

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA**  
**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA – EST**

**DHIORGE UZIEL MELO LOPES**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA AUMENTO DE  
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ESCOLA NORMAL SUPERIOR DA  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS**

Manaus

2019

**DHIORGE UZIEL MELO LOPES**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA AUMENTO DE  
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ESCOLA NORMAL SUPERIOR DA  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS**

Pesquisa desenvolvida durante a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II e apresentada à banca avaliadora do Curso de Engenharia Elétrica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como pré-requisito para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

**Orientador: Daniel Guzman Del Rio, Dr.**

Manaus

2019

Universidade do Estado do Amazonas – UEA  
Escola Superior de Tecnologia - EST

Reitor:

Cleinaldo de Almeida Costa

Vice-Reitor:

Cleto Cavalcante de Souza Leal

Diretor da Escola Superior de Tecnologia:

Ingrid Sammyne Gadelha Figueiredo

Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica:

Walfredo Da Costa Lucena Filho

Banca Avaliadora composta por:

Data da defesa: <12/12/2019>

Prof. Dr. Daniel Guzman Del Rio

Prof. Dr. Israel Gondres Torné

Prof. .Me. Walfredo Da Costa Lucena Filho

## CIP – Catalogação na Publicação

Melo Lopes, Dhiorge Uziel

Estudo de viabilidade técnica e econômica para aumento de eficiência energética da Escola Normal Superior da Universidade do Estado do Amazonas / Dhiorge Uziel Melo Lopes; orientado por Daniel Guzman Del Rio. – Manaus: 2019. **74 p.: il.**

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Universidade do Estado do Amazonas, 2019.

1. Eficiência Energética. 2. Iluminação Predial. 3. Climatização Predial. 4. Fator de Potência. 5. Análise Econômica em Projetos de Eficiência Energética. I. Guzman Del Rio, Daniel.

**DHIORGE UZIEL MELO LOPES**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA AUMENTO DE  
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ESCOLA NORMAL SUPERIOR DA  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS**

Pesquisa desenvolvida durante a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II e apresentada à banca avaliadora do Curso de Engenharia Elétrica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como pré-requisito para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Nota obtida: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

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

Área de concentração: Eficiência Energética

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_  
Orientador: Daniel Guzman Del Rio, Dr.

\_\_\_\_\_  
Coorientador: Israel Gondres Torné, Dr.

\_\_\_\_\_  
Avaliador : Walfredo Da Costa Lucena Filho

Manaus

2019

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta um estudo de viabilidade técnica e econômica para aumento de eficiência energética da Escola Normal Superior da Universidade do Estado do Amazonas visando estabelecer medidas que proporcionam aumento da eficiência energética e redução de consumo de energia elétrica. Em primeiro, apresentar-se-á conceitos relacionados a eficiência energética, análise tarifária, focando em iluminação e climatização no que diz respeito a eficiência energética assim como análise técnica e econômica para implementação do projeto, em segundo, é apresentada a metodologia utilizada que evidencia o conjunto de materiais e equipamentos utilizados assim como todas as etapas de leitura e interpretação feitas sobre os dados coletados através do levantamento de cargas e das tarifas de energia. E por último, são descritos os resultados e as conclusões a respeito dos valores obtidos nas leituras, e as considerações finais sobre os métodos de análise econômica, utilizando os métodos de Tempo de Retorno de Capital e Valor Presente Líquido.

**Palavras-chave:** eficiência energética. iluminação predial. climatização predial. análise econômica em projetos de eficiência energética.

## **ABSTRACT**

This work presents a technical and economic feasibility study to increase the energy efficiency of the Superior Normal School of the Amazonas State University aiming to establish measures that provide increased energy efficiency and reduction of electricity consumption. Firstly, we will present concepts related to energy efficiency, tariff analysis, focusing on lighting and air conditioning with regard to energy efficiency as well as technical and economic analysis for project implementation. Secondly, the methodology used is presented. the set of materials and equipment used as well as all reading and interpretation steps made on the data collected through the survey of charges and energy tariffs. And finally, the results and conclusions about the values obtained in the readings, and the final considerations about the economic analysis methods, using the methods of Return on Capital and Net Present Value are described.

**Keywords:** energy efficiency. building lighting. building climatization. economic analysis in energy efficiency projects.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>1 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
1.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	12
1.1.1 Cenário Da Eficiência Energética No Mundo.....	12
1.1.2 Eficiência Energética No Brasil .....	15
1.1.3 Programa Brasileiro De Etiquetagem (PBE).....	16
1.1.4 Programa Nacional De Conservação De Energia Elétrica (Procel) .....	19
1.1.5 Programa Nacional De Eficiência Energética Em Edificações (ProcelEdifica).....	20
1.1.6 Programa Nacional De Conservação De Petróleo E Derivados (Conpet).....	21
1.2 TARIFAÇÃO.....	24
1.2.1 Bandeiras Tarifárias .....	25
1.2.2 Grupos e Classes de Consumo.....	26
1.2.3 Classes.....	27
1.2.4 Modalidades Tarifárias.....	29
1.2.5 Estrutura Tarifária Das Concessionárias De Distribuição .....	32
1.2.6 Reduzindo o Valor da Conta de Energia Elétrica .....	33
1.2.7 Energia Reativa e Fator de Potência .....	34
1.3 ILUMINAÇÃO .....	35
1.3.1 Definições .....	35
1.3.2 Tipos de Lâmpadas .....	38
1.3.3 Medidas para Aumento da Eficiência Energética em Sistemas de Iluminação.....	39
1.4 CLIMATIZAÇÃO .....	40

<b>1.4.1 Medidas para Aumento da Eficiência Energética em Sistemas de Condicionamento de Ar.....</b>	<b>41</b>
1.5 FATOR DE POTÊNCIA.....	41
1.6 VIABILIDADE ECONÔMICA DE PROJETOS .....	43
<b>1.6.1 Valor Presente Líquido (VPL) .....</b>	<b>43</b>
<b>1.6.2 Tempo de Retorno de Capital (TRC) .....</b>	<b>44</b>
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>45</b>
2.1 LEVANTAMENTO DAS CARGAS INSTALADAS .....	45
2.2 ANÁLISE DA FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA.....	46
2.4 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA E PROPOSTAS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	48
2.5 ECONÔMICA ANÁLISE PARA VIABILIDADE .....	48
<b>3 IMPLEMENTAÇÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE A – Tabela de Dados do Levantamento de Cargas do prédio. ....</b>	<b>70</b>



## INTRODUÇÃO

Atualmente passamos por um momento onde o perigo de um possível esgotamento das fontes naturais para geração de energia exige que, cada vez mais, saibamos utilizar esses recursos de forma adequada e econômica, o que abre um vasto campo de aplicação de métodos de eficiência energética em diversos setores, industriais, comerciais, residenciais entre outros.

No Brasil, desde a década de 80, começaram a ser desenvolvidos programas de leis que visam estimular a eficiência energética no país.

Através de programas como o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) que realiza trabalhos de conscientização das pessoas em relação ao desperdício de energia e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) que classifica diversos produtos do mais eficiente ao menos eficiente, procura-se obter a melhoria no uso final da energia elétrica.

Muito se tem pesquisado em melhorias na distribuição e na geração de energia elétrica, porém sabe-se que esses esforços serão inúteis caso não sejam melhoradas também suas formas de utilização.

O uso eficiente de energia elétrica trás para o consumidor redução de gastos com consumo de energia elétrica, melhoria dos sistemas presentes em sua instalação elétrica, além de uma imagem associada à preservação da natureza, o que é muito valorizado atualmente (NATURESA, 2011).

Dentro desse contexto, o presente trabalho visa apresentar um estudo sobre o sistema elétrico no prédio da Escola Normal Superior da Universidade do Estado do Amazonas, enfatizando os segmentos de iluminação e climatização desse sistema elétrico que possuem grande influência no consumo de energia elétrica, apresentando propostas para aumentar a eficiência energética do prédio e a viabilidade econômica dessas propostas para a Universidade do Estado do Amazonas.

Figura 1- Escola Normal Superior



Fonte: Próprio Autor

O problema que essa pesquisa se propõe a resolver é a ausência na Instituição de um estudo integrado sobre a eficiência energética do local que apresente propostas para o grande consumo de energia e altos custos com faturas de energia elétrica.

Essa pesquisa tem como hipótese a ideia de que é possível realizar o estudo de viabilidade técnica e econômica para aumento da eficiência energética da Escola Normal Superior analisando o sistema elétrico da unidade de ensino a partir do levantamento das cargas elétricas instaladas, análise das faturas de energia elétrica, e estudo sobre os segmentos e equipamentos que integram o sistema elétrico do prédio, avaliando as principais dificuldades existentes nesse sistema, através do monitoramento dos parâmetros elétricos com o auxílio de instrumentos de medição de potência, comparando as medições coletadas com dados de fabricantes de equipamentos elétricos e com as medições fornecidas pela concessionária de energia elétrica, realizando cálculos técnicos e de avaliação econômica sobre as propostas para aumento da eficiência que poderão ser feitas no sistema elétrico do prédio.

Para isso estabeleceu-se como objetivo geral apresentar um estudo de viabilidade técnica e econômica para aumento de eficiência energética da Instituição, através da análise da instalação elétrica e dos componentes que compõe essa instalação, realizando pesquisa bibliográfica sobre fundamentos e aplicações de eficiência em

instalações elétricas prediais, levantamento das cargas elétricas instaladas, estudos dos equipamentos da instalação elétrica, monitoramento dos parâmetros elétricos comparando os valores obtidos com os valores fornecidos pela concessionária de energia elétrica através de cálculos técnicos e econômicos.

Os objetivos específicos são realizar o levantamento das cargas instaladas no prédio, análise das faturas de energia elétrica e verificação de uma nova proposta de contrato de demanda que se adequa às necessidades da instituição, estudo dos principais fatores de consumo de energia elétrica do prédio, análise do sistema elétrico e verificação dos principais pontos de desperdício de energia elétrica. Além de apresentar propostas para redução do consumo de energia elétrica do prédio e demonstrar a viabilidade econômica de cada proposta por meio da análise de investimentos que consiste nos principais métodos de avaliação de projetos em eficiência energética.

O estudo de viabilidade técnica e econômica envolve conceitos importantes sobre eficiência energética, instalações elétricas, distribuição de energia e introdução à economia. A realização do trabalho será de extrema importância para a consolidação destes conceitos e trará a dimensão da aplicabilidade das definições teóricas aplicadas nesse estudo. O presente trabalho encontra-se dividido em quatro capítulos.

O capítulo 1 apresenta a revisão da bibliografia necessária para a compreensão e realização do trabalho, dando ênfase em conceitos sobre eficiência energética, componentes da tarifa de energia elétrica, Iluminação, climatização de ambientes, e análise de investimentos de projeto.

O capítulo 2 apresenta a metodologia empregada para o desenvolvimento do trabalho, mostrando suas etapas: levantamento da carga instalada, análise das tarifas de energia elétrica, coleta de dados e cálculos sobre a viabilidade econômica.

O capítulo 3 apresenta a implementação do estudo de acordo com os procedimentos seguidos a partir da metodologia adotada e os dados obtidos resultantes dessa etapa.

O capítulo 4 apresenta a análise dos resultados obtidos e uma discussão a respeito desses mesmos dados.

Para finalizar, são apresentadas as conclusões obtidas a partir da análise e discussão dos resultados obtidos.

## **1 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo são apresentadas as principais informações que tangem a elaboração do trabalho, onde são mostrados conceitos sobre eficiência energética, componentes da tarifa de energia elétrica, eficiência na área de iluminação, climatização e avaliação econômica de investimentos.

### **1.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Eficiência energética é uma atividade que busca melhorar o uso das fontes de energia. A utilização racional de energia chamada também simplesmente de eficiência energética, consiste em usar de modo eficiente a energia para se obter um determinado resultado. Por definição, a eficiência energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização.

#### **1.1.1 Cenário Da Eficiência Energética No Mundo**

A partir da primeira crise do petróleo, na década de 1970, a eficiência energética passou a ser preocupação mundial, levando os países industrializados a se organizar e levantar fundos para investimentos em projetos de eficiência energética e fontes renováveis de energia, cujo objetivo era diminuir a dependência em relação ao petróleo e derivados.

Em meados dos anos de 1980, o impacto da queima de combustíveis fósseis na variação climática global entrou na pauta de discussões em todo mundo. Resultado destas inquietações foi o Protocolo de Kyoto em 1997, acordo internacional em que os países signatários estabeleceram metas de redução de emissões de Co<sub>2</sub> (HADDAD, 2012). Para atingir aos objetivos propostos pelo protocolo, tornou-se imperativa a criação de mecanismos que estimulassem a eficiência em toda a cadeia energética.

Reino Unido: o plano governamental focou na conscientização da população e no gerenciamento de programas do Departamento de Meio Ambiente, Transportes e Regiões (DETR) e do programa Electricity Standart of Performance (SoP). Foram implementados modernos aquecedores de água, controle de aquecimento, melhorias no isolamento de paredes na construção civil, utilização de combustíveis alternativos, educação, iluminação eficiente e fomento a empreendimentos que contribuíssem com a conservação de energia.

França: as atividades em eficiência energética são de responsabilidade da Agência do Meio Ambiente e da Matriz Energética (*ADEME*) com interação entre políticas ambientais e energéticas. As áreas prioritárias foram a economia dos resíduos, poluição do ar e matriz energética limpa .

Espanha: a promoção da eficiência energética no país dá-se por meio do Instituto para a Diversificação e Economia Energética (*IDAE*), entidade pública empresarial. Desenvolve projetos de fomento ao uso racional da energia e incentivo às fontes renováveis, auditorias energéticas, estímulo ao uso de combustíveis limpos e substituição de equipamentos obsoletos.

Canadá: iniciou seus programas de eficiência energética na década de 1970. Em 1995 foi criado o National Action Program on Climate. Os principais programas são voltados à indústria, setor público, transportes, normalização de equipamentos na construção civil, programa de etiquetagem de equipamentos eficientes e orientação de consumidores; estímulo à construção e às reformas dentro de padrões eficientes e de conservação de energia.

Estados Unidos: o Departamento de Energia Americano (DoE) atua por meio do *Energy Efficiency and Renewable Energy Network*. Objetiva estimular a exploração de fontes renováveis e a competitividade econômica como forma de baixar custos e proteger o meio ambiente. O foco são as) empresas concessionárias de energia, a indústria e os setores de transporte e da construção civil.

Outros países: Japão, Noruega, Dinamarca, Suécia, Nova Zelândia e Austrália desenvolvem programas similares buscando reduzir desperdícios de energia em todos os segmentos de consumo, por meio de mecanismos similares especialmente com a adoção de programas de etiquetagem e a normalização de produtos, métodos e processos industriais (ACEEE, 2014).

Um país que usa menos energia para alcançar os mesmos ou melhores resultados reduz seus custos e a poluição, criando uma economia mais forte e competitiva. Embora a eficiência energética tenha desempenhado um papel importante nas economias dos países desenvolvidos ao longo de décadas, a eficiência energética de baixo custo continua a ser uma fonte de energia maciçamente subutilizada.

Na segunda edição da “*International Energy Efficiency Scorecard*”, elaborado pela *American Council for an Energy Efficient Economy* – ACEEE (2014) foram analisados as 16 maiores economias do mundo, que corresponde a mais de 81% do produto interno bruto mundial e cerca de 71% do consumo mundial de eletricidade, foi

estabelecido 31 indicações divididas entre medidas de políticas energéticas e medidas de desempenho energético para avaliar a eficiência com que essas economias usam energia. A medida política é caracterizada pela presença em um país ou região de uma melhor prática de política energética.

Exemplos de políticas energéticas incluem a presença de um objetivo nacional de economia de energia, padrões de economia de combustível para veículos e padrões de eficiência energética para os aparelhos. As medidas de desempenho são uma medida de uso de energia que proporcionam resultados quantificáveis. As métricas são distribuídas entre os três setores principais responsáveis pelo consumo de energia em um país economicamente desenvolvido: edifícios, indústria e transporte. Foi incluído também um número de métricas que cruzam estes setores (como a eficiência de geração de energia elétrica) e que indicam um compromisso nacional para a eficiência energética. Estas métricas são incluídas em uma seção de esforços nacionais. A pontuação máxima possível estipulada para um país foi de 100 pontos, divididos em 25 pontos para todas as seções, e foi feita a atribuição de um valor de ponto para cada métrica em seguida foi classificado todas as economias com base nos resultados da pesquisa (ACEEE, 2014).

De acordo com a pesquisa, a Alemanha teve a maior pontuação geral, com 65 de 100 pontos possíveis. Os países com maior pontuação em cada categoria são:

Edifícios: China;

Indústria: Alemanha e Itália;

Transporte: empate triplo entre a França, a Itália e a União Europeia nos esforços nacionais.

