

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
UNESP

BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

CAIO SANCHES LABELLA

**AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UM PRÉDIO
PÚBLICO**

Ilha Solteira

2021

CAIO SANCHES LABELLA

**AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UM PRÉDIO
PÚBLICO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual Júlio de
Mesquita Filho (UNESP), como requisito para
obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Carlos Antonio Alves

Ilha Solteira

2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

L116a Labella, Caio Sanches .
Avaliação de eficiência energética em um prédio público / Caio Sanches
Labella. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
76 f. : il.

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

Orientador: Carlos Antonio Alves
Inclui bibliografia

1. Eficiência energética em instalações prediais. 2. Remodelação do sistema
de iluminação. 3. Recontratação tarifária.


Raiane da Silva Santos

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

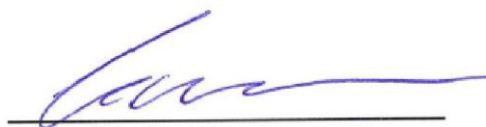
ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aos vinte e oito dias do mês de setembro do ano de dois mil e vinte e um, o discente **Caio Sanches Labella**, matriculado sob o nº 141050311, tendo como banca examinadora o seu orientador o *Prof. Dr. Carlos Antonio Alves*, o *Prof. Dr. Dionizio Paschoareli Junior* e a *Profª. MSc. Mariana Costa Falcão*, apresentou o Trabalho de Graduação intitulado "AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UM PRÉDIO PÚBLICO" obtendo a nota 9,0 (nove) e conceito APROVADO.



Prof. Dr. Carlos Antonio Alves

- orientador -



Caio Sanches Labella

- discente -



Prof. Dr. Dionizio Paschoareli Junior

- Membro da Banca -



Profª. MSc. Mariana Costa Falcão

- Membro da Banca -

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente para meus pais Marcos Antônio Labella e Luciana Sanches Labella, que sempre me apoiaram e me auxiliaram em toda vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Prof. Dr. Carlos Alves meu orientador, que me ajudou bastante na confecção deste trabalho, sempre muito atencioso e prestativo no fornecimento de materiais e ideias. Além disso, sou também muito grato a todos os docentes do DEE, os quais me proporcionaram uma formação acadêmica completa e me deixaram pronto para o mercado de trabalho.

Aos meus colegas e amigos que fiz no decorrer do curso, os quais compartilharam todos os bons e maus momentos que passei durante a estadia em Ilha Solteira e me ajudaram a superar todas as dificuldades.

E por fim, aos meus pais, que sempre estiveram comigo em todos os momentos do curso, me incentivando a continuar estudando e garantir um futuro profissional promissor.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de eficiência energética para um prédio público, com o intuito de tornar a instalação mais eficiente, e consequentemente, diminuir os dispêndios com energia elétrica. Primeiramente, foi feita uma análise técnica da instalação com o levantamento de cargas, onde pode-se determinar todas as cargas elétricas da instalação e com isso, propor melhorias nas mesmas. Além disso, através de dados obtidos pela distribuidora, pode-se também realizar uma análise da tarifa e demanda contratada e desta maneira, propor uma recontratação tarifária para diminuir os custos do contrato de fornecimento. Por fim, foram geradas recomendações para os usuários da instalação e, também, foi feita uma proposta final para adequação da moradia estudantil, onde demonstra-se toda análise técnica e financeira do projeto, para assim validar todo estudo realizado.

Palavras-chave: Eficiência. Iluminação. Eletrodomésticos. Tarifação. Payback

ABSTRACT

This work carries out the importance of the energy efficiency in a installation and shows how beneficial is the correct analysis of electric charges and the current supply energy contract. The focus of this work is to bring improvements especially in the lighting of the accommodation, demonstrating the benefit of exchange the current lighting with LED technology. In addition, the work also proposes improvements in the current electricity supply contract also analyze the financial return that these changes can generate at the end of the month. Finally, the payback of the initial investment is also demonstrated how much the university can save with energy expenditure. This money can be used for other investments in improving the housing of university students.

Keywords: Efficiency. Lighting. Appliances. Charging. Payback

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas de Uma Auditoria Energética	16
Figura 2 - Etiqueta Eficiência para Eletrodomésticos	17
Figura 3 - Selo PROCEL	18
Figura 4 - Selo PROCEL Edificações	21
Figura 5 - Iluminância de Uma Fonte de Luz	23
Figura 6 - Iluminâncias por Classe de Tarefas Visuais	24
Figura 7 - Lâmpada Incandescente	24
Figura 8 - Lâmpada Fluorescente Tubular	25
Figura 9 - Lâmpada Fluorescente Compacta	25
Figura 10 - Luz Emitida Pelos Leds	26
Figura 11 - Circuito Padrão para Sensores de Presença	28
Figura 12 - Fotocélula	28
Figura 13 - Subgrupos de Consumidores de Média e Alta Tensão	32
Figura 14 - Impostos na Conta de Energia Convencional	35
Figura 15 - Fachada da Moradia de Estudantes	41
Figura 16 - Foto Aérea da Moradia de Estudantes	41
Figura 17 - Área Externa da Moradia	43
Figura 18 - Guarita do Vigia	43
Figura 19 - Catracas de Acesso	44
Figura 20 - Hall	45
Figura 21 - Bebedouro Industrial	45
Figura 22 - Quarto Típico dos Alunos Presentes na Moradia	46
Figura 23 - Cozinha Típica da Moradia	48
Figura 24 - Distribuição de Chuveiros nos Banheiros da Moradia	50
Figura 25 - Luminária de Sobrepor Fluorescente	52

Figura 26 - Lâmpadas Compactas	52
Figura 27 - Conta de Energia da Moradia	56
Figura 29 - Gráfico do <i>Payback</i>	58
Figura 29 - Memória de Massa da Instalação	63
Figura 30 - Gráfico do <i>Payback</i> Geral da Proposta	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Equipamentos Contemplados pelo Programa PROCEL	19
Tabela 2 - Equivalência Entre Lâmpadas	27
Tabela 3 - Identificação da Instalação Estudada	40
Tabela 4 - Cômodos da Instalação	42
Tabela 5 - Sistema Atual Instalado – Área Externa	44
Tabela 6 - Sistema Atual Instalado – Hall	46
Tabela 7 - Sistema Atual Instalado – Quartos	47
Tabela 8 - Sistema Atual Instalado – Cozinha	48
Tabela 9 - Sistema Atual Instalado – Área De Serviço	49
Tabela 10 - Sistema Atual Instalado – Banheiros	50
Tabela 11 - Resumo da Avaliação Técnica	51
Tabela 12 - Sistema Atual da Iluminação	51
Tabela 13 - Sistema Proposto para Iluminação	54
Tabela 14 - Custos de materiais	55
Tabela 15 - Custos Mão de Obra	55
Tabela 16 - Custo Total para Remodelação do Sistema	57
Tabela 17 - Avaliação Técnica do Sistema Atual	58
Tabela 18 - Avaliação Técnica do Sistema Após Aplicação da Proposta	58
Tabela 19 - Resultado da Instalação do Sistema	58
Tabela 20 - Avaliação Econômica: Estado Atual da Instalação	60
Tabela 21 - Avaliação Econômica: Estado com a Proposta	60
Tabela 22 - Payback Total da Obra	61
Tabela 23 - Análise do Contrato Atual da Moradia	62
Tabela 24 - Cálculo da Demanda da Instalação	64
Tabela 25 - Expectativa por Saving Após Negociação do Contrato	65

Tabela 26 - Valor da Tarifa Verde - Demanda	65
Tabela 27 - Valor da Tarifa Azul - Demanda	66
Tabela 28 - Cálculo do Consumo Médio da Instalação Em 2019	67
Tabela 29 - Valor da Tarifa Verde - Consumo	67
Tabela 30 - Valor da Tarifa Azul - Consumo	68
Tabela 31 - Comparação do Valor Total das Tarifas	68
Tabela 32 - Balanço Geral para Escolha da Tarifa	69
Tabela 33 - Balanço Geral da Proposta	70
Tabela 34 - Payback Geral da Proposta	70

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional De Energia Elétrica
BDI	<i>Budget Difference Income</i>
CIP	Contribuição Para Custeio Do Serviço De Iluminação Pública
COFINS	Contribuição Para O Financiamento Da Seguridade Social
ICMS	Imposto Sobre Circulação De Mercadorias E Serviços
INMETRO	Instituto Nacional De Metrologia, Qualidade E Tecnologia
LED	Light Emitting Diode
MME	Ministério De Minas E Energia
NBR	Norma Técnica Brasileira
OIA	Organismo De Inspeção Acreditado
PBE	Plano Brasileiro De Edificações
PBE	Programa Brasileiro De Etiquetagem
PIS	Programas De Integração Social
PROCEL	
EDIFICA	Programa Nacional De Eficiência Energética Em Edificações
PROCEL	Programa Nacional De Conservação De Energia Elétrica
RTQ-C	Regulamentos Da Qualidade Técnica De Edifícios Comerciais, Serviços E Níveis De Eficiência Energética De Edifícios
RTQ-R	Regulamento Técnico Da Qualidade
TE	Tarifa De Energia
TUSD	Tarifa De Uso Do Sistema De Distribuição

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	15
2.1	Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)	16
2.2	PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL)	18
2.3	PROGRAMA NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES (PROCEL EDIFICA)	20
3	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS	22
3.1	APLICAÇÃO NA ILUMINAÇÃO	22
3.1.1	NBR 5413 e Iluminância	22
3.1.2	Lâmpadas Incandescentes	24
3.1.3	Lâmpada Fluorescente	25
3.1.4	Lâmpadas LED	26
3.1.5	Dispositivos Automáticos	27
3.1.5.1	<i>Sensor de Presença</i>	27
3.1.5.2	<i>Fotocélula</i>	28
3.2	APLICAÇÃO EM CARGAS ELÉTRICAS	29
3.2.1	Medidas Básicas para Eficiência em Eletrodomésticos	29
3.2.1.1	<i>Geladeiras e Freezers</i>	29
3.2.1.2	<i>Chuveiros Elétricos</i>	30
3.2.1.3	<i>Pequenos Eletrodomésticos</i>	30
3.2.1.4	<i>Eletrodomésticos para cozinhar</i>	31
4	TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	32
4.1	CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES	32
4.2	BANDEIRAS TARIFÁRIAS	33

4.3	IMPOSTOS EMBUTIDOS	34
4.3.1	PIS/COFINS	34
4.3.2	ICMS	34
4.3.3	CIP	35
4.4	MODALIDADES TARIFÁRIAS E TARIFICAÇÃO	35
4.4.1	Tarifa Convencional	35
4.4.2	Tarifa Azul	36
4.4.3	Tarifa Verde	38
5	ESTUDO DE CASO	40
5.1	DADOS DO LOCAL	41
5.2	LEVANTAMENTO DE CAMPO	42
5.2.1	Cargas Elétricas	42
5.2.1.1	Área externa	42
5.2.1.2	Corredores (Hall)	45
5.2.1.3	Quartos	46
5.2.1.4	Cozinhas	47
5.2.1.5	Áreas de Serviço	49
5.2.1.6	Banheiros	49
5.2.2	Iluminação	51
5.2.2.1	<i>Medidas de Custo Zero e de Baixo Custo</i>	53
5.2.2.2	<i>Medidas para Remodelação das instalações</i>	53
5.3	ANÁLISE DE VIABILIDADE DA PROPOSTA	57
5.3.1	Ganho em Eficiência	58
5.3.2	Economia Total do Sistema Proposto	59
6	RECONTRATAÇÃO TARIFÁRIA	61
6.1	CÁLCULO DA DEMANDA	61
6.1.1	Memória de Massa	62
6.1.2	Fator de Utilização	63

6.1.3	Demanda Tarifa Verde	64
6.1.4	Demanda Tarifa Azul	65
6.2	CÁLCULO DO CONSUMO	65
6.2.1	Consumo Tarifa Verde	66
6.2.2	Consumo Tarifa Azul	67
6.3	ESCOLHA DA TARIFA	68
7	BALANÇO GERAL DAS PROPOSTAS	69
8	CONCLUSÃO	71

1 INTRODUÇÃO

O gradativo aumento do consumo de energia elétrica e sua utilização de maneira sustentável têm sido objeto para discussões e acordos a níveis nacionais e internacionais. Atualmente a sociedade enfrenta inúmeros desafios para assegurar um crescimento embasado em medidas que visem ao fornecimento energético sustentável, otimizando o uso dos recursos naturais. Desse jeito, a eficiência energética torna-se uma das soluções que agregam mais melhorias, principalmente no âmbito social, econômico e ambiental (PROCEL, 2008).

No caso de instalações elétricas em geral, os custos com energia elétrica vêm assumindo, cada vez mais, uma grande parcela do orçamento dos consumidores. Com isso, torna-se cada vez mais necessário aplicar medidas que visem a redução desses custos, sem comprometer os usuários da instalação. Por isso, o estudo da eficiência energética vem crescendo no decorrer dos anos, onde a busca é sempre pelo equilíbrio entre economia e conforto dos usuários.

Para este trabalho, o objetivo é realizar um estudo e identificar melhorias na eficiência energética da moradia de estudantes da Unesp de Ilha Solteira. Para isso, as principais metodologias utilizadas contemplam a análise dos equipamentos utilizados na instalação, além da revisão tarifária aplicada pela distribuidora. Pretende-se também estudar e gerar medidas e orientações propostas por órgãos reguladores, institutos de pesquisa, concessionárias e outros setores relacionados, empregá-los na instalação elétrica citada e incrementar algumas propostas e estratégias de melhora na eficiência da instalação.

Este trabalho será desenvolvido e organizado segundo as etapas abaixo:

- Revisão sobre os principais fundamentos da eficiência energética, demonstrando a aplicação em instalações prediais.
- Revisão das tecnologias aplicadas a instalação elétrica para prover maior eficiência;
- Pesquisa sobre medidas, orientações e metodologias aplicadas a eficiência energética;
- Análise das cargas presentes na instalação elétrica para o levantamento da

curva de carga da instalação;

- Proposta para aumento de eficiência da instalação através de melhorias nas cargas instaladas
- Análise da utilização das cargas instalada pelos moradores da instalação elétrica;
- Estudo e proposta para reconstrução tarifária da instalação junto a distribuidora, considerando a contratação de tarifas binômias e com isso, estimando o consumo e a demanda contratada da instalação;
- Estudo da viabilidade técnico-econômica da implementação das sugestões, através da análise de *payback*;
- Proposta de sugestões de mudança de hábitos para maior eficiência possível.

