é traçado o perfil de consumo da UC através das faturas de energia durante os doze meses anteriores. Junto com isso, é realizado um levantamento inicial das cargas do local e com essas informações é estimado o custo do projeto junto com seu benefício, findando no cálculo da RCB.

## 8.3 PERFIL DE CONSUMO.

As leituras do consumo são mostradas na Tabela 2.

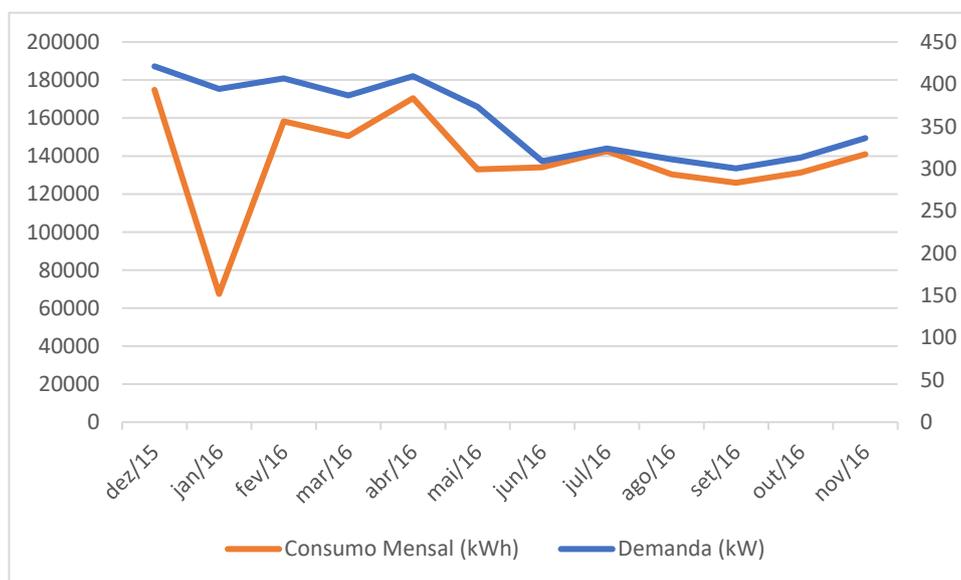
Tabela 2 - Histórico de consumo.

<b>Mês</b>	<b>Demanda (kW)</b>	<b>Consumo na ponta (kWh)</b>	<b>Consumo fora da ponta (kWh)</b>	<b>Consumo Total (kWh)</b>
dez/15	421,20	16030,98	158814,00	174844,98
jan/16	394,41	4352,94	63093,60	67446,54
fev/16	406,94	14192,60	144061,20	158253,80
mar/16	386,64	14213,44	136221,26	150434,70
abr/16	409,53	14328,57	156102,44	170431,01
mai/16	373,24	11654,17	121294,69	132948,86
jun/16	308,88	12079,58	121964,40	134043,98
jul/16	324,00	12951,79	129632,40	142584,19
ago/16	311,04	12085,20	118314,00	130399,20
set/16	300,36	11670,40	114253,16	125923,57
out/16	313,14	12166,74	119112,32	131279,07
nov/16	336,25	13064,77	127903,95	140968,72
<b>Média</b>	<b>357,14</b>	<b>12399,26</b>	<b>125897,29</b>	<b>138296,55</b>
<b>Total</b>		<b>148791,19</b>	<b>1510767,43</b>	<b>1659558,62</b>

Fonte: Elaboração do próprio autor.

As medições obtidas nas faturas foram projetadas no Figura 7, estabelecendo assim, o perfil de consumo da UC.

Figura 7 - Perfil de consumo da unidade consumidora



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Em seguida foi realizado o levantamento de campo das lâmpadas instaladas no local, mostrado na Tabela 2. O horário de funcionamento foi estimado de acordo com as informações passadas pelo cliente. Os ambientes foram agrupados de acordo com o tipo de tecnologia e tempo de utilização por dia e dias no ano, este agrupamento visa facilitar e otimizar os cálculos de RCB.

Tabela 3 - Levantamento do sistema de iluminação.