Os resultados da pesquisa elaborada pela ACEEE (2014) indicam que alguns países estão superando significativamente outros, mas o achado mais importante é que há oportunidades significativas de melhoria em todas as economias analisadas. As condições necessárias para um resultado perfeito é atualmente possível e, na prática, em algum lugar do globo. Para cada métrica, pelo menos um país (e muitas vezes vários) receberam todos os pontos. No entanto, cada país também tem deficiências graves, e a pontuação média foi de apenas 50 pontos, em geral, os países com as maiores pontuações marcaram pontos em todas as quatro seções.

Os Estados Unidos tem feito alguns progressos em direção a uma maior eficiência energética nos últimos anos, particularmente em áreas como as de construção, normas para eletrodomésticos, parcerias voluntárias entre governo e indústria, e,

recentemente, os padrões de economia de combustível para os veículos e caminhões pesados. No entanto, a história geral é decepcionante. Os Estados Unidos, por muito tempo foi considerado um líder mundial inovador e competitivo, porém tem progredido lentamente e realizado progressos limitados desde a última “Internacional Scorecard” em 2012 (ACEEE, 2014). Por outro lado, países como Alemanha, Japão e China estão surgindo à frente. Os países que utilizam a energia de forma mais eficiente usam menos recursos para alcançar os mesmos objetivos, reduzindo custos, preservando os recursos naturais valiosos, e ganham uma vantagem competitiva em relação a outros países. Nos Estados Unidos, uma grande quantidade de recursos é desperdiçada, e os custos foram autorizados a permanecer desnecessariamente alto.

Figura 2- Classificação Mundial Eficiência Energética



Fonte: ACEEE, 2014 .

### 1.1.2 Eficiência Energética No Brasil

O Brasil enfrentou tal crise de forma a intensificar a geração de energia, como o incremento de usinas térmicas e o lançamento de um programa nuclear com o objetivo de criar usinas nucleares para a geração de energia elétrica. Criou também o Programa

Nacional do Álcool (PROÁLCOOL) e no setor elétrico foi dada continuidade à expansão das hidrelétricas para geração de eletricidade.

O governo brasileiro passou a perceber que a indústria era o setor que mais consumia o derivado de petróleo (óleo combustível), então aumentaram-se os preços de tal insumo e foi implantado um sistema de controle de abastecimento por meio de cotas de combustíveis. Essas medidas governamentais foram realizadas para frear um pouco o consumo do combustível, porém não foi bem vista pelos empresários e com isso governo lançou o Programa de Conservação de Energia Elétrica, o CONSERVE, em 1981, que constituiu a principal experiência que impulsionou a eficiência energética no Brasil. Ao longo do tempo, a questão ambiental e o desperdício de energia se tornaram pontos importantes para o desenvolvimento econômico e elétrico do País. Com base nessas preocupações, foram criados alguns programas como:

- Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE);
- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL);
- Programa Nacional de Conservação de Petróleo e Derivados (CONPET);
- ESCOS - que são grupo de estudos da Conservação de Energia, que desenvolvem e apoiam estudos direcionados a eficiência na cadeia de captação, transformação e consumo de energia.

### **1.1.3 Programa Brasileiro De Etiquetagem (PBE)**

O Programa Brasileiro de Etiquetagem foi criado em 1984 com o objetivo de fabricar produtos mais econômicos e de menor impacto ambiental, proporcionando aos consumidores informações que permitam escolher produtos com maior eficiência em relação ao consumo, possibilitando assim a economia de energia.

Segundo o site do Inmetro, Instituto responsável pela coordenação deste programa, os refrigeradores e condicionadores de ar, desde 1984 até hoje, que participaram da etiquetagem, são responsáveis por pelo menos R\$ 2,4 bilhões de economia do consumo de energia, e deixando assim de impactar nas contas de energia dos consumidores. Inicialmente, com adesão voluntária dos fabricantes, o PBE pode contar atualmente com dois colaboradores importantes: a Eletrobrás com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), e a Petrobras com o Programa



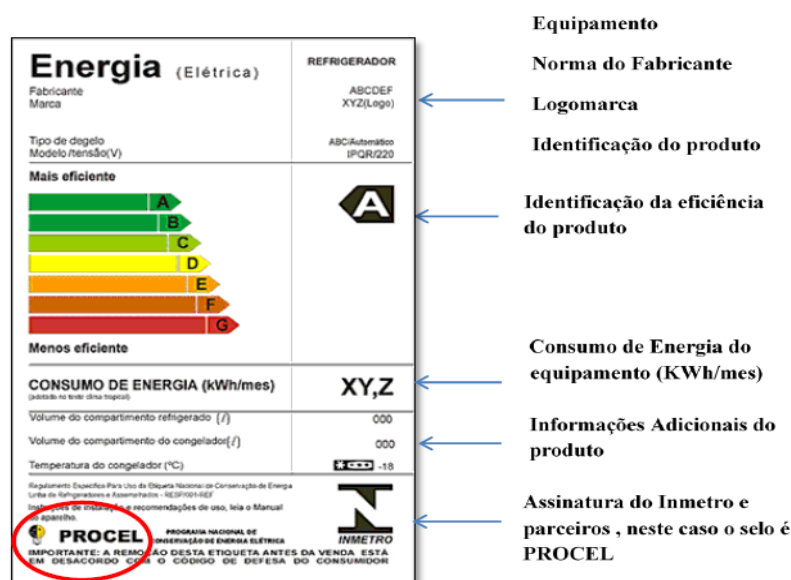
Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), que premiam os equipamentos mais eficientes.

A obtenção do selos de conformidade é realizada somente com base nos dados de consumo obtidos nas medições realizadas pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem, nos laboratórios de referência indicados pelo O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

Os fabricantes de equipamentos não integrantes do PBE e que tenham interesse na obtenção da etiqueta, encaminham a solicitação ao INMETRO, para que sejam avaliadas as condições de inclusão do seu equipamento no PBE. Os fabricantes deverão em cada categoria solicitada possuir todos os modelos etiquetados para poder receber o selo referente a categoria do equipamento.

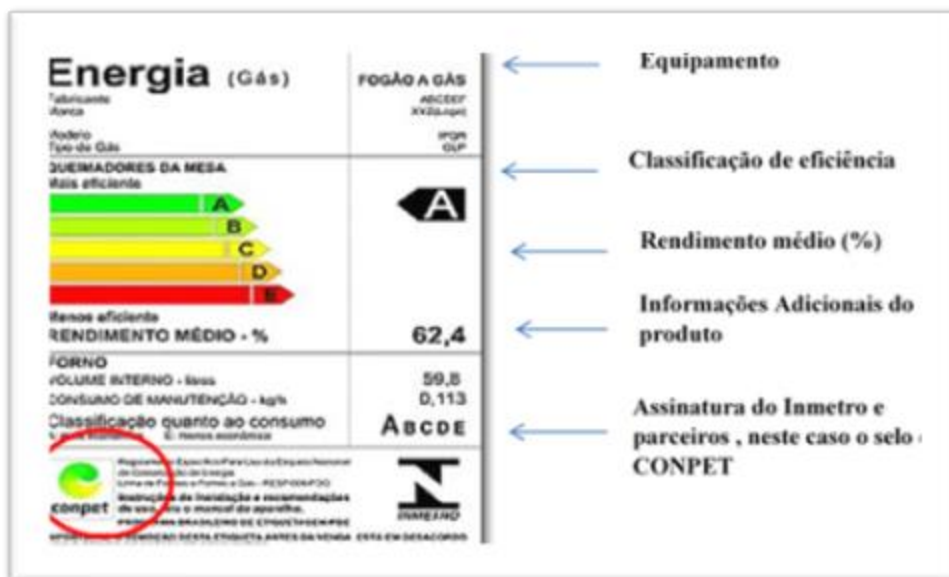
Quando o principal fator analisado no produto, por exemplo, for a eficiência energética, a etiqueta recebe o nome de Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, e classifica os produtos em faixas coloridas que variam de mais eficiente até menos eficiente, além de fornecer outros dados importantes (Figura 3/ Figura 4).

Figura – 3 Etiqueta Padrão para Equipamentos (PROCEL)



Fonte: (PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008)

Figura 4 – Etiqueta Padrão Equipamentos (CONPET).



Fonte: (PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008)

As linhas de produtos possuem suas próprias etiquetas: As das Figuras 3 e 4 são aplicadas em equipamentos submetidos a testes de laboratório pelo Inmetro. A da Figura 5 é utilizada em lâmpadas, que por sua vez, apresenta as faixas indicando o consumo de mais eficiente até o menos eficiente.

Figura 5 – Etiqueta padrão para Lâmpadas



Fonte: (PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008)

Segundo a cartilha do Inmetro, disponibilizada em seu site, quando comparamos a troca de um equipamento de classificação 'E' por um de classificação 'A', temos aproximadamente uma economia ao ano de R\$320,00.

#### **1.1.4 Programa Nacional De Conservação De Energia Elétrica (Procel)**

O PROCEL foi criado em 1985 e inicialmente caracterizou-se pela publicação e distribuição de manuais destinados à conservação de energia elétrica entres várias classes setoriais. Nessa época, algumas iniciativas quanto ao desenvolvimento tecnológico, normas técnicas e adequação de legislação foram realizadas.

Uma das principais criações foi o Selo PROCEL, instituído por meio de Decreto presidencial em 08 de dezembro de 1993, que indica ao consumidor os produtos que apresentam diferentes tipos de eficiência energética, variando do mais alto até o mais baixo valor. Segundo o regulamento do Selo PROCEL de Economia de Energia, seção 3.2, o processo de recebimento do selo é realizado da seguinte maneira:

- Os fabricantes deverão indicar ao INMETRO seus equipamentos e valores para concorrer ao Selo PROCEL valores esses que serão apresentados em reunião específica a ser convocada e realizada pelo INMETRO. A partir daí esses valores não poderão ser modificados ou alterados.

- Os fabricantes que não comparecerem à reunião específica e não enviarem os valores de seus equipamentos concorrentes ao Selo PROCEL, formalmente ao INMETRO, com antecedência de 48 horas à reunião acima para serem incluídos nas tabelas a serem elaboradas nesta reunião, não se habilitarão ao selo não cabendo recurso ou justificativa.

- Após apresentação dos resultados acima os produtos concorrentes ao selo devem ser encaminhados em 48 horas para o laboratório de referência para ensaio.

- Os resultados dos ensaios devem ser divulgados ao GT pelo INMETRO, que informará ao PROCEL através de reunião específica com os membros da Comissão de Análise do "SELO PROCEL DE ECONOMIA DE ENERGIA".

Depois de ensaiados, os fabricantes recebem o resultado do teste e assim, para aqueles que ficaram com algum problema ou sofreram algum tipo de advertência, estes têm um prazo de no máximo 30 dias, para sanarem suas irregularidades perante ao PROCEL, para que seus equipamentos não sofram suspensão automática de utilização e o fabricante não fique impedido de concorrer ao Selo PROCEL por um prazo de dois anos naquela categoria.

Caso o ensaio ocorra dentro do esperado, o produto passa a ter um adesivo, como na Figura 6, que especifica ao consumidor que este equipamento foi verificado pelo Inmetro.

Figura 6 – Selo PROCEL



Fonte: (PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008)

### 1.1.5 Programa Nacional De Eficiência Energética Em Edificações (ProcelEdifica)

Com o mesmo objetivo de salientar a importância da Eficiência Energética, foi criado o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PROCEL EDIFICA onde foi instituído em 2003 pela ELETROBRAS/PROCEL e atua de forma conjunta com o Ministério de Minas e Energia. Em 2010 foi lançado o programa para residências e edifícios multifamiliares. O PROCEL estimula o uso racional da energia elétrica em edificações desde sua fundação, mas, com a criação do PROCEL EDIFICA, as ações foram aumentando e ficando organizadas com o objetivo de incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais (água, luz, ventilação etc.) nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente.

As categorias básicas desse programa são:

- ✓ Envoltória
- ✓ Iluminação
- ✓ Condicionamento de ar

✓ Aquecimento de água

Para o processo de etiquetagem PROCEL EDIFICA foram desenvolvidos o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética (RTQ) e alguns documentos para complementação, como o Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética (RAC), ambos publicados pelo Inmetro.

O RTQ estabelece os requisitos técnicos para avaliação da eficiência energética das edificações. O RAC determina o processo de avaliação das características do edifício para etiquetagem junto ao Laboratório de Inspeção credenciado pelo Inmetro. A classificação do nível de eficiência energética da edificação pode variar de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

Esta classificação está relacionada à pontuação total alcançada pelo edifício, calculada com base no resultado da avaliação de cada sistema individual associado a um peso.

Figura 7 – Etiqueta para Edificação



Fonte: PROCEL.

### 1.1.6 Programa Nacional De Conservação De Petróleo E Derivados (Conpet)

Em 1991, foi instituído por decreto presidencial, o CONPET, que trabalharia sob coordenação composta por membros de órgãos estatais e privados. A atuação do CONPET seria nos setores industriais com melhoria ambiental e competitividade produtiva, no setor residencial e comercial com o uso de selos de eficiência para os

produtos, no setor agropecuário com o uso de óleo diesel e no setor de geração de energia que utilizaria termelétricas.

O selo CONPET de Eficiência Energética tem como objetivo destacar para o consumidor aqueles produtos que atingem os graus máximo de eficiência energética na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia do programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO. Este atualmente é concedido pela Petrobras.

Este Selo é aplicado para aquecedores de água a gás, fogões e fornos e automóveis leves. A figura 8 mostra o Selo de eficiência Energética (CONPET).

Figura 8- Selo de eficiência Energética (CONPET)



Fonte: (PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2008)

### 1.1.7 Empresa De Serviço De Conservação De Energia (Esco)

É bem verdade que as cidades tendem a crescer, a sociedade se transforma e o consumo de energia aumenta. O resultado é o consumo excessivo de energia.

Podemos reverter essa realidade com tecnologias mais eficientes e mudanças nos nossos hábitos de consumo. A eficiência energética é um caminho fundamental rumo a sustentabilidade. O conceito é simples: realizar diversas tarefas consumindo menos energia.

Durante o século XX o consumo de energia pela população mundial aumentou consideravelmente. Até o século XIX a principal fonte de energia era a madeira, no

século XX entraram como fontes o carvão, o petróleo e o gás natural. Essas fontes de energia eram abundantes e baratas, portanto o custo de energia era uma fração pequena diante do custo de produção. Por exemplo, em uma indústria a conta de energia era menos de 5% do custo total de produção da empresa.

Mas a partir da década de 70, com a crise de petróleo o custo de energia aumentou bastante e atualmente o custo da conta de energia daquela indústria não é de 5%, ela pode representar 10% ou 15%. Portanto, houve um grande esforço para otimizar o uso de energia.

Essa crise do petróleo incentivou de forma decisiva a pesquisa e os investimentos em eficiência energética nos Estados Unidos e nesse contexto surgiram as Empresas Especializadas em serviços de conservação de Energia (ESCOS)

Elas são contratadas por companhias que têm como objetivo reduzir os gastos energéticos. São desenvolvidas então medidas que tornam possível a economia de energia e de água, assim otimizando o uso desses recursos e explorando o potencial de eficiência energética das empresas.

As primeiras ESCOS no Brasil surgiram no final da década de 80, mas seus projetos demoraram bastante para serem colocados em prática. Somente nos últimos anos, diante da crescente preocupação empresarial com o impacto ambiental e com a necessidade de cortar custos, as ESCOS alcançaram um patamar mais alto no país.

De uma maneira geral, as ESCOS atuam mapeando toda a empresa para mostrar os pontos onde existe maiores gastos de energia e potenciais de economia. Entre as mudanças propostas podem estar atreladas troca de equipamentos, troca de lâmpadas, de fiações, de transformadores ou mesmo uma mudança comportamental da empresa, como mudar o horário dos turnos que consomem mais energia e educar os funcionários para desligar corretamente os equipamentos após o término do trabalho. Apesar desse projeto de efficientização energética gerar muitos benefícios, existem ainda certas barreiras para negociação entre empresa e ESCOS. Uma delas é o receio que muitos empresários têm de permitir o acesso de terceiros a sua planta industrial, com receio de possíveis furtos de projetos e passados para concorrentes. Outra dificuldade que as ESCOS enfrentam em atuar dentro de empresas é a questão quanto ao financiamento.

Quando o retorno da economia energética gerada ocorre em um curto prazo, as empresas financiam com recursos próprios. Quando esse retorno vem a longo prazo as empresas recorrem a financiamentos públicos para investir nessas mudanças.

