

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELÉTRICA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**JOSÉ RAFAGNIN JÚNIOR**

**MÉTODO PARA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2019**

JOSÉ RAFAGNIN JÚNIOR

## **MÉTODO PARA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Elétrica – DAELE – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Ms. César Augusto Portolann

PATO BRANCO

2019

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **MÉTODO PARA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**, do acadêmico **José Rafagnin Júnior** foi considerado **APROVADO** de acordo com a ata da banca examinadora **Nº 231** de 2019.

Fizeram parte da banca os professores:

**Prof. Me. Cesar Augusto Portolann**

**Prof. Me. Dionatan Augusto Guimarães Cieslak**

**Prof. Me. Heitor José Tessaro**

A Ata de Defesa assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica

## EPÍGRAFE

*“To the gods I am indebted for having good grandfathers, good parents, a good sister, good teachers, good associates, good kinsmen and friends, nearly everything good.” (M. Aurelius Antoninus)*

“Aos deuses sou grato por ter bons avós, bons pais, boa irmã, bons professores, bons associados, bons parentes e amigos, quase tudo de bom.” (M. Aurelius Antoninus)

## RESUMO

RAFAGNIN, José Jr. MÉTODO PARA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. 2019. 39 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2019.

Dada a necessidade de alternativas para atender à crescente demanda, ações de eficiência energética surgem como alternativa de uso ótimo dos recursos energéticos. Apesar da sua atratividade, não basta tomar decisões baseadas apenas em diminuir o consumo de energia elétrica, é necessário um estudo para determinar quais são as medidas de eficiência energética mais compatíveis com o local de interesse. É proposto assim um método, denominado de curva de custo e potencial de conservação de energia, que é capaz de comparar o quanto de energia pode ser economizada com determinada medida, e o custo para implementá-la. Para esclarecer o método, o mesmo é aplicado numa escola da rede estadual de ensino do estado do Paraná. O estudo apresenta o comparativo entre as medidas, em pequeno, médio e longo prazo, para posteriormente decidir se haverá ou não a aplicação das mesmas na unidade consumidora.

**Palavras-chave:** Medidas de eficiência energética, Demanda, Consumo, Curva de custo e potencial de conservação de energia.

## ABSTRACT

RAFAGNIN, José Jr. METHOD FOR ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY. 2019. 39 f. Monography (Undergraduate thesis) – Electrical Engineering, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2019.

Given the need of alternatives to the growing energetic demand, the energetic efficiency comes as an immediate alternative, cheap, causing no damage to the environment. Despite its attractiveness, it isn't enough make decisions based only in reducing the electric power consumption, it is necessary a study to determine what energy efficiency measures are most compatible with the place of interest. Then, comes a method to called energy conservation cost curves, which is able to determine how much energy can be saved with a certain measure and the cost to implement it. To clarify the method, it is applied in a state school of the state of Paraná. The study shows the comparison between the measures, in short, medium and long term, to decide later whether it will be applied at the consumer unit.

**Keywords:** Energy efficiency measures, Demand, Consumption, Energy Conservation Cost Curves.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Projeção da demanda total de eletricidade (TWh).....	15
Figura 2 - Exemplo CCP .....	16
Figura 3 - Metodologia Simplificada. ....	17
Figura 4 - Parcela do Consumo por carga. ....	24
Figura 5 - Exemplo de Panfleto Educativo .....	31
Figura 6 - Histórico do Valor do kWh e Inflação. ....	32
Figura 7 - CCP 1 Ano. ....	34
Figura 8 - CCP 3 Anos. ....	34
Figura 9 - CCP 5 Anos. ....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cargas Observadas; Salas de Aula. ....	19
Tabela 2 - Cargas Observadas; Demais Áreas. ....	19
Tabela 3 - Tempo de Uso Semanal em Horas. ....	20
Tabela 4 - Tempo de Uso Semanal em Horas. ....	21
Tabela 5 - Consumo Equipamentos. ....	22
Tabela 6 - Consumo Total por Grupo de Carga. ....	23
Tabela 7 - Valor Fatura. ....	25
Tabela 8 - Tabela Resumo MEE. ....	33

## LISTA DE SIGLAS

CCP	Curva de Custo e Potencial de Conservação de Energia Elétrica
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
MEE	Medida de Eficiência Energética
MME	Ministério de Minas e Energia
PNEf	Plano Nacional de Eficiência Energética
UC	Unidade Consumidora

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	10
1.2. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	11
1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	11
1.3.1. Objetivo geral .....	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
2.1 CRISES ENERGÉTICAS.....	13
2.2 CONSERVAÇÃO COMO SOLUÇÃO PARA CRISE ENERGÉTICA .....	14
2.3 MÉTODO PARA ANÁLISE DE MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA .....	15
<b>3. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA</b> .....	<b>18</b>
3.1. ESCOLHA DA UNIDADE CONSUMIDORA .....	18
3.2. ANÁLISE DA UNIDADE CONSUMIDORA .....	18
3.3. DEFINIÇÃO E ANÁLISE DAS MEE.....	25
3.3.1. Sensor de Presença .....	26
3.3.2. Sensor de Luminosidade .....	27
3.3.3. Troca de Lâmpadas.....	28
3.3.4. Troca de Outros Equipamentos.....	29
3.3.5. Demais Medidas .....	30
3.4. CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DA CCP .....	31
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será realizada uma breve revisão sobre o uso de energia elétrica, bem como prós e contras de algumas de suas fontes. Também é apontada uma alternativa imediata e barata, capaz de contornar o problema do aumento da demanda de energia elétrica no mundo.

### 1.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A necessidade de energia está diretamente ligada ao progresso da humanidade, isso é, num período onde o progresso científico e tecnológico é acelerado, o uso de energia é elevado. Sendo assim, desde a criação da máquina movida a vapor por Thomas Newcomen em 1698, marco inicial da revolução industrial, o uso de energia cresce paralelamente com o avanço da tecnologia. Entretanto, vivendo num mundo onde os recursos naturais são limitados, o uso desenfreado de fontes de energias não renováveis não é sustentável.

Com isso em mente, vários estudiosos buscam ideias para evitar o colapso do uso da energia no globo. As alternativas mais frequentemente citadas são as fontes renováveis de energia, como por exemplo energia solar e eólica, como alternativas para fontes não renováveis, como por exemplo carvão e petróleo. Além da utilização de fontes renováveis de energia não ser financeiramente interessante aos olhos de grandes empresas petrolíferas, e por isso buscam se opor a essas alternativas, é uma área recente, que exige mais pesquisas para melhorar sua eficiência. Tomando como exemplo a energia solar gerada por painéis fotovoltaicos, segundo fabricantes dos painéis, seus índices de eficiência variam de 14% a 22% de aproveitamento da energia solar incidente, ou seja, apenas cerca de 20% do total de energia incidida na área do painel é convertida.

Com relação as energias não renováveis, o principal motivo para não investir ainda mais em tais recursos é simples. São uma alternativa temporária, uma vez que se extinguirem, não há como repor a matéria prima de maneira satisfatória. Além disto, elas têm por característica trazer danos irreversíveis ao meio ambiente,

como por exemplo desmatamento e poluição. Deparados com o dilema de qual é a melhor fonte de energia a ser implementada, por vezes é deixado de lado a alternativa mais viável, mais imediata e com menos efeitos colaterais ao ambiente, o uso consciente de energia.

Ministério de Minas e Energia - MME (2011, p. 9) elaborou, em 2011, o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), onde analisa o consumo de energia no âmbito nacional, e faz projeções para o consumo no país, como a redução de 10% do consumo total estimado no período de 20 anos, de 2011 a 2030, se for cumprido, um total de 106GWh de potência será economizado, valor superior ao gerado pela Itaipu no ano de 2016.

Entretanto, não é suficiente a economia de energia se não aliada com gastos planejados e controlados. Uma alternativa para tal, é a construção da Curva de Custo e Potencial de Conservação de Energia (CCP), uma curva que relaciona o potencial de conservação de energia e o custo para implementar determinada medida, em outras palavras, o quanto terá de ser investido em um projeto e quanto de economia de energia esse projeto trará.

## 1.2. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Utilizando a CCP, é possível analisar o efeito no consumo de energia elétrica de diversas medidas aplicadas em determinada unidade consumidora. Através dessa análise, podem ser justificados investimentos no setor elétrico com o intuito de uma economia na fatura de energia elétrica.