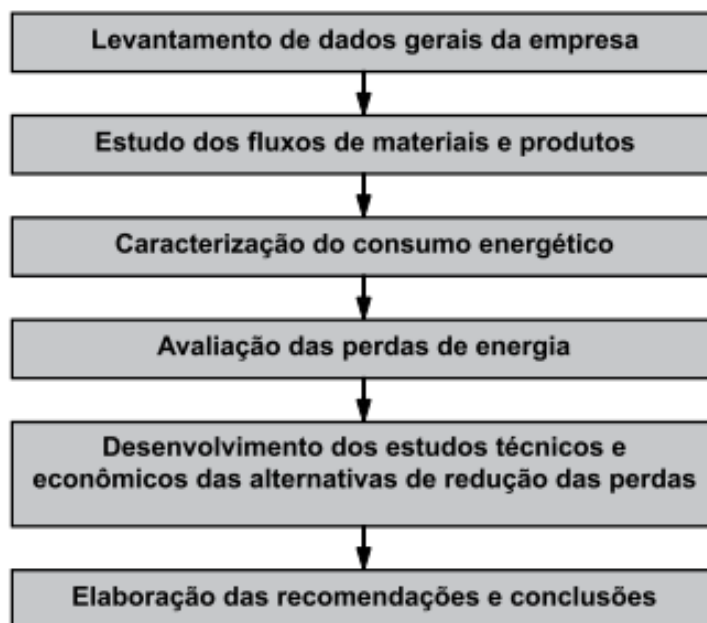
2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética em uma edificação se dá através da introdução de novas tecnologias, incentivo a mudança de hábito do próprio consumidor em relação ao seu consumo de energia através dos programas e políticas de conservação e uso racional de energia e principalmente para instalações com uma carga instalada elevada, o estudo da tarifação aplicada pela companhia.

O problema é o consumo de energia frente aos problemas gerais globais, como o aquecimento da atmosfera terrestre e as questões econômicas, sempre presente na sociedade. Resolver problemas desta natureza significa propor formas de ação e técnicas para um consumo mais consciente, reduzir perdas e reduzir a demanda das fontes remuneradas de suprimento de energia, sem onerar em demasia os custos finais da instalação.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo demonstrar que para um projeto de instalação elétrica, bem como em qualquer projeto de engenharia, é preciso identificar muito bem o problema a ser resolvido, para depois propor e desenvolver uma solução exequível. Consumir energia de maneira racional e eficiente significa evitar desperdícios de energia, sem prejudicar o nível de conforto e qualidade de vida do usuário.

Antes de qualquer atividade é preciso conhecer a realidade técnica da instalação, para então estabelecer as prioridades, implantar projetos de melhoria e redução de perdas e acompanhar seus resultados em um processo contínuo. Considerando uma abordagem bem genérica, a ser adaptada caso a caso, a sequência de atividades apresentadas na Figura 1 pode ser adotada para o desenvolvimento do projeto (NOGUEIRA, 1990)

Figura 1 - Etapas de Uma Auditoria Energética

Fonte: NOGUEIRA, 1990

Seguindo as etapas apresentadas, será possível definir as falhas do sistema elétrico atual da moradia estudantil e dessa maneira, propor melhorias técnicas e comportamentais para os usuários. Para isso, serão utilizadas diversas ferramentas conhecidas, tais como programas governamentais de eficiência energética e também aplicação de tecnologias que limitam o desperdício.

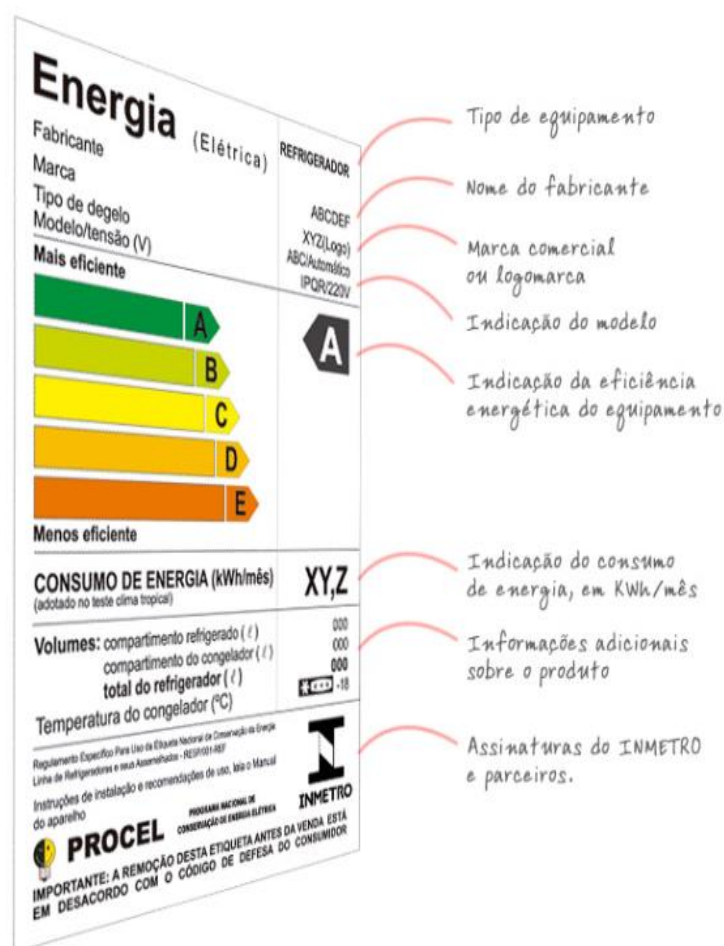
2.1 PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM (PBE)

Em 1984, o Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) iniciou, de forma pioneira, uma discussão com a sociedade sobre a conservação de energia, com a finalidade de contribuir para a racionalização do seu uso no país, informando os consumidores sobre a eficiência energética de cada produto, estimulando-os a fazer uma compra mais consciente. Este projeto cresceu e se transformou no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

Em relação à eficiência energética, o programa conta com a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, que basicamente classifica produtos de acordo com sua eficiência, sendo A a faixa mais eficiente e E a menos eficiente,

dependendo do produto. A Figura 2 mostra o exemplo da etiqueta utilizada para eletrodomésticos.

Figura 2 - Etiqueta Eficiência para Eletrodomésticos



Fonte: INMETRO, 2001

Além disso, essa classificação também serve a outros propósitos, tais como o consumo de combustível em veículos ou até a eficiência de lavagem no uso de água em lava roupas. Para o trabalho desenvolvido, serão apenas analisadas as etiquetas referentes a eletrodomésticos e iluminação.

2.2 PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL)

O PROCEL (Plano Nacional de Proteção de Energia Elétrica) é um plano de governo coordenado pelo MME (Ministério de Minas e Energia) e executado pela Eletrobrás. Foi formulado de acordo com o “Regulamento Interministerial” (nº 1877) de 30 de dezembro de 1985, com o objetivo de promover o uso eficiente da energia elétrica e eliminar o seu desperdício. As ações do PROCEL ajudam a melhorar a eficiência de bens e serviços e ajudam a desenvolver hábitos e conhecimentos sobre o consumo efetivo de energia. Além disso, também postergam investimentos no setor de energia, reduzindo o impacto no meio ambiente e tornando o Brasil mais sustentável.

Uma das principais criações do programa, foi o selo PROCEL (Figura 4), o qual determina, após realizações de testes laboratoriais pelo INMETRO, se o produto é realmente eficiente. Dessa maneira, os consumidores podem escolher dentre as opções que apresentam maior eficiência energética do mercado, do mais alto até o mais baixo valor.

Portanto, após a realização dos testes, em caso de resultado positivo pelo INMETRO, os fabricantes recebem um adesivo em seus produtos, o que notifica que o equipamento foi testado pelo órgão e atende os requisitos para ser considerado energeticamente eficiente.

Figura 4 - Selo PROCEL



Fonte: PROCEL, 2008

Todos os produtos analisados pelo programa encontram-se em seu site, sendo o selo aplicado nas categorias descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Equipamentos Contemplados pelo Programa PROCEL

Equipamentos	Categorias
Eletrodomésticos	
Congeladores	Congeladores
Refrigeradores	Refrigeradores
Lavadoras	Automáticas
	Semiautomáticas
Televisores	Televisores
Ventiladores	Teto
	Mesa
Condicionadores de ar	Janela
	Split
Micro-ondas	Micro-ondas
Iluminação	
Lâmpadas Fluorescentes Compactas	Lâmpadas Fluorescentes Compactas 127V 220V
Lâmpadas a Vapor de Sódio	Lâmpadas a Vapor de Sódio
Lâmpadas LED	Lâmpadas LED
Reatores	Eletromagnéticos - Lâmpadas de Vapor de Sódio
	Eletrônicos - Lâmpadas Tubulares
Luminárias LED	Luminárias LED
Bombas e Motores	
Bombas e Motobombas	Bombas e Motobombas
Motores Elétricos	Motores Elétricos
Solares	
Sistema de Aquecimento Solar	Coletores Solares
	Reservatórios Térmicos
Sistema Fotovoltaico	Módulos Fotovoltaicos

Fonte: PROCEL, 2016

Com essas informações, os consumidores podem sempre optar na escolha de equipamentos com o selo, beneficiando as empresas que fabricam produtos eficientes e consequentemente, reduzindo o consumo nacional de energia.

2.3 Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL EDIFICA)

O Selo PROCEL Edificações (Figura 5), criado em novembro de 2014, é uma ferramenta de colagem voluntária que tem como principal objetivo identificar os edifícios que apresentam a melhor classificação de eficiência energética numa determinada categoria, estimulando assim o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes. Este é um setor de extrema importância no mercado de energia elétrica, respondendo por cerca de 50% do consumo de energia elétrica do país.

Para obter o selo, recomenda-se desenhar o edifício de forma eficiente desde a fase de projeto, se conseguir melhores resultados com menos investimento pode poupar 50%. O método de avaliação da conformidade encontra-se descrito nos “Regulamentos dos Selos de Conservação de Energia em Edifícios” e nas normas técnicas específicas, e baseia-se nos “Regulamentos da Qualidade Técnica de Edifícios Comerciais, Serviços e Níveis de Eficiência Energética de Edifícios”. (RTQ-C) e o Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ-R) sobre o nível de eficiência energética de edifícios residenciais do Plano Brasileiro de Edificações (PBE Edifica).

Figura 5 - Selo PROCEL Edificações

Energia Edifício Completo		
Nome: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx		
Endereço: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx		
Cidade/UF: xxxxxxxxxxxx/xx		
Ano: xxxx		
Grupo Tarifário: xx	Pontuação: xx,xx	
Validade: xx/xx/xxxx	Bonificações: x,xx	
Mais eficiente A B C D E Menos eficiente		
A		
Sistemas Individuais		
Envoltória	Iluminação	Condicionamento do ar
Zona Bioclimática: xxxx	Pavimento ou Bloco: xxxx Área Iluminada: xxx m²	Tipo: xxxxxxxx AC/AU: xx,xx
Mais eficiente A B C D E Menos eficiente	Mais eficiente A B C D E Menos eficiente	Mais eficiente A B C D E Menos eficiente
PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA INMETRO		

Fonte: PROCEL, 2014

Em edifícios comerciais, de serviços e públicos são avaliados três sistemas: envoltória, iluminação e condicionamento de ar. O Selo PROCEL Edificações é outorgado tanto na etapa de projeto, válido até a finalização da obra, quanto na etapa da edificação construída. Os modelos e as formas de aplicação do selo estão descritos no Manual de Identidade Visual do Selo PROCEL Edificações.

Os selos são emitidos pela Eletrobrás após a avaliação realizada por um Organismo de Inspeção Acreditado (OIA) pelo Inmetro. Após a emissão, o edifício pode ser classificado de A (mais eficiente) até E (menos eficiente), com base na pontuação que obteve na avaliação individual de cada sistema.

3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS

Uma instalação elétrica pode ser considerada eficiente quando utiliza menos energia elétrica, dado as condições ambientais e físicas. Ou seja, uma edificação qualquer, pode consumir menos caso adote medidas e equipamentos necessários. No caso dos equipamentos, tem-se como mais relevantes instalações residenciais, eletrodomésticos e iluminação.

3.1 APLICAÇÃO NA ILUMINAÇÃO

A eficiência energética na iluminação das instalações está basicamente ligada a tecnologia empregada e o modo de utilização. Atualmente, ainda é muito utilizado lâmpadas e luminárias fluorescentes, as quais em comparação com a tecnologia LED (*Light Emitting Diode*), são muito menos eficientes.

Por isso, diversos trabalhos mostram que a iluminação em diversas localidades do Brasil ainda é ineficiente. Em média, no setor residencial, a iluminação corresponde a 5% do consumo total da instalação, sendo uma fatia bastante relevante no gasto energético mensal.

Para definir a iluminação ideal para cada local, não se pode apenas levar em consideração a potência do equipamento, mas principalmente se o fluxo luminoso é adequado para aquela localidade. Por isso, para alcançar a eficiência energética na iluminação é necessário utilizar as tecnologias disponíveis, sem se esquecer do conforto e saúde dos usuários da instalação.