É daí que surge o PROESCO, linha de crédito desenvolvido pelo BNDES exclusivamente para financiar projetos desenvolvidos pelas ESCOS. A remuneração das ESCOS acontece com o retorno financeiro que a empresa tem com a redução dos custos de consumo de energia. Tudo isso é conhecido como contrato de risco ou contrato de performance.

Apesar do BNDES ter disponibilizado cerca de 85 milhões de reais ao PROESCO na sua fundação em 2007, até hoje pouco mais de 27 milhões foram investidos. O motivo para tão pouca efetividade da PROESCO se dá pelo fato do BNDES exigir muitas garantias das empresas para que o empréstimo realmente aconteça.

Um exemplo de ESCO no Brasil é a Light ESCO Prestação de Serviços S.A. (Light ESCO), onde desenvolve projetos personalizados para cada cliente nas áreas de prestação de serviços de energia e de infraestrutura, eficiência energética, central de água gelada e cogeração. Trabalhando integrada com a comercializadora do Grupo – a Light Com –, a empresa é a maior ESCO do Brasil e líder em eficiência energética.

Um dos seus projetos foi realizado no estádio do Maracanã, projeto de Energia Sustentável, com a instalação de placas fotovoltaicas em uma área de 2,5 mil metros quadrados. O Maracanã após esse projeto, tem capacidade de gerar 499 MWh por ano, o equivalente ao consumo anual de 240 residências. Dessa forma, com esse projeto do Maracanã evita-se o despejo de 2,5 mil toneladas de gás carbônico na atmosfera.

## 1.2 TARIFICAÇÃO

Nesta seção são apresentados os conceitos básicos relativos às tarifações atuais aplicadas pelas concessionárias e permissionárias de energia elétrica, detalhando-se as bandeiras tarifárias, grupos e classes de consumo, modalidades tarifárias, cálculo tarifário e metodologia, legislação vigente e seus respectivos estados da arte. Aqui é detalhada a metodologia para aplicação das bandeiras tarifárias e introduzem-se os conceitos para distribuição dos consumidores em classes e grupos de acordo com o porte e suas características de uso do sistema elétrico. Para a composição da fatura de energia elétrica ao consumidor final, são apresentados os componentes das parcelas de custo, de acordo com a modalidade contratada. Para as tarifas que formam estas parcelas de custo aplicadas pela concessionária de distribuição, são consideradas as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) e as Tarifas de Energia (TE) e se a



modalidade aplicada for horossazonal, consideram-se tanto os horários de uso (horário de ponta e fora de ponta) como a época do ano (período seco e úmido).

### **1. 2.1 Bandeiras Tarifárias**

Em 1º de janeiro de 2015 entrou em vigor a estrutura de bandeiras tarifárias, no entanto o seu processo de inserção foi iniciado pela Aneel em dezembro de 2010 pela Nota Técnica nº 363/2010-SRE/ A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Segundo os Procedimentos de Regulação Tarifária (PRORET) da ANEEL, as bandeiras tarifárias são definidas como ‘Sistema Tarifário que tem como finalidade sinalizar os consumidores faturados pela distribuidora por meio adicional na Tarifa de Energia dos custos de geração de energia elétrica’. Sua finalidade é, então, incluir na precificação final (a distribuidora apenas arrecada e repassa os valores) os custos de geração por fontes termelétricas e as oscilações incorridas nas liquidações no mercado de curto prazo segundo o artigo 2º do Decreto nº 8.401, de 4 de fevereiro de 2015 de uma forma que seja transparente ao consumidor.

A aplicabilidade de cada bandeira tarifária depende do custo total necessário para cobrir todos os gastos de operação de usinas termelétricas específicas, conhecido como Custo Variável Unitário (CVU) e do Preço de Liquidação de Diferenças (PLD) relativo ao Custo Marginal de Operação (CMO), um indexador matemático de viabilidade de produção hidroelétrica, que pondera o ponto ótimo de uso ou estocagem da água nas usinas hidroelétricas, em termos de economia nas usinas termelétricas (ANEEL, 2012).

A estrutura de bandeiras tarifárias se apresenta da seguinte forma:

- **Bandeira Verde:** aplicada quando o sistema de geração encontra-se em condições favoráveis para geração. Se o CVU da última usina termelétrica despachada for inferior à R\$211,28/MWh, então aplica-se esta bandeira. Não gera adicional na tarifa.
- **Bandeira Amarela:** aplicada em condições menos favoráveis de geração. Se o CVU da última usina termelétrica despachada for igual ou maior que R\$211,28/MWh e inferior ao valor-teto do Preço de Liquidação de Diferenças (PLD), então aplica-se esta bandeira. Adicional tarifário de R\$15,00/MWh.
- **Bandeira Vermelha-patamar 1:** aplicada em condições ainda menos favoráveis de geração. Se o CVU da última usina termelétrica despachada for igual ou

maior ao Preço de Liquidação de Diferenças (PLD) e inferior ao valor de R\$610,00/MWh, então aplica-se esta bandeira. Adicional tarifário de R\$30,00/MWh.

- Bandeira Vermelha-patamar 2: aplicada nas condições mais custosas de geração. Se o CVU da última usina termelétrica despachada for superior à R\$610,00/MWh, então aplicasse esta bandeira. Adicional tarifário de R\$45,00/MWh. A bandeira tarifária a ser aplicada no mês corrente é fixada pela Aneel no final do mês anterior à aplicação, *e.g.*, a bandeira tarifária em dezembro é definida no final do mês de novembro.

Dessa forma, esta estrutura tem por objetivo não só cobrir os custos de geração de energia elétrica, mas também sinalizar o consumidor sobre o cenário presente de geração e seus custos (ANEEL, 2012) para que assim possa adequar seu consumo. O que se viu anteriormente à aplicação desta estrutura, especialmente nos anos de 2013 e 2014, quando os altos custos da geração não foram repassados às tarifas, foi um déficit entre o valor arrecadado pelas distribuidoras e os custos de geração.

Como resultado, para a cobertura deste déficit no caixa das distribuidoras, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) contraiu empréstimos junto a dez bancos, privados e públicos, que serão liquidados através do encargo da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) que atualmente é repassado para a conta dos consumidores (CCEE, 2016). Isto tudo porquê as tarifas vigentes não refletiam o cenário desfavorável de produção hidroelétrica recorrente àquele período. Em suma, o consumidor não enxergava a necessidade de ponderar o consumo de energia elétrica visto que sua fatura não refletia este contexto.

### **1.2.2 Grupos e Classes de Consumo**

Atualmente no Brasil as unidades consumidoras são divididas em dois grupos, A e B, com subgrupos definidos em função do nível de tensão de fornecimento e consequentemente em função da demanda (kW).

Os grupos e subgrupos se apresentam da seguinte maneira (MME. Manual de tarifação de Energia elétrica):

Grupo A - grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento de tensão igual ou superior à 2,3kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de

distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifa binômia com os seguintes subgrupos:

- Subgrupo A1: tensão de fornecimento igual ou superior a 230kV;
- Subgrupo A2: tensão de fornecimento de 88kV a 138kV;
- Subgrupo A3: tensão de fornecimento 69kV;
- Subgrupo A3a: tensão de fornecimento de 30kV a 44kV;
- Subgrupo A4: tensão de fornecimento de 2,3kV a 25kV;
- Subgrupo AS: tensão de fornecimento inferior a 2,3kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição;

Grupo B – grupamento composto por unidades consumidoras com fornecimento de tensão inferior a 2,3kV, caracterizado pela tarifa monômia com os seguintes subgrupos:

- Subgrupo B1: que se enquadre na classe residencial;
- Subgrupo B2: que se enquadre na classe rural;
- Subgrupo B3: que se enquadre nas demais classes;
- Subgrupo B4: que se enquadre na classe iluminação pública.

### 1.2.3 Classes

Em relação às classes de consumidores, as distribuidoras devem classificar a unidade consumidora de acordo com a atividade nela exercida e a finalidade do uso da energia elétrica para aplicação das tarifas de acordo com a classificação e grupos. Para cada classe de consumo, existem subclasses definidas de acordo com as características socioeconômicas e de uso da unidade. As classes atuais se apresentam da seguinte maneira (ANEEL, 2010):

Classe Residencial - unidade consumidora com fim residencial com as subclasses:

- Residencial, residencial baixa renda;
- Residencial baixa renda indígena;
- Residencial baixa renda quilombola;
- Residencial baixa renda benefício de prestação continuada da assistência social;
- Residencial baixa renda multifamiliar.

Classe Industrial - unidade consumidora que desempenha atividade industrial, conforme definido pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), assim como transporte de matéria-prima, insumo ou produto resultante do seu processamento, caracterizado com atividade de suporte e sem fim econômico próprio, desde que realizado de forma integrada fisicamente à unidade consumidora indústria.

Classe Comercial - unidade consumidora que seja exercida atividade comercial ou de prestação de serviços, à exceção dos serviços públicos ou de outra atividade não prevista nas demais classes, com as seguintes subclasses:

- Comercial;
- Serviços de transporte, exceto tração elétrica;
- Serviços de comunicações e telecomunicações;
- Associação e entidades filantrópicas;
- Templos religiosos;
- Administração condominial: iluminação e instalações de uso comum de prédio ou conjunto de edificações;
- Iluminação em rodovias: solicitada por quem detenha concessão ou autorização para administração em rodovias;
- Semáforos, radares e câmeras de monitoramento de trânsito, solicitados por quem detenha concessão ou autorização para controle do trânsito; e Outros serviços e outras atividades.

Classe Rural – unidade consumidora que desenvolva atividade de agricultura, pecuária ou aquicultura, dispostas nos grupos 01.1 a 01.6 ou 03.2 da CNAE, com oito subclasses relativas.

Classe Poder Público – independente da atividade a ser desenvolvida, caracteriza-se pelo fornecimento à unidade consumidora solicitada por pessoa jurídica de direito público que assuma as responsabilidades inerentes à condição de consumidor, incluindo a iluminação em rodovias e semáforos, radares e câmeras de monitoramento de trânsito, exceto aqueles classificáveis como serviço público de irrigação rural, escola agro técnica, iluminação pública e serviço público, com três subclasses relativas

Classe Iluminação Pública;

Classe Serviço Público – fornecimento exclusivo para motores, máquinas e cargas essenciais à operação de serviços públicos de água, esgoto, saneamento e tração elétrica

urbana ou ferroviária, explorados diretamente pelo Poder Público ou mediante concessão ou autorização, com as seguintes subclasses:

- Tração elétrica;
- Água, esgoto e saneamento;
- Classe Consumo Próprio;

#### 1.2.4 Modalidades Tarifárias

As modalidades tarifárias são aplicáveis aos consumidores de acordo com os grupos previamente explicitados. As modalidades podem ser monômias, isto é, aplicáveis somente ao consumo de energia elétrica ativa (kWh) ou binômias, aplicável ao consumo de energia elétrica ativa (kWh) e demanda faturável (kW).

Para o Grupo A, as modalidades binômias disponíveis são a Convencional ou as Horossazonais, Azul ou Verde. Elas se caracterizam da seguinte maneira (ANEEL, 2010):

- Convencional:

Aplicada para fornecimento de até 69kV e demanda contratada inferior a 300 kW. Para isto, nos 11 meses anteriores não pode ter havido 3 ocorrências seguidas ou 6 alternadas de demanda registrada superior à 300kW. Para esta modalidade, as tarifas não se diferenciam de acordo com o horário de utilização ou época do ano, sendo então indicadas para clientes com volatilidade e pouco controle dos horários de uso.

O faturamento da parcela de consumo é dado por:

$$P_{consumo} = Tarifa \text{ de Consumo} \times Consumo \text{ Medido} \quad (1)$$

Caso a demanda medida seja inferior à contratada, o faturamento da parcela de demanda é dado por:

$$P_{demanda} = Tarifa \text{ de Demanda} \times Demanda \text{ Contratada} \quad (2)$$

No entanto, caso a demanda medida ultrapasse a contratada em até 5%, o faturamento da parcela de demanda é dado por:

$$P_{\text{demanda}} = \text{Tarifa de Demanda} \times \text{Demanda Medida} \quad (3)$$

Ainda, se a demanda medida ultrapassar em 5% do valor contratado, o faturamento da parcela de demanda é dado por:

$$P_{\text{demanda}} = \text{Tarifa de Demanda} \times \text{Demanda Contratada} + \text{Tarifa de Ultrapassagem} \times (\text{Demanda Medida} - \text{Demanda Contratada}) \quad (4)$$

Onde,

$$\text{Tarifa de Ultrapassagem} = 2 \times \text{Tarifa de Demanda} \quad (5)$$

Para as modalidades horossazonais verde e azul, são levados em conta o horário de utilização e a época do ano. Para efeitos da análise neste trabalho, não serão consideradas as épocas do ano, visto que elas são traduzidas diretamente no valor da tarifa a ser aplicada em cada modalidade. Os horários de utilização, que incorrem como condicionantes nas fórmulas de cálculo das parcelas das modalidades horossazonais são definidos como (ANEEL, 2010):

- Horário de ponta: definido como o período de 3 horas diárias consecutivas, usualmente as de maior uso do respectivo sistema elétrico, tendo por base sua curva de carga (exceto sábados, domingos e alguns feriados). Tarifas relativas ao horário de ponta são mais caras que as fora de ponta;

- Horário fora de ponta: definido como às outras horas complementares às estabelecidas para o horário de ponta, representando os horários com menor uso do respectivo sistema elétrico, por isso as tarifas neste horário são inferiores às de ponta. As tarifas recorrentes a estes horários serão detalhadas mais a frente. As duas modalidades horossazonais praticadas pelas concessionárias e reguladas pela Aneel são detalhadas a seguir.

- Horossazonal Verde:

Esta modalidade só é aplicável a consumidores dos grupos A3a, A4 e AS. Para faturamento nesta modalidade é considerado o consumo medido em horários de ponta e fora de ponta, pela demanda medida ou contratada independentemente do horário do dia e, caso haja, demanda de ultrapassagem. Para as tarifações da demanda, não se julga o horário de utilização. O faturamento da parcela de consumo é dado por (MME. Manual de Tarifação de Energia Elétrica) :

$$P_{\text{consumo}} = \text{Tarifa de Consumo na ponta} \times \text{Consumo Medido na ponta} + \text{Tarifa de Consumo fora de ponta} \times \text{Consumo Medido fora de ponta} \quad (6)$$

As tarifas de consumo observadas no período seco são mais caras que as do período úmido.

Caso a demanda medida seja inferior à contratada, o faturamento da parcela de demanda é dado pela equação (2). No entanto, caso a demanda medida não ultrapasse a contratada em até 5%, o faturamento da parcela de demanda é dado pela equação (3). Ainda, se a demanda medida ultrapassar em 5% do valor contratado, o faturamento da parcela de demanda é dado por:

$$P_{\text{demanda}} = \text{Tarifa de Demanda} \times \text{Demanda Contratada} + \text{Tarifa de Ultrapassagem} \times (\text{Demanda Medida} - \text{Demanda Contratada}) \quad (7)$$

Onde a tarifa de ultrapassagem é dada pela equação (5)

As tarifas de demanda nesta modalidade não se diferem em relação ao horário e época do ano.

- Horossazonal Azul:

Para os consumidores dos sub grupos A1, A2 e A3, é mandatório que se aplique esta modalidade tarifária e opcional para os sub grupos A3a, A4 e AS. Para faturamento nesta modalidade é levado em conta o consumo medido, as demandas medidas, contratadas e de ultrapassagem, todos eles levando-se em conta os horários de ponta e fora de ponta. O faturamento da parcela de consumo é dado pela equação (6). Caso a

demanda medida seja inferior à contratada, o faturamento da parcela de demanda é dado por:

$$P_{\text{demanda}} = \text{Tarifa de Demanda na ponta} \times \text{Demanda Contratada na ponta} + \text{Tarifa de Demanda fora de ponta} \times \text{Demanda Contratada fora de ponta}$$

(8)

No entanto, caso a demanda medida não ultrapasse a contratada em até 5%, o faturamento da parcela de demanda é dado por:

$$P_{\text{demanda}} = \text{Tarifa de Demanda na ponta} \times \text{Demanda Medida na ponta} + \text{Tarifa de Demanda fora de ponta} \times \text{Demanda Medida fora de ponta}$$

(9)

Ainda, se a demanda medida ultrapassar em 5% do valor contratado, o faturamento da parcela de demanda é dado por:

$$P_{\text{demanda}} = P_{\text{demanda contratada}} + \text{Tarifa de Demanda Tarifa de Ultrapassagem na ponta} \times (\text{Demanda medida na ponta}) - (\text{demanda contratada na ponta}) + \text{Tarifa de Ultrapassagem fora de ponta} \times (\text{Demanda medida fora de ponta}) - (\text{Demanda contratada fora de ponta})$$

(10)

As tarifas de demanda nesta modalidade não se diferem em relação à época do ano.