Este trabalho apresenta o estudo do consumo de energia elétrica de uma escola da rede estadual de educação do estado do Paraná, e apresenta a CCP relacionada a esta unidade consumidora.

## 1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO

Nesta seção serão apresentados os objetivos do trabalho, divididos em objetivo geral e objetivos específicos.

### 1.3.1. Objetivo geral

Propor melhoria na utilização da energia elétrica de uma unidade consumidora através da análise do consumo elétrico e construção de curva de custo e potencial de conservação de energia

### 1.3.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho estão divididos em:

1. Levantar o consumo de energia elétrica da UC;
2. Analisar possíveis alternativas para melhoria do uso de energia elétrica;
3. Elaborar uma tabela de custo de compra e instalação de novos equipamentos;
4. Construir e analisar a CCP com os dados obtidos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será evidenciada a crescente demanda de energia elétrica no mundo, bem como a criação de novas usinas geradores de energia, cada uma com sua dificuldade, e a necessidade então da busca de soluções para tal problema. Surge então como método a eficiência energética, aliada com a necessidade de uma metodologia eficaz para a mesma.

### 2.1 CRISES ENERGÉTICAS

Em 1973, além de questões políticas, o uso desenfreado do petróleo mostrou que o uso de energia sem planejamento é um caminho pelo qual a humanidade não pode percorrer. Tendo como petróleo sua fonte substituta para o óleo de baleia, países mais desenvolvidos buscaram negociações com países que possuíam grande reserva natural de petróleo.

Nunes (2016, p. 22) afirma que concessões eram a forma pela qual tais negociações ocorriam. Países como a Grã-Bretanha, EUA e França compravam direitos de extração de petróleo de países do Oriente Médio, e a partir disso supriam a necessidade nacional deste combustível. Por vezes a produção era maior do que a demanda nacional, assim, os países conseguiam negociar o excedente com demais interessados. Entretanto, divergências políticas entre os países envolvidos causaram a instabilidade do modelo de negócio da época, os EUA auxiliaram Israel numa guerra envolvendo os países do Oriente Médio. Como retaliação, os países responsáveis pelo petróleo aumentaram o valor deste para valores até 4 vezes em relação ao normal da época. Esta crise do petróleo ficou conhecida como a primeira grande crise energética mundial.

Por ser um país com a maior parcela de energia elétrica produzida ser de fonte hidroelétrica, o Brasil não teve uma crise relacionada ao petróleo, porém, em diversas ocasiões houveram blecautes, geralmente, mas não somente, relacionados com períodos com baixa quantidade de chuva.

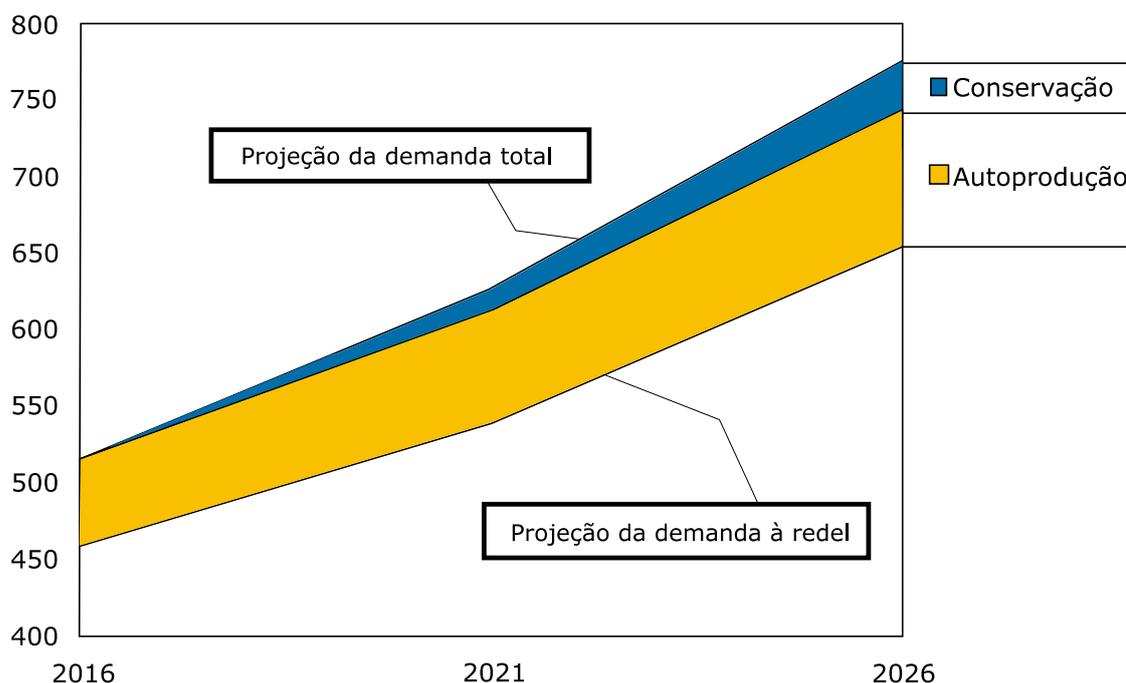
Um bom exemplo de como a crise hídrica afeta o sistema nacional de energia aconteceu em 2001. Além da falta de investimentos no setor e da falta de planejamento, o aumento populacional e o desenvolvimento de indústrias, que elevaram o consumo nacional de energia elétrica, coincidiram com um período de escassez de chuva, que revelaram a necessidade de melhorar a forma que se usa eletricidade. Como medidas de emergência para evitar uma crise no setor elétrico, o governo acionou usinas termoelétricas, o que causou uma elevação no preço do kWh, e exigiu que a população diminuísse seu consumo de energia elétrica. O incentivo para tal foi através de multas para consumidores que não racionassem o exigido. Como alternativa para alcançar o decréscimo no consumo proposto, várias residências optaram pela utilização de lâmpadas fluorescentes ao invés de incandescentes, e pela otimização do uso de aparelhos elétricos dentro de casa.

## 2.2 CONSERVAÇÃO COMO SOLUÇÃO PARA CRISE ENERGÉTICA

Como reflexo da crise no setor elétrico de 2001, ficou evidenciado que a conservação de energia é uma forte alternativa para auxiliar no controle da demanda crescente de energia elétrica. Já tendo observado isso em ocasiões anteriores, o governo, através do Ministério de Minas e Energia (MME) e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), elabora anualmente o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica, que aborda o cenário futuro do setor elétrico nacional, indicando as perspectivas desse setor. Em conjunto com uma série de outros documentos, a EPE analisa o crescimento da demanda de energia elétrica nacional, e a necessidade da conservação como alternativa para a construção de novas usinas geradoras de energia elétrica.

Em janeiro de 2017, foi publicado o documento *Projeção da demanda de energia elétrica*. “O objetivo deste trabalho é documentar a projeção do consumo e da carga de energia elétrica pela EPE para os estudos de médio prazo.” (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE, 2017, p. 1)

Neste documento é apresentada a projeção da demanda total de eletricidade, onde é levado em conta a necessidade da conservação de energia com o objetivo de diminuir o total de demanda. O gráfico é apresentado na Figura 1.