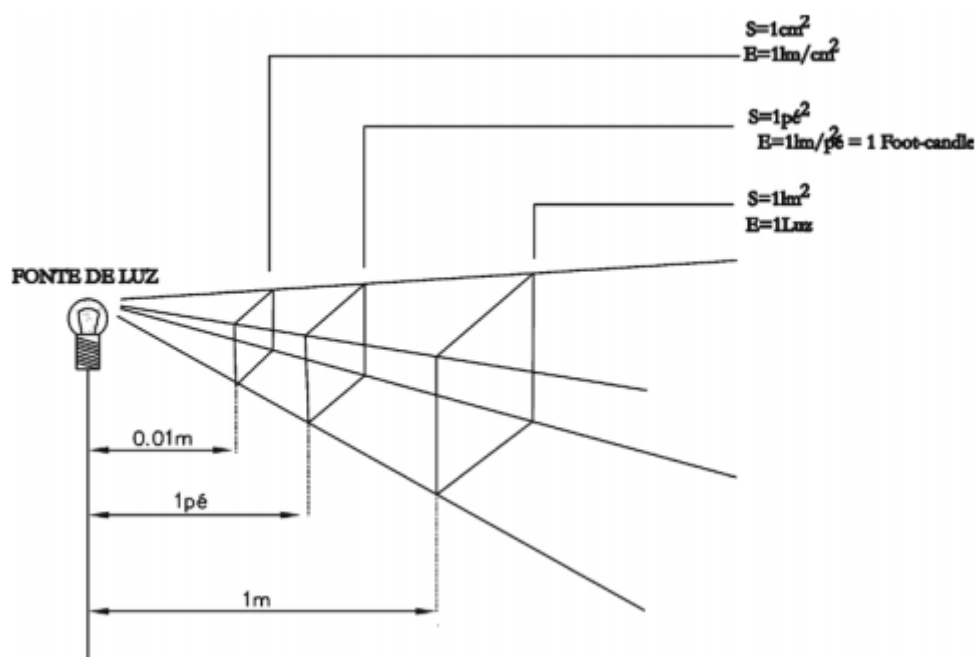
3.1.1 NBR 5413 e Iluminância

A NBR 5413 define as regras para iluminação de interiores, onde se realizam quaisquer tipos de atividades. É importante garantir que todas as recomendações do projeto em relação a iluminação estejam de acordo com essa norma. Dessa maneira, pode-se garantir as condições de iluminância adequadas ao trabalho visual a ser realizado.

A iluminância é definida como sendo o fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada, ou ainda, em um ponto de uma superfície. A unidade de medida

usual é o lux, definido como sendo a iluminância de uma superfície plana, de área igual a 1m^2 , que recebe, na direção perpendicular, um fluxo luminoso igual a 1 lm, uniformemente distribuído (Figura 6) (ELETROBRAS/PROCEL EDUCAÇÃO, 2006).

Figura 6 - Iluminância de Uma Fonte de Luz



Fonte: ELETROBRAS/PROCEL EDUCAÇÃO, 2006

De maneira simplificada, pode-se definir a iluminância adequada para o ambiente de acordo com o tipo de atividade desenvolvida no local. Para isso, utiliza-se a classificação por iluminância por classes de tarefas visuais, desenvolvida pela NBR 5413, como demonstra a Figura 7.

Figura 7 - Iluminâncias por Classe de Tarefas Visuais

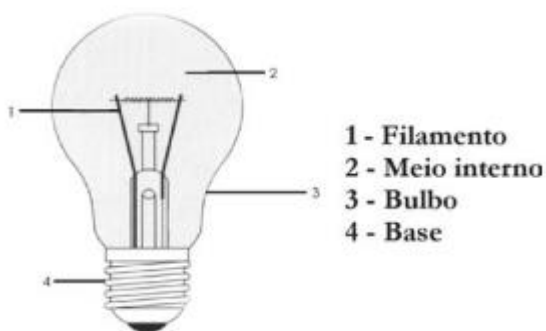
Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 - 100	Orientação simples para permanência curta
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B Iluminação geral para área de trabalho	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000 - 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 - 3000 - 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Fonte: ABNT, 1982

Através destas informações, é possível definir de maneira simples a potência ideal para iluminação de qualquer ambiente, o que garante além da eficiência, o conforto e saúde dos usuários.

3.1.2 Lâmpada Incandescente

A lâmpada incandescente gera luz ao ser percorrida por uma corrente elétrica no seu filamento, quando esta encontra-se no vácuo ou em meio gasoso apropriado. O problema desse tipo de iluminação é que apenas uma parte da energia gerada nesse processo é transformada em luz, sendo a maioria transferida em calor. Por isso, em termos de eficiência, as lâmpadas incandescentes são as piores opções. Na Figura 8 pode-se observar a estrutura desse equipamento.

Figura 8 - Lâmpada Incandescente

Fonte: ELETROBRAS/PROCEL EDUCAÇÃO, 2006

Além da baixa eficiência, esse tipo de iluminação tem baixa durabilidade: cerca de 4 meses, enquanto lâmpadas fluorescentes e LED podem ter até 2 e 17 anos de vida útil, respectivamente.

Por esses motivos, o Ministério de Minas e Energia regulamentou a portaria Nº 1.007, que entrou em vigor em julho de 2014 e foi consolidada em 2016, a qual proíbe a importação, fabricação e vendas desse tipo de lâmpada. Com isso, esse tipo de iluminação tornou-se apenas residual nos lares brasileiros.

3.1.3 Lâmpada Fluorescente

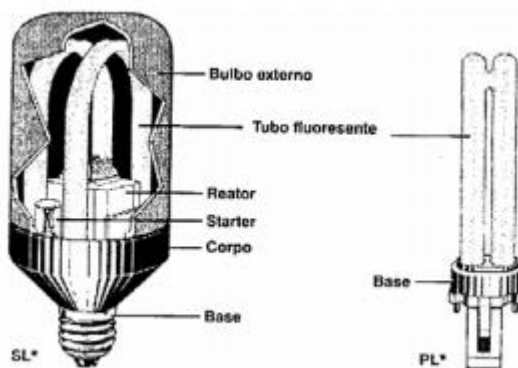
São lâmpadas de descarga de baixa pressão, onde a luz é produzida por pós fluorescentes que são ativados pela radiação ultravioleta da descarga (ELETROBRAS/PROCEL EDUCAÇÃO, 2006). São encontradas de duas formas, as tubulares e compactas e basicamente funcionam com um reator. Nas Figuras 9 e 10, é possível ver a construção desses dois tipos de lâmpadas fluorescentes.

Figura 9 - Lâmpada Fluorescente Tubular



Fonte: ELETROBRAS/PROCEL EDUCAÇÃO, 2006

Figura 10 - Lâmpada Fluorescente Compacta



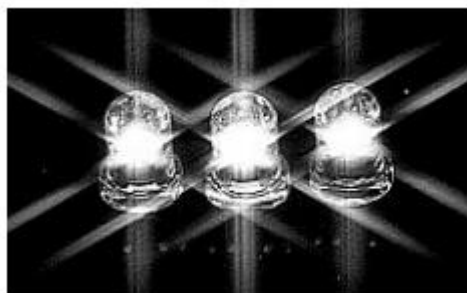
Fonte: ELETROBRAS/PROCEL EDUCAÇÃO, 2006

Em relação às incandescentes, esse tipo de iluminação tem uma vida útil consideravelmente mais longa e com maior eficiência. Por isso, tornaram-se bem comuns entre os consumidores. Uma desvantagem é a necessidade do reator, o que aumenta o custo do equipamento e necessita de manutenção.

3.1.4 Lâmpadas LED

As Lâmpadas LED são equipamentos que utilizam diodos emissores de luz, os quais são componentes semicondutores, convertendo corrente elétrica em luz visível. Com isso, esses equipamentos produzem o mesmo fluxo luminoso que outros tipos de iluminação, com a vantagem de utilizarem muito menos energia. Por isso, em questão de eficiência, a tecnologia LED sempre é a mais recomendada. A Figura 11 demonstra a luz emitida pelos LEDs.

Figura 11 - Luz Emitida Pelos Leds



Fonte: ELETROBRAS/PROCEL EDUCAÇÃO, 2006

Dentre as principais vantagens da utilização de lâmpadas LED, em relação às incandescentes e fluorescentes, pode-se citar:

- Maior eficiência: A maior parte da energia é convertida em iluminância, não em calor;
- Alta vida útil, pode-se ter até 17 anos de funcionamento;
- Não gera radiação ultravioleta e infravermelha;
- Baixo custo de manutenção, principalmente por não utilizar reatores;
- Pode-se utilizar as luminárias de lâmpadas fluorescentes, sendo possível realizar a troca com baixo custo

Para viés de comparação, tem-se a Tabela 2, que demonstra a equivalência entre as lâmpadas fluorescentes, incandescentes e LED, em iluminância e potência ativa.

Tabela 2 - Equivalência Entre Lâmpadas

Fluxo Luminoso (Lúmens)	LED (W)	Fluorescente (W)	Incandescente (W)
500	5	11	40
900	7	15	60
1507	9	18	75
2000	11	24	100
3000	16	30	150
5000	20	42	200

Fonte: Aodbrazil, 2015

É notável a diferença de potência entre as lâmpadas, sendo a LED cerca de 50% mais eficiente que a fluorescente para um mesmo fluxo luminoso. Dessa maneira, sempre optar por lâmpadas e luminárias LED é um fator crucial para a eficiência de uma instalação.

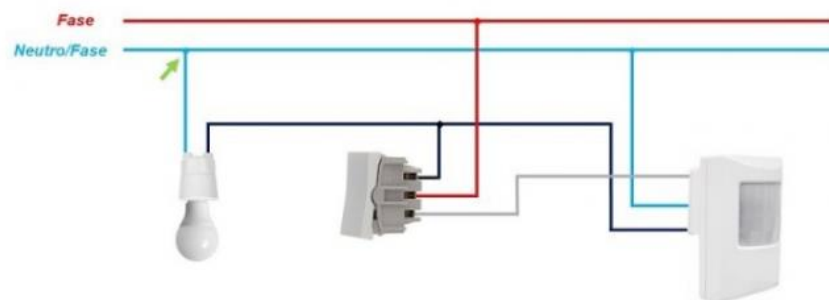
3.1.5 Dispositivos Automáticos

Em uma instalação com grande circulação de pessoas, torna-se necessário a utilização de dispositivos automáticos para obter-se a maior eficiência possível. Seja por esquecer luminárias ligadas, ou por utilizá-las quando a luz natural é suficiente, essas práticas resultam em gastos energéticos desnecessários, que comprometem a eficiência energética de uma instalação. Como exemplo, os sensores de presença e fotocélulas são opções de baixo custo para resolver esse problema e prevenir desperdícios.

3.1.5.1 Sensor de Presença

Os sensores de presença funcionam como interruptores automáticos, que após não detectar nenhum movimento no cômodo, desligam imediatamente as luzes. O circuito básico para ligação deste dispositivo encontra-se na Figura 12.

Figura 12 - Circuito Padrão para Sensores de Presença



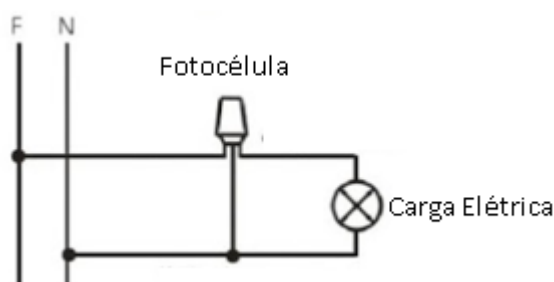
Fonte: MUNDO DA ELÉTRICA, 2019

Dessa maneira, locais com grande circulação de pessoas podem consumir muito menos energia. Uma grande vantagem desse equipamento é a capacidade de interligar diversas cargas em um único dispositivo, o que faz sua instalação ser muito vantajosa e de baixo custo.

3.1.5.2 Fotocélula

Para áreas externas, outro dispositivo muito recomendado para aumento de eficiência da instalação são as fotocélulas. Tais como os sensores de presença, esses dispositivos funcionam como interruptores que, na ausência de luz solar, ativam a iluminação. Com isso, essas cargas são acionadas apenas quando necessário. O circuito básico para ligação deste dispositivo encontra-se na Figura 13.

Figura 13 - Fotocélula



Fonte: Adaptado de Mundo da Elétrica (2014)

Nessas áreas, a incidência de luz solar é suficiente para iluminação natural do local, sendo apenas necessário o acionamento da iluminação elétrica na parte da noite. Além disso, como o sensor de presença, esses dispositivos são

equipamentos de baixo custo, que no curto prazo, já compensam seu investimento. Por isso, são dispositivos de extrema importância para maior eficiência possível da instalação.

3.2 APLICAÇÃO EM CARGAS ELÉTRICAS

Em um ambiente residencial, são muito utilizados eletrodomésticos, os quais são responsáveis por grande parte do consumo da instalação. O maior impasse para a melhoria de eficiência nesse segmento é que grande parte desses equipamentos são pessoais (trazidos pelos estudantes ao mudar-se para a moradia), o que não permite a utilização de medidas como troca ou compra de novos equipamentos. Por isso, para utilização dessas cargas, serão apenas tratadas recomendações de utilização. Abaixo, tem-se uma relação de quantidade aproximada de equipamentos de uso pessoal na instalação.

3.2.1 Medidas Básicas para Eficiência em Eletrodomésticos

Para todo e qualquer tipo de eletrodoméstico, a recomendação é sempre procurar por aqueles que detêm a etiqueta de eficiência do Inmetro, de preferência na classificação A (mais eficiente). Além disso, realizar a manutenção preventiva desses equipamentos também pode garantir uma maior durabilidade e eficiência do mesmo. Por fim, é necessário a utilização consciente, desligando todos os equipamentos após a utilização (exceto geladeiras e freezers).

3.2.1.1 *Geladeiras e Freezers*

Para os refrigeradores em geral, as recomendações de utilização são principalmente a manutenção contínua do equipamento e uso eficiente. Nessa categoria, um ponto muito importante são as borrachas de vedação das portas, as quais quando danificadas, fazem com que os equipamentos não fechem corretamente, o que gera uma perda grande de eficiência.

Para utilização, é sempre importante que os usuários não mantenham as portas abertas por longos períodos de tempo. A recomendação é pegar apenas o

necessário e já realizar o fechamento do refrigerador. Caso não haja degelo automático, é importante também sempre descongelar o equipamento após a formação de camadas de gelo nos freezers.

3.2.1.2 *Chuveiros Elétricos*

Os chuveiros elétricos em qualquer instalação residencial são responsáveis por grande parte do consumo energético. Isso ocorre principalmente por tratar-se de equipamentos puramente resistivos, os quais transformam praticamente toda energia consumida em calor.