### **1.2.5 Estrutura Tarifária Das Concessionárias De Distribuição**

Para a composição da tarifa praticada pela concessionária, via processos de revisão e/ou reajustes tarifários realizados pela Aneel, são agregados diversos componentes de custo relativos às perdas, ao transporte, aos encargos e à compra para revenda de energia elétrica. Esta composição tarifária reflete as condições de custeios regulatórios da distribuidora de acordo com os subgrupos, classes e subclasses anteriormente



explanadas. Isso significa que a tarifa a ser aplicada ao cliente depende de suas características de uso, como robustez e finalidade do uso do sistema elétrico que está conectado. Os componentes de custo são agregados em duas tarifas:

- TUSD – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

Determinada pela Aneel, para faturamento mensal dos consumidores pelo uso do sistema de distribuição, em R\$/MWh ou em R\$/kW. A TUSD se diferencia por subgrupo, horário de uso (dependendo da modalidade tarifária) e modalidade tarifária. Para a composição da TUSD, são agregados os custos de transporte, encargos e perdas. Cada um destes componentes possui variáveis e métodos de cálculo específicos que, para efeitos do presente estudo, não serão apresentados.

- TE – Tarifa de Energia

Determinada pela Aneel, para faturamento mensal dos consumidores pelo consumo de energia, em R\$/MWh. A TE se diferencia por horário de uso (dependendo da modalidade tarifária) e modalidade tarifária. Para a composição da TE, são agregados os custos de compra de energia para revenda, transporte, encargos e perdas. Cada uma destas componentes possui variáveis e métodos de cálculo específicos que, para efeitos do presente estudo, também não serão detalhados

### **1.2.6 Reduzindo o Valor da Conta de Energia Elétrica**

A existência de alternativas de enquadramento tarifário permite alguns consumidores escolher o enquadramento e valor contratual de demanda que resultam em menor despesa com a energia elétrica.

A decisão, porém, só deve ser tomada depois de adequada verificação dos padrões de consumo e demanda nos segmentos horários (ponta e fora de ponta).

Além de revelar relações entre hábitos e consumo de energia elétrica, úteis ao se estabelecer rotinas de combate ao desperdício, a análise da fatura de energia elétrica é a base para a avaliação econômica dos projetos de eficiência energética.

A análise pode ser dividida em duas partes:

- Enquadramento tarifário e determinação do valor da demanda contratual;
- Correção do fator de potência, caso haja necessidade.

Modalidade tarifária convencional - essa modalidade exige um contrato onde o consumidor assina um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua um único valor de demanda (demanda contratada) independente da hora do dia.

Os consumidores do grupo A, subgrupos A3a, A4 ou AS, podem ser enquadrados na estrutura tarifária Convencional quando a demanda contratada for inferior a 300 kW.

A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo, a demanda e, caso exista, a demanda de ultrapassagem.

Modalidade tarifária horossazonal verde - essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua a demanda pretendida pelo consumidor, independentemente da hora do dia.

A opção de enquadramento na estrutura tarifária verde somente é possível para as unidades consumidoras do grupo A, subgrupos A3a, A4 e AS.

A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora dela), a demanda e a demanda de ultrapassagem.

Modalidade tarifária horossazonal azul - essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua tanto o valor da demanda pretendida pelo consumidor no horário de ponta (demanda contratada na ponta) quanto o valor pretendido nas horas fora de ponta (demanda contratada fora de ponta).

Aos consumidores dos subgrupos A1, A2 ou A3, é obrigatório o enquadramento na estrutura tarifária horossazonal azul e opcional para os consumidores dos subgrupos A3, A4 e AS.

A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta pela soma de parcelas referentes ao consumo e demanda e, caso exista, ultrapassagem. Em todas as parcelas observa-se a diferenciação entre hora de ponta e hora fora de ponta.

Em todas as modalidades se a demanda medida ultrapassar em 10% o valor da demanda contratada, paga-se demanda de ultrapassagem que corresponde a duas vezes o valor da tarifa de demanda.

### **1.2.7 Energia Reativa e Fator de Potência**

A energia elétrica é composta de duas parcelas distintas: energia reativa e energia ativa. A energia ativa é a energia que promove o funcionamento de equipamentos elétricos e eletrônicos, enquanto que a energia reativa é a responsável

pela formação de campos magnéticos, necessários ao funcionamento de alguns aparelhos que possuem motor (geladeira, freezer, ventilador, máquinas de lavar, sistemas de climatização, escada rolante, etc.) ou indutor (reator eletromagnético utilizado nas luminárias com lâmpadas fluorescentes).

A energia reativa, que é inerente ao processo de produção de energia elétrica, produz perdas por provocar aquecimento nos condutores. Ela circula entre a fonte e a carga, ocupando um “espaço” no sistema elétrico que poderia ser utilizado para fornecer mais energia ativa. A energia reativa tem como unidades de medida usuais o VARh e o kVARh e a potência reativa a unidade de VAR ou kVAR.

O limite é indicado de forma indireta, através do parâmetro denominado fator de potência, que reflete a relação entre as energias ativa e reativa consumidas. De acordo com a Resolução ANEEL 414 de nove de setembro de 2010, as unidades consumidoras dos grupos A e B, devem ter um fator de potência não inferior a 0,92 (capacitivo ou indutivo).

Quando o fator de potência é inferior a 0,92, é cobrada a utilização de energia e demanda de potência reativa na fatura de energia elétrica, como consumo de energia reativa excedente e demanda reativa excedente.

A energia reativa capacitiva é medida em um período de 6 horas consecutivas a critério da distribuidora, entre 23 h 30 min e 06 h 30 min e a energia reativa indutiva no restante do dia. Existem fórmulas próprias para o cálculo dos valores de energia elétrica reativa e demanda de potência reativa na Resolução Aneel 414 de 9 de setembro de 2010.

### 1.3 ILUMINAÇÃO

A iluminação responde por aproximadamente 23% do consumo de energia elétrica no setor residencial, 44% no setor comercial e serviços públicos e 1% no setor industrial. Deste modo, fazem-se necessárias informações sobre eficiência energética na área de iluminação.

#### 1.3.1 Definições

Controlador de luz – é a parte da luminária projetada para modificar a distribuição espacial do fluxo luminoso, podendo ser do tipo refletor, refrator, difusor, lente e colmeia. Iluminância – é o fluxo luminoso incidente por unidade de área. A unidade de medida usual é o lux.

Considerando os ambientes de trabalho, a iluminância é definida como iluminância média no plano de trabalho, cujos valores recomendados pela NBR ISO/CIE 8995-1 da ABNT estão apresentados na tabela 1:

Tabela 1 - Níveis de Iluminância Médios Recomendados pela NBR ISO/CIE 8995

<b>TIPO DE AMBIENTE</b>	<b>ILUINÂNCIA (lux)</b>
Arquivamento, cópia, circulação	300
Escrever, teclar, ler, processar dados	500
Salas de reunião e conferência	500
Recepção	300
Corredores	100

Fonte: (NBR ISO/CIE 8995, 2013).

Depreciação do fluxo luminoso – é a diminuição da iluminância que ocorre devido ao próprio decréscimo do fluxo luminoso da lâmpada com o passar do tempo e também com o acúmulo de poeira na lâmpada ou luminária.

Difusor – Dispositivo colocado em frente à fonte de luz com a finalidade de diminuir sua luminância, reduzindo a possibilidade de ofuscamento. Se possível, utilizar luminárias sem difusor, pois melhora o rendimento da lâmpada.

Figura 9 – Luminária com Difusor e Controlador de Luz para Lâmpada Fluorescente



Fonte: (VIANA, 2012).

Eficiência Luminosa (EL) – Representa a eficiência da lâmpada. É a razão entre o fluxo luminoso total emitido em lumens e a potência consumida em Watts.

Fator de manutenção – É a razão da iluminância média no plano de trabalho, após um período de uso, pela iluminância média obtida sob as mesmas condições da instalação nova. Este fator depende do período de uso sem limpeza e do tipo de ambiente (limpo, médio ou sujo).

Tabela 2 - Fatores de Manutenção

<b>Período de Uso Sem Limpeza (meses)</b>	<b>Ambiente Limpo</b>	<b>Ambiente Médio</b>	<b>Ambiente Sujo</b>
<b>0</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
<b>2</b>	<b>0,97</b>	<b>0,92</b>	<b>0,85</b>
<b>4</b>	<b>0,95</b>	<b>0,87</b>	<b>0,76</b>
<b>6</b>	<b>0,93</b>	<b>0,85</b>	<b>0,70</b>
<b>8</b>	<b>0,92</b>	<b>0,82</b>	<b>0,66</b>
<b>10</b>	<b>0,91</b>	<b>0,80</b>	<b>0,63</b>
<b>12</b>	<b>0,90</b>	<b>0,78</b>	<b>0,61</b>
<b>14</b>	<b>0,89</b>	<b>0,77</b>	<b>0,59</b>
<b>16</b>	<b>0,88</b>	<b>0,76</b>	<b>0,57</b>
<b>18</b>	<b>0,87</b>	<b>0,75</b>	<b>0,56</b>
<b>20</b>	<b>0,86</b>	<b>0,74</b>	<b>0,54</b>

Fonte: (MAMEDE, 2010).

Fator de utilização – é um índice da luminária que é influenciado pelas cores do teto, parede e chão. Quanto mais claras as cores, maior será o rendimento da luminária.

Índice de reprodução de cores (IRC) – é a habilidade que a fonte luminosa tem de reproduzir fielmente as cores de vários objetos por ela iluminada. O melhor índice possível é 100.

Ofuscamento – é o feito de uma luz forte no campo de visão do olho. Pode provocar sensação de desconforto e prejudicar o desempenho visual nas pessoas presentes no ambiente.

Reator – equipamento que limita a corrente em uma lâmpada fluorescente e também fornece a tensão adequada para dar partida na lâmpada. Pode ser do tipo eletromagnético ou eletrônico, com partida rápida ou convencional, e com alto ou baixo fator de potência.

### 1.3.2 Tipos de Lâmpadas

Os tipos de lâmpadas existentes no mercado são:

Fluorescentes - São compostas por um gás ionizado que emite radiação ultravioleta incidindo sobre uma camada fluorescente na superfície dos tubos de vidro e que se transforma em luz visível. As lâmpadas fluorescentes necessitam de um reator para seu funcionamento, é possível encontrar modelos com reatores externos ou integrados. Possuem grande versatilidade em termos de aplicação, podendo ser utilizadas tanto em residências quanto em empresas. Possuem uma vida útil mais elevada se comparada com a lâmpada incandescente (cerca de 7.500 horas) e sua eficiência luminosa é cinco vezes maior: superam os 70 lm/W, porém com uma reprodução de cores inferior (IRC entre 70 e 85).

Halógenas - Essas lâmpadas possuem filamento de tungstênio e trabalham em conjunto com o gás halogênio em tensão de rede (NASCIMENTO, 2013), também permitem uma perfeita reprodução de cores (IRC acima de 95). As lâmpadas halógenas são compactas e, portanto, adequadas à montagem de vitrines e à decoração em geral. Sua vida útil é de 2.000 horas e admitem o uso de *dimmers*.

Dicróicas - São o aperfeiçoamento das lâmpadas halógenas por terem um refletor capaz de concentrar o fecho luminoso e ao mesmo tempo mandar para trás parte do calor emitido. Têm vida útil de cerca de 3.000 horas e elevada reprodução de cores (IRC acima de 95). Podem ser adaptadas a um *dimmer*.

Vapor de mercúrio - É uma lâmpada de reação (processo semelhante ao das fluorescentes). Seu índice de reprodução de cores é baixo (IRC entre 40 e 60) e sua vida útil em torno de 24.000 h. Emite cerca de 55 lm/W. Utilizada tradicionalmente na iluminação pública, emite luz branca e exige base especial.

De sódio, baixa pressão - É uma lâmpada de reação (processo semelhante ao das fluorescentes), atingindo cerca de 130 lm/W. Sua vida útil é de 14.000 a 24.000 h e possui baixa reprodução de cores (IRC 20). Por ser robusta e relativamente barata, vem sendo largamente empregada na iluminação pública e exige base especial.

De sódio, alta pressão - É uma lâmpada de reação (processo semelhante ao das fluorescentes). Sua vantagem é possuir uma melhor reprodução de cores em relação à de vapor de sódio de baixa pressão, porém sua eficiência e vida útil são menores. Também exigem uma base especial.

Mista - combina uma incandescente e um tubo de descarga com alta pressão. Funciona em tensão de 220 V, sem reator. Emite cerca de 25 lm/W, com baixa reprodução de cores (IRC 60). Possui vida útil de cerca de 6.000 horas.

Fluorescentes compactas - são lâmpadas fluorescentes com o tubo em "U", simples, duplo ou triplo (estes últimos de maior potência) ou ainda na forma circular, com o mesmo formato de bocal das incandescentes comuns (E27).

Emitem cerca entre 50 e 70 lm/W, com alta reprodução de cores (ICR entre 80 e 90).

Multivapores metálicos – são lâmpadas que têm grande fluxo luminoso e alta eficiência, produzindo muita luz para pouco calor. Atingem os 90 lm/W. Sua vida útil varia entre 8.500 e 15.000 horas e possuem boa reprodução de cores (IRC entre 70 e 90) e exigem base especial.

LED - consiste em um material semicondutor que, quando energizado, emite luz visível. Os modelos encontrados comercialmente atingem geralmente entre 80 e 100 lm/W, com vida útil superior a 15.000 horas, podendo variar muito de acordo com cada fabricante. Possuem boa reprodução de cores (IRC entre 80 e 95).

Outros benefícios da lâmpada LED são a variedade de cores, dimensões reduzidas, alta resistência a choques e vibrações, não gera radiação ultravioleta e infravermelha, baixo consumo de energia e pouca dissipação de calor, redução nos gastos de manutenção, permitindo a sua utilização em locais de difícil acesso, possibilidade de utilização com sistemas fotovoltaicos em locais isolados (VIANA, 2012).

### **1.3.3 Medidas para Aumento da Eficiência Energética em Sistemas de Iluminação**

As medidas indicadas para melhor eficiência energética do sistema de iluminação são:

- Evitar o uso de refratores opacos que eleva o índice de absorção dos raios em até 30%;

- A iluminação dos ambientes deve ser desligada quando não houver a presença de pessoas. Se possível utilizar sensores de presença para ativar a iluminação;
- As luminárias devem ser instaladas abaixo (com relação à altura da instalação) das vigas do teto dos ambientes;
- Buscar equivalência entre as lâmpadas utilizadas no sistema de iluminação com as lâmpadas LED existentes no mercado e se possível realizar a substituição delas.
- Para manter o nível de iluminação ao longo do tempo são necessárias algumas tarefas de manutenção.
- Realizar a limpeza com certa frequência de paredes, do forro e das janelas. Normalmente o projetista da iluminação indica o tempo entre as manutenções.
- Manter as luminárias limpas, pois sujeira reduz a iluminância (MAMEDE, 2010).

#### 1.4 CLIMATIZAÇÃO

O aquecimento global é um fenômeno do tipo climático de grande escala que é causado por fatores internos e externos. O efeito estufa vem sendo apontado como o grande vilão por esse aumento de temperatura ao longo dos anos. Num período de 100 anos houve um aumento médio de temperatura global de  $0,85^{\circ}\text{C}$  nos continentes,  $0,55^{\circ}\text{C}$  na temperatura global do oceano e  $0,7^{\circ}\text{C}$  na temperatura global da Terra. Além disso, os modelos matemáticos projetam que a temperatura sofrerá uma variação de  $1,1^{\circ}\text{C}$  até  $6,6^{\circ}\text{C}$  entre os anos de 1990 e 2100. Como essas altas temperaturas geram um grande desconforto na população de maneira geral, o uso de ar-condicionados, alinhado à evolução tecnológica, tornou-se imprescindível sua utilização.

A eficiência de unidades de climatização tem sido incentivada pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL).

Condicionadores de ar com selo PROCEL apresentam um taxa média de consumo de potência de  $0,95\text{ kW}/10000\text{ BTU}$  enquanto aparelhos mais antigos possuem uma taxa média de  $1,35\text{ kW}/10000\text{ BTU}$ , representando uma eficiência de aproximadamente 30% dos aparelhos com selo PROCEL.



Para melhorar a eficiência de sistemas de condicionamento de ar podem ser aplicadas algumas medidas.