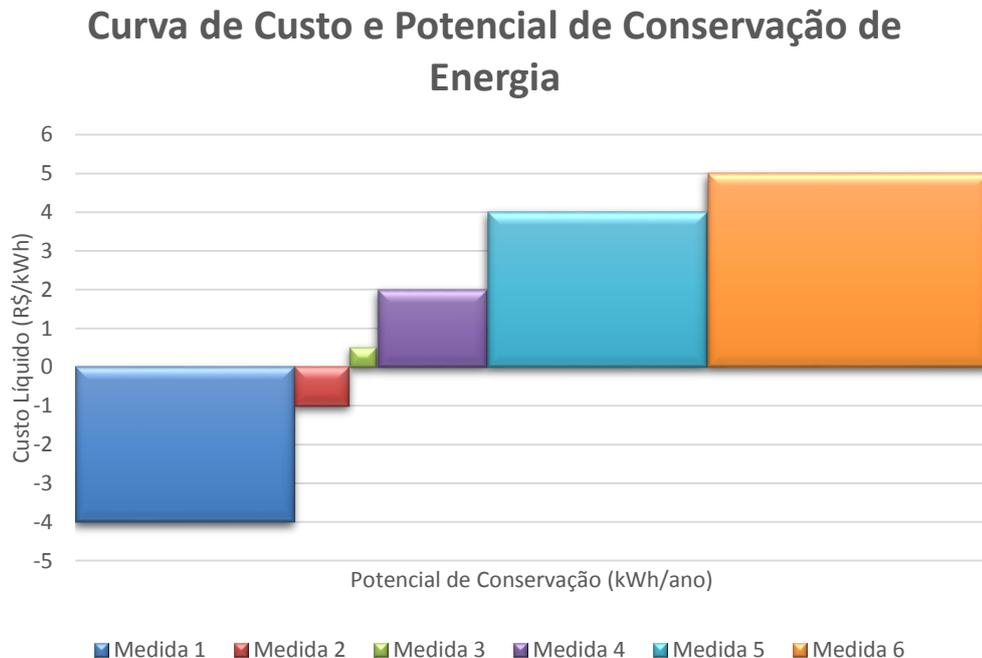
**Figura 1 - Projeção da demanda total de eletricidade (TWh).**  
**Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE (2017, p. 54).**

É importante salientar que já são tomadas medidas de conservação de energia, e que a área indicada é a previsão de novas formas de conservação ou de eficiência energética, que não vem sendo tomadas até então.

### 2.3 MÉTODO PARA ANÁLISE DE MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

Apesar dos benefícios da conservação de energia, é necessário analisar os custos envolvidos para tal economia, desta forma, têm-se a certeza de que os recursos estão sendo utilizados de uma maneira satisfatória. Uma das maneiras para avaliação das Medidas de Eficiência Energética – MEE, é a Curva de Custo e Potencial de Conservação de Energia – CCP, que relaciona, em determinado período, o custo de implementação da medida com a economia trazida pela mesma. Uma CCP completa pode ser vista na Figura 2. Nela são apresentadas 6 medidas, apesar de que uma CCP pode ter quantas forem necessárias, das quais duas apresentam um retorno financeiro dentro do período de interesse, e as demais não. Outras

conclusões possíveis de serem obtidas a partir do exemplo, é que a medida que mais trará economia total é a medida 6, entretanto, é a pior na relação custo benefício. De acordo com o planejamento inicial, deve-se decidir quais das medidas serão implementadas na UC.

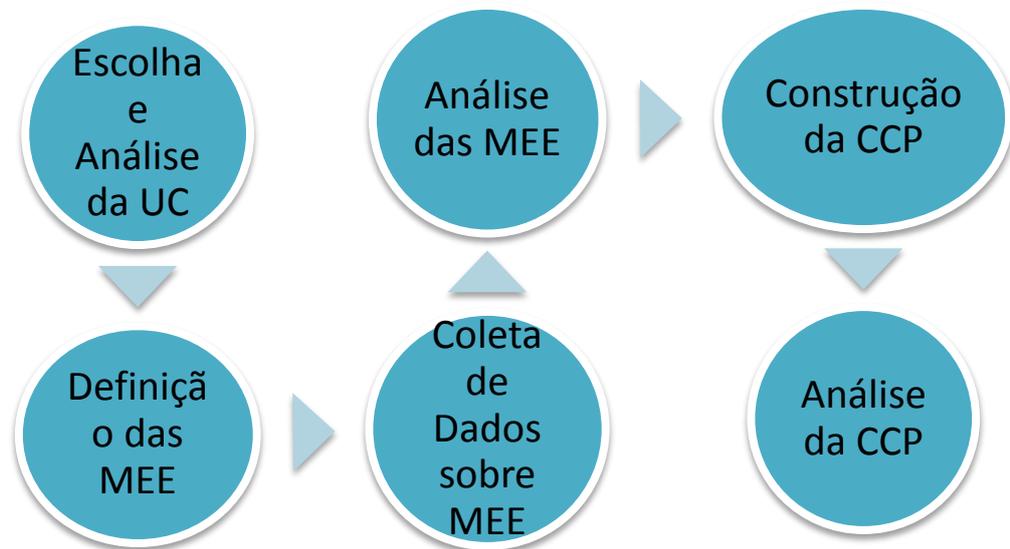


**Figura 2 - Exemplo CCP**  
**Fonte: Autoria própria.**

Segundo BARTHEL, BHIDE, *et al.* (2010, p. 7) a CCP tem como ponto forte a simplicidade para identificação de quais medidas são custo efetivas no período de estudo, através da comparação entre as medidas propostas. Entretanto, a construção desta curva depende de várias premissas, que influenciam no resultado final, cabe a pessoa que elaborar esta curva garantir que as premissas adotadas sejam as mais corretas possíveis, para que não haja interferência errônea destas no resultado. Além disto, os dados iniciais devem ser os mais exatos possíveis, uma vez que também acarretam em grandes divergências no resultado.

No Brasil, a EPE incentiva o uso das CCP como método para identificação de potencial de conservação de energia elétrica. Para auxiliar possíveis interessados, em 2016 ela publicou “Nota Técnica DEA 11/16: Metodologia para Elaboração de Curvas de Custo e Potencial de Conservação de Energia.” (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE, 2016)

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE (2016, p. 22) descreve 7 passos principais para a construção de uma CCP: o primeiro consiste na escolha de uma unidade consumidora – UC, para aplicar o estudo; O segundo passo é o diagnóstico da instalação, isso é, a análise do consumo de energia elétrica da UC; O terceiro passo é a identificação de possíveis MEE para serem aplicadas; O quarto passo é a coleta de dados para as MEE; O quinto passo é o responsável pela análise e processamento dos dados obtidos, enquanto que o sexto passo é o agrupamento das informações na forma da CCP; Por fim, o sétimo passo é onde ocorre a análise da CCP, definindo quais medidas devem ser aplicadas para obter o resultado desejado. Os passos simplificados são apresentados no fluxograma abaixo.



**Figura 3 - Metodologia Simplificada.**  
Fonte: Autoria própria.

### 3. ANÁLISE DA UNIDADE CONSUMIDORA

Neste capítulo serão detalhados os passos propostos pela metodologia, bem como a aplicação dos mesmos num ambiente real de estudo.

#### 3.1. ESCOLHA DA UNIDADE CONSUMIDORA

Segundo a metodologia, esta etapa consiste na determinação de um local para estudo. Apesar da metodologia ser mais indicada para unidades consumidoras onde o consumo é elevado, e por isso há um potencial de conservação maior, a UC escolhida para análise da metodologia é um Centro de Educação Básica Para Jovens e Adultos – CEEBJA, localizado na cidade de Dois Vizinhos – PR.

A escola tem uma área de aproximadamente 2000m<sup>2</sup>, além de uma quadra poliesportiva. Conta com 12 salas de aula, uma secretaria, uma sala de professores, uma biblioteca, uma cozinha, um laboratório de química e um de informática, um banheiro feminino e outro masculino.

Entre os motivos que levaram a escolha desta unidade consumidora, é válido ressaltar o entusiasmo mostrado pelos responsáveis diante da proposta de estudo e a possibilidade de ajudar uma edificação pública, de forma a economizar fundos públicos, que podem ser utilizados em outras áreas.

#### 3.2. ANÁLISE DA UNIDADE CONSUMIDORA

Para a realização desta etapa, a metodologia sugere a aplicação do método de abordagem *bottom-up*. Segundo Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2016, p. 20) “a abordagem *“bottom-up”* parte da consideração das tecnologias, processos e procedimentos utilizados no caso base e outros mais eficientes, que poderiam proporcionar redução de consumo.”

Por ser necessário conhecer o consumo da UC, é aconselhável uma visita à mesma, com o propósito de identificar quais são os aparelhos consumidores de

energia elétrica, bem como seu uso diário. Os dados obtidos durante a inspeção podem ser organizados numa tabela, para facilitar sua visualização. Neste estudo, optou-se por separar as cargas de acordo com o local onde está sendo utilizado, e além disso, agrupar locais similares. Como resultado, a Tabela 1 e a Tabela 2 foram montadas onde são apresentadas as quantidades de cada equipamento que consome energia elétrica.