As recomendações são a não utilização prolongada e desnecessária desses equipamentos. O tempo de um banho, não deve passar mais de 8 minutos, o que é tempo suficiente para total higienização do usuário. Além disso, deve-se tentar sempre reduzir a quantidade diária de banhos por pessoa. Em um cenário ideal, duas vezes ao dia seria o mais recomendado.

Em relação à configuração do equipamento, em dias mais quentes deve-se sempre tentar evitar o uso do aquecimento de água, considerando que o clima da cidade de Ilha Solteira é uma medida bastante plausível.

Por fim, vale destacar a importância ambiental dessas recomendações, visto que utilizando os chuveiros com maior eficiência, pode-se também reduzir o consumo de água significativamente na instalação.

3.2.1.3 *Pequenos Eletrodomésticos*

Nessa categoria, pode-se destacar os ventiladores e carregadores de celulares e notebooks dos moradores da moradia estudantil, os quais também são responsáveis por grande parte dos dispêndios energéticos da instalação.

No caso dos ventiladores, a recomendação básica também é válida, sempre tentar utilizar equipamentos com classificação A pelo INMETRO. Além disso, sempre desligar esses equipamentos após a utilização.

Para os carregadores de celulares e notebooks a recomendação é sempre tirar os equipamentos da tomada após o carregamento completo. Com isso, pode-se utilizar as baterias desses equipamentos até seu esgotamento, evitando-se assim o uso desnecessário.

3.2.1.4 *Eletrodomésticos para cozinhar*

Nesse caso, o assunto em questão são os fornos elétricos, liquidificadores, cafeteiras elétricas, *grills* e micro-ondas, equipamentos que são bastantes comuns em qualquer instalação residencial. Como recomendação inicial, utilizar equipamentos que possuem classificação A pela etiqueta do INMETRO é sempre importante. Após a utilização, retirar esses equipamentos da tomada também é outra medida imprescindível para a diminuição dos dispêndios energéticos.

Outro fator importante nos eletrodomésticos, é a constante manutenção desses equipamentos. Trocar as borrachas de vedação para evitar perdas de calor e realizar a constante limpeza desses equipamentos, também pode trazer um ganho considerável de eficiência energética.

4 TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A tarifa de energia elétrica no Brasil é calculada considerando variados fatores, como a infraestrutura de geração, transmissão e distribuição, bem como fatores econômicos de incentivos à modicidade tarifária e sinalização ao mercado.

A ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) desenvolve variadas metodologias que visam que cada um dos segmentos do setor elétrico (geração, transmissão, distribuição e comercialização) tenha uma remuneração adequada que garanta ao consumidor final o acesso ao serviço com continuidade e qualidade, ao mesmo tempo que crie incentivos às empresas fornecedoras melhorem e barateiem continuamente este serviço. A ANEEL também desenvolve, aplica e estuda formas de sinalizar adequadamente o mercado para que este tenha um comportamento que seja benéfico para todos.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES

A ANEEL utiliza a classificação dos consumidores de acordo com o nível de tensão em que são atendidos e dessa maneira, aplica tarifas de acordo com a contratação.

Os consumidores atendidos em baixa tensão, em geral em 127 ou 220 volts, como residências, lojas, agências bancárias, pequenas oficinas, edifícios residenciais e boa parte dos edifícios comerciais, são classificados no Grupo B. É o caso da maioria dos prédios públicos federais (PROCEL, 2001).

Os consumidores atendidos em alta tensão, acima de 2300 volts, como indústrias, shopping centers e alguns edifícios comerciais, são classificados no Grupo A. Esse grupo é subdividido de acordo com a tensão de atendimento, como mostrado na Figura 14.

Figura 14 - Subgrupos de Consumidores de Média e Alta Tensão

Subgrupos	Tensão de Fornecimento
A1	≥ 230 kV
A2	88 kV a 138 kV
A3	69 kV
A3a	30 kV a 44 kV
A4	2,3 kV a 25 kV
AS	Subterrâneo

Fonte: ELEKTRO, 2014

Para todos os consumidores nesse subgrupo, é necessário realizar a contratação de uma tarifa binômia, ou seja, é cobrado um valor pelo consumo e demanda.

4.2 BANDEIRAS TARIFÁRIAS

Desde 1º de Janeiro de 2015, o sistema de Bandeiras Tarifárias entrou em vigor. Ele é aplicado em todo o país, conforme regulamentação da ANEEL, Resolução Normativa nº 547/2013. Segundo estudos de especialistas da área, divulgados no site da ANEEL, a mudança será positiva e ajudará a equilibrar os custos de geração de energia, garantindo a segurança energética. A iniciativa foi implementada em países do exterior e trouxe grandes benefícios (ELEKTRO, 2014).

A energia elétrica no Brasil é gerada predominantemente por usinas hidrelétricas, as quais dependem das chuvas e do nível dos reservatórios. Quando há pouca água armazenada, usinas termelétricas podem ser ligadas com a finalidade de poupar água dos reservatórios das usinas hidrelétricas. Com isso, o custo de geração aumenta, pois, essas usinas termelétricas são movidas a gás natural, carvão, óleo combustível ou diesel. Por outro lado, quando os reservatórios estão cheios, as térmicas não precisam ser ligadas e o custo de geração de energia é menor.

As cores utilizadas são as mesmas dos semáforos, a fim de facilitar sua identificação nas seguintes situações:

- **Bandeira verde:** condições favoráveis de geração de energia. A tarifa publicada se mantém.
- **Bandeira amarela:** condições de geração menos favoráveis. A tarifa publicada sofre acréscimo de R\$ 1,00* para cada 100 quilowatts hora (kWh) consumido.
- **Bandeira vermelha:** condições mais custosas de geração. A tarifa publicada sofre acréscimo de R\$ 3,00* (patamar 1) ou R\$ 5,00* (patamar 2) para cada 100 quilowatts hora (kWh) consumido, dependendo do custo médio para geração térmica.

4.3 IMPOSTOS EMBUTIDOS

No Brasil, existem diversos impostos embutidos na conta de energia, sendo esses municipais, estaduais ou federais, dependendo da região de cobrança. Como principais, pode-se citar o PIS, COFINS, ICMS e CIP, os quais são aplicados para todos os consumidores. Na Figura 15, está demonstrado como essas taxas aparecem na conta final.

Figura 15 - Impostos na Conta de Energia Convencional

40613463		FA	
Tensão Contratada (kV)		Limites Adequa	
13.8		12.834	
CCI*	Descrição do Produto	Leitura Anterior	
0601	CONSUMO PONTA TE kWh	258929	:
0601	CONSUMO PONTA TUSD kWh	258929	:
0601	CONSUMO FORA PONTA TE kWh	290805.84	296
0602	CONSUMO FORA PONTA TUSD kWh	290805.84	296
0601	DEMANDA TUSD kW		
	CONSUMO kWh	333394.87	340
	DEMANDA PONTA kW	33234	
	DEMANDA FORA PONTA kW	30812	
	ENERGIA REAT EXC kWh	896.15	
	ENERGIA REAT EXC P kWh	6127	
	ENERGIA REAT EXC FP kWh	835.15	
	DEMANDA REAT EXED. kW	98650	
	DEMANDA REAT EXED. kW	93358	
	ENERGIA REAT EXC kWh	896.15	93
0699	COFINS		
0699	PIS		
0603	DESPESA ENTREGA ALTERNATIVA DE FATURA		
Total			

*CCI - Código de Classificação do Item

Fonte: Dados da pesquisa do autor

4.3.1 PIS/COFINS

O PIS (Programas de Integração Social) e o COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) são cobrados pela União para manter programas voltados para o trabalhador e para atender a programas sociais do Governo Federal. As alíquotas são de 1,03% (PIS) e 4,72% (COFINS) e são apuradas de forma não-cumulativa. Assim, a alíquota média desses tributos que são lançados em sua conta de luz varia com o volume de créditos apurados mensalmente pela Elektro e com o PIS e a COFINS pagos sobre custos e despesas no mesmo período, tais como energia adquirida para revenda ao cliente (ELEKTRO, 2014).

4.3.2 ICMS

O ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) é previsto no art. 155 da Constituição Federal de 1988, o imposto incide sobre as operações

relativas à circulação de mercadorias e serviços e é de competência de cada estado e do Distrito Federal, por isso as alíquotas são variáveis. A Elektro tem a obrigação de realizar a cobrança do ICMS diretamente na conta de luz, repassando o valor aos Governos estaduais de São Paulo e Mato Grosso do Sul (ELEKTRO, 2014).

4.3.3 CIP

O CIP (Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública) prevista no artigo 149-A da Constituição Federal de 1988, que estabelece, entre as competências dos municípios, dispor, conforme lei específica aprovada pela Câmara Municipal, à forma de cobrança e a base de cálculo da CIP. É um tributo cobrado em alguns municípios para o custeio do serviço de iluminação pública do município, seja com o consumo de energia, expansão dos pontos de iluminação, manutenção, entre outros, tanto de ruas e avenidas quanto de praças, jardins e demais ornamentos (ELEKTRO, 2014).

4.4 MODALIDADES TARIFÁRIAS E TARIFICAÇÃO

São duas as modalidades tarifárias. Os consumidores do Grupo B (baixa tensão) têm tarifa monômnia, isto é, são cobrados apenas pela energia que consomem. Os consumidores do Grupo A tem tarifa binômnia, isto é, são cobrados tanto pela demanda quanto pela energia que consomem. Estes consumidores podem enquadrar-se em três alternativas tarifárias sendo, tarifação convencional, tarifa verde e tarifa azul (compulsória para aqueles atendidos em tensão igual ou superior a 69 kV) (ELEKTRO, 2014).

4.4.2 Tarifa Convencional

O enquadramento na tarifa Convencional exige um contrato específico com a concessionária no qual se pactua um único valor da demanda pretendida pelo consumidor (Demanda Contratada), independentemente da hora do dia (ponta ou fora de ponta) ou da bandeira tarifária (ELEKTRO, 2014).

A conta de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo, demanda e ultrapassagem. A parcela de consumo é calculada multiplicando-se o consumo medido pela Tarifa de Consumo:

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

A parcela de demanda é calculada multiplicando-se a Tarifa de Demanda pela Demanda Contratada ou pela demanda medida (a maior delas), caso esta não ultrapasse em 10% a Demanda Contratada:

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

A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de 10% a Demanda Contratada. É calculada multiplicando-se a Tarifa de Ultrapassagem pelo valor da demanda medida que supera a Demanda Contratada:

$$P_{ultrapassagem} = Tarifa de Ultrapassagem \times (Demanda Medida - Demanda Contratada) \quad (3)$$

Por fim, o valor final da tarifação convencional pode ser calculado por:

$$Tarifa Convencional = P_{consumo} + P_{demanda} + P_{ultrapassagem} \quad (4)$$

4.4.2 Tarifa Azul

A tarifa azul é a modalidade de fornecimento estruturada para a aplicação de tarifas com preços diferenciados para o horário de Ponta e para o horário Fora da Ponta, tanto a Tarifa de Energia (TE), como ao Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) em Energia e ao Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) em Demanda. Neste tipo de contratação é necessário estabelecer um valor de demanda para a Ponta e outro valor para o período Fora de Ponta.

A conta de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora dela), demanda e ultrapassagem. A parcela de consumo é calculada através da expressão abaixo, observando-se, nas tarifas, o período do ano:

$$PA_{consumo} = (Tarifa\ de\ Consumo\ na\ ponta \times Consumo\ Medido\ na\ ponta) + \\ Tarifa\ de\ Consumo\ fora\ da\ ponta \times Consumo\ Medido\ fora\ da\ ponta) \quad (5)$$

A parcela de demanda é calculada somando-se o produto da Tarifa de Demanda na ponta pela Demanda Contratada na ponta (ou pela demanda medida na ponta, de acordo com as tolerâncias de ultrapassagem) ao produto da Tarifa de Demanda fora da ponta pela Demanda Contratada fora de ponta (ou pela demanda medida fora de ponta, de acordo com as tolerâncias de ultrapassagem):

$$PA_{demanda} = (Tarifa\ de\ Demanda\ na\ ponta \times Demanda\ Contratada\ na\ ponta) + \\ (Tarifa\ de\ Demanda\ fora\ da\ ponta \times Demanda\ Contratada\ fora\ da\ ponta) \quad (6)$$

A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa a Demanda Contratada acima dos limites de tolerância. Esses limites são de 5% para os subgrupos A1, A2 e A3 e de 10% para os demais subgrupos. É calculada multiplicando-se a Tarifa de Ultrapassagem pelo valor da demanda medida que supera a Demanda Contratada:

$$PA_{ultrapassagem} = [Tarifa\ de\ ultrapassagem\ na\ ponta \times \\ (Demanda\ Medida\ na\ ponta - Demanda\ Contratada\ na\ ponta)] + \\ [Tarifa\ de\ ultrapassagem\ fora\ da\ ponta \times (Demanda\ Medida\ fora\ da\ ponta - \\ Demanda\ Contratada\ fora\ da\ ponta)] \quad (7)$$

Por fim, o valor da tarifa azul pode ser calculado por:

$$Tarifa\ Azul = PA_{consumo} + PA_{demanda} + PA_{ultrapassagem} \quad (8)$$

4.4.3 Tarifa Verde

A tarifa Verde é a modalidade de fornecimento estruturada de maneira análoga à Azul, para a aplicação de Tarifas com preços diferenciados para o horário de Ponta e para o horário Fora da Ponta, ao Consumo de Energia Elétrica (TE), ao Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) em Energia e, uma única tarifa para o Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) em Demanda. Neste tipo de contratação é necessário estabelecer apenas um valor de demanda.