#### **1.4.1 Medidas para Aumento da Eficiência Energética em Sistemas de Condicionamento de Ar.**

- Instalação no sistema de condicionadores de ar somente com selo PROCEL;
- Evitar a entrada de ar exterior em ambientes climatizados;
- Periodicamente realizar a limpeza dos filtros do aparelho para melhorar seu rendimento;
- Evitar o aumento da carga térmica utilizando cortinas, persianas e películas de proteção em áreas climatizadas que fiquem expostas ao sol;
- Quando o ambiente não estiver sendo utilizado ou passe longos períodos desocupado mantenha o aparelho de ar condicionado desligado;
- Em dias frios manter o ar condicionado em modo de ventilação;
- Selecionar uma pessoa para desligar os aparelhos de ar-condicionado em horários predefinidos.
- Realizar o reparo em janelas e portas quebradas ou fora de alinhamento;
- Isolar termicamente as tubulações de ar das centrais de climatização para evitar a perda de calor (frio) (MAMEDE, 2010).
- Em edificações mais antigas fazer a reavaliação do projeto de climatização adequando aos critérios atuais;
- Utilizar barreiras verdes (árvores) para proteger janelas e portas de vidro da edificação para proteger da entrada de raios solares.

#### **1.5 FATOR DE POTÊNCIA**

O fator de potência mostra se a unidade consome energia elétrica adequadamente ou não. É uma relação entre a energia ativa e a energia aparente ou total, e pode ser calculado conforme a equação abaixo:

$$FP = \frac{\text{Energia Ativa}}{\text{Energia Aparente}} = \cos\varphi \quad (1)$$

Onde,

FP – Fator de Potência  $\varphi$  – Ângulo de defasagem entre Energia Ativa e Energia Reativa. A legislação determina que o Fator de Potência deve ser mantido o mais próximo possível da unidade (1), mas permite um valor mínimo de 0,92.

Conforme a Resolução da ANEEL 418/2010 Se o Fator de Potência estiver abaixo desse mínimo, a conta de energia elétrica sofrerá um ajuste em reais. Quanto maior for o consumo de energia reativa, para o mesmo consumo de energia ativa, mais baixo será o fator de potência. O objetivo é elevar o fator de potência para aproveitar ao máximo as instalações elétricas da unidade.

Os principais pontos que podem contribuir para um baixo fator de potência são:

- Transformadores operando a vazio ou subcarregados durante longos períodos de tempo
- Motores operando em regime de baixo carregamento
- Utilização de grande número de motores de pequena potência
- Instalação de lâmpadas de descarga (fluorescentes, de vapor de mercúrio e de vapor de sódio)
- Capacitores ligados nas instalações das unidades consumidoras horossazonais no período Da madrugada.
- Um baixo fator de potência indica que a energia está sendo mal aproveitada pela instituição. Nesse caso, podem ocorrer as seguintes situações:
  - Aumento das perdas elétricas internas da instalação
  - Queda de tensão na instalação
  - Redução do aproveitamento da capacidade dos transformadores
  - Condutores aquecidos

Medidas para melhorar o fator de potência.

Quando o Fator de Potência é corrigido e elevado para 0,92 ou mais, a empresa passa a utilizar energia da forma mais correta e econômica, pois desaparece o acréscimo cobrado nas contas de energia elétrica, melhora o aproveitamento da energia elétrica para geração de trabalho útil, diminuem as variações de tensão (oscilações), melhora o aproveitamento dos equipamentos com menos consumo, aumenta a vida útil dos

equipamentos, os condutores tornam-se menos aquecidos, diminuindo as perdas de energia elétrica na instalação e devido à liberação de carga, a capacidade dos transformadores alcança melhor aproveitamento.

A correção do baixo Fator de Potência é uma das soluções para reduzir as perdas de energia elétrica, diminuir os riscos com acidentes elétricos por superaquecimento e, também, para evitar acréscimo na fatura de energia.

O baixo Fator de Potência pode ser corrigido com:

- O dimensionamento correto de motores e equipamentos.
- A seleção, utilização e operação correta de motores e equipamentos elétricos em geral.
- A utilização permanente de reatores de alto Fator de Potência .
- A instalação de capacitores ou banco de capacitores onde for necessário (de preferência próximo da carga).
- A instalação de motores síncronos em paralelo com a carga.

## 1.6 VIABILIDADE ECONÔMICA DE PROJETOS

Todas as decisões de investimento em alternativas e propostas de economia e uso eficiente da energia passam por uma análise de viabilidade econômica. Tais questões apresentam-se de duas maneiras: ou deseja-se decidir sobre a escolha entre duas propostas mutuamente excludentes, ou deseja-se saber a economicidade de uma dada proposta.

Na análise, utiliza-se de métodos econômicos que permitem traduzir a atratividade de um investimento. Dentre estes métodos utilizados pode-se destacar o valor presente líquido (VPL) e o tempo de retorno de capital (TRC).

### 1.6.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O método de cálculo denominado Valor Presente Líquido (VPL) é de fácil execução e deve ser aplicado em todas as ações de eficiência energética (MAMEDE, 2010).

O Valor Presente Líquido é a soma algébrica de todos os fluxos de caixa descontados para o instante  $T = 0$ . Podendo ser determinado através da seguinte equação 2:

$$VPL = -k + \sum_{i=1}^N \frac{F_{ci}}{(1+TD)^i} \quad (2)$$

$VPL$  – Valor Presente Líquido;

$k$  – investimento inicial;

$F_{ci}$  – fluxo de caixa descontado que corresponde à diferença entre as receitas e despesas realizadas a cada período considerado, em R\$;

$TD$  – taxa de desconto;

$i$  – tempo em anos

$N$  – número de períodos

### 1.6.2 Tempo de Retorno de Capital (TRC)

O método do tempo de retorno de capital (TRC), ou *payback*, é o mais utilizado no meio técnico para análises de viabilidade econômica, devido à sua facilidade de aplicação. Neste caso fala-se do chamado *payback* não descontado, um procedimento de cálculo onde não se leva em consideração o custo de capital, ou seja, a taxa de juros. Esta análise é feita apenas dividindo-se o custo da implantação do empreendimento da implantação do empreendimento pelo benefício auferido. Ou seja, este método mostra quanto tempo é necessário para que os benefícios se igualem ao investimento. O tempo de retorno de capital (TRC) pode ser calculado algebricamente a partir da equação 3:

$$TRC = \frac{k}{RM} \quad (3)$$

Onde:

TRC – Tempo de Retorno de capital;

$k$  – Investimento Inicial;

RM – Retorno Mensal (valor economizado por mês).

## 2 METODOLOGIA

Inicialmente, serão realizadas pesquisas bibliográficas nas áreas de eficiência energética, normas regulamentadoras sobre eficiência e sobre segmentos do sistema elétrico que podem sofrer mudanças para redução do consumo de energia elétrica como iluminação e refrigeração, pesquisas realizadas nessa área, instalações elétricas prediais, guias e manuais técnicos de equipamentos eficientes energeticamente e estrutura tarifária baseada na norma regulamentadora brasileira.

Nas seções a seguir são apresentadas as partes da metodologia empregada em um estudo de eficiência energética, sendo elas referentes ao levantamento da carga instalada no prédio, análise das tarifas de energia elétrica, coleta de dados referentes ao consumo do local, além da análise das características do sistema e propostas para o uso eficiente da energia elétrica com cálculos que mostrem a projeção e a redução do consumo de energia elétrica caso as propostas sejam implantadas.

Para a etapa da avaliação econômica serão utilizados os métodos de análise de investimentos: Valor Presente Líquido (VPL) e Tempo de retorno de capital (TRC) que foram citados no referencial teórico.

### 2.1 LEVANTAMENTO DAS CARGAS INSTALADAS

Para iniciar o estudo sobre eficiência energética de uma determinada edificação faz-se necessário o levantamento das cargas instaladas para conhecer que tipos de equipamentos estão em funcionamento no prédio, a quantidade de horas e o horário que são utilizados, além da potência consumida de cada equipamento que determina a parcela de consumo a qual cada um possui no consumo total de energia elétrica da edificação.

Recomenda-se a utilização de tabelas, para realizar o levantamento de cargas, divididas por segmentos do sistema elétrico do prédio (iluminação, equipamentos diversos, motores elétricos) e esses segmentos subdivididos por características de cada equipamento (tipo de equipamento, quantidade, potência, tensão, corrente, horas de utilização).

Os dados para preenchimento das tabelas são obtidos através de inspeção visual das placas de especificação ou através da consulta aos manuais de especificação de cada aparelho, recomenda-se também a utilização de certos instrumentos de medição elétrica, para obter dados

Alicate amperímetro para medir tensão e corrente dos aparelhos elétricos, outras marcas e modelos de alicates amperímetros podem ser utilizados, desde que estejam calibrados e ofereçam confiabilidade em suas medições.

Alicate wattímetro, para medir valores de potência dos aparelhos elétricos. Outras marcas e modelos de alicates wattímetros podem ser usadas, desde que estejam calibrados e ofereçam confiabilidade em suas medições.

## 2.2 ANÁLISE DA FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA

A partir da análise da fatura de energia elétrica pode-se constatar em quais meses que há um maior consumo de energia elétrica no local de estudo, além de verificar-se que fatores estão causando custos adicionais devidos a penalizações previstas na legislação que trata sobre a composição e cobrança da tarifa de energia elétrica.

Para analisar a fatura de energia de um local verifica-se primeira existência de penalizações com consumo de energia reativa. Em seguida deve-se verificar se a demanda contratada está adequada para a demanda medida do mês de análise e se está adequada observando o histórico de demanda medida dos últimos 12 meses. E por último faz-se simulações com diferentes formas de tarifação para determinar se a tarifária está adequada ou se há necessidade de mudança.

Realizando dessa forma a análise é possível identificar todos os problemas que podem conter uma fatura de energia elétrica para propor soluções.

## 2.3 COLETA DE DADOS

A etapa seguinte se dá pelo recolhimento de dados dos parâmetros elétricos dos principais segmentos que compõe o sistema elétrico do prédio. Para esse estudo abordou-se os segmentos de iluminação e climatização da instituição.

A coleta de dados do segmento de iluminação inicia-se pelo recolhimento de dados do fluxo luminoso das lâmpadas utilizadas no sistema de iluminação em funcionamento de determinada área escolhida para a análise. Para o recolhimento desses dados é recomendado o uso de um luxímetro onde foi usando o app mobile para Smartphone Luxmeter Galactica, outros tipos de luxímetro e outras marcas podem ser utilizados para essa coleta, desde que, estejam calibrados e ofereçam confiabilidade em suas medições. O luxímetro é um aparelho que efetua medições de iluminâncias em

ambientes com iluminação natural ou artificial em tempo real que converte a luz em corrente elétrica do sistema de iluminação.

De acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1 de 2013 da ABNT, cada ambiente tem um determinado nível de iluminação a ser adequado para a realização de determinada tarefa. A iluminância é medida em LUX (lx) que é a unidade de medida utilizada pelo luxímetro, simplificada a equação 4 utilizada para o LUX:

$$lx = \frac{l_m}{A} \quad (4)$$

Onde:

$l_m$  – lumens incidente;

$A$  – área de incidência em metros quadrados (m<sup>2</sup>).

Para realizar a medição desse fluxo luminoso é necessário seguir critérios estabelecidos na NBR ISO/CIE 8995-1 da ABNT que determina as distâncias entre os pontos de medição de iluminância, essas medições de distância são feitas com uma trena métrica que é um instrumento utilizado para medir distâncias e que possuem em sua escala as unidades de medidas em milímetros, centímetros e metros.

Depois de realizada as medições, os dados medidos são comparados com os especificados na NBR ISO/CIE 8995-1 da ABNT para certificação que a quantidade de LUX exigido para cada local está de acordo com o especificado em norma. Posteriormente analisa -se a quantidade de lux para outros tipos de lâmpadas que forem apresentadas como propostas para aumento da eficiência energética do sistema de iluminação para certificar que atendem o que pede a norma e que são adequadas e recomendadas para a utilização em determinado ambiente.

Para coletar o consumo de potência real de cada segmento faz-se necessário a utilização do alicate wattímetro e de um wattímetro comum para medir a potência consumida de cada equipamento que compõe o segmento de iluminação e climatização, permitindo que se projete através de cálculos o consumo mensal de energia elétrica de cada equipamento.

## 2.4 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA E PROPOSTAS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Nesta etapa é feita a análise das características do sistema elétrico do prédio, como quanto cada segmento do sistema consome de energia elétrica, se os equipamentos que compõe cada segmento do sistema elétrico são eficientes, se esses equipamentos são bem utilizados e a partir dessa análise podem-se elaborar propostas para aumentar a eficiência energética da edificação e estipular através de cálculos técnicos quanto que cada proposta vai trazer de redução no consumo de energia elétrica e assim realizar análise econômica.

## 2.5 ECONÔMICA ANÁLISE PARA VIABILIDADE

Após todas as etapas de coleta e tratamento dos dados citados anteriormente aponta-se um cenário padrão para a análise da viabilidade econômica das propostas para aumento da eficiência energética do prédio em questão. Somente após a análise de cada alternativa e dos seus custos, pode-se afirmar a melhor escolha para investimento, neste caso, só é viável se permitir lucro em um determinado tempo para este retorno de investimento.

Os dados referentes à análise de investimento consideram impreterivelmente a vida útil dos equipamentos e a redução anual de custos.

## 3 IMPLEMENTAÇÃO

O local escolhido para a realização do estudo foi a parte interna do prédio da Escola Superior de Tecnologia onde estão as salas de aula, laboratórios, salas administrativas, corredores e banheiros. A parte externa ficou de fora desse estudo devido à necessidade de um maior investimento de tempo e recursos para uma cobertura total da área. A Escola Normal Superior é uma instituição de nível superior que oferece os mais diversos cursos nas áreas de engenharia, tecnologia e idiomas, o prédio funciona de segunda a sexta de 7:30 h às 22h10 e aos sábados de 7h às 17h, está localizada na Avenida Djalma Batista, 2470 - Chapada, Manaus – AM.


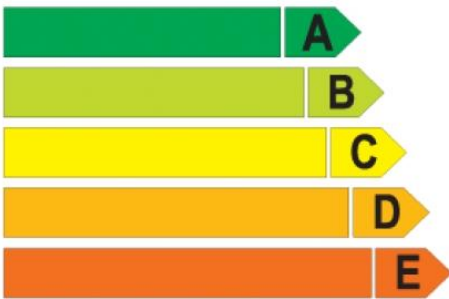




A metodologia aplicada nesse estudo de viabilidade técnica e econômica para aumento de eficiência energética pode ser realizado em qualquer edificação desde que a



mesma seja obedecida e que os fatores de escolha do local de estudo sejam a facilidade de acesso aos locais da edificação e a facilidade no recolhimento das informações.

A primeira etapa do projeto foi o levantamento da carga instalada no prédio com foco nos segmentos de climatização e iluminação, sendo esse levantamento realizado nos meses de Setembro e Outubro de 2019. Para o segmento de climatização foi verificado o tipo de equipamento (Split ou janela), o fabricante, a classe do aparelho, caso haja o selo PROCEL de classificação, a capacidade de refrigeração em BTU/h, quantidade de aparelhos, potência nominal (Figura 10) e (Figura 11), e a quantidade de horas de utilização por semana nos horários de ponta e fora de ponta.

Figura 10 – Selo Procel do Condicionador de Ar

<b>Energia</b> (Elétrica)		CONDICIONADOR DE AR
Fabricante		Electrolux da Amazônia Ltda.
Marca		 <b>Electrolux</b>
Modelo/tensão (V)		EE07F/220V
<b>Mais eficiente</b>		
<b>Menos eficiente</b>		
<b>CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)</b> <small>(Com base nos resultados do ciclo normalizado pelo INMETRO, de 1 hora por dia por mês)</small>		<b>15,8</b>
<b>Modo Espera - Standby (W)</b>		<b>0,24</b>
<b>Capacidade total de refrigeração (kW)</b> <small>(BTU/h)</small>		<b>2,20</b> <small>(7500)</small>
<b>Eficiência energética</b> <small>A Plena Carga (quanto maior, melhor)</small>		<b>2,92</b>
<b>Tipo</b> Refrigeração	—	—
Refrigeração + Aquecimento	—	—
<small>Requisitos de Avaliação da Conformidade para Condicionadores de Ar Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho</small>		
 <b>PROCEL</b>		
68001256 REV.00		Registro Inmetro nº 000421/2012

Fonte: Próprio Autor

Figura 11 - Placa de Especificação de Ar condicionado

EXTRA INFORMÁTICA	
VG	
(CONDICIONADOR DE AR)	
PISO TETO	
INTERNA	
Modelo: EXT48INT	(48000 BTU/h)
Tensão Nominal	220V
Frequência	60Hz-3Ph
Capacidade de Refrigeração	(48000 BTU/h)
Potência Nominal	4037W
Corrente Nominal	8,0A
Circulação de Ar	2400m <sup>3</sup> /h
Grau de Proteção da Unidade	IP24
Classe de Proteção de Choque	I
Gás Refrigerante (R410)	2000g
Nível de ruído ( Máximo)	52dB(A)
Pressão de Projeto	0,8MPA
Peso	47 Kg
Stand by	1W

Fabricado na China

FONTE : PRÓPRIO AUTOR

Para a obtenção dos dados foi verificado em cada local do prédio, para o segmento de iluminação, os tipos de lâmpadas utilizados no sistema, o tipo de reator para lâmpadas fluorescentes tubulares, quantidade de cada lâmpada e reator, a potência nominal deles (Figura 11) e as horas de utilização por semana nos horários de ponta e fora de ponta.