**Tabela 1 - Cargas Observadas; Salas de Aula.**

Local	Lâmpadas	Ventiladores	TV	Ar Condicionado	Iluminação Emergência	Caixa de Som
Sala 1	12	-	-	-	1	-
Sala 2	12	2	1	-	1	-
Sala 3	12	-	1	-	1	-
Sala 4	12	2	1	1	1	-
Sala 5	12	2	1	1	1	-
Sala 6	12	2	1	1	1	-
Sala 7	12	-	1	1	1	-
Sala 8	12	-	1	1	1	-
Sala 9	12	-	1	1	1	-
Sala 10	12	2	1	1	1	1
Sala 11	12	-	1	1	1	-
Sala 12	12	2	-	-	1	1

Fonte: Autoria própria (2018).

É válido ressaltar que todas as cargas acima mencionadas são similares, ou seja, toda lâmpada é igual em qualquer uma das salas, e o mesmo se aplica as demais cargas.

**Tabela 2 - Cargas Observadas; Demais Áreas.**

Local	Lâmpadas	Ventiladores	Ar Condicionado	Impressora	(continua)		
					Iluminação Emergência	PC	TV LED
Sala Professores	7	2	-	-	1	-	-

**Tabela 3 - Cargas Observadas; Demais Áreas.****(conclusão)**

Secretaria	6	-	-	3	1	4	-
Biblioteca	18	-	1	1	1	2	-
Lab. Informática	6	-	1	-	1	25	-
Lab. Química	6	2	-	-	1	-	1
Banheiro F	4	-	-	-	1	-	-
Banheiro M	4	-	-	-	1	-	-
Corredores	40	5	-	-	8	-	-

**Fonte: Autoria própria (2018).**

Além das cargas já citadas, a UC conta com mais dois ambientes não tão similares quanto aos anteriores, a cozinha e a quadra poliesportiva. Além de 4 lâmpadas como as demais, a cozinha conta com 1 forno micro-ondas e 1 forno elétrico, 1 geladeira duplex, 1 freezer, 1 torneira elétrica e 1 bebedouro industrial. Na quadra poliesportiva, há apenas 20 holofotes encarregados da iluminação da mesma e da fachada da escola.

Sabendo da quantidade de cada equipamento existente na UC, é necessário conhecer o tempo de uso de cada um deles, informações essas que foram obtidas através do contato com os responsáveis na UC.

**Tabela 4 - Tempo de Uso Semanal em Horas.****(continua)**

<b>Local</b>	<b>Lâmpadas</b>	<b>Ventiladores</b>	<b>TV</b>	<b>Ar Condicionado</b>	<b>Iluminação Emergência</b>	<b>Caixa de Som</b>
Sala 1	70	-	-	-	168	-
Sala 2	70	12	3	-	168	-
Sala 3	70	-	3	-	168	-
Sala 4	70	12	3	5	168	-
Sala 5	70	12	3	5	168	-
Sala 6	70	12	3	5	168	-
Sala 7	70	-	3	5	168	-

**Tabela 5 - Tempo de Uso Semanal em Horas.****(conclusão)**

Sala 8	70	-	3	5	168	-
Sala 9	70	-	3	5	168	-
Sala 10	70	12	3	5	168	1
Sala 11	70	-	3	5	168	-
Sala 12	70	12	-	-	168	1

Fonte: Autoria própria (2018).

**Tabela 6 - Tempo de Uso Semanal em Horas.**

Local	Lâmpadas	Ventiladores	Ar Condicionado	Impressora	Iluminação Emergência	PC	TV LED
Sala Professores	80	10	-	-	168	-	-
Secretaria	80	-	-	168	168	60	-
Biblioteca	80	-	20	168	168	60	-
Lab. Informática	5	-	5	-	168	5	-
Lab. Química	5	4	-	-	168	-	1
Banheiro F	80	-	-	-	168	-	-
Banheiro M	80	-	-	-	168	-	-
Corredores	40	5	-	-	168	-	-

Fonte: Autoria própria (2018).

Com relação a quadra poliesportiva, os holofotes são acesos no período noturno, totalizando 22h semanais. Na cozinha, as lâmpadas são utilizadas continuamente nos dias letivos, cerca de 16h diárias, ou 80h semanais. A torneira elétrica, o micro-ondas e o forno elétrico são utilizados casualmente, cerca de uma hora diária, ou 5h semanais, enquanto que o bebedouro funciona cerca de 8h diárias, ou 56h semanais. Por fim, a geladeira e o freezer são mantidos na energia o tempo todo, entretanto, não funcionam continuamente, supondo 10h de funcionamento diário, somam 70h semanais.

Sabendo da quantidade de equipamentos existentes e seu período de utilização, é necessário saber qual a potência individual de cada carga antes de calcular o consumo total da UC. A potência de cada equipamento foi obtida através da inspeção dos mesmos, através das etiquetas do Procel ou pela placa de identificação do produto. Os dados obtidos são considerados ideais, ou seja, que seguem exatamente a potência informada pelo fabricante, sem perdas ou mal funcionamento dos mesmos. Eles são apresentados na **Tabela 7**.

**Tabela 7 - Consumo Equipamentos.**

<b>Equipamento</b>	<b>Potência (kW)</b>	<b>Método para obter potência</b>
Lâmpada	0,040	Leitura Impressão Lâmpada
Ventilador	0,161	Selo Procel
TV	0,165	Selo Fabricante
Ar Condicionado	2,100	Selo Fabricante
Iluminação Emergência	0,0025	Selo Fabricante
Caixa de Som	0,050	Selo Fabricante
Impressora	0,045	Selo Fabricante
PC	0,300	Estimativa Cooperluz
TV Led	0,100	Selo Fabricante
Torneira Elétrica	3,250	Estimativa Eletrobras
Micro-ondas	1,200	Selo Fabricante
Forno Elétrico	2,500	Selo Fabricante
Geladeira	0,250	Selo Fabricante
Freezer	0,250	Selo Fabricante
Bebedouro	0,186	Selo Fabricante
Holofotes	0,400	Leitura Impressão Lâmpada

**Fonte: A autoria própria (2018).**

Utilizando as informações acima citadas, é possível calcular o consumo da UC através da Equação 1.

$$Consumo_{mensal} (kWh) = N(\text{unidade}) * T(\text{horas mensais}) * P(kW) \quad (1)$$

Onde N é a quantidade de um mesmo equipamento existente, T é o tempo que esse equipamento é utilizado durante o mês, e P é a potência do mesmo.

Aplicando esta equação para cada equipamento, e somando o total individual, é obtido o consumo total da unidade consumidora. O resultado de aplicar a Equação 1 a todas as cargas é exibido na **Tabela 8**.

**Tabela 8 - Consumo Total por Grupo de Carga.**

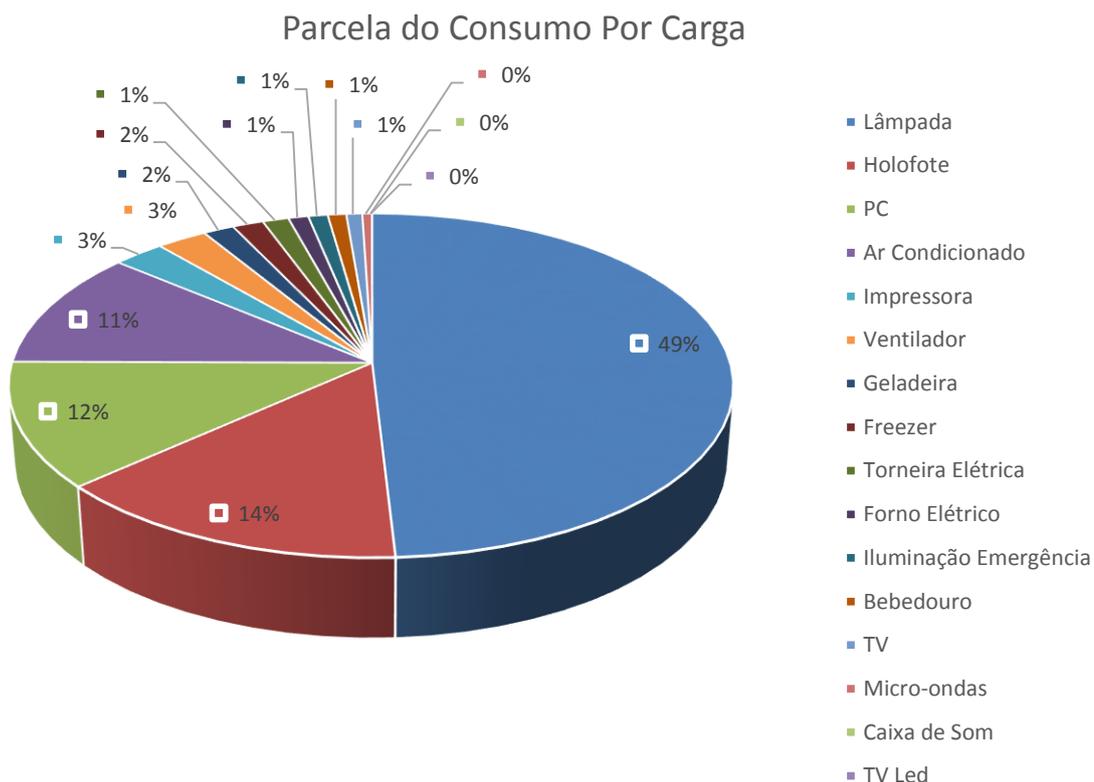
<b>Equipamento</b>	<b>Consumo (kWh)</b>
Lâmpada	2428,80
Holofote	704,00
PC	582,00
Ar Condicionado	546,00
Impressora	129,60
Ventilador	126,87
Geladeira	77,50
Freezer	77,50
Torneira Elétrica	65,00
Forno Elétrico	50,00
Iluminação Emergência	48,60
Bebedouro	46,13
TV	39,60
Micro-ondas	24,00
Caixa de Som	0,40
TV Led	0,40
<b>Total</b>	<b>4946,40</b>