A conta de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora dela), demanda e ultrapassagem. A parcela de consumo é calculada através da expressão abaixo, observando-se, nas tarifas, o período do ano:

$$PV_{consumo} = (Tarifa\ de\ Consumo\ na\ ponta \times Consumo\ Medido\ na\ ponta) + \\ (Tarifa\ de\ Consumo\ fora\ da\ ponta \times Consumo\ Medido\ fora\ da\ ponta) \quad (9)$$

A parcela de demanda é calculada multiplicando-se a Tarifa de Demanda pela Demanda Contratada ou pela demanda medida (a maior delas), caso esta não ultrapasse em mais de 10% a Demanda Contratada:

$$PV_{demanda} = Tarifa\ de\ Demanda \times Demanda\ Contratada \quad (10)$$

A tarifa de demanda é única, independente da hora do dia ou período do ano.

A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de 10% a demanda contratada. É calculada multiplicando-se a

Tarifa de Ultrapassagem pelo valor da demanda medida que supera a Demanda Contratada:

$$PV_{ultrapassagem} = Tarifa\ de\ Ultrapassagem \times (Demanda\ Medida - Demanda\ Contratada) \quad (11)$$

Por fim, o valor final da tarifa verde pode ser calculado por:

$$Tarifa\ Verde = PV_{consumo} + PV_{demanda} + PV_{ultrapassagem} \quad (12)$$

Através dessas das relações (8) e (12), é possível então calcular o custo de cada tarifa e dessa maneira, definir a mais vantajosa para o contrato.

5 ESTUDO DE CASO

Para o trabalho em questão, foi realizado um estudo de caso na moradia universitária que visa analisar e propor melhorias e investimentos para melhorar a eficiência energética da instalação. O estudo foi iniciado com uma visita técnica à instalação, para levantamento de todas as cargas já existentes e para entender a rotina dos alunos que moram na moradia.

O principal foco é a iluminação e os eletrodomésticos compartilhados, os quais são de propriedade da universidade e, portanto, podem ser alterados. No caso das cargas de propriedade dos estudantes, não é possível “forçar” a compra e utilização dos equipamentos mais eficientes, mas sim propor medidas e recomendações para que estes também contribuam para o ganho de eficiência geral.

Dessa maneira, será possível fazer uma análise de diagnóstico energético da instalação e propor um projeto de melhorias. Por fim, o estudo também contém uma análise macroeconômica da proposta, com a demonstração de *payback* para comprovar a viabilidade do investimento.

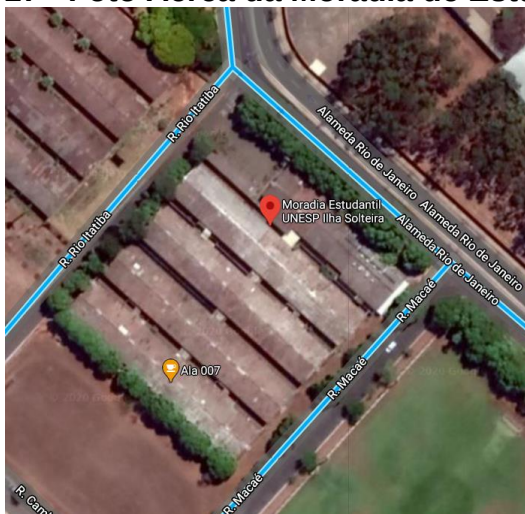
5.1 DADOS DO LOCAL

A moradia de estudantes da Unesp – Ilha Solteira, encontra-se na Alameda Rio de Janeiro nº 640, Centro, Ilha Solteira, São Paulo. O prédio é composto por 136 quartos, além de diversos outros cômodos compartilhados. As informações referentes à instalação estão descritas na Tabela 3. Além disso, a Figura 17 representa a vista aérea da instalação.

Tabela 3 - Identificação da Instalação Estudada

Nome	Moradia de Estudantes
Tipo de atividade	Serviços – Moradia Estudantil
Endereço	Alameda Rio de Janeiro nº 640
Perfil de Utilização	24h
Subgrupo tarifário	A4

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 17 - Foto Aérea da Moradia de Estudantes

Fonte: Google Maps

O prédio abriga cerca de 272 estudantes dos cursos de graduação e conta com uma estrutura dividida em oito alas. Cada uma dessas alas conta com banheiro, cozinha, área externa e *hall*. De maneira geral, todos os cômodos podem ser considerados típicos, ou seja, são bastante parecidos estruturalmente e também na quantidade de cargas instaladas. Na Tabela 4, estão descritos todos os locais da instalação.

Tabela 4 - Cômodos da Instalação

Cômodos
Área Externa
Hall Principal
Hall 1-8
Quartos 1- 136
Cozinha 1 – 8
Área de Serviço 1 - 8
Banheiro 1 – 8

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Nos casos dos cômodos típicos, como quartos e cozinha, por exemplo, foi considerada a nomenclatura de acordo com o número presente na instalação. Exemplo: Cozinha 1 – 8, quer dizer que existem oito cômodos, com configuração semelhante a de uma cozinha, que se aplicam a definição de um cômodo típico.

5.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO

Para esta etapa do trabalho, será demonstrado o levantamento em campo realizado na instalação. Todas as fotos e observações foram adquiridas no dia da visita em campo. Primeiramente, serão apresentados dados das cargas elétricas utilizadas na instalação, tanto as de uso geral, quanto específicas.

5.2.1 Cargas Elétricas

5.2.1.1 Área externa

A área externa da moradia conta basicamente com a guarita do vigia, catracas de acesso e iluminação (que será tratada no próximo tópico).

As Figuras 18, 19 e 20 representam os registros obtidos durante a visita.

Figura 18 - Área Externa da Moradia



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 19 - Guarita do Vigia



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 20 - Catracas de Acesso



Fonte: Dados da pesquisa do autor

E as relações de cargas identificadas estão descritas na Tabela 5

Tabela 5 - Sistema Atual Instalado - Área Externa

		Desktop	Catraca	Câmeras	Ar-Condicionado
Tipo de equipamento / tecnologia		Padrão	Padrão	Padrão	Janela
Quantidade		1	4	16	1
Potência	kW	0,50	0,03	0,01	1
Potência instalada	kW	0,50	0,10	0,16	1
Potência de demanda	kW	0,3	0,1	0,2	0,4

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Para a área externa da instalação, não foram consideradas grandes melhorias imediatas nos equipamentos utilizados. Tais equipamentos não apresentaram grandes variações de potência caso fossem trocados por tecnologias mais modernas. Portanto, a recomendação é utilizá-los até seu desgaste e no momento da troca, optar por equipamentos com selo A da PROCEL.

5.2.1.2 Corredores (Hall)

Os corredores de acesso, ou *hall*, (Figura 21) são bastante parecidos entre si. O maior consumo fica por conta da iluminação, porém existem também oito bebedouros (Figura 22), sendo um por ala.

Figura 21 - Hall



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 22 - Bebedouro Industrial

Fonte: Dados da pesquisa do autor

A relação de cargas identificadas está descrita na Tabela 6.

Tabela 6 - Sistema Atual Instalado - Hall

		Bebedouro
Tipo de equipamento / tecnologia		Industrial
Quantidade		8
Potência	kW	0,12
Potência instalada	kW	0,96
Potência de demanda	kW	0,8

Fonte: Dados da pesquisa do autor

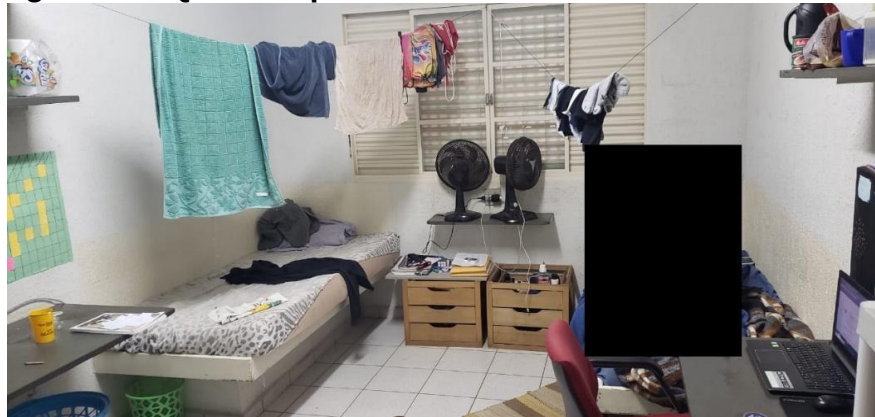
Para essa área também não foram consideradas alterações nas cargas elétricas presentes, visto que os equipamentos mais modernos não têm grande diminuição da potência. A recomendação seria regular o equipamento fora da temperatura máxima, o que garantiria que o motor presente no mesmo fosse menos acionado.

5.2.1.3 Quartos

Os quartos dos estudantes (Figura 23) da instalação somam um total de 136, onde cada um pode comportar dois estudantes. No caso desse cômodo típico, são

os próprios estudantes que trazem seus eletrodomésticos, os quais, de maneira geral, são ventiladores pequenos e carregadores de notebook e celulares.

Figura 23 - Quarto Típico dos Alunos Presentes na Moradia



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A relação de cargas identificadas está descrita na Tabela 7:

Tabela 7 - Sistema Atual Instalado - Quartos

		Ventilador	Carregadores	
Tipo de equipamento / tecnologia		Pequeno Porte	Celulares	Notebook
Quantidade		272	272	272
Potência	kW	0,10	0,0035	0,0650
Potência instalada	kW	27	0,95	17,68
Potência de demanda	kW	13,6	0,6	10,6

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Nos quartos, também é inviável propor a mudança de cargas, visto que todas são de propriedade dos estudantes. Nesse caso, também são necessárias recomendações, as quais devem ser passadas diretamente aos alunos:

- Sempre optar pela compra de equipamentos com o selo PROCEL, categoria A;
- Para os carregadores de notebooks e celular, apenas utilizá-los quando os equipamentos estiverem com a bateria abaixo de 10% e após o carregamento completo, retirarem o carregador da tomada;

- Para os ventiladores, apenas utilizarem no período que estiverem dentro do cômodo, sempre desligando da tomada ao sair.

5.2.1.4 Cozinhas

Cada ala da moradia também possui uma cozinha (Figura 24). Praticamente todo o consumo desses cômodos é proveniente dos eletrodomésticos. Sendo a grande maioria propriedade da universidade e, portanto, passível de mudanças.

Figura 24 - Cozinha Típica da Moradia



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A relação de cargas identificadas está descrita na Tabela 8:

Tabela 8 - Sistema Atual Instalado - Cozinha

		Geladeira	Ventilador	Cafeteira Elétrica	Grill	Liquidificador	Micro-ondas
Tipo de equipamento / tecnologia		Padrão	Grande Porte	Padrão	Padrão	Padrão	Padrão
Quantidade		24	8	8	16	16	8
Potência	kW	0,500	0,200	0,60	1,20	0,90	2
Potência instalada	kW	12	2	5	19,20	14,40	16
Potência de demanda	kW	6	0,8	1,4	5,8	4,3	4,8

Fonte: Dados da pesquisa do autor

No caso da cozinha, foram encontradas geladeiras, ventiladores, micro-ondas e televisores como equipamentos de propriedade da universidade. Foi identificado que todo já tem classificação A no selo PROCEL, exceto as televisões, não sendo necessário uma troca desses equipamentos. As únicas recomendações seriam:

-Para geladeiras, garantir que as borrachas de vedação das portas estejam integras, para evitar vazamentos. Além disso, descongelar regularmente, para evitar uma sobrecarga no compressor. Por fim, sempre fechar a geladeira rapidamente ao pegar algum item;

-No caso dos televisores, estudar a troca por modelos de LED, que podem garantir uma economia de 30% no consumo de energia elétrica;

-Para os eletrodomésticos pessoais, como cafeteiras, *grill* e liquidificadores, sempre desligá-los ao final do uso. Para as cafeteiras, uma recomendação importante também seria evitar o uso, priorizando a utilização do fogão para esquentar a água e fazer café.

5.2.1.5 Área de Serviço

Para cada área de serviço, tem-se apenas presente iluminação e também máquinas de lavar. A relação de cargas identificadas está descrita na Tabela 9:

Tabela 9 - Sistema Atual Instalado - Área De Serviço

		Máquina de Lavar
Tipo de equipamento / tecnologia		Padrão
Quantidade		16
Potência	kW	1
Potência instalada	kW	16
Potência de demanda	kW	4,8

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Para esse caso, também foi identificado que todos os equipamentos presentes possuem o selo PROCEL categoria A. Dessa maneira, as medidas de eficiência ficam por conta das recomendações:

-Lavar várias roupas ao mesmo tempo, sempre tentando utilizar a capacidade total do equipamento. Dessa maneira, evita-se a frequência da utilização do mesmo.

-Não utilizar ciclos longos sem necessidade. Para roupas leves, com pouca sujeira, sempre optar por ciclos curtos. Dessa maneira, o período de utilização do equipamento também será reduzido.

5.2.1.6 Banheiros

Nos banheiros (Figura 25), fora a iluminação, todo o consumo é proveniente dos chuveiros elétricos, os quais são responsáveis por 38% de todo consumo dos eletrodomésticos da instalação. São 64 chuveiros instalados, com potência média de 5kW.

Figura 25 - Distribuição de Chuveiros Nos Banheiros da Moradia



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A relação de cargas identificadas está descrita na Tabela 10

Tabela 10 - Sistema Atual Instalado - Banheiros

		Padrão
Tipo de equipamento / tecnologia		64
Quantidade		5,00
Potência	kW	320,00
Potência instalada	kW	160,0
Potência de demanda	kW	96,0

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Por serem cargas resistivas, naturalmente esses equipamentos consomem mais energia, sendo que não há opções com uma potência relativamente menor aos equipamentos já instalados. Porém, é muito claro que os chuveiros têm grande participação na conta de energia final da instalação, sendo seu uso consciente

imprescindível para reduzir os custos. Dessa maneira, é de grande importância que os usuários sigam todas as recomendações dadas anteriormente neste trabalho.