Figura 12 - Especificações de Lâmpada LED Tubular



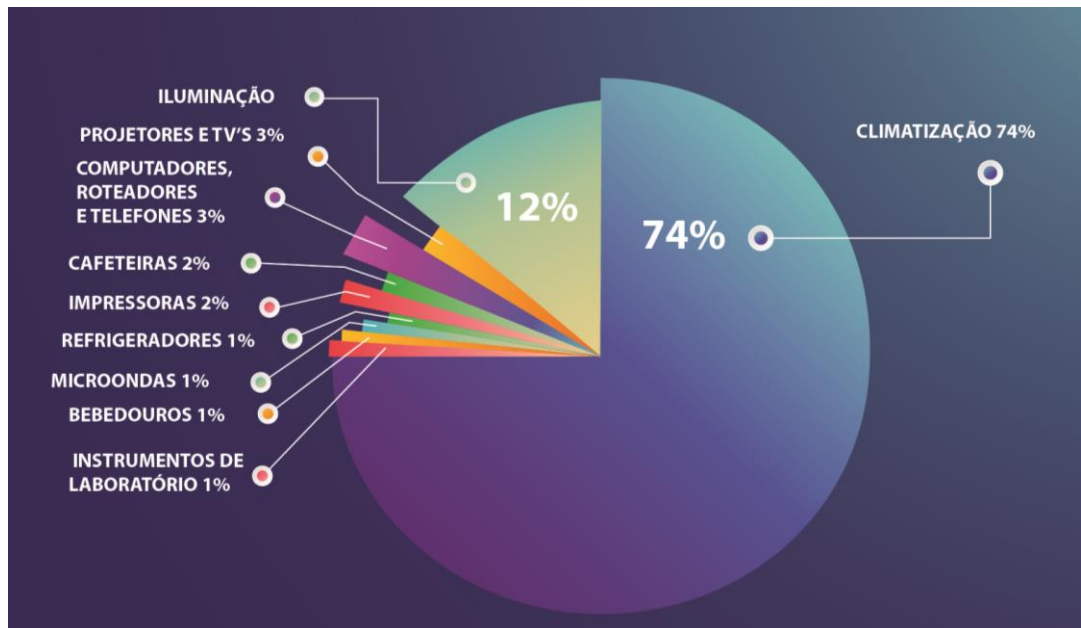
Fonte: Próprio Autor

Nesse estudo os valores de potência utilizados dos equipamentos são os valores de potência nominais que são valores especificados pelos fabricantes em placa próximos as valores reais de potência, pois para obter os valores reais dos equipamentos seria necessária uma maior disponibilidade de tempo, equipamentos e pessoas para a realização das medições. Vale considerar que o prédio tem o horário de funcionamento estabelecido, utilizou-se o tempo de uso dos equipamentos em horas por semana devido às salas de aula e os laboratórios funcionarem em horários e quantidade de hora diferente em cada dia da semana. Essas horas foram determinadas através da planilha de ensalamento disponibilizada pelo setor de qualidade da Instituição e através de entrevistas aos usuários e administradores do prédio.

Para anotar os dados obtidos durante o levantamento de carga foi necessária à utilização de tabelas elaboradas de acordo com as características elétricas do prédio, os dados resumido do levantamento de carga estão no apêndice A , enquanto os dados coletados através das medições foram transformados em gráficos, para melhor visualização. A partir dos dados de potência dos equipamentos ou de valores padrões especificados em manuais dividiu-se a carga em 10 grupos:

- Ar-condicionado: janela, split e central;
- Iluminação: luminárias LED tubular T8 Leitosa OBRA 40W; luminárias LED tubular T8 Leitosa PHILIPS 32W; luminárias LED tubular T8 Leitosa TASHIBRA 36W; luminárias LED tubular T8 Leitosa EMPALUX 20W; luminárias LED tubular T8 Leitosa CTB 18W; luminárias LED tubular T8 Leitosa ARTEK 10W; luminárias Vapor de sódio Ovóide E-40 LLT 150W;
- Bebedouros;
- Cafeteiras;
- Computadores e Notebooks;
- Refrigeradores;
- Impressoras;
- Projetores;
- Microondas;
- Equipamentos de Laboratórios.

Figura 13 - Distribuição das Cargas Instaladas



Fonte: Próprio Autor

O próximo passo do projeto foi a realização da análise tarifária do local, para o estudo utilizou-se as faturas de energia elétrica do período de Outubro de 2018 a Setembro de 2019. De acordo com as faturas de energia o prédio não possui valor de demanda contratada estabelecida, ou seja, atualmente as faturas possuem valor de demanda contratada zerada, não havendo pagamento por ultrapassagem, isso é possível pela legislação anterior (Portaria DNAEE 33/88), revogada pela resolução 456, nesse caso o prédio está sujeito a qualquer momento ser convocado pela concessionária para rever seu contrato.

A próxima parte é feita sobre os gastos com consumo de reativo da fatura de energia elétrica, pois a correção de fator de potência é uma das medidas de custo mais baixas para redução de despesa, na análise das faturas foi observada a cobrança de reativo em todos os meses, portanto o dimensionamento de um banco de capacitores se mostra uma oportunidade relevante para ser desenvolvido em um projeto futuro, para reduzir as perdas nesse sistema e com isso as penalizações na fatura de energia elétrica..

A tabela a seguir mostra os valores pagos durante o período dos últimos doze meses por energia reativa.

Tabela 3- Valores por consumo de energia reativa

<b>Mês</b>	<b>Energia Reativa ( R\$ )</b>
<b>out/18</b>	<b>290,99</b>
<b>nov/18</b>	<b>629,29</b>
<b>dez/18</b>	<b>524,4</b>
<b>jan/19</b>	<b>524,4</b>
<b>fev/19</b>	<b>314,64</b>
<b>mar/19</b>	<b>524,4</b>
<b>abr/19</b>	<b>314,64</b>
<b>mai/19</b>	<b>419,52</b>
<b>jun/19</b>	<b>419,52</b>
<b>jul/19</b>	<b>209,78</b>
<b>ago/19</b>	<b>314,64</b>
<b>set/19</b>	<b>419,52</b>
<b>Total</b>	<b>4905,74</b>

Fonte: Próprio Autor

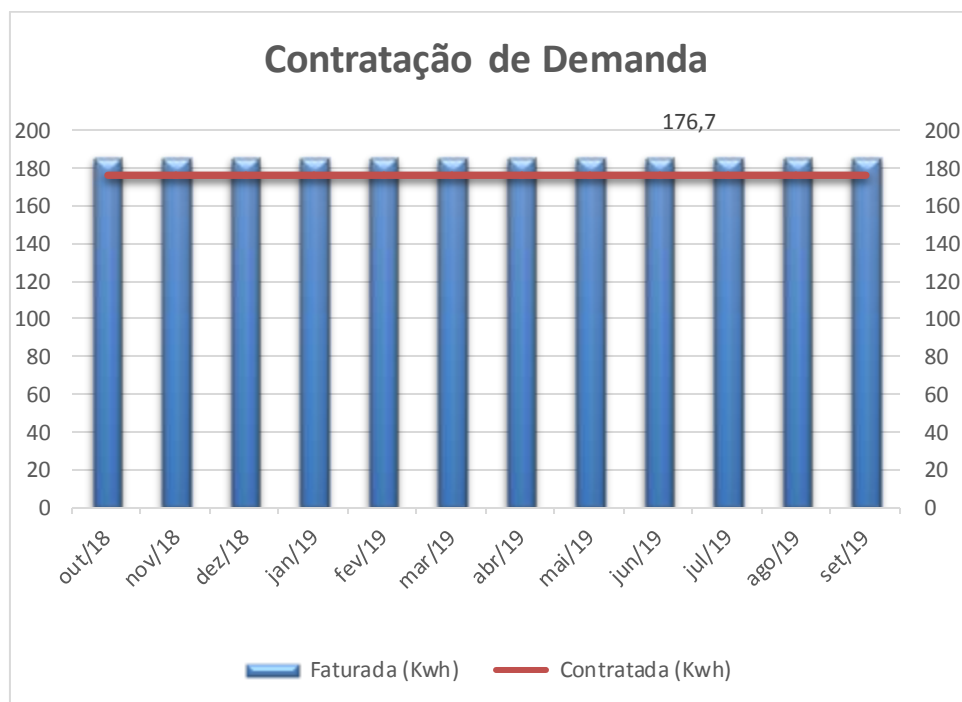
Em seguida é feita a análise de demanda das faturas de energia elétrica, para determinar se atualmente a demanda contratada está atendendo de maneira adequada as necessidades do prédio. Mas como já foi identificado, atualmente ainda não se tem valor de demanda estabelecido, essa informação inclina a análise para que o prédio seja considerado enquadrado no perfil de tarifa convencional, entretanto, por mais que não seja apresentado valor de demanda contratada na fatura, estão presentes valores de consumo na ponta e fora de ponta assim como seus respectivos valores em reais, ou seja, se trata de uma tarifa horo-sazonal verde que não é penalizada por ultrapassagem por não possuir contrato de demanda.

Concluímos então que o enquadramento está no subgrupo A4 de classificação de consumidor, classe 5 - poder público, subclasse 02 - poder estadual, modalidade tarifária horosazonal verde. Dessa forma, nosso objetivo passa a ser estabelecer um valor de demanda a ser contratada quando houver a convocação pela concessionária para rever o contrato.

Um ponto muito importante para essa análise foi levar em consideração a mudança nos valores das tarifas atualizados no mês de Outubro de 2018, com validade até Setembro de 2019. Com isso, a análise considera o primeiro semestre de consumo como base. Desde 2018 o valor de demanda faturada se repete em 186kWh, de acordo com a resolução 414 é estabelecido que para todas as unidades consumidoras o limite de tolerância para ultrapassagem passa a ser de 5%. Considerando que o valor de demanda faturada se mantenha constante, como tem acontecido no último semestre, se tem um

contexto confortável para projetar a demanda contratada em 5% abaixo do valor que se repete, a partir dessa análise foi elaborado o gráfico abaixo para melhor visualização dos valores, conforme apresentado no gráfico da figura 14.

Figura 14 - Gráfico de Valores Faturados de Demanda



Fonte: Próprio Autor

Observou-se que o melhor valor para contratação de demanda é de 176,7 kWh. Os valores praticados pela Amazonas Energia para cobrança de demanda são os determinados pela resolução 2.478 da ANEEL de 30 de outubro de 2018 que diz que o valor do kW de demanda, para o subgrupo A4 na modalidade tarifária horosazonal verde, é de R\$ 16,60, enquanto a horosazonal azul cobra R\$ 34,43 na ponta e 16,60 fora de ponta. Na maioria dos dias da semana o prédio possui atividades que consomem quantia relativamente alta de energia durante o horário de ponta (19h às 21h), para entender qual seria a melhor contratação de modalidade tarifária o próximo passo é fazer os cálculos simulando no mês de Outubro /2018 até Março/2019 sendo cobrados por horosazonal azul.

Tabela 4 - Valores Faturados de Demanda

Modalidade Tarifária	Faturado	Ponta	Fora de Ponta
Horo - sazonal AZUL	Consumo (Kw/h)	R\$ 0,59	R\$ 0,41
	Demanda (Kw)	R\$ 34,43	R\$ 16,60
Horo - sazonal VERDE	Consumo (Kw/h)	R\$ 1,42	R\$ 0,41
	Demanda (Kw)	R\$ 16,60	

Fonte: (Resolução ANEEL 2.478, 2018).

Tabela 5 - Planilha de Valores Para Análise de Tarifa

Mês	Consumo	Consumo	Demanda	Demanda
	Fora de Ponta (Kwh)	de Ponta (Kwh)	Fora de Ponta (Kwh)	de Ponta (Kwh)
out/18	46.440	3.960	176	136
nov/18	33.804	3.420	159	133
dez/18	22.680	2.160	126	86
jan/19	25.200	1.800	142	69
fev/19	28.080	2.520	156	104
mar/19	33.840	3.600	166	137

Fonte: Próprio Autor

Temos os valores das contas sobre a tarifa horosazonal verde, é necessário entender se essa modalidade é a melhor forma de compra, para isso, através das duas tabelas é feito o cálculo para estimar o valor a ser pago se a contratação estivesse em tarifa horosazonal azul.

Equação para cálculo da Fatura por tarifa horosazonal azul:

$$Ft = Dfatp \times Tdp + Dfatfp \times Tdfp + Cp \times Tcp + Cfp \times Tcfp \quad (6)$$

Onde:

$Dfatp$  - Demanda faturada no horário de ponta, [kW]

$Tdp$  - Tarifa de demanda de ponta, [R\$/kW]

$Dfatfp$  - Demanda faturada no horário fora de ponta, [kW]

$Tdfp$  - Tarifa de demanda fora de ponta, [R\$/kW]

$Cp$  - Consumo medido no mês - horário de ponta, [kWh]

$Tcp$  - Tarifa de consumo no horário de ponta, [R\$/kWh]

$Cfp$  - Consumo medido no mês - horário fora de ponta, [kWh]

$Tcfp$  - Tarifa de consumo no horário fora de ponta, [R\$/kWh]

Dessa forma, a tabela 6 abaixo foi criada para melhor visualização dos valores finais de cada mês, já considerando a soma dos valores adicionais como energia reativa e multas, juros e correção monetária.

Tabela 6 - Planilha de Valores Para Análise de Tarifa

Mês	Consumo		Demanda		Valor	Valor
	Fora de Ponta (Kwh)	de Ponta (Kwh)	Fora de Ponta (Kwh)	de Ponta (Kwh)	Horosazonal VERDE (R\$)	Horosazonal AZUL (R\$)
out/18	46.440	3.960	176	136	23544,9	28980,88
nov/18	33.804	3.420	159	133	18716,04	23096,03
dez/18	22.680	2.160	126	86	12366	15625,78
jan/19	25.200	1.800	142	69	12888	16126,87
fev/19	28.080	2.520	156	104	15091,2	19169,92
mar/19	33.840	3.600	166	137	18986,4	23470,91
TOTAL					101592,54	126470,39

Fonte: Próprio autor

Dessa forma, é possível observar a leve diferença entre os dois tipos de tarifação, sendo a horosazonal verde a mais adequada, com uma diferença de R\$ 24.877,85 entre os dois modelos em um semestre.

Dessa forma foi realizada a etapa de análise das modalidades tarifárias de energia e foi possível coletar informações de bastante relevância e identificar os problemas presentes com pagamento de fatura de energia elétrica.

Realizado o levantamento de carga e a análise das faturas, foram analisados os sistemas de iluminação e de climatização do prédio. A partir dos dados obtidos no levantamento de carga estabeleceu-se a situação atual do sistema de iluminação do prédio conforme mostrado na planilha Tabela 7.

Tabela 7 - Panorama Atual do Sistema de Iluminação

Equipamento	Quantidade	Potência(W)	Potência Total(W)
<b>Lâmpada LED tubular T8</b>			
PHILIPS	200	32	6400
OBRAM	140	40	5600
TASCHIBRA	74	36	2664
EMPALUX	96	18	1728
CTB	216	18	3888
ARTEK	6	10	60
<b>VAPOR DESÓDIO</b>			
LL13T E-40	16	150	2400

Fonte : Próprio autor



Podemos considerar que atualmente 99,5% do sistema de iluminação da Instituição é composto por lâmpadas LED tubulares, a partir dos dados do levantamento de carga foi calculado que isso representa um consumo de 6.048,00 kWh/mês e na fatura de energia um custo de R\$ 2.755,10 essas lâmpadas comparadas com lâmpadas tubulares fluorescentes comercializadas atualmente mostram-se 25% mais eficientes. Como temos um prédio onde o sistema de iluminação é praticamente todo coberto por lâmpadas de LED, se trata de um ambiente com a melhor tecnologia em termos de eficiência e consumo que se tem hoje no mercado, logo, não se tem proposta de alteração no tipo das lâmpadas.