**Fonte: Autoria própria (2018).**

Com o auxílio da **Tabela 8**, é possível organizar um gráfico para visualizar a parcela do consumo total de cada grupo de carga, como mostra a **Figura 4**.

É interessante analisar que a maioria do consumo da UC vem da iluminação de ambientes internos, como sala de aulas e demais salas. Logo em seguida, a iluminação externa aparece como maior consumo. Assim, o consumo de energia elétrica da UC é predominantemente iluminação. Além disso, a outra parcela significativa de consumo é o uso de computadores e do ar condicionado, responsáveis por 23% do consumo total, enquanto que as demais cargas são responsáveis pelos 14% restantes do consumo.

Por ser uma UC vinculada ao estado, ela se enquadra na modalidade tarifária 01-Convencional e classe principal 05- Poder Público, para esta configuração, o valor unitário do kWh consumido é de R\$ 0,543701. Para efetuar o cálculo da fatura de energia, basta multiplicar o consumo pelo valor da tarifa, como mostra a Equação 2.



**Figura 4 - Parcela do Consumo por carga.**  
**Fonte: Autoria própria.**

$$\text{Valor fatura (R\$)} = \text{Consumo (kWh)} * \text{Tarifa (R\$/kWh)} \quad (2)$$

A maior parte do consumo da unidade consumidora é devido a iluminação, seja ela interna, lâmpadas, ou externa, holofotes. Além destes, é válido o consumo dos computadores, que apesar de serem usados por pouco tempo, são vários. Com estas informações, é possível determinar o valor pago pela UC mensalmente pelo consumo de energia elétrica, logo, a Tabela 8 pode ser complementada com essa informação. Os novos dados são apresentados na Tabela 7.

Tabela 9 - Valor Fatura.

<b>Equipamento</b>	<b>Consumo (kWh)</b>	<b>Valor Fatura (R\$)</b>
Lâmpada	2428,80	1320,54
Holofote	704,00	382,77
PC	582,00	316,43
Ar Condicionado	546,00	296,86
Impressora	129,60	70,46
Ventilador	126,87	68,98
Iluminação Emergência	116,64	63,42
Geladeira	77,50	42,14
Freezer	77,50	42,14
Torneira Elétrica	65,00	35,34
Forno Elétrico	50,00	27,18
Iluminação Emergência	48,60	26,42
Bebedouro	46,13	25,08
TV	39,60	21,53
Micro-ondas	24,00	13,05
Caixa de Som	0,40	0,22
TV Led	0,40	0,22
<b>Total</b>	<b>4946,40</b>	<b>2689,36</b>

Fonte: Autoria própria (2018).

### 3.3. DEFINIÇÃO E ANÁLISE DAS MEE

Após a análise do consumo da unidade consumidora, fica evidente que a maior parte do consumo da mesma é relacionada com iluminação. Desse modo é interessante buscar MEE relacionadas com esse perfil, já que nele reside a maior capacidade de melhora. Entretanto, não se pode ignorar as demais possíveis MEE, já que apesar de individualmente não ocasionarem grande redução no consumo, a soma

das mesmas pode ter influência significativa no valor final. As possíveis MEE definidas são listadas em seu respectivo tópico.

### 3.3.1. Sensor de Presença

Sensor de presença é um aparelho que é capaz de controlar a iluminação do ambiente no qual está instalado. Ele funciona desligando as lâmpadas caso não detecte movimento no ambiente depois de determinado tempo. Traz maior economia em ambientes nos quais há o costume de deixar lâmpadas ligadas sem que haja pessoas no ambiente. Esta MEE busca diminuir o tempo de uso de energia sem necessidade.

Na UC, todos os ambientes, com exceção dos dois laboratórios e da quadra poliesportiva, são propícios para a instalação do sensor. Para obter informações sobre o controle da iluminação nos ambientes, foram consultados os responsáveis na UC. Não existem dados precisos quanto ao uso apenas necessário da iluminação, entretanto, eles têm uma estimativa de que diariamente, pelo menos uma hora cada uma das salas de aula fica iluminada sem necessidade, e o mesmo acontece com a sala dos professores. Os corredores permanecem de luz apagada durante o dia, e as mesmas são mantidas acesas a noite, sem necessidade assim da aplicação do sensor. Já a cozinha, a secretaria e a biblioteca são ocupados continuamente, de modo que é necessária iluminação constante. Os banheiros já contêm sensores similares com este objetivo, de forma que é possível deixá-los de fora da análise.

Considerando que cada lâmpada fica em média ligada 14h por dia, uma diminuição de 1h corresponde a 7,14% de economia. A soma do consumo das lâmpadas desses locais é de 2428,8kWh, sendo assim atingida uma economia de 173,49kWh. Para implantá-la é necessária a instalação de um sensor por ambiente, totalizando 13 sensores.

O modelo de sensor escolhido é o Interruptor de Teto Sensor de presença para iluminação, fabricado pela Intelbras, e disponível para compra no site do fabricante. Os motivos da escolha para tal sensor são a confiança na qualidade do produto, a possibilidade de uma fácil instalação, e que o produto satisfaz a necessidade, já que os ambientes se enquadram nas características técnicas

detalhadas no *datasheet* do sensor, como por exemplo a altura de instalação (2,2 a 4m), o ângulo de detecção (360°) e o ajuste de tempo (10s a 10min).

O preço atual de um sensor é de R\$59,90, assim, a compra de 13 unidades totaliza R\$778,70.

### 3.3.2. Sensor de Luminosidade

Sensores de luminosidade são sensores capazes de identificar o nível de luminosidade presente em determinado ambiente. São utilizados em diversas aplicações, como em iluminação pública. Ao receber a luz emitida pelo Sol, o sensor interpreta como presença de iluminação, e mantém a lâmpada correspondente apagada. Quando há uma interferência na luz emitida, seja ela de fonte natural ou não, o sensor sinaliza que é necessária a iluminação. Nesta aplicação, o sensor apenas indica se há ou não a necessidade de luz artificial, entretanto, existem sensores capazes de regular a intensidade com a qual a lâmpada deve atuar.

A instalação desses sensores na UC permitirá a utilização de luz parcial em determinados horários, otimizando a iluminação de acordo com o necessário. Esta medida tem como objetivo diminuir o consumo total das lâmpadas presentes, ao oferecer uma alternativa não binária para a iluminação dos ambientes internos. Ela também atua diminuindo o tempo pelo qual permanece ligado as lâmpadas, já que tem o controle de desligá-las caso seu uso seja redundante.

Apesar de ser possível projetar e implementar um sensor capaz deste controle utilizando fotoresistores, conhecidos como LDRs, existem soluções prontas no mercado para agilizar e garantir o funcionamento deste processo. O modelo escolhido como ferramenta para controle da iluminação é o sensor OccuSwitch DALI, da fabricante PHILIPS. Segundo as especificações do fabricante, o mesmo pode alcançar 55% de economia de energia, e controlar até 15 lâmpadas simultaneamente. Além disto, o mesmo se enquadra nas medidas dos ambientes os quais pode ser instalado.