Por fim, pode-se estimar o consumo de todas essas cargas elétricas na instalação e quantificar o impacto das mesmas na conta de luz, situação descrita na Tabela 11:

Tabela 11 - Resumo da Avaliação Técnica

Sistema analisado	SITUAÇÃO ATUAL					
	Pot. Instalada (kW)	Pot. demandada (kW)	Participação de Usos Finais (%)	Energia Faturada (kWh/mês)	Energia Faturada fora da ponta (kWh/mês)	Energia Faturada na ponta (kWh/mês)
Equipamentos	452	214	95,0%	11.548	10.286	1.370

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Considerando todo consumo da instalação (incluindo iluminação), tem-se que os equipamentos elétricos são responsáveis por 95% do gasto energético. Por isso, todas as recomendações presentes neste trabalho são de grande importância e devem ser divulgadas a todos os estudantes que usufruem dessa instalação.

5.2.2 Iluminação

A iluminação da instalação atualmente conta com três tipos de lâmpadas: fluorescentes, LED e mista, sendo que a maioria da iluminação instalada é fluorescente. Através do levantamento de campo, foi possível estimar a quantidade total de luminárias/lâmpadas presentes na moradia (Tabela 12).

Tabela 12 - Sistema Atual da Iluminação

Tipo de equipamento / tecnologia				Fluorescente Tubular (2L)		Fluorescente Tubular (1L)	Fluorescente Compacta		LED Tubular (2L)	LED Tubular (1L)	LED Compacta		Mista
Quantidade de luminárias			304	136	5	32	18	32	5	32	9	32	3
Lâmpadas	Potência	W		40	20	32	20	30	18	9	9	15	70
	Quantidade		450	272	10	32	18	32	10	32	9	32	
Reatores	Potência	W		2,0	1,0	1,6	1,0	1,5	-	-	-	-	-
	Quantidade		223	136	5	32	18	32	-	-	-	-	-
Potência instalada		kW	15,06	11,15	0,21	1,08	0,38	1,01	0,18	0,29	0,08	0,48	0,21
Potência de demanda		kW	10.54	7.81	0.14	0.75	0.26	0.71	0.13	0.20	0.06	0.34	0.15

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Foram feitos também registros fotográficos do estado atual da iluminação na instalação (Figuras 26 e 27).

Figura 26 - Luminária de Sobrepor Fluorescente



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 27 - Lâmpadas Compactas



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Como destacado anteriormente, 81% de toda iluminação da instalação é fluorescente, o que gera uma grande perda de eficiência nesse segmento, visto que a tecnologia LED é cerca de 50% mais eficiente. Além disso, a iluminação externa também conta com lâmpadas mistas que mesmo em pequena quantidade, ainda consomem uma potência expressiva.

Por isso, neste tópico serão abordadas medidas para melhorar o desempenho energético da iluminação, o que pode ser feito das seguintes

maneiras: Medidas de Custo Zero e de Baixo Custo e Medidas para Remodelação das Instalações.

5.2.2.1 Medidas de Custo Zero e de Baixo Custo

- Instalação de sensores de presença e sinalização que lembre aos usuários desligarem equipamentos e iluminação quando não estiverem em uso;
- Seccionamento dos circuitos de iluminação ou acionamento por interruptores acionados por *wi-fi* que independem de alterações nos circuitos alimentadores;
- Dar preferência pela iluminação natural, deixando janelas e cortinas abertas ao decorrer do dia;
- Limpar constantemente as luminárias, paredes, janelas, forros, pisos e cortinas, pois a sujeira acumulada diminui o potencial e a sensação de iluminação;

5.2.2.2 Medidas para Remodelação das instalações

Troca das 364 lâmpadas fluorescentes e três mistas por lâmpadas LED de potência equivalente, seguindo a tabela de conversão de potência da iluminação presente neste trabalho. Para o caso das luminárias fluorescentes presentes, será proposto uma remodelação (*retrofit*), o que consiste em manter as luminárias atuais, apenas retirando seus reatores, para que dessa maneira, seja possível instalar lâmpadas LED nessas luminárias. Portanto, o sistema proposto fica como na Tabela 13:

Tabela 13 - Sistema Proposto para Iluminação

Tipo de equipamento / tecnologia			LED. Tub.(2L)		LED Tub.(1L)		LED Compacta		LED. Tub.(2L)		LED Tub.(1L)		LED Compacta		LED Compacta	
Quantidade de luminárias			304	136	5	32	18	32	5	32	9	32	9	32	3	
Lâmpadas	Potência	W		18	9	18	9	15	18	9	9	15	9	15	40	
	Quantidade		450	272	10	32	18	32	10	32	9	32	9	32	3,0	
Reatores	Potência	W		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Quantidade		0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Potência instalada			kW	7,35	4,90	0,09	0,58	0,16	0,48	0,18	0,29	0,08	0,48	0,12		
Potência de demanda			kW	5,15	3,43	0,06	0,40	0,11	0,34	0,13	0,20	0,06	0,34	0,08		

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Com isso, estima-se um ganho de eficiência na potência instalada e demanda de 51,2%.

Através de um levantamento com fornecedores, foi possível também calcular uma estimativa de custos para essa remodelação. Considerando o preço das lâmpadas em 3 lugares diferentes, foi obtido um preço médio. Para o custo com mão de obra, foi utilizado o valor por hora de um eletricista local. Além disso, foi também utilizado um BDI (*Budget Difference Income*) de 30%, fator muito importante para definir os custos indiretos da instalação e precificar a obra proposta da maneira mais fiel possível. Os dados do levantamento dos custos com material e mão de obra estão demonstrados nas Tabelas 14 e 15, respectivamente.

Tabela 14 - Custos de materiais

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS					
	Materiais e equipamentos	Fornecedor 1	Fornecedor 2	Fornecedor 3	Preço Médio
Iluminação	Lâmpada LED tubular 18W	R\$ 16,20	R\$ 15,87	R\$ 16,63	R\$ 16,23
	Lâmpada LED tubular 9W	R\$ 10,69	R\$ 11,90	R\$ 12,89	R\$ 11,83
	Lâmpada LED compacta 9W	R\$ 9,76	R\$ 6,50	R\$ 9,18	R\$ 8,48
	Lâmpada LED compacta 15W	R\$ 11,99	R\$ 13,98	R\$ 9,49	R\$ 11,82
	Lâmpada LED compacta 40W	R\$ 44,60	R\$ 49,00	R\$ 48,70	R\$ 47,43

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Tabela 15 - Custos Mão de Obra

Iluminação	Custo de mão de obra para remodelação de luminária tubular por unidade	R\$ 12,50
	Custo de mão de obra para troca de lâmpada por unidade	R\$ 4,00

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Com isso, pode-se calcular o investimento total para viabilização da obra, considerando sempre a opção de menor valor no mercado. Os cálculos dos materiais empregados e mão de obra estão calculados abaixo:

- Valor médio Lâmpada LED tubular 18W = R\$ 16,23
- Total de Lâmpadas a serem substituídas = 304
- BDI = 30%
- **Valor total de materiais = $(304 \times 16,23) \times 1,3 = \text{R\$ } 6.415,00$**

- Valor médio Lâmpada LED tubular 9W = R\$ 11,83
- Total de Lâmpadas a serem substituídas = 10
- BDI = 30%
- **Valor total de materiais = $(10 \times 11,83) \times 1,3 = \text{R\$ } 154,00$**

- Valor médio Lâmpada LED compacta 9W = R\$ 8,48
- Total de Lâmpadas a serem substituídas = 18
- BDI = 30%
- **Valor total de materiais = $(18 \times 8,48) \times 1,3 = \text{R\$ } 198,00$**

- Valor médio Lâmpada LED compacta 15W = R\$ 11,82
- Total de Lâmpadas a serem substituídas = 32
- BDI = 30%
- **Valor total de materiais = $(32 \times 11,82) \times 1,3 = \text{R\$ } 492,00$**

- Valor médio Lâmpada LED tubular 40W = R\$ 47,43
- Total de Lâmpadas a serem substituídas = 3

- BDI = 30%
- **Valor total de materiais = $(3 \times 47,43) \times 1,3 = \text{R\$ } 184,00$**
- Custo de mão de obra para remodelação de luminária tubular por unidade = R\$ 12,50
- Custo de mão de obra para troca de lâmpada por unidade = R\$ 4
- Número de Luminárias para Retrofit: 173
- Número de Lâmpadas para trocar: 367
- BDI = 30%
- **Valor total de Mão de Obra = $[(173 \times 12,50) + (367 \times 4)] \times 1,3 = \text{R\$ } 4720$**

Fazendo o balanço total dos preços demonstrados, tem-se na Tabela 16 o custo total do investimento para realização da obra, com materiais e mão de obra

Tabela 16 - Custo Total Para Remodelação do Sistema

	LINHA BASE	
	367	
	S/BDI	C/BDI
MATERIAIS	R\$ 5.726,00	R\$ 7.444,00
MÃO DE OBRA	R\$ 3.631,00	R\$ 4.720,00
TOTAL	R\$ 9.357,00	R\$ 12.164,00

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Para as luminárias tubulares, foi considerado o valor de *Retrofit*, que é o reaproveitamento do corpo do equipamento, apenas retirando os reatores que são presentes para lâmpadas fluorescentes.

5.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE DA PROPOSTA

Após todas as considerações descritas na análise de campo, pode-se estimar a economia real da proposta, demonstrando o ganho de eficiência e a economia total do sistema proposto.

5.3.1 Ganho em Eficiência

As Tabelas 17 e 18 fazem uma comparação da avaliação técnica do sistema antes e após a aplicação da proposta, respectivamente, e a Tabela 19 apresenta os resultados para iluminação da instalação do sistema.

Tabela 17 - Avaliação Técnica do Sistema Atual

Sistema analisado	SITUAÇÃO ATUAL					
	Pot. Instalada (kW)	Pot. demandada (kW)	Participação de Usos Finais (%)	Energia Faturada (kWh/mês)	Energia Faturada fora da ponta (kWh/mês)	Energia Faturada na ponta (kWh/mês)
Equipamentos	420	204	94,7%	11.548	10.286	1.263
Iluminação	15	11	4,9%	2.951	2.656	295
Ar-Condicionado	1	1	0,4%	64	56	8
Total	435,61	216	100,0%	14.564	12.998	1.566

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Tabela 18 - Avaliação Técnica do Sistema Após Aplicação da Proposta

Sistema analisado	SITUAÇÃO PROPOSTA					
	Pot. Instalada (kW)	Pot. demandada (kW)	Participação de Usos Finais (%)	Energia Faturada (kWh/mês)	Energia Faturada fora da ponta (kWh/mês)	Energia Faturada na ponta (kWh/mês)
Equipamentos	420	204	97,2%	11.548	10.286	1.263
Iluminação	7	5	2,4%	1.441	1.297	144
Ar-Condicionado	1	1	0,4%	64	56	8
Total	428	210	100,0%	13.054	11.639	1.415

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Em termos de eficiência, foi possível reduzir consideravelmente a potência instalada e de demanda da iluminação, o que acarretou em uma diminuição de 51,2%, como demonstrado na Tabela 19.

Tabela 19 - Resultado da Instalação do Sistema

Sistema analisado	ATUAL	PROPOSTO	
	Pot. Instalada (kW)	Pot. Instalada (kW)	% de efic. energética
Iluminação	15	7	51,2%

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Dessa maneira, pode-se obter uma iluminação equivalente a anterior, com uma eficiência consideravelmente maior, sem comprometer o conforto dos usuários, visto que todas as lâmpadas utilizadas na proposta, são de potência equivalente as instaladas atualmente.

5.3.2 Economia Total do Sistema Proposto

Para determinar a economia do sistema proposto, foram utilizadas as tarifas praticadas pela Elektro no mês de dezembro-2019 (Figura 28). Estes valores foram utilizados apenas para viés de cálculos, mesmo com o aumento ou diminuição das tarifas, a economia bruta do sistema continuará a mesma. Não foi considerado o valor da demanda contratada, este fator apenas será considerado na parte de recontração tarifária.

Figura 28 - Conta de Energia da Moradia



ELEKTRO

Elektro Redes S.A.

Rua Ary Antunes de Souza, 321 - 13053-024
Campinas - SP - CNPJ 02.328.280/0001-97
Insc. Est. 244.668.522-118
Av. Balduino Ladeira, 2052 - 79610-270 - Três Lagoas - MS
CNPJ 02.328.280/0002-78 - Insc. Est. 28.304.126-9

www.elektro.com.br

Seu Código

18435475

13/11/2019

13/12/2019

30

Data de Emissão:

Data de Apresentação:

Próxima Leitura:

Próximo Vencimento:

13/12/2019

13/12/2019

14/01/2020

18/02/2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO - ILHA SOLTEIRA

AL RIO DE JANEIRO, 630 - ALOJ. - ZONA SUL
ILHA SOLTEIRA - SP - CEP 15385-000
CNPJ - 48031918/001520 IE: 000285323601
Classificação: PODER PUBLICO / HORÁRIA VERDE / TRIFÁSICO

13/11/2019

13/12/2019

30

Data de Emissão:

Data de Apresentação:

Próxima Leitura:

Próximo Vencimento:

13/12/2019

13/12/2019

14/01/2020

18/02/2020

Nota Fiscal/Conta de Energia Elétrica

Controle Nº

Conta do Mês

Vencimento

Valor da Conta (R\$)

61745280

FAT-01-20195256319573.98

Dezembro/2019

18/01/2020

R\$9.964,77

Tensão Contratada (kV)

Limites Adequados de Tensão (kV)

Registrador

Demanda Contratada (kW)

Perdas Transformação

13.8

12.834 a 14.49

RM0498624

92

2,50%

CCI* Descrição do Produto	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante Multiplic.	Quant. Registrado	Quant. Residual	Quant. Faturado	Tarifa Formas	Valor Faturado	Base Calc. Imposto	Aliq. ICMS	Valor ICMS	Valor Total (ICMS+Formas)	
0001 CONSUMO PONTA TE kWh	843184	914384	0,024	1751,00	0,00	1751,00	0,395220	692,03	0,00	0,00%	0,00	692,03	
0001 CONSUMO PONTA TUSD kWh	843184	914384	0,024	1751,00	0,00	1751,00	1,203335	2.107,04	0,00	0,00%	0,00	2.107,04	
0001 CONSUMO FORA PONTA TE kWh	332652	338507	59	2.450	14403,00	0,00	14403,00	0,232980	3.355,81	0,00	0,00%	0,00	3.355,81
0002 CONSUMO FORA PONTA TUSD kWh	332652	338507	59	2.450	14403,00	0,00	14403,00	0,078309	1.127,89	0,00	0,00%	0,00	1.127,89
0001 CONSUMO REAT FORA PONTA TE kWh	893,25	855,12	2,450	4,00	0,00	4,00	0,245000	0,98	0,00	0,00%	0,00	0,98	
0001 DEMANDA TUSD kW	34954	35418	0,096	45,65	0,00	45,65	18,983000	1.746,16	0,00	0,00%	0,00	1.746,16	

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Sendo:

- Consumo Ponta TE kWh: R\$ 0,395220
- Consumo Ponta TUSD kWh: R\$ 1,203335
- Consumo Fora Ponta TE kWh: R\$ 0,232980
- Consumo Fora Ponta TUSD kWh: R\$ 0,078309

Vale destacar também, que não foi considerado o consumo reativo. Como a maioria das cargas dessa instalação é resistiva, dificilmente irão ocorrer ultrapassagens capacitivas ou indutivas. Para se ter uma ideia, pode-se destacar o Consumo Reativo Fora da Ponta, o qual gerou um custo de R\$ 0,98. As Tabelas 20 e

21 descrevem o resumo da avaliação econômica da instalação no estado atual e no estado com a proposta deste trabalho, respectivamente.