A análise é direcionada para a verificação das condições de iluminância que cada ambiente oferece, se faz necessário entender se as salas estão recebendo a quantidade correta de iluminância.

Uma característica inteligente do prédio é a utilização de iluminação natural no corredor e escadas de acesso entre os pavimentos.

Figura 15 - Imagem interna do prédio da ESCOLA NORMAL SUPERIOR



Fonte: Próprio Autor

Para isso foram feitas medições com o equipamento medidor de grau de luminosidade, luxímetro, usando o aplicativo para Smartphone Luxmeter Galactica, em vários setores do prédio. A NBR ISO/CIE 8995-1 da ABNT determina que cada

ambiente tem um nível de iluminação a ser adequado para a realização de determinada tarefa e determina os critérios para realizar a medição de iluminância.

Figura 16 – Medição de Iluminância de Luminária Isolada em sala de aula



Fonte : Próprio Autor.

As medições foram realizadas em três alturas diferentes, a 0,69 metro do chão, que é a altura da mesa da carteira utilizada no laboratório, a 1,70 metro do chão, que é a altura média dos olhos de um usuário do local, e a 1 metro de distância da lâmpada. Esse processo foi realizado em várias salas do prédio, entre essas, três exemplos encontram-se destacados na tabela abaixo.

Tabela 8 - Valores de Iluminância Medidos

LOCAL	Altura da medição (m)	Iluminância (lux)
Coord. de Matemática	0,69 do chão	297
	1,70 do chão	613
	1,00 da luminária	904
Sala de aula 07	0,69 do chão	96
	1,70 do chão	209
	1,00 da luminária	396
Laboratório de biologia	0,69 do chão	138
	1,70 do chão	392
	1,00 da luminária	569

Fonte : Próprio Autor

Primeiro, através da utilização da A NBR ISO/CIE 8995-1, que estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras, são selecionados os valores de iluminâncias por classe de tarefas visuais. Para isso, determinamos, através da tabela abaixo, os três fatores que melhor atendem o ambiente de trabalho em questão para classificar o uso adequado de iluminância.

Tabela 9 - Fatores determinantes da iluminância adequada

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Fonte : A NBR ISO/CIE 8995-1

Dessa forma, sobre a idade temos a grande maioria com idade inferior a 40 anos, quanto a velocidade e precisão tomamos como importante e sobre a refletância do fundo da tarefa, como a maior parte das salas do prédio são divididas por *drywall*, classificamos como inferior a 30%.

O somatório dos pesos correspondentes é zero, fazendo com que a iluminância média da tabela seja o melhor valor para esse caso. Temos então 300 lux como valor recomendado de iluminância para a maior parte dos ambientes, a norma diz ainda que nas medições os valores não devem ser menores que 70% do tabelado, ou seja 210 lux

Analisando os dados da tabela verificou-se que os valores de iluminância das lâmpadas tubulares de LED estão de acordo com o estabelecido pela norma em todas as salas medidas, porém as lâmpadas de vapor de Sódio encontradas na praça interna da instituição

Com os dados do levantamento de cargas também foi possível estabelecer a situação atual do sistema de climatização da Instituição. A tabela 10 apresenta de forma resumida o panorama atual do sistema de refrigeração e o Apêndice B apresenta de forma completa esse panorama.

Tabela 10 - Panorama Atual Resumido do Sistema de Climatização

Capacidade de Refrigeração (BTU/h)	Tipo Split Quantidade
<b>22000 BTU</b>	<b>6</b>
<b>30000 BTU</b>	<b>12</b>
<b>48000 BTU</b>	<b>19</b>
<b>60000 BTU</b>	<b>1</b>

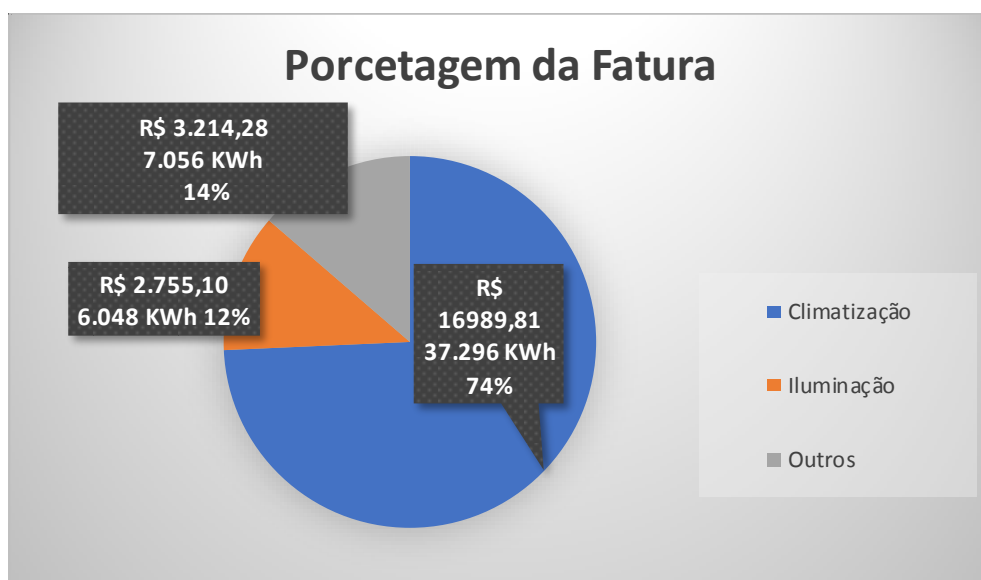
Fonte :Próprio Autor

Observou-se no panorama apresentado acima que o sistema de climatização possui 38 ares condicionados do tipo split. O sistema possui 50% do seu sistema composto por aparelhos de 48000 BTU/h que são representados por 19 aparelhos splits, desses 19 aparelhos 10 possuem o selo da PROCEL de eficiência, sendo 10 aparelhos com classificação A. Esses 9 aparelhos que não possuem selo PROCEL de eficiência energética representam um consumo de 37.296,00 kWh/mês e na fatura de energia R\$ 16.989,81 a proposta para aumentar a eficiência energética desse sistema é a substituição desses 9 aparelhos de 48000 BTU/h que não possuem o selo PROCEL e são pouco eficientes por aparelhos mais eficientes como os classes A utilizados no prédio da fabricante VG de ar condicionado.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O levantamento de carga instalada realizado permitiu determinar a potência instalada de cada grupo do sistema (iluminação, climatização e outros) e tornou possível calcular quanto os segmentos de iluminação e climatização consomem de energia elétrica por mês, dessa forma estabeleceu-se o panorama atual de cada segmento e pode-se determinar conforme o gráfico da figura 17 a parcela que representa cada segmento na fatura de energia elétrica do mês base utilizada no estudo que foi a do mês de Outubro de 2018

Figura 17 - Parcela média de cada segmento Out/2018



Fonte: Próprio Autor

Conforme pode ser visto no gráfico atualmente a maior parcela na composição tarifária é do o setor de climatização, esse valor representa um consumo de 37.296 kWh/mês que equivale na fatura ao valor de R\$ 16,989,81 a segunda maior parcela são os demais segmentos formado por equipamentos de escritório, máquinas elétricas, eletrodomésticos, consumo da parte externa do prédio, que representa o consumo de 7.056 kWh/mês equivalente na fatura a R\$ 3.214,28 e a menor parcela é o setor de iluminação que representa um consumo de 6.048 kWh/mês e equivale a R\$ 2.755,10 na fatura de energia elétrica. A partir desse panorama foi possível analisar as dificuldades de cada segmento e apresentar propostas para redução com consumo de energia elétrica sem a necessidade de se desligar qualquer aparelho do sistema elétrico.

Apesar de a análise das faturas de energia elétrica não ter representado diminuição do consumo de energia elétrica, ela nos mostrou a situação atual de demanda contratada, que coloca o prédio sob a condição de ser convocado a qualquer momento para rever o contrato, diante desse contexto foi identificado a necessidade de fazer a análise de demanda que se deve contratar, e por último, a análise das faturas nos mostrou que a modalidade horosazonal verde se mostra mais vantajosa em relação a horo-sazonal azul.

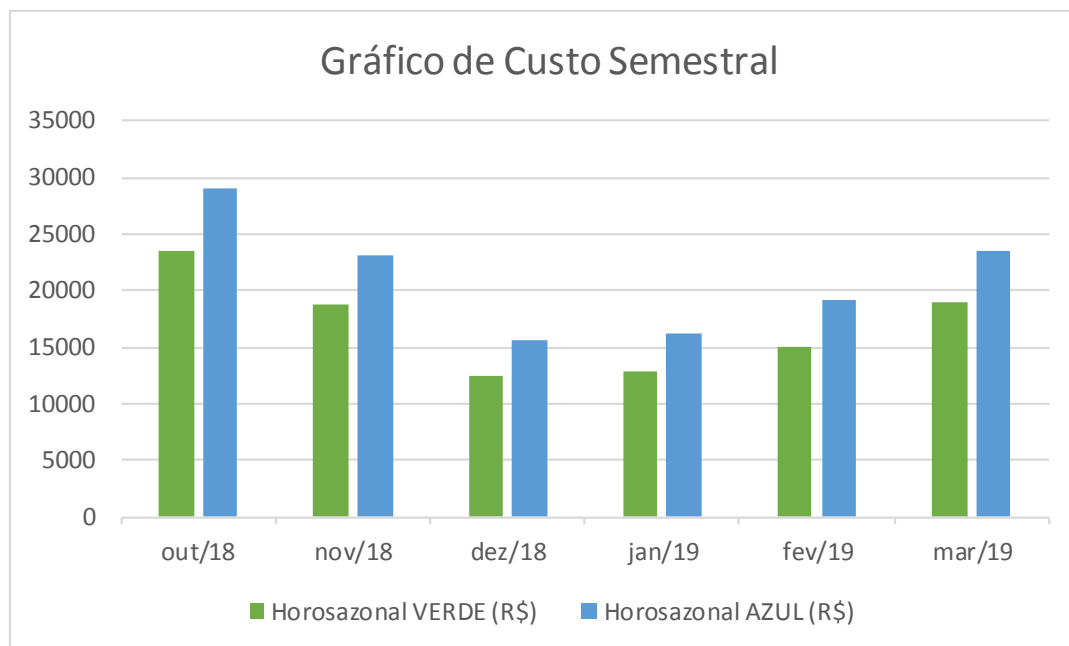
Observou-se, através do histórico de consumo e medições feitas no transformador que em todos os meses o prédio foi penalizado por consumo excedente de energia reativa, isso representou um custo anual de R\$ 4905,74. Este valor pode ser economizado através de um projeto de banco de capacitores para regular o fator de potência

Na análise de possível troca da modalidade tarifária, a simulação de faturamento do semestre compreendido entre os meses de outubro de 2018 e março de 2019, mostrou que se esse semestre fosse faturado na modalidade horosazonal azul o valor das tarifas somariam R\$ 126.470,39 contra R\$ 101.592,54 do valor faturado na modalidade horosazonal verde.

A partir desses valores de tarifa simulados para o semestre pode-se concluir que a tarifa horosazonal verde deve ser mantida, pois gera um menor gasto com valor de tarifa de energia.

Os gráficos abaixo apresentam o resultado obtido das tarifas nas duas modalidades tarifárias para a condição atual.

Figura 18 - Gráfico de custo semestral



Fonte: Próprio Autor

Para o gráfico da figura acima o valor da conta de energia na modalidade horosazonal azul é maior em todos os meses, sendo R\$ 24.877,85 mais caro que a modalidade verde.

Em se tratando de iluminação temos um prédio coberto por lâmpadas LED que se comparadas a outros modelos possuem em média 25% mais eficiência, nesse contexto ficou a critério da análise de grau de luminosidade a tarefa de identificar se os ambientes estão com o grau de iluminância estabelecidos em norma, e de acordo com as medições realizadas em algumas salas, temos resultados que, na maioria das vezes atendem a regulamentação, e com isso descartam a necessidade de fazer alteração nos modelos de lâmpadas instaladas no prédio.

Relacionado ao consumo noturno, o valor médio consumido no intervalo entre às 20:00 e 8:00h é de 8.653 kWh, desconsiderando dias atípicos, com isso temos um consumo mensal de 1.455 kWh, que se traduz em aproximadamente R\$ 1.972,875 por mês na fatura de energia elétrica e R\$ 23.366,28 no ano.

A substituição dos aparelhos de ar condicionado indicados no estudo irá trazer uma redução no consumo de energia de 6.277,02 kWh por mês e uma economia na tarifa de energia de R\$ 2.260,14 foram feitos os cálculos dos principais métodos econômicos de tomada de decisão de investimentos para a proposta apresentada no segmento de ar condicionado. Com os dados obtidos no levantamento de carga instalada foi possível projetar o quanto os aparelhos de ar indicados para a troca consomem por

mês com energia elétrica e o valor faturado com esse consumo. O valor calculado foi de R\$ 4.738,45 por mês.

O valor faturado com consumo de energia que foi cálculo para o aparelho da fabricante VG é de R\$ 2.478,31 por mês.

Por ano essa economia é de:

$$R\$ 2.260,41 \times 12 = R\$ 27.124,92$$

O valor unitário de cada aparelho de ar condicionado é de R\$ 6.074,00 em que, segundo o local que fez o orçamento, está inclusa a instalação do aparelho. Logo o investimento inicial é de:

$$K = 9 \times R\$ 6.074,00 = R\$ 54.666,00$$

Segundo manuais de equipamentos de climatização, um ar condicionado do modelo Split tem em média a vida útil de 12 anos em condições normais de operação.

Com isso foi calculado o valor de depreciação:

$$Dep = k/n$$

Onde:

*De* – Depreciação

*k* – Investimento

*n* – Vida útil anos

$$Dep = 9 \times 6.074 / 12 = 4555,5$$

Em seguida o fluxo de caixa foi calculado a partir da equação:

$$FCi = (Economia Anual com Fatura - Dep) * \left(\frac{1-IR}{100}\right) + Dep$$

Onde:

*IR* = Imposto de Renda (27%)

$$FCi = R\$ 21031,1766$$

E com todos os dados necessários calculou-se o VPL a partir da equação 2, em que o valor de TD é de 14% conforme valor atual da tabela SELIC.

O resultado da equação foi de:



$$VPL = - Inv. + \left[ \frac{Fci}{(1+TD^1)} + \frac{Fci}{(1+TD^2)} + \dots + \frac{Fci}{(1+TD^{12})} \right]$$

$$VPL = -19.528,9497$$

A VPL deu um valor negativo, indicando que o investimento não é viável. A partir da fórmula a baixo:

$$TRC = k/RM$$

Onde:

*TRC* – Tempo de Retorno de capital;

*k* – Investimento Inicial;

*RM* – Retorno Mensal (valor economizado por mês).

Calculou-se o tempo de retorno de capital que foi de:

$$TRC = \frac{54.666,00}{2.260,41} = 25 \text{ meses}$$

Em aproximadamente 25 meses, ou 2 anos e 1 mês tem-se o retorno de capital investido.

A tabela a seguir apresenta os resultados dos cálculos realizados.

Tabela 11 - Cálculo Econômico para Climatização

<b>Investimento Inicial</b>	<b>R\$ 54.666</b>
<b>Economia Mensal</b>	<b>R\$ 2.260,41</b>
<b>Vida Útil</b>	<b>12 anos</b>
<b>VPL</b>	<b>-R\$ 19.528,94</b>
<b>TRC(payback)</b>	<b>25 meses</b>

Fonte: Próprio Autor

Nos cálculos econômicos para climatização a VPL deu negativa indicando que não é atrativo realizar o investimento, mas a TRC (payback) o valor calculado foi menor que a vida útil do aparelho o que segundo esse indicativo seria atrativo o investimento.

Como os indicadores mostraram resultados diferentes para a tomada de decisão, o investimento não é atrativo, pois segundo a VPL não se paga durante os anos de vida útil dos equipamentos.

## CONCLUSÃO

Atendendo ao objetivo relatado no início deste Trabalho de Conclusão de Curso, de realizar um estudo mostrando medidas a serem adotadas para diminuir os custos com energia elétrica utilizando conceitos de eficiência energética, visto que apresentamos algumas medidas que resultarão em uma considerável economia.

Conforme a metodologia apresentada nesse estudo, verificou-se que é possível determinar as principais características das cargas e parâmetros elétricos que são levados em conta na análise da eficiência energética no prédio da instituição e assim estabelecer o melhor direcionamento para a redução no consumo de energia elétrica do estabelecimento.