Além de todas as salas de aula, a sala dos professores, a secretaria, a biblioteca e os corredores podem fazer uso do sensor. Estes ambientes consomem mensalmente um total de 2265,64kWh, considerando que o sensor ajude a

economizar 30% deste total, haverá uma economia de 679,69kWh. A biblioteca, por ter mais de 15 lâmpadas, precisará da instalação de 2 sensores, o mesmo acontece com os corredor, mas estes necessitam 3. As demais salas podem ser controladas com apenas um sensor. Serão necessários 17 sensores, que custam cerca de R\$50,00 a unidade, totalizando R\$850,00.

### 3.3.3. Troca de Lâmpadas

Uma das informações levantadas durante a análise da UC, é que são utilizadas lâmpadas fluorescentes tubulares na maioria das aplicações. Uma MEE é a troca das lâmpadas existentes por lâmpadas tubulares do tipo LED, aproveitando a instalação já existente. Ao contrário das medidas acima, essa é uma medida que busca diminuir o consumo, uma vez que as lâmpadas LED conseguem fornecer a mesma quantidade de lux utilizando menor potência, quando em comparação com as lâmpadas fluorescentes.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1992, p. 4) informa que para salas de aulas são necessários, no mínimo, 500 lux. Para atender essa exigência, foi escolhido o modelo de lâmpada LED tubular T5 9W Bivolt Luz Branca, da empresa Brilia, disponível para aquisição com distribuidores do fabricante.

Com exceção da iluminação externa, todos os ambientes da UC podem se beneficiar da atualização das lâmpadas. Considerando que as lâmpadas atuais consomem 40W e que as de LED consumiram 9W, haverá uma economia dada pela Equação 3.

$$\text{Economia (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{Potência Nova (W)}}{\text{Potência Atual (W)}} \right) * 100 \quad (3)$$

Desse modo, é esperado uma economia de 77,5% da energia total gasta pela iluminação de interiores na UC, uma redução de consumo mensal de 2377,6kWh para 534,96kW. Esta diferença de 1842,6 kWh resulta numa economia de R\$1001,80 ao final do mês. Existe um total de 239 lâmpadas na UC, considerando que o preço de aquisição de uma seja R\$40,00, é necessário um capital de R\$9560,00 para a total substituição delas.

A mesma MEE também pode ser aplicada na iluminação externa, substituindo os holofotes de 400W por refletores de LED, de 100W. Desse modo, há uma diminuição de 75% do consumo, de 704kWh para 176kWh, uma diferença de 528kWh mensais. A economia gerada por esta medida é de R\$287,07. Para a aquisição dos 20 holofotes, se faz necessário o investimento de aproximadamente R\$1200,00.

#### 3.3.4. Troca de Outros Equipamentos

Demais equipamentos, assim como as lâmpadas, podem ser substituídas por versões mais eficientes. Essa medida também tem como foco diminuir o consumo, e tem maior impacto quando é possível realizar a troca de equipamentos mais antigos, que já podem não estar funcionando de acordo com as especificações do fabricante, por mais recentes. Desse modo, cargas que foram recentemente adquiridas serão deixadas de fora da análise. Os equipamentos a serem analisados nessa MEE são os computadores utilizados na secretaria, na biblioteca e no laboratório de informática, a geladeira e o freezer utilizados na cozinha, e as televisões, presentes nas salas de aula.

Atualmente, a UC conta com 31 computadores, que são utilizados por aproximadamente 500h mensais, cada um com uma potência de 300W. Segundo Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG (2014, p. 6) um notebook possui, em média, 30W, tornando-o uma alternativa viável para substituir os computadores. Entretanto, o preço para a aquisição de uma quantidade alta desse aparelho, é alto. Para um notebook na faixa de R\$1.500,00, é necessário o capital de R\$46.500,00. A diferença do consumo mensal ocasionado por esta medida é de 485kWh ou R\$264,00, se for mantido o mesmo tempo de uso atual dos computadores.

Tanto a geladeira como o freezer podem ser substituídos por outros com consumo menor, sem prejudicar o atual modo de uso da UC. Segundo Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG (2014, p. 5), é possível alcançar uma potência de 110W e 130W respectivamente. Desse modo, há uma redução de consumo de 56% e 48%, que geram uma economia de 43,4kWh e 32,7kWh, ou R\$23,60 e

R\$20,22. Para a aquisição desses equipamentos, será necessário um investimento de cerca de R\$3.500,00.

As televisões têm um consumo máximo de 165W, são popularmente conhecidas como televisões de tubo, e são do modelo padrão das escolas da rede estadual de ensino, de maneira que a substituição delas pode ir contra a uniformidade presente nesta rede. Entretanto, a substituição dessas televisões de tubo por televisões LED, pode levar a uma economia de 42%, uma vez que essas consomem cerca de 95Wh. Ao levar em consideração todos os aparelhos existentes na UC, essa MEE traz uma economia de 16,8kWh e R\$9,13 ao longo de um mês. O preço de uma TV de LED 29", mesma dimensão das existentes, é em torno de R\$850,00, 10 unidades desse modelo totalizariam R\$8.500,00.

#### 3.3.5. Demais Medidas

Além das medidas citadas, também podem ser implementadas medidas sem custos de aquisição para a melhora do uso de energia. Essas medidas têm em comum a base da sensibilização dos frequentadores da UC sobre a importância do uso correto da energia.

Por se tratar de um ambiente de ensino, é possível ministrar palestras educativas com o objetivo de alertar os usuários da atual situação da matriz energética mundial, e como cada um de nós pode e deve fazer sua parte. Tal palestra pode ser apresentada em conjunto com um professor, em algum momento que venha a conciliar o assunto com o com o tema estudado em sala de aula.

Outra medida possível é a confecção e distribuição de panfletos educativos, com dados exemplificando medidas simples a serem tomadas no dia-a-dia, não exclusivamente na UC, mas também na moradia de quem estiver interessado no assunto. A Figura 5 serve como exemplo de possível panfleto instrutivos.