Tabela 20 - Avaliação Econômica: Estado Atual da Instalação

ATUAL		
Valor da Fatura fora da ponta (R\$/mês)	Valor da Fatura na ponta (R\$/mês)	Valor total da Fatura (R\$/mês)
R\$ 3.665,37	R\$ 2.276,87	R\$ 5.942,24
R\$ 826,81	R\$ 471,77	R\$ 1.298,58
R\$ 17,43	R\$ 12,79	R\$ 30,22
R\$ 4.509,62	R\$ 2.761,42	R\$ 7.271,04

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Tabela 21 - Avaliação Econômica: Estado Com a Proposta

PROPOSTA		
Valor da Fatura fora da ponta (R\$/mês)	Valor da Fatura na ponta (R\$/mês)	Valor total da Fatura (R\$/mês)
R\$ 3.665,37	R\$ 2.276,87	R\$ 5.942,24
R\$ 403,76	R\$ 230,38	R\$ 634,15
R\$ 17,43	R\$ 12,79	R\$ 30,22
R\$ 4.086,57	R\$ 2.520,04	R\$ 6.606,61

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Com isso, estima-se uma redução 9,14% na fatura mensal da instalação, o que é cerca de R\$ 664,43 de economia mensal e R\$ 7.973,21 anual. Dessa maneira, para concluir a viabilidade do investimento, pode-se fazer uma análise de *payback*. Esse indicador microeconômico indica o tempo de retorno do investimento, sendo bastante importante para tomada de decisões. Após passar o tempo de retorno determinado, o investimento começa a gerar lucro, o que pode ser utilizado para outras aplicações na instituição. Dessa maneira, pode-se concluir que quanto menor o tempo de *payback*, melhor e mais rentável é o investimento.

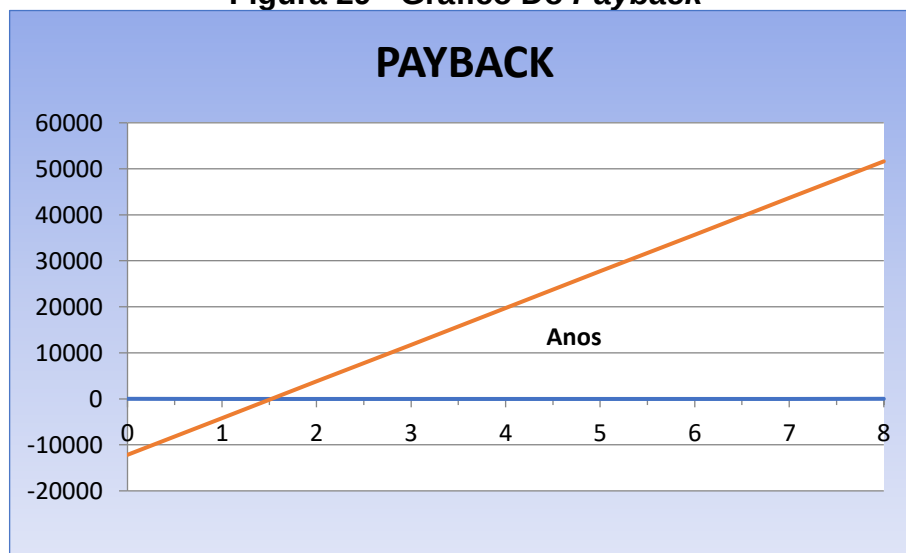
Os dados do *payback* total da proposta estão demonstrados na Tabela 22 e ilustrado no gráfico da Figura 29.

Tabela 22 - Payback Total da Obra

Custo de Implantação		R\$ 12.163,94	
Ganho Anual Previsto		R\$ 7.973,21	
SALDO A ABATER		-R\$ 4.190,74	
Anos	Fluxo de Caixa	SALDO	Retorno
0	-12.163,94	-12.163,94	0,00
1	7.973,21	-4.190,74	1,53
2	7.973,21	3.782,47	0,00
3	7.973,21	11.755,67	0,00
4	7.973,21	19.728,88	0,00
5	7.973,21	27.702,08	0,00
6	7.973,21	35.675,29	0,00
7	7.973,21	43.648,49	0,00
8	7.973,21	51.621,70	0,00
PAYBACK		Anos	1,5

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 29 - Gráfico Do Payback



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Para a moradia de estudantes da Unesp – Ilha Solteira, pode-se estimar esse retorno em cerca de 1,5 anos (1 ano e 6 meses), o que, considerando os gastos atuais com energia da instituição, mostra-se como uma grande oportunidade.

6 RECONTRATAÇÃO TARIFÁRIA

Para completar o estudo de eficiência energética na moradia de estudantes, será realizado neste tópico a análise da tarifa contratada pela instalação. Dessa maneira, pode-se comparar a tarifa atual com as outras possibilidades ofertadas pela distribuidora.

Para o caso da moradia, atualmente a tarifa contratada é do tipo Verde, pertencente ao subgrupo tarifário A4, ou seja, a instalação é trifásica e tem uma alimentação na casa dos 13.8 kV. Além disso, tem uma demanda contratada de 92 kW. Todo consumo é registrado pelo medidor **UC18435475**, o que torna o estudo mais simples, visto que todo comportamento da instalação é registrado em apenas um equipamento. Estes dados estão descritos na Tabela 23.

Tabela 23 - Análise do Contrato Atual da Moradia

Instalação	Medidor	Tensão Fornecimento	Classe Tarifária	Demanda Contratada
Moradia Estudantes	UC18435475	13.8kV	A4 - Verde	92 kW

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Junto a Elektro e a Unesp, foi possível obter também todas as faturas de energia referentes ao ano de 2019 (exceto julho), além dos dados de memória de massa da instalação, os quais serão de grande ajuda no desenvolvimento da proposta. No ano em questão, não houveram problemas que afetassem a ocupação dos estudantes no próprio, portanto, todos os dados de consumo são referentes a meses que os estudantes estavam ativamente no prédio, utilizando de toda sua estrutura.

6.1 CÁLCULO DA DEMANDA

Para definir a demanda da instalação, serão considerados alguns fatores importantes, tais como: Fator de utilização das cargas e Memória de Massa.

Através desses dados, é possível estimar a demanda contratada ideal para a instalação, evitando-se dessa maneira o pagamento de multas por ultrapassagem ou

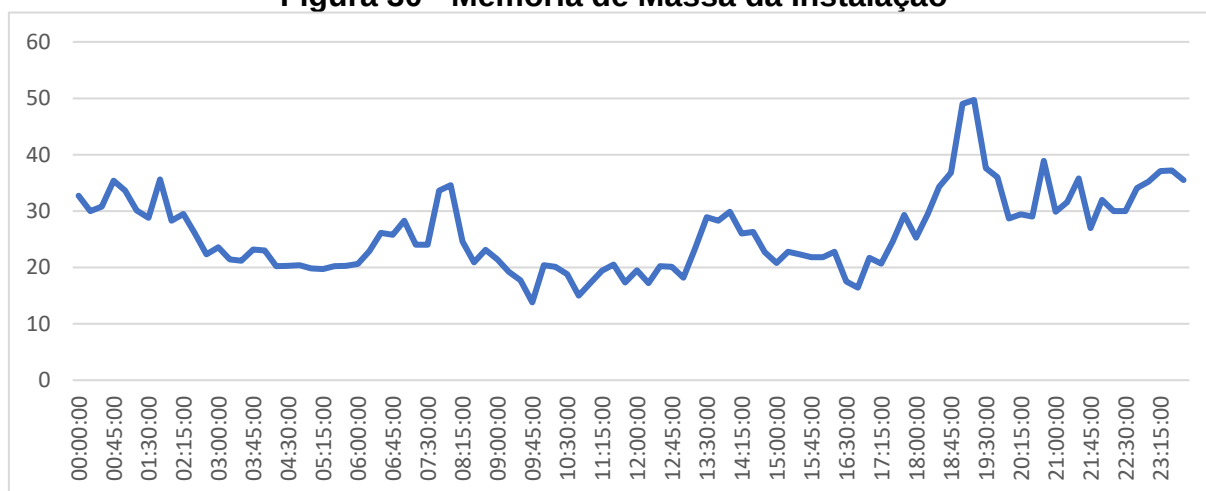
até a contratação de uma demanda maior que o necessário. Após a análise, será realizada uma comparação da nova proposta com o contrato atualmente vigente.

6.1.1 Memória de Massa

A memória de massa de uma instalação consta nas leituras integralizadas a cada 15 minutos, o que compõem o consumo total apurado no ciclo de faturamento. Esses dados podem ser utilizados para verificar o perfil de carga e consumo da unidade e desta maneira, propor mudanças e melhorias.

Para análise, foi considerado o comportamento da instalação no dia 20/03/2019, das 00:00hrs até 23:45hrs. O comportamento do dia em questão pode ser considerado típico, visto que reflete a utilização da instalação com a total utilização da estrutura elétrica da moradia estudantil (Figura 30).

Figura 30 - Memória de Massa da Instalação



Fonte: Dados da pesquisa do autor

Através do gráfico de memória de massa, pode-se concluir:

O consumo da instalação começa a crescer a partir das 18:00 hrs e mantém-se elevado até às 19:30 hrs, onde começa a diminuir. Isso indica que a maioria dos estudantes estão voltando de suas aulas e com isso, começam a utilizar as cargas elétricas da instalação;

- O consumo máximo, ocorre exatamente a 19:15hrs, o que indica o ponto onde

será trabalhado a demanda máxima da instalação;

- A partir deste ponto, o consumo da instalação começa a diminuir e mantém-se na faixa de 20-40 kWh, com algumas variações.

Segundo a Elektro, o horário de ponta definido pela concessionária é das 17:30 às 20:30, o que indica que o consumo da instalação é maior no horário de ponta. Como as tarifas nesse período são mais caras, isso é refletido significativamente na fatura final de energia.

6.1.2 Fator de Utilização

Aplicando o fator de utilização para as cargas presentes na instalação, é possível estimar a quantidade desses equipamentos que estão sendo utilizados ao mesmo tempo. Dessa maneira, é possível calcular a demanda correta da instalação para contratação (Tabela 24).

Tabela 24 - Cálculo da Demanda da Instalação

Item	QTDE	Carga Instalada	DEMANDA					
			Produto de Carga Instalada [kW] pelo Fator de Utilização					
			Fora de Ponta			Na Ponta		
		kW	Fator de utilização		kW	Fator de utilização		kW
Iluminação	304	15	0,2	9%	3	0,2	6%	3
Eletrodomésticos	48	51	0,1	16%	5,1	0,1	11%	5,1
Carregadores	544	19	0,1	6%	1,9	0,1	4%	1,9
Chuveiros	64	320	0,05	50%	16	0,1	67%	32
Câmeras	16	0,16	1	0%	0,16	1	0%	0,16
Ventiladores	280	29	0,2	18%	5,8	0,2	12%	5,8
Ar-Condicionado	1	1	0,3	1%	0,3	0	0%	0
TOTAL		435,16		100%	32,26		100%	47,96

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Com esses dados, pode-se definir que a demanda ideal contratada seria de 50 kW. Fazendo uma comparação com a demanda atualmente contratada e considerando um valor de R\$ 17,92 por kW (referente ao mês de março), o *saving* estimado apenas com a troca da demanda contratada pode ser expresso na Tabela 25:

Tabela 25 - Expectativa por *Saving* Após Negociação do Contrato

Demanda		
Contratado (kW)	92	50
Tarifa	R\$ 17,92	R\$ 17,92
Faturado	R\$ 1.648,64	R\$ 896,00
<i>Saving</i>	R\$ 752,64	

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Dessa maneira, apenas considerando a troca da demanda contratada, pode-se esperar obter uma economia de R\$ 752,64 mensais, sem ter riscos de pagar tarifas por ultrapassagem.

6.1.3 Demanda Tarifa Verde

No cálculo da demanda contratada, considerando a tarifação verde, tem-se as seguintes tarifas estabelecidas pela Elektro, demonstradas na Tabela 26:

Tabela 26 - Valor Da Tarifa Verde - Demanda

Verde	Demanda (kW)			
	Ponta	Fora de Ponta	Ultrapassagem na Ponta	Ultrapassagem Fora da Ponta
	R\$ 18,98	R\$ 18,98	R\$ 37,96	R\$ 37,96

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Portanto, pode-se calcular a taxa da demanda contratada da instalação pela seguinte fórmula:

$$PV_{demanda} = Tarifa\ de\ Demanda \times Demanda\ Contratada$$

$$PV_{demanda} = 18,98 \times 50 = \mathbf{R\$ 949,00}$$

6.1.4 Demanda Tarifa Azul

Agora, considerando a tarifação azul, tem-se as tarifas estabelecidas pela Elektro, demonstradas na Tabela 27:

Tabela 27 - Valor da Tarifa Azul - Demanda

Azul	Demanda (kW)			
	Ponta	Fora de Ponta	Ultrapassagem na Ponta	Ultrapassagem Fora da Ponta
	R\$ 46,18	R\$ 18,98	R\$ 92,36	R\$ 37,96

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Neste caso específico, existem dois valores a serem considerados, tanto a demanda contratada na ponta, quanto a fora de ponta. Como anteriormente pontuado, a demanda na ponta será de 50 kW para evitar possíveis multas e a fora de ponta 40 kW, o que foi identificado como ideal considerando os dados da memória de massa da instalação.