A finalidade do projeto para o levantamento de cargas foi executada através de uma planilha modelo criada para anotar os dados, caracterizando e quantificando a potência instalada e outros parâmetros de cada segmento. Através da análise de fatura foi percebido que atualmente não se tem contrato de demanda estabelecido, questão que coloca o prédio sob a possibilidade de ser convocado a qualquer momento para rever o contrato, diante desse cenário foi analisado qual o valor mais adequado de demanda a ser contratada. Para as multas por baixo fator de potência, a análise mostrou que os custos com excedentes reativos no último ano foram de R\$ 4.905,74 então a instalação ou ampliação de um banco de capacitores ficou com caráter opcional.

Referente ao consumo noturno, o valor médio consumido no intervalo entre às 20:00 e 8:00h é de 8.653 kWh, desconsiderando dias atípicos, com isso temos um

consumo mensal de 1.455 kWh, que se traduz em aproximadamente R\$ 1.972,875 por mês na fatura de energia elétrica e R\$ 23.366,28 no ano.

O prédio possui uma infraestrutura que valoriza a iluminação natural, reduzindo, em algumas partes, os gastos relacionados a iluminação, além disso o prédio possui a maior parte de sua carga de iluminação composta por lâmpadas LED. Através de medições com o app mobile luxímetro foi possível identificar que a iluminação atual atende todas as normas de qualidade no que diz respeito a iluminação de ambientes de trabalho, e se tratando do modelo mais eficiente de lâmpadas não se faz necessário propor mudanças no sistema atual.

A proposta apresentada para o sistema de climatização, que era a troca dos equipamentos pouco eficientes por equipamentos novos e eficientes energeticamente se mostrou viável, apesar de representar uma redução de 6.277,02 kWh por mês, o investimento previsto para a troca dos equipamentos não se paga no período de vida útil deles e recomenda-se aprofundar o estudo neste segmento e encontrar outra via de solução.

Ao todo os resultados obtidos nesse estudo podem representar uma redução de 75.324,24 kWh por ano com consumo de energia elétrica e uma economia de R\$ 27.121,68 com pagamento de fatura de energia elétrica. Para trabalhos futuros, sugere-se o estudo de eficiência energética da parte externa da Instituição, para a cobertura total acerca da carga instalada e do consumo de energia da planta do prédio, e de outras unidades acadêmicas da Universidade do Estado do Amazonas, reavaliação do projeto do sistema de climatização para verificar se está adequadamente dimensionado, análise dos transformadores instalados no sistema elétrico do prédio para apresentação de soluções e realizar uma análise com medidor de grandezas elétrica, principalmente no que diz respeito a qualidade de energia elétrica e às perdas com energia reativa desse sistema, referentes à correção de fator de potência e às perdas com energia reativa desse sistema sugere-se o dimensionamento do banco de capacitores. Efetuar a criação de um registro de instalação de novos aparelhos de climatização ou iluminação das novas áreas criadas na Instituição e fazer a divulgação através de mídias e através de palestras para todos os usuários da Instituição sobre o uso eficiente de energia elétrica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, *Resolução ANEEL, nº 414 de 9 de setembro de 2010*, Brasília, 2010. Disponível em:

<<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?version=1.0>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

BAJAY, S. V., *Oportunidades de eficiência energética para a indústria: experiências internacionais em eficiência energética para a indústria*, Brasília, 2010. Disponível em:

<<http://www.cni.org.br/portal/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=FF8080812C8533A0012C988A67675A74>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

FERNANDO PIMENTEL. *O Fim da Era do Petróleo e a Mudança do Paradigma Energético Mundial: Perspectivas e Desafios para a Atuação Diplomática Brasileira*.

Brasília, 2011. Disponível em:

<[http://funag.gov.br/loja/download/838Fim\\_da\\_Era\\_do\\_Petroleo\\_e\\_a\\_Mudanca\\_do\\_Paradigma\\_Energetico\\_Mundial\\_O.pdf](http://funag.gov.br/loja/download/838Fim_da_Era_do_Petroleo_e_a_Mudanca_do_Paradigma_Energetico_Mundial_O.pdf)>. Acessado em: 29 maio 2019.

HADDAD, J. et al.; *“Eficiência energética: Integrando Usos e Reduzindo Desperdícios”*, ANEEL; ANP; MCT e PNUD, 1ª ed, Rio de Janeiro: Editora Designum, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, *O que é eficiência energética?*. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em:

<[http://www.inee.org.br/eficiencia\\_o\\_que\\_eh.asp?Cat=eficiencia](http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia)>. Acesso em 25 jun. 2019.

MAMEDE FILHO, J. *Instalações Elétricas Industriais*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

MARQUES, M. C. S., HADDAD, J., GUARDIA, E. C., et al., *Eficiência energética: teoria e prática*, Itajubá, MG, Brasil: FUPAI, 2007.

NASCIMENTO, Alan. **Grandezas e Cálculos Luminotécnicos**. São Paulo: IPOG, 2013.

NATURESA, J.S. *Eficiência Energética, Política Industrial e Inovação Tecnológica, Campinas*, 2011. Disponível em:  
<[www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?view=000795336](http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?view=000795336)>. Acesso em 06 jun. 2019,

NISKIER, J., MACINTYRE, A. J., *Instalações elétricas*. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

NOGUEIRA, F. H. F. M. *Política de Ação: Eficiência Energética*. Secretaria Estadual de Planejamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2007.

NORMA: ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior -Disponível em :  
< <http://www.abntcolegao.com.br>>

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, **Catálogo Selo Procel**, 2008. Disponível em :  
<<http://www.elektrobras.com/CatalogoSeloProcel2008/artigo.html?cod=artigo>>. Acesso em: 5 jun. 2019.

**Programas: Procel**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2010. Disponível em:  
<<http://www.elektrobras.com/elb/data/Pages/LUMIS0389BBA8PTBRIE.htm>>. Acesso em 23 set. 2019.

VIANA, A. N. C. *Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações*. 1ª ed. Elektro – Eletricidade e Serviços S.A. São Paulo, 2012

## APÊNDICE A – Tabela de Dados do Levantamento de Cargas do prédio.

Local		Equipamento		Quantidade	Potência (W)	Potência (Total)
A	Sala 01	Condicionador de ar VG de potência	60000 BTU	1	5.750	5.750
		Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		18	40	720
		Central de rede Linksys		2	4,05	8,1
		Roteador Tp link		1	2,25	2,25
		PC DELL (completo)		23	63	1.449
A	Sala 02	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		18	40	720
		Projeto Epson x14t		1	283	283
		Tv Samsung		1	100	100
		DVD PLAYER		1	60	60
A	Sala 03	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		12	32	384
B	Sala 04	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		16	32	640
		Projeto OPTMA		1	258	258
C	Sala 05	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		16	32	640
		Projeto OPTMA		1	258	258
C	Sala 06	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		16	32	640
		Projeto OPTMA		1	258	258
C	Sala 07	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		16	32	640
		Projeto OPTMA		1	258	258
E	Sala 08	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (EMPALUX)		18	20	360
		Projeto OPTMA		1	258	258
E	Sala 09	Condicionador de ar VG de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		18	20	360
		Projeto OPTMA		1	258	258
E	Sala 10	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		18	20	360
		Projeto OPTMA		1	258	258
E	Sala 11	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		18	20	360
		Projeto OPTMA		1	258	258
F	Sala 12	Condicionador de ar VG de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		16	20	320
G	Sala 13	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (TASHIBRA)		18	36	648
		Projeto Epson Life 18+		1	270	270
G	Sala 14	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (EPALUX)		18	20	360
		Projeto Epson Life 27+		1	284	284
G	Sala 15	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (EPALUX)		18	20	360
		Projeto Epson Life 18+		1	270	270
H	Sala 16	Condicionador de ar VG de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		16	18	288

H	Sala 18	Condicionador de ar VG de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		16	18	288
A	Coordenação PAFOR	Lâmpada tubular LED T8 (Tashibra)		4	36	144
		Computador Itautec (completo)		2	65	130
A	Coordenação Biologia	Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		8	40	320
		Computador Positivo (completo)		1	64	64
		Computador Itautec (completo)		2	65	130
		Computador Multilazer (completo)		1	67	67
A	Coord. Matemática	Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		6	36	216
		Computador Itautec (completo)		4	65	260
		Computador Dell (completo)		3	63	183
		Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Cafeteira Malory		1	500	500
		Impressora M36551dn		1	711	711
		Roteador Tp link		1	6	6
		Telefone		1	4,7	4,7
		Geladeira Eletrolux RD360		1	110	110
B	Biblioteca	Condicionador de ar Nivea de potência	30000 BTU	2	2.989	5.978
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		32	32	1.024
		Computador Itautec (completo)		2	65	130
		Computador Dell (completo)		2	63	126
		Telefone Intelbras		1	10	10
		SmartServePro		1	100	100
		Alarme anti furtos de livros		1	36	36
		Câmera do alarme		1	6	6

B	Sala João Dias	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	2	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		8	32	320
		Computador Itautec (completo)		9	64	574
		Central de rede		1	4,05	4,05
B	Coord .Letras	Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		8	32	320
		Computador Itautec (completo)		1	65	65
		Impressora M36551dn		1	711	711
		Computador Multilazer (completo)		1	67	67
B	Coord .Pedagogia	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	2	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		8	32	320
		Computador Itautec (completo)		2	65	130
		Computador Dell (completo)		2	63	126
B	CPD	Condicionador de ar VG de potência	22000 BTU	1	1.990	1.990
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		8	32	320
		Computador Itautec (completo)		3	65	195
		Central de rede		1	4,05	4,05
		Telefone Intelbras		1	10	10
		Roteador Tp link		1	8	8
C	Lab de Biologia	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		18	32	576
		Projektor OPTMA		1	258	258
D	Depósito 1	Lâmpada tubular LED T6 (OBRAM)		2	40	80
	Depósito 2	Lâmpada tubular LED T6 (OBRAM)		2	40	80

D	Sala da Diretoria	Condicionador de ar VG de potência	22000 BTU	1	1.990	1.990
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		8	32	320
		Computador Itautec (completo)		3	65	195
		Telefone Intelbras		1	10	10
		Roteador Tp link		1	8	8
		Impressora M36551dn		1	711	711
		Tv LG 42'		1	83	83
D	COPA	Condicionador de ar VG de potência	22000 BTU	1	1.990	1.990
		Lâmpada tubular LED T8 (obram)		4	40	160
		Liquidificador Arno		1	110	110
		Geladeira Eletrolux		1	110	110
		Cafeteira Malory		1	550	550
		Cafeteira Eletrolux		1	800	800
		Microondas		1	1.140	1.140
		Bedouro Begel		1	38	38
D	Sala dos Professores	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	2	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		16	40	640
		Computador Itautec (completo)		3	65	195
		Roteador		1	54	5,4
		Bedouro Begel		1	38	38
D	Núcleo de Acessibilidade	Condicionador de ar VG de potência	22000 BTU	1	1.990	1.990
		Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		16	40	640
		Computador Itautec (completo)		3	65	195
		Roteador		1	5,4	5,4
D	Sala de Reunião	Condicionador de ar VG de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		8	20	160
		Roteador		1	5,4	5,4
		DVD PLAYER		1	20	20
		TV Panasonic		1	100	100
D	Reprografia	Condicionador de ar Nivea de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		8	8	16
		Computador Multilazer (completo)		2	67	134
		Impressora Ricolt MP 7500		1	650	650
		Impressora HP desjet-365		1	10	10
D	Protocolo	Condicionador de ar Nivea de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		8	8	16
		Computador Multilazer (completo)		2	67	134
		Roteador		1	5,4	5,4
D	Recepção	Lâmpada LED sobre por branca		12	18	216
		Lâmpada LED sobre por amarela		6	18	108
-	Praça Interna	Lâmpada Vapor de sódio		16	150	2.400
F	Lab de Matemática	Condicionador de ar Nivea de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		16	20	320
F	Sala Prof. Arlindo Frota	Condicionador de ar Nivea de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		16	20	320
		Computador Itautec (completo)		2	65	130
		Roteador		1	5,4	5,4
F	Sala Prof. Ísis Falcone	Condicionador de ar Nivea de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		16	20	320
F	Sala Prof. Geraldo Bezerra	Condicionador de ar Nivea de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		16	20	320



F	Sala Prof. Maria Hercília	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		16	20	320
		Roteador		1	6	6
		Impressora HP p1505		1	12	12
		im pressora bizb2seiz		1	10	10
		im pressora HP200		1	370	370
		Impressora HP P12015		2	420	840
		Be dour o Begel		1	38	38
		Geladeira ACR for DC46		1	110	110
		Computador Itautec (completo)		2	65	130
		Cafeteira Eletrolux		1	800	800
Telefone sem fio		1	10	10		
G	Lab. Multidisciplinar	Condicionador de ar VG de potência	48000 BTU	1	4.037	4.037
		Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		18	36	648
		Tv LG 42'		1	200	200
		Microscópio		14	20	280
		Vibrador p/ cuba de Ondas		1	200	200
		Estufa p/ Esterização		1	465	465
G	Coord. De Geografia	Condicionador de ar Nivea de potência	30000 BTU	1	2.989	2.989
		Lâmpada tubular LED T8 (EPALUX)		16	20	320
		Computador Itautec (completo)		3	65	195
		Roteador		1	6	6
		Geladeira ACR for DC46		1	110	110
		Microondas		1	1.140	1.140
		Cafeteira Malory		1	550	550

H	Sala Mov. Estudantil	Condicionador de ar Nivea de potência	22000 BTU	1	1.990	1.990
		Lâmpada tubular LED T8 (EPALUX)		6	10	60
A	Corredor A	Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		12	32	384
AB	Banheiro Femenino AB	Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		6	40	240
AB	Banheiro Masculino AB	Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		6	40	240
B	Corredor B	Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		14	32	448
		Bebedouro karina		1	608	608
C	Corredor C	Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		16	32	640
		Bebedouro karina		1	608	608
CD	Banheiro Femenino CD	Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		6	40	240
CD	Banheiro Masculino CD	Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		6	40	240
D	Banheiro Prof. Masc.	Lâmpada tubular LED T6 (OBRAM)		2	40	80
D	Baheiro Prof. Femenino	Lâmpada tubular LED T6 (OBRAM)		2	40	80
D	Corredor Pequeno	Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		4	40	160
E	Corredor E	Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		12	20	240
EF	Banheiro Femenino EF	Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		6	20	120
EF	Banheiro Masculino EF	Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		6	20	120
F	Corredor F	Lâmpada tubular LED T8 (EMPALUX)		14	20	840
		Bebedouro karina		1	608	608
G	Corredor G	Lâmpada tubular LED T8 (EMPALUX)		16	36	576
		Bebedouro karina		1	608	608
GH	Banheiro Femenino GH	Lâmpada tubular LED T8 (TASHIBRA)		6	36	216
GH	Banheiro Masculino GH	Lâmpada tubular LED T8 (TASHIBRA)		6	36	216
H	Corredor H	Lâmpada tubular LED T8 (OBRAM)		18	40	720

H	Sala Mov. Estudantil	Condicionador de ar Nivea de potência	22000BTU	1	1.990	1.990
		Lâmpada tubular LED T8 (EPALUX)		6	10	60
A	Corredor A	Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		12	32	384
AB	Banheiro Femenino AB	Lâmpada tubular LED T8 (OB RAM)		6	40	240
AB	Banheiro Masculino AB	Lâmpada tubular LED T8 (OB RAM)		6	40	240
B	Corredor B	Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		14	32	448
		Bebedouro karina		1	608	608
C	Corredor C	Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		16	32	640
		Bebedouro karina		1	608	608
CD	Banheiro Femenino CD	Lâmpada tubular LED T8 (OB RAM)		6	40	240
CD	Banheiro Masculino CD	Lâmpada tubular LED T8 (OB RAM)		6	40	240
D	Banheiro Prof. Masc.	Lâmpada tubular LED T6 (OB RAM)		2	40	80
D	Baheiro Prof. Femenino	Lâmpada tubular LED T6 (OB RAM)		2	40	80
D	Corredor Pequeno	Lâmpada tubular LED T8 (OB RAM)		4	40	160
E	Corredor E	Lâmpada tubular LED T8 (PHILIPS)		12	20	240
EF	Banheiro Femenino EF	Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		6	20	120
EF	Banheiro Masculino EF	Lâmpada tubular LED T8 (CTB)		6	20	120
F	Corredor F	Lâmpada tubular LED T8 (EMPALUX)		14	20	840
		Bebedouro karina		1	608	608
G	Corredor G	Lâmpada tubular LED T8 (EMPALUX)		16	36	576
		Bebedouro karina		1	608	608
GH	Banheiro Femenino GH	Lâmpada tubular LED T8 (TASHIBRA)		6	36	216
GH	Banheiro Masculino GH	Lâmpada tubular LED T8 (TASHIBRA)		6	36	216
H	Corredor H	Lâmpada tubular LED T8 (OB RAM)		18	40	720