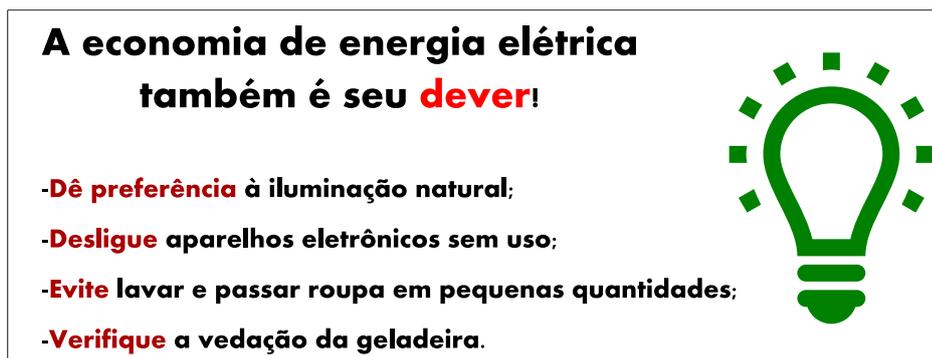


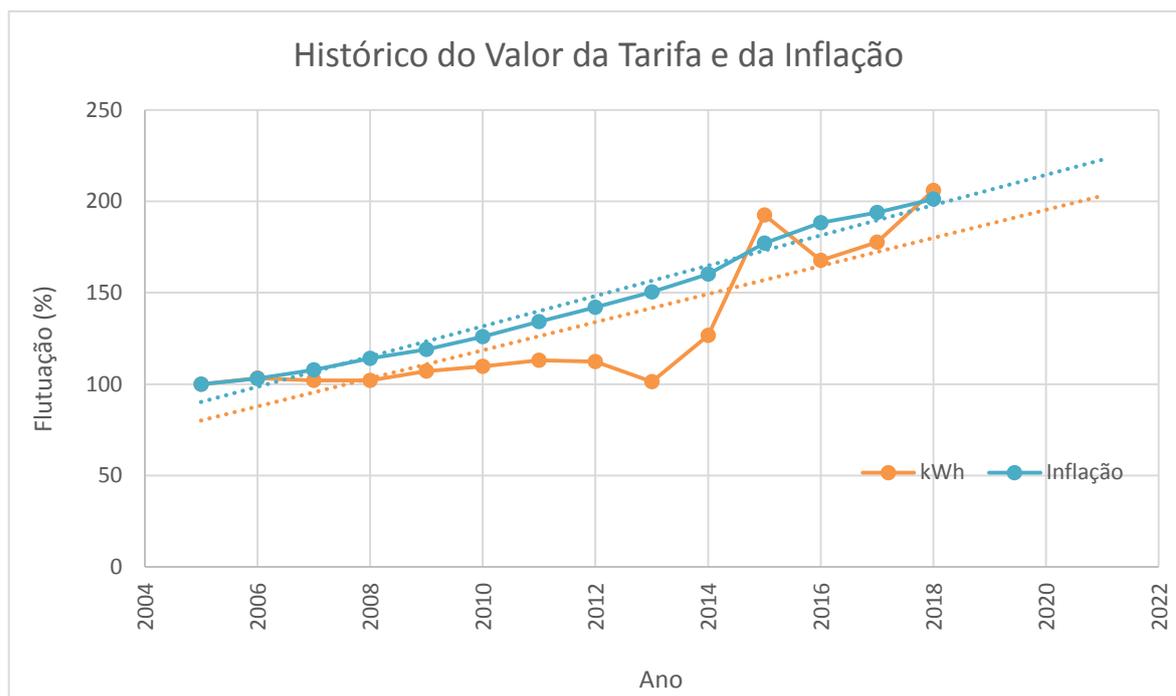
Figura 5 - Exemplo de Panfleto Educativo

Fonte: Autoria própria (2019).

Entretanto, não é possível quantificar de maneira precisa o potencial de conservação de energia elétrica que as medidas citadas trariam, tendo em vista que a compreensão e o grau de engajamento dos indivíduos em busca de um consumo consciente não pode ser quantificado.

### 3.4. CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DA CCP

Além dos dados obtidos, são válidas considerações gerais para a construção da curva. Uma consideração necessária é em relação a alterações no valor tarifário. Com o objetivo de prever a variação futura do valor do kWh, foi realizada uma pesquisa dos valores do reajuste anual efetuado pela concessionária de energia. Pesquisa semelhante foi feita para a inflação, para realizar a correção do valor. Os dados obtidos podem ser analisados na Figura 6.



**Figura 6 - Histórico do Valor do kWh e Inflação.**

**Fonte: Autoria própria (2019).**

Considerando um valor teórico de 100 para ambas as curvas no ano de 2005, e atualizando-a com os respectivos reajustes anuais, através dos valores obtidos no site da COPEL para a tarifa da energia elétrica, e em sites de economia para os valores de inflação, é possível analisar que apesar da variação de cada curva ser diferente, a linha de tendência apresentada por cada uma é similar. De forma que pela linha de tendência, é possível afirmar que o preço do kWh sofre apenas o reajuste da inflação. É necessário ressaltar que o valor do kWh é sem considerar eventuais acréscimos devido a condições climáticas adversas, conhecidos como bandeiras amarela e vermelha. Outra consideração feita é de que não haverá a necessidade de substituição dos novos equipamentos durante os períodos de análise. Nenhum deles terá de ser repostado por defeito ou fim da vida útil. Além disso, também foi considerado que não há taxa de instalação dos equipamentos, que eles serão instalados pelos próprios funcionários da escola. Com o objetivo de centralizar informações, a Tabela 10 foi elaborada.

Tabela 10 - Tabela Resumo MEE.

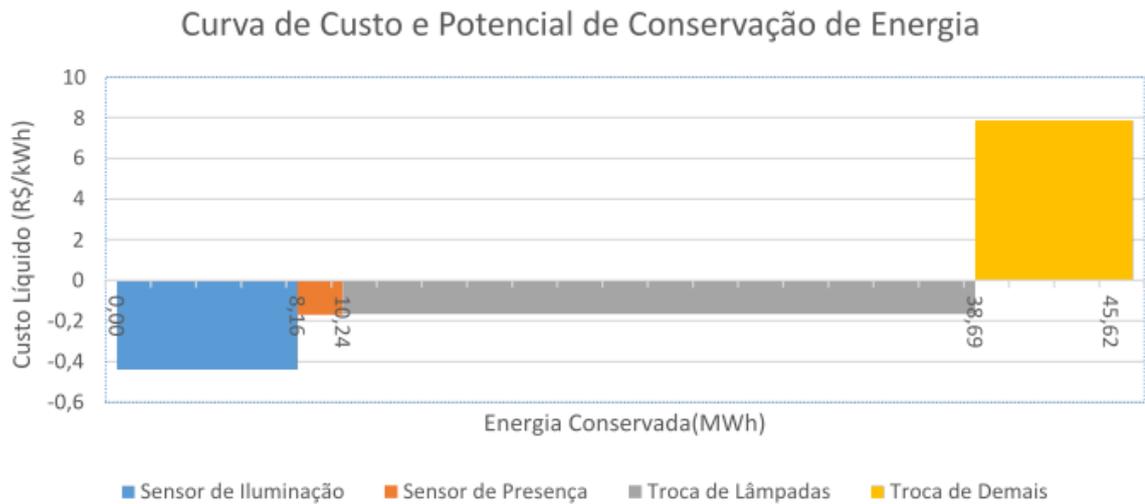
MEE	Economia Mensal (kWh)	Economia Mensal (R\$)	Valor Aquisição (R\$)
Sensor de Presença	173,49	94,33	778,70
Sensor de Iluminação	679,69	369,55	850,00
Troca de Lâmpadas	2370,60	1288,90	10.760,00
Troca de Demais Equipamentos	577,90	314,20	58.500,00

Fonte: Autoria própria (2019).

O item troca de lâmpadas compreende a iluminação interna e a externa, responsáveis por 77,7% e 22,3% dos valores do consumo respectivamente, e 88,8% e 11,2% do valor de aquisição, ainda respectivamente. O mesmo acontece com a troca dos demais equipamentos, que contempla a troca dos computadores, da geladeira e do freezer, e das TVs tubulares. Com relação à economia, 83,9% vem da troca dos computadores, 13,1% da geladeira e freezer, e 3% das TVs. Os custos de aquisição correspondem a 79,5%, 6% e 14,5%, respectivamente. O valor do custo líquido por kWh é dado pela Equação 4.

$$\text{Custo Líquido (R\$/kWh)} = \left( \frac{\text{Valor Investido} - \text{Valor Retorno}}{\text{kWh Economizado}} \right) \quad (4)$$

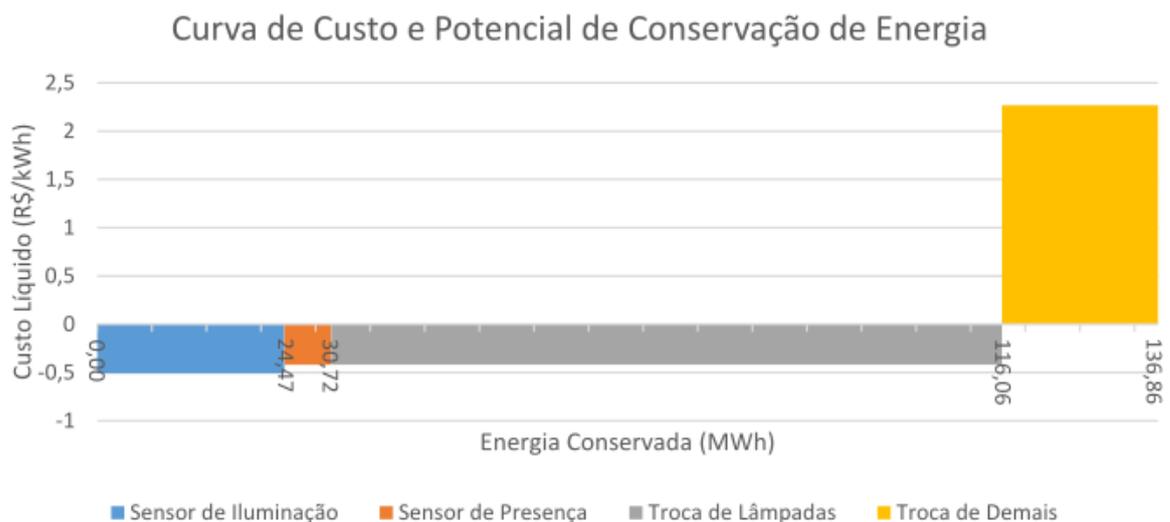
Para observar o impacto causado por estas MEE, foi estipulado a análise em curto, médio e longo prazo, traduzido como 1, 3 e 5 anos, exibidos nas **Figuras 7 a 9**.