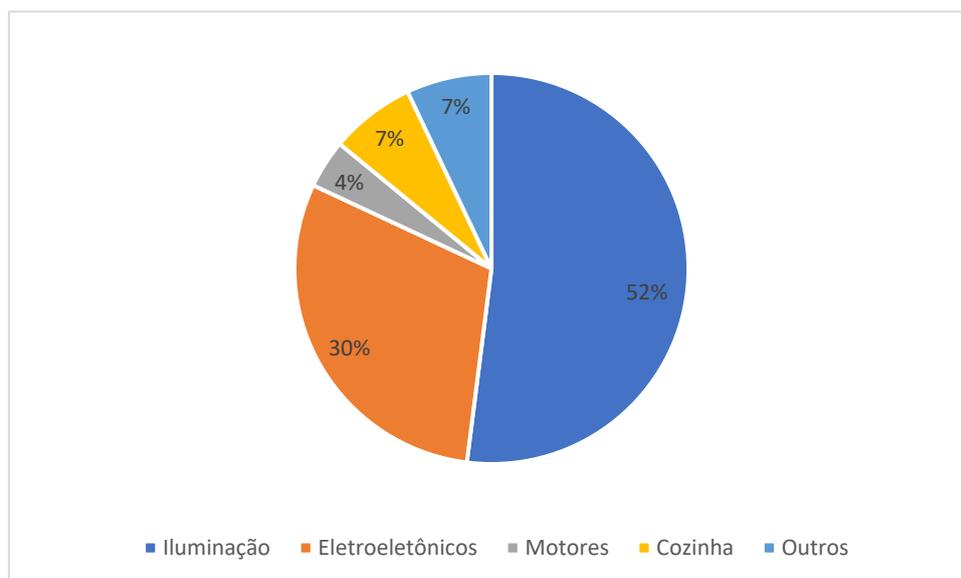
Modelo Atual	Potência Atual (W)	Modelo Proposto	Potência Proposta (W)	Horas/Dia	Dias/Ano	Quantidade
Compacta	20	LED Bulbo	9	12	300	27
Compacta	20	LED Bulbo	9	18	360	863
Compacta	26	LED Bulbo	12	12	300	634
Compacta	32	LED Bulbo	12	18	360	60
Compacta	60	LED Bulbo	40	12	300	13
Compacta	105	LED Bulbo	40	12	300	9
Compacta	130	LED Bulbo	40	8	360	2
Compacta	150	LED Bulbo	50	12	300	8
Dicroica Incandescente	50	Dicroica LED	8	12	300	10
Fluorescente	16	LED Tubular	9	12	300	703
Fluorescente	20	LED Tubular	9	4	300	217
Fluorescente	28	LED Tubular	18	12	300	93
Fluorescente	32	LED Tubular	18	18	360	1176
Fluorescente	32	LED Tubular	18	12	360	774

Modelo Atual	Potência Atual (W)	Modelo Proposto	Potência Proposta (W)	Horas/Dia	Dias/Ano	Quantidade
Fluorescente	40	LED Tubular	18	12	360	121
Fluorescente	40	LED Tubular	18	18	360	620
Fluorescente	64	LED Tubular	45	12	300	4
Fluorescente	150	Refletor LED	50	18	360	6
Incandescente	75	LED Bulbo	9	18	360	10
Incandescente	60	LED Bulbo	9	18	360	14
Incandescente	100	LED Bulbo	12	12	300	2
Fluorescente	200	Refletor LED	80	18	360	2
<b>Total</b>						<b>5368</b>

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Somando-se o consumo de ponta e fora da ponta, tem-se anualmente um consumo total de 1.660 MWh/ano e 138 MWh/mês. A iluminação consome 859 MWh/ano e 71 MWh/mês. Com isso é possível plotar o gráfico da Figura 8 para representar a contribuição de cada uso final no consumo de energia.

Figura 8 - Participação de cada uso final no consumo de energia



Fonte: Elaboração do próprio autor.

## 9 RESULTADOS DA AEE

A partir dos valores de *CEE* e *CED* da Tabela 1, seguindo os critérios do módulo 7 do PROPEE, é possível calcular o benefício da AEE.

Como já dito, o objetivo não é auditar os valores do projeto e, por conta da política de privacidade da concessionária, esses valores serão omitidos de forma que não acarrete em prejuízo para o desenvolvimento do trabalho. Sendo assim, o valor da RCB será exposto, mas os valores de custo e benefício para seu cálculo não poderão ser mostrados.

Com os dados do diagnóstico energético e com o auxílio das Equações de 7 a 12, é possível estimar as reduções conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Estimativa de reduções.