Com isso, pode-se calcular a demanda com a tarifação azul pela fórmula:

$$PA_{demanda} = (Tarifa\ de\ Demanda\ na\ ponta \times Demanda\ Contratada\ na\ ponta) + (Tarifa\ de\ Demanda\ fora\ da\ ponta \times Demanda\ Contratada\ fora\ da\ ponta)$$

$$PA_{demanda} = (46,16 \times 40) + (18,98 \times 50) = \mathbf{R\$ 3.068,20}$$

6.2 CÁLCULO DO CONSUMO

Para o cálculo do consumo, será considerado o consumo médio na ponta e fora da ponta no ano de 2019 (Tabela 28). Para isso, foram utilizadas todas as faturas desse ano (exceto julho). Com esses dados, será feita uma comparação entre a tarifação Azul e Verde e o custo para cada uma.

Tabela 28 - Cálculo do Consumo Médio da Instalação em 2019

Ano	Mês Referência	Consumo na Ponta (kWh)	Consumo Fora da Ponta (kWh)
2019	Janeiro	613	5.887
	Fevereiro	566	5.048
	Março	1.628	12.693
	Abril	2.009	15.076
	Maio	2.005	16.219
	Junho	2.365	13.360
	Julho	-	-
	Agosto	1.086	6.912
	Setembro	1.956	13.116
	Outubro	1.844	14.425
	Novembro	1.647	13.366
	Dezembro	1.751	14.403
Consumo Médio		1.751	13.360

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Através da média de todos esses valores, é possível definir o consumo médio durante o ano, sendo na ponta de 1.751 kWh e fora da ponta de 13.360 kWh. Através destes valores, pode-se fazer uma projeção do valor pago no consumo para as diferentes tarifas aplicáveis.

6.2.1 Consumo Tarifa Verde

Considerando as tarifas vigentes definidas pela Elektro, tem-se, na Tabela 29:

Tabela 29 - Valor da Tarifa Verde - Consumo

Tarifa Verde	Consumo (R\$/kWh)					
	Ponta			Fora da Ponta		
	TUSD	TE	TUSD+TE	TUSD	TE	TUSD+TE
	1,20334	0,39522	1,59856	0,07831	0,23298	0,31129

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Portanto, pode-se calcular o valor do consumo da instalação considerando a tarifação verde pela fórmula:

$$PV_{consumo} = (Tarifa de Consumo na ponta \times Consumo Medido na ponta) + (Tarifa de Consumo fora da ponta \times Consumo Medido fora da ponta)$$

$$PV_{consumo} = (1,59856 \times 1751) + (0,31129 \times 13360) = \text{R\$ 6.957,91}$$

6.2.2 Consumo Tarifa Azul

Considerando as tarifas vigentes definidas pela Elektro, tem-se, na Tabela 30:

Tabela 30 - Valor da Tarifa Azul - Consumo

Tarifa Azul	Consumo (R\$/kWh)					
	Ponta			Fora da Ponta		
	TUSD	TE	TUSD+TE	TUSD	TE	TUSD+TE
	0,07831	0,39522	0,47353	0,07831	0,23298	0,31129

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Portanto, pode-se calcular o valor do consumo da instalação considerando a tarifação azul pela fórmula:

$$PA_{consumo} = (Tarifa de Consumo na ponta \times Consumo Medido na ponta) + (Tarifa de Consumo fora da ponta \times Consumo Medido fora da ponta)$$

$$PV_{consumo} = (0,47353 \times 1751) + (0,31129 \times 13360) = \text{R\$ 4.987,99}$$

Integralizando os dados obtidos, tem-se o total dos dispêndios com cada tarifa, levando em consideração apenas o consumo da instalação (Tabela 31).

Tabela 31 - Comparação do Valor Total das Tarifas

Tarifa	Horário	Potência (kWh)	Faturado (R\$)	Total
Azul	Ponta	1.751	829,20	R\$ 4.987,99
	Fora de Ponta	13.360	4158,80	
Verde	Ponta	1.751	2799,10	R\$ 6.957,91
	Fora de Ponta	13.360	4158,80	

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Como trata-se de uma instalação com perfil residencial, pode-se esperar que o consumo seja mais acentuado no horário da ponta. Dessa maneira, é bastante

claro a vantagem de utilizar a tarifa Verde, visto que a tarifa Azul tem taxas consideravelmente maiores para o horário da ponta.

6.3 ESCOLHA DA TARIFA

Por fim, após a realização de todos os cálculos com as duas tarifas para contratação e considerando as demandas contratadas recomendadas, tem-se o balanço econômico na Tabela 32:

Tabela 32 - Balanço Geral para Escolha da Tarifa

Tarifa	Consumo	Demanda	Total
Verde	R\$ 6.957,91	R\$ 949,00	R\$ 7.906,91
Azul	R\$ 4.987,99	R\$ 3.068,20	R\$ 8.056,19

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Com isso, chega-se à conclusão que a tarifa verde é mais barata que a azul em cerca de R\$ 150,00. Por isso, é possível concluir que é mais interessante manter o contrato atual, apenas realizando a troca da demanda contratada para 50 kW, dessa maneira a economia estimada será cerca de R\$ 752,64 mensais.

7 BALANÇO GERAL DAS PROPOSTAS

Após a realização dos estudos de carga e tarifa, pode-se fazer o balanço final dessas duas propostas somadas e analisar o retorno financeiro. Este levantamento considera tanto a utilização da proposta de renovação da iluminação, quanto da recontratação tarifária (Tabela 33).

Tabela 33 - Balanço Geral da Proposta

Balanço das Propostas	Economia	
	Mensal	Anual
Proposta de Troca da Iluminação	R\$ 664,43	R\$ 7.973,16
Proposta de Recontratação Tarifária	R\$ 752,64	R\$ 9.031,68
Total	R\$ 1.417,07	R\$ 17.004,84

Fonte: Dados da pesquisa do autor

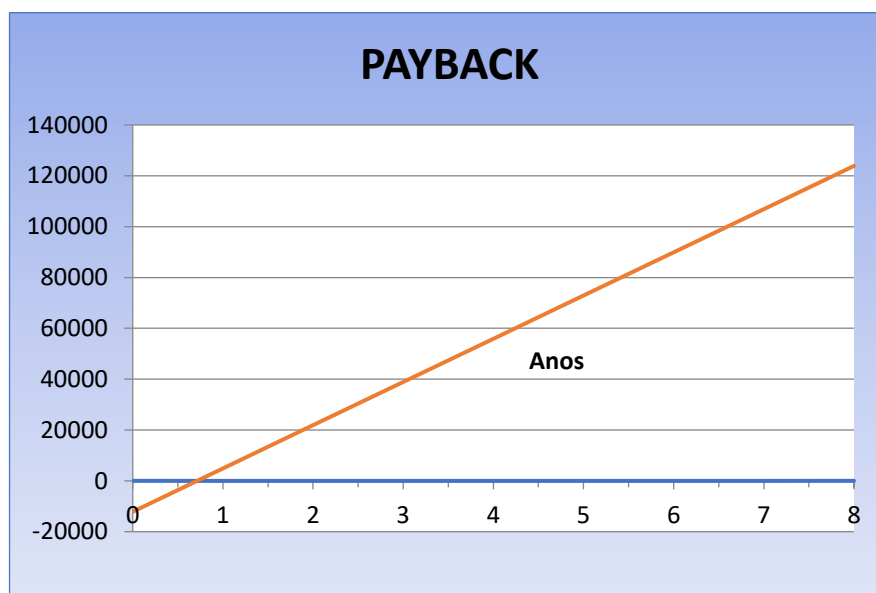
Com isso, com a implementação das duas propostas, levando em consideração o investimento inicial para troca de iluminação, o *payback* estimado também vai ser reduzido. Fazendo a nova análise de *payback*, temos descrito na Tabela 34 e na Figura 31.

Tabela 34 - Payback Geral da Proposta

Custo de Implantação		R\$ 12.163,94	
Ganho Anual Previsto		R\$ 17.004,84	
SALDO A ABATER		R\$ 4.840,90	
Anos	Fluxo de Caixa	SALDO	Retorno
0	-12.163,94	-12.163,94	0,72
1	17.004,84	4.840,90	0,00
2	17.004,84	21.845,74	0,00
3	17.004,84	38.850,58	0,00
4	17.004,84	55.855,42	0,00
5	17.004,84	72.860,26	0,00
6	17.004,84	89.865,10	0,00
7	17.004,84	106.869,94	0,00
8	17.004,84	123.874,78	0,00
PAYBACK		Anos	0,7

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 31 - Gráfico do *Payback* Geral da Proposta



Fonte: Dados da pesquisa do autor

A partir dessa premissa, somando as duas propostas, a economia anual prevista é de cerca de R\$ 17.004,84, o que gera um *payback* de aproximadamente 8 meses, o que pode ser considerado um investimento de curto prazo bastante rentável.

8 CONCLUSÃO

A moradia estudantil da Unesp – Ilha Solteira, como exposto no decorrer deste trabalho, apresenta diversos pontos de melhoria em sua eficiência energética. Com a análise de campo para identificação das cargas instaladas, foi possível destacar diversas melhorias, principalmente na iluminação. Já na questão tarifária, a partir da análise da memória de massa da instalação, foram encontradas algumas falhas, as quais estavam gerando um gasto desnecessário para a universidade.

Para as cargas instaladas, especificamente as que não podem ser trocadas (eletrodomésticos e equipamentos dos estudantes), foram geradas diversas recomendações para aumentar a eficiência em seu uso. Primeiramente, a importância da escolha de equipamentos que têm o selo PROCEL anexado, com classificação A. Além disso, as recomendações de uso também são imprescindíveis para garantir o máximo de eficiência possível e devem ser passadas para todos os estudantes.

No caso da iluminação, foi constatado que a instalação ainda apresenta um grande número de lâmpadas e luminárias fluorescentes, as quais como demonstram estudos, consomem cerca de 50% a mais que as LEDs. Por isso, foi desenvolvida uma proposta para substituição de toda essa iluminação, que fará com que toda instalação apenas utilize tecnologia LED. Dessa maneira, a economia estimada será cerca de 35% anualmente, o que, além de gerar uma grande economia para universidade, também contribuirá positivamente na questão ambiental.

Outro ponto muito importante abordado, foi a recontratação tarifária de instalação, que atualmente conta com a tarifa verde e uma demanda contratada de 92 kW. Após os estudos microeconômicos desse contrato, também foi constatado que esse modelo atual está sobre dimensionado, o que gera gastos desnecessários para instalação. Por isso, foi proposta a troca dessa demanda contratada para 50 kW, o que vai resultar em um significativo ganho econômico, além de evitar que sejam pagas multas por ultrapassagem.

Por fim, pode-se concluir que a implementação das duas propostas apresentadas nesse trabalho é de grande importância para aumentar a eficiência energética da instalação, além de gerar um retorno financeiro anual na casa dos 60%, que pode ser utilizado para reinvestimento em outras áreas da universidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT “Iluminância de interiores – Especificação”, NBR 5413, Brasil, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT “Verificação de iluminância de interiores - Procedimento”, NBR 5382, Brasil, 1985.

AODBRAZIL. LED vs Fluorescente Compacta vs Incandescentes. Disponível em: http://www.aodbrazil.com/aod/portugues/imprensa/catalogos/LED_CFL_Lampadas-Incandescentes.pdf. Acesso em 02 de setembro. 2021.

BEN - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2005, Ministério de Minas e Energia

Como funcionam as lâmpadas LED - Mundo da Elétrica. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funcionam-as-lampadas-led/>. Acesso em: 31 maio. 2021.

ELEKTRO. Disponível em: <https://www.elektro.com.br/sua-casa/tarifas-taxas-e-tributos>. Acesso em: 31 maio. 2021.

Eletrobrás. Disponível em: <http://www.eletrobras.com.br>. Acesso em: 31 maio. 2021.

Eletrobrás / PROCEL EDUCAÇÃO. Conservação de Energia - Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações. 3.ed. Itajubá, 2006.

Equivalência entre lâmpadas de LED e Convencional - Edificasa Revendedora - Materiais de Construção, Elétrica e Acabamentos. Disponível em: <http://edificasarevendedora.com.br/equivalencia-entre-lampadas-de-led/>. Acesso em: 31 maio. 2021.

INMETRO. Disponível em: https://www2.inmetro.gov.br/pbe/a_etiqueta.php. Acesso em: 31 maio. 2021.

MANUAL DE TARIFAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. [s.l: s.n.].

NOGUEIRA, L.A.H., Auditoria Energética, notas de aula, Escola Federal de Engenharia de Itajubá, 1990

NOGUEIRA, L.A.H., "A análise energética na otimização de processos industriais", Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, nº 1, vol .XL, Itajubá, 1986

O apagão energético de 2001. Apagão de 2001 - Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiab/apagao.htm>. Acesso em: 31 maio. 2021.

ONS reduz para 15,5% previsão de nível de reservatórios do Sudeste | Brasil | Valor Econômico. Disponível em:

<<https://valor.globo.com/brasil/noticia/2014/11/07/ons-reduz-para-155-previsao-de-nivel-de-reservatorios-do-sudeste.ghtml>>. Acesso em: 31 maio. 2021.

PROCEL. Disponível em:

<<http://www.eletronbras.com/CatalogoSeloProcel2008/artigo.html?cod=artigo>>.

Acesso em: 31 maio. 2021.

Sensores de presença: confira como funcionam e quais as vantagens.

Disponível em: <<http://pgbsecurity.com.br/blog/sensores-de-presenca-confira-como-funcionam-e-quais-as-vantagens/>>. Acesso em: 31 maio. 2021.