**Figura 7 - CCP 1 Ano.**

Fonte: Autoria própria (2019).

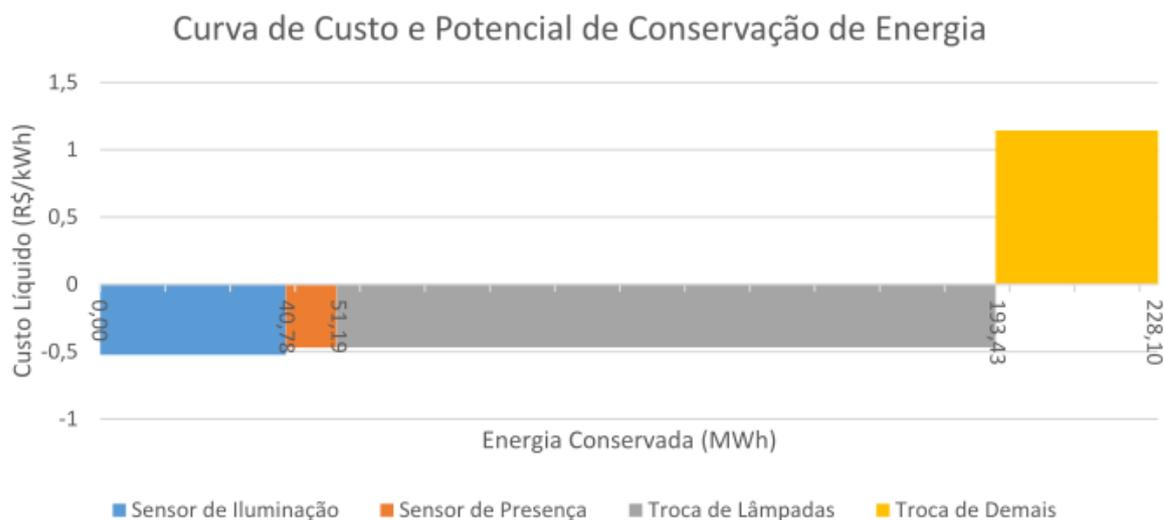
Três medidas são custo efetivas a curto prazo, e a melhor nesse quesito é a instalação do sensor de iluminação, com um custo líquido de -0,43R\$/kWh. Por outro lado, a medida capaz de maior economia é a troca de lâmpadas, que economiza sozinha 28,45MWh ao longo do ano. A medida que envolve a atualização dos demais equipamentos é a com pior custo benefício, de 7,89R\$/kWh, e não consegue trazer resultados positivos nesse período.



**Figura 8 - CCP 3 Anos.**

Fonte: Autoria própria (2019).

A maior diferença do pequeno para o médio prazo é o custo líquido da troca dos demais equipamentos, variando de 7,89R\$/kWh para 2,26R\$/kWh, entretanto, ainda não há benefício nesta MEE.



**Figura 9 - CCP 5 Anos.**

**Fonte: A autoria própria (2019).**

Após 5 anos, a medida com melhor custo benefício ainda é a instalação de sensores de iluminação, apesar de que a medida que mais traz economia é a troca de lâmpadas.

Devido as considerações feitas, a curva manteve sua forma durante os três períodos analisados. Se o objetivo for obter o melhor custo benefício, à medida que envolve a instalação de sensores de iluminação é o mais indicado, entretanto a diferença de custo líquido por kWh ao longo dos 5 anos entre esta medida, e a troca de lâmpadas é quase nula, -0,52R\$/kWh para 0,46R\$/kWh. Sendo que esta última consegue uma economia de quase 3,5 vezes mais, seria uma opção mais indicada caso seja desejado a maior economia. A medida que sugere a atualização dos demais equipamentos exige um capital muito alto para pouco retorno, é possível realizar as demais medidas simultaneamente com o capital necessário para esta. Para começar a ter um custo líquido desejado, seriam necessários 15 anos de horizonte, entretanto, por ser um período distante, talvez haja custos extras por defeito nos equipamentos, e similares, o que deixaria ainda mais distante o objetivo

#### 4. CONCLUSÕES

A curva de custo e potencial de conservação de energia se mostrou um método eficiente para determinar as possíveis MEE, porém, devido a escolha da unidade consumidora, poucas dessas medidas foram identificadas. Desse modo, a metodologia parece capaz de fornecer resultados mais diversificados em unidades consumidoras com cargas mais variadas, como indústrias em geral.

Também é possível adequar o grau de detalhes desejados através da severidade das premissas iniciais. Em um estudo onde o resultado desejado é o mais preciso possível, se faz necessário, por exemplo, a utilização de equipamentos para medição de consumo das cargas, ao invés da obtenção de informações diretamente de fabricantes, já que deste modo geralmente não há a consideração de desgaste do produto devido ao tempo de uso. Tópico particularmente importante quando o horizonte de análise é distante, já que as cargas são dinâmicas e estão sujeitas a falhas da rede e de utilização. Um melhor controle sobre o tempo de uso de cada equipamento também é desejado em modelos mais exatos.

Outro ponto que deve ser considerado é a flutuação do preço de equipamentos a serem utilizados. Caso a curva de custo e potencial de conservação de energia seja analisada após um tempo consideravelmente longo, os preços que foram ponderados durante a elaboração podem não condizer com a realidade da análise. O mesmo ponto é válido para as tarifas da fatura de energia elétrica cobradas pela respectiva concessionária de energia.

Como sugestões para futuros trabalhos relacionados, cabe a escolha de uma unidade consumidora com cargas mais variadas, a utilização de métodos mais precisos da medição de consumo, a determinação do período de análise em conjunto com os interessados na unidade consumidora.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro. 1992.
- BARTHEL, C. et al. **Bottom-Up methodologies and their possible application in Brazil**. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Industry. [S.l.]. 2010.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. **Guia do Melhor Consumo: Dicas de Economia de Energia e Segurança com Rede Elétrica**. Minas Gerais. 2014.
- COOPERLUZ. Tabela de consumo (KWH). **Cooperluz: Energia e Desenvolvimento**, 2013. Disponível em: <[https://www.cooperluz.com.br/informacoes\\_ao\\_cooperado/tabela\\_de\\_consumo.php](https://www.cooperluz.com.br/informacoes_ao_cooperado/tabela_de_consumo.php)>. Acesso em: 12 Março 2019.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Metodologia para Elaboração de Curvas de Custo e Potencial de Conservação de Energia**. Rio de Janeiro, p. 21. 2016. (38).
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017-2016)**. Rio de Janeiro, p. 54. 2017. (83).
- INTELBRAS. ESP 360 Mais - Interruptor de Teto Sensor de presença para iluminação. **INTELBRAS**, 2010. Disponível em: <<http://loja.intelbras.com.br/esp-360-mais---interruptor-de-teto-sensor-de-presenca-para-iluminacao-2106.aspx/p>>. Acesso em: 19 Março 2019.
- ITAIPU. Geração. **Itaipu Binacional**. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/energia/geracao>>. Acesso em: 04 Março 2019.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. **Plano Nacional de Eficiência Energética: Premissas e Diretrizes Básicas**. Brasília, DF. 2011.
- NUNES, A. F. **O Choque do Petróleo de 1973: Estados Unidos, OPAEP e a Segurança Energética**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2016.
- PROCEL INFO. Dicas de Economia de Energia. **PROCEL INFO - Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética**, 2006. Disponível em: <<https://www.eletobras.com/pci/main.asp?View=%7BE6BC2A5F-E787-48AF-B485-439862B17000%7D>>. Acesso em: 19 Março 2019.
- OccuSwitch DALI**. (Signify, Eindhoven, Países Baixos) OU **SIGNIFY. OccuSwitch DALI**. Eindhoven, Países Baixos. Disponível em:

[https://www.assets.lighting.philips.com/is/content/PhilipsLighting/comf2112-pss-pt\\_br](https://www.assets.lighting.philips.com/is/content/PhilipsLighting/comf2112-pss-pt_br). Acesso em: 20/04/2019