<b>Sistema</b>	<b>Potência Instalada (kW)</b>	<b>Consumo (MWh/ano)</b>	<b>Demanda Média (kW)</b>
Antigo	201,22	667,96	125,2
Novo	83,94	278,93	52,26
<b>Redução</b>	<b>117,28</b>	<b>389,03</b>	<b>72,94</b>

A Tabela 4 mostra a comparação dos resultados de energia economizada e demanda retirada no horário de ponta previstos no diagnóstico e realizados de fato.

Tabela 4 - Resultados antes e depois da AEE.

<b>Resultado</b>	<b>Energia Economizada (MWh/ano)</b>	<b>Demanda Retirada (kW)</b>	<b>RCB</b>
Previsto	455,41	86,55	0,41
Realizado	389,03	72,96	<b>0,47</b>
<b>Diferença</b>	66,38	13,59	0,06

Fonte: Elaboração do próprio autor

Utilizando-se as Equação 1, obteve-se uma RCB de 0,47.

Nota-se a importância de se realizar o diagnóstico energético para estimar os custos e resultados dos projetos, já que a diferença obtida entre a estimativa e o que de fato foi realizado é de apenas 13%.

Todas as medições produzem incertezas e este projeto não é exceção. Os cálculos relacionados às incertezas de medição são realizados nas próprias tabelas

de M&V disponibilizadas no portal da ANEEL. Porém como o objetivo do trabalho é demonstrar os resultados de economia de energia, esse valor será apenas exposto. Sendo assim, a incerteza nas medições de iluminação é de 3,8%.

Um ponto importante que deve ser evidenciado é de que a ANEEL através do PROPEE, exige que todos os equipamentos que foram substituídos durante a AEE sejam descartados de forma ambientalmente correta. Atendendo mais uma vez às demandas da agência, a concessionária realizou os descartes de todos os equipamentos através de uma empresa terceira especializada em descarte ambiental, tendo de prestar contas deste serviço à ANEEL.

Com o fim do relatório de M&V resta a concessionária a elaboração do relatório final. Neste documento deve conter um resumo de todo o projeto, bem como os resultados obtidos a partir da M&V. Após a elaboração do texto é enviada à ANEEL uma sinalização de que o projeto está executado e os relatórios estão prontos para serem enviados, devido ao grande volume de projetos auditados pela agência, é ela quem diz quando o projeto deve ser enviado.

Comparando-se a Tabela 3 com os resultados obtidos o projeto atingiu uma redução de consumo anual de 23,44% com uma redução da demanda de ponta de 72,94 kW.

A redução no consumo anual de 389,03 MWh/ano evita a emissão de aproximadamente 30 tCO<sub>2</sub> por ano<sup>1</sup>, para atender a esta quantia seria necessário o plantio de 125 árvores, equivalente a uma área de 746 m<sup>2</sup> de floresta, gerando benefício também para o meio ambiente.

<sup>1</sup> Calculados pela organização Iniciativa Verde.

## 10 CONCLUSÃO

Demonstrou-se que atualmente, devido a grande difusão da tecnologia LED, os benefícios atingidos pela substituição de lâmpadas de tecnologia diferente de LED é que viabiliza grande parte dos projetos de eficiência energética.

Na ação realizada na Santa Casa foram substituídas 5368 lâmpadas, obtendo-se uma economia de 390 MWh/ano, sendo que seu consumo com iluminação era de 859 MWh/ano. A demanda retirada foi de 73 kW e a RCB foi de 0,47. Os resultados podem ser considerados com baixa diferença com relação ao previsto, cerca de 11%.

Se fossem realizadas mais ações como condicionamento ambiental e até mesmo geração fotovoltaica se teria uma economia maior.

Ao se falar de eficiência energética para os colaboradores da Santa Casa, este conhecimento é repassado por estes colaboradores aos colegas de trabalho, amigos e familiares, criando assim uma cadeia de transmissão de conhecimento, beneficiando a sociedade como um todo.

Assim, entende-se que o PEE é um programa que beneficia à toda sociedade brasileira, proporcionando a redução de consumo e diminuição de demanda em unidades consumidoras, postergando a necessidade de expansão da geração de energia elétrica. O meio ambiente também ganha com a redução de emissão de gás carbônico que seria produzido indiretamente por este consumo.

## REFERÊNCIAS

BARAT, J. E NAZARETH, PB. **Transporte e energia no Brasil: as repercussões da crise do petróleo**. Abril, 1984.

Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6188>. Acesso em: 07 dezembro 2020.

GELLER, H E D POOLE, A. **O Novo Mercado de Serviços de Eficiência Energética no Brasil**. Abril, 1997.

Disponível em: [inee.org.br/download/escos/escomerc.pdf](http://inee.org.br/download/escos/escomerc.pdf). Acesso em: 07 dezembro 2020.

EPE. **Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas)**. 2018.

Disponível em: [epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Consumo-mensal-de-energia-eletrica-por-classe-regioes-e-subsistemas](http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Consumo-mensal-de-energia-eletrica-por-classe-regioes-e-subsistemas). Acesso em: 12 dezembro 2020.

EPE. **Consumo Anual de Energia Elétrica por classe (nacional)**. 2018.

Disponível em: [epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica/consumo-anual-de-energia-eletrica-por-classe-\(nacional\)](http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica/consumo-anual-de-energia-eletrica-por-classe-(nacional)) Acesso em: 12 dezembro 2020.

ELEKTRO. **Programa de Eficiência Energética**. 2020.

Disponível em: [elektro.com.br/sustentabilidade/programa-de-eficiencia-energetica](http://elektro.com.br/sustentabilidade/programa-de-eficiencia-energetica). Acesso em: 12 dez. 2020.

BNDES. **Conservação de Energia na Indústria: As Políticas adotadas na Época da Crise Energética**. 1994.

Disponível em:

[web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4661/1/Conserva%C3%A7%C3%A3o%20de%20Energia%20na%20Ind%C3%BAstria\\_As%20Pol%C3%ADticas%20Adotadas](http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4661/1/Conserva%C3%A7%C3%A3o%20de%20Energia%20na%20Ind%C3%BAstria_As%20Pol%C3%ADticas%20Adotadas)

%20na%20%C3%89poca%20da%20Crise%20Energ%C3%A9tica.pdf. Acesso em 13 dezembro 2020.

**PBE. O Programa Brasileiro de Etiquetagem.** 2020.

Disponível em [inmetro.gov.br/pbe/conheca\\_o\\_programa.php](http://inmetro.gov.br/pbe/conheca_o_programa.php)

Acesso em: 13 dezembro 2020.

**PROCEL. Selo Procel.** 2020.

Disponível em: [procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632%7D](http://procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632%7D). Acesso em 13 jan. 2021

**ANEEL. Programa de Eficiência Energética: Gestão do Programa.** 2020.

Disponível em [aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica/-](http://aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica/)

[/asset\\_publisher/94kK2bHDLPmo/content/gestao-do-](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/gestao-do-programa/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)

[programa/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/gestao-do-programa/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)

[br%2Fprograma-eficiencia-](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/gestao-do-programa/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)

[energetica%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_94kK2bHDLPmo%26p\\_p\\_lifecycle%3D0](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/gestao-do-programa/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)

[%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/gestao-do-programa/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)

[2%26p\\_p\\_col\\_pos%3D1%26p\\_p\\_col\\_count%3D2](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/gestao-do-programa/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2). Acesso em 13 jan. 2021.

**ANEEL. Programa de Eficiência Energética: Regulamentação Atual.** 2018.

Disponível em: [aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica/-](http://aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica/)

[/asset\\_publisher/94kK2bHDLPmo/content/ojfljkdasfbskd-](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/ojfljkdasfbskd-vsvjdbdf/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)

[vsvjdbdf/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/ojfljkdasfbskd-vsvjdbdf/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)

[%2Fprograma-eficiencia-](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/ojfljkdasfbskd-vsvjdbdf/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)

[energetica%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_94kK2bHDLPmo%26p\\_p\\_lifecycle%3D0](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/ojfljkdasfbskd-vsvjdbdf/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)

[%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/ojfljkdasfbskd-vsvjdbdf/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)

[2%26p\\_p\\_col\\_pos%3D1%26p\\_p\\_col\\_count%3D2](http://aneel.gov.br/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/ojfljkdasfbskd-vsvjdbdf/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2). Acesso em 14 jan. 2021.

**SIASE. Observatório do Programa de Eficiência Energética.** 2020.

Disponível em: [siase.org.br/webOpee/ProjectRepository](http://siase.org.br/webOpee/ProjectRepository). Acesso em 15 jan. 2021.