

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA ELÉTRICA
RODRIGO COUTO DA SILVA**

**EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA DO CAMPUS 1 DO CENTRO UNIVERSITÁRIO
DO SUL DE MINAS - UNIS**

**Varginha
2016**

RODRIGO COUTO DA SILVA

**EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA DO CAMPUS 1 DO CENTRO UNIVERSITÁRIO
DO SUL DE MINAS - UNIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS como pré-requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Elétrica sob orientação do Prof. Me. Josué Alexandre Aquino.

**Varginha
2016**

RODRIGO COUTO DA SILVA

**EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA DO CAMPUS 1 DO CENTRO UNIVERSITÁRIO
DO SUL DE MINAS - UNIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Elétrica pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: 07/12/2016

Prof. Mcs. Josué Alexandre Aquino

Prof. Esp. Thiago Cornélio da Fonseca

Eng. Adilson Amaro da Silva

OBS:

Dedico este trabalho aos meus familiares, principalmente minha esposa Viviane e meu filho Gabriel que me incentivaram e tiveram paciência nos dias em que as coisas não estavam indo muito bem, sempre acreditando que daria certo e que eu teria capacidade para concluí-lo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente a Deus pela sabedoria e perseverança nas horas de dificuldade e por me dar forças para ajudar na conclusão deste trabalho. Agradeço a Nossa Senhora por estar sempre ao meu lado me guiando e me protegendo. Agradeço a minha esposa Viviane e filho Gabriel pela força e motivação. Agradeço aos meus familiares e amigos por acreditarem e me ajudar de alguma maneira. Ao orientador Prof. Me Josué Alexandre Aquino, que me ajudou na construção deste trabalho. A todos os profissionais do Grupo UNIS, principalmente no campus 1 que me ajudaram compartilhando informações e seu tempo para que este trabalho pudesse ser concluído.

“O insucesso é apenas uma oportunidade para
recomeçar com mais inteligência”

Henry Ford

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo subsidiar a concepção de eficiência energética do campus 1 do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, no que diz respeito a parte do complexo abastecida pela cabine de energia. Para tal, foi realizado levantamento de todos equipamentos elétricos, eletrônicos e lâmpadas alimentados pela cabine. Foram verificados consumo e eficiência de todos os equipamentos, formulando uma base para estudo e eficiência do sistema com especificação de melhorias necessárias. Foi realizado um estudo teórico dos temas eficiência energética e qualidade de energia, com levantamento das informações pertinentes para embasamento do trabalho. Realizou-se também uma análise da qualidade de energia do sistema com analisador Fluke, com levantamento dos dados obtidos durante uma análise semanal e tratamento dos mesmos, a fim de se obter o panorama atual verificando a real qualidade da energia fornecida pela concessionária e identificando possíveis pontos que podem ser corrigidos. Ao final com a eficiência proposta na planta de iluminação, pode-se gerar uma economia de 25,78% no consumo final de energia com um retorno do investimento realizado em pouco mais de um ano, assim como a melhoria da rede de distribuição interna com proposição de um rastreamento e redistribuição das cargas, objetivando a solução do desbalanceamento de carga entre as fases.

Palavras-chave: Eficiência energética. Cabine de força. Qualidade de energia. Fluke.

ABSTRACT

This study aims to support the design of energy efficiency on campus 1 University Center South Mine - UNIS, as regards the part of the complex fueled by energy cabin. For such survey was carried out of all electrical, electronic and lamps powered by the cabin. They checked consumption and efficiency of all equipment, formulating a basis for study and efficiency of the system with specification of necessary improvements. a theoretical study of the issues energy efficiency and power quality survey of the relevant information to the foundation work was done. It was also carried out an analysis of power quality system with Fluke analyzer, with survey data obtained during a weekly analysis and processing of data in order to obtain the current situation and check the actual quality of the power supplied by the utility and identifying possible points that can be corrected. At the end with the proposed efficiency lighting plant, it can generate savings of 25.78% in final energy consumption with a return on investment in just over a year, as well as improving the internal distribution network propose a tracking and redistribution of loads, aiming at the solution of the load unbalance between phases.

Keywords: *Energy Efficiency. Power Cabin. Power Quality. Fluke.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processos de conversão energética	16
Figura 2 - Energia nuclear e atômica.....	17
Figura 3 - Etiqueta de eficiência energética residencial	19
Figura 4 - Consumo médio residencial.....	21
Figura 5 - Etapas de uma auditoria energética	26
Figura 6 - Espectro eletromagnético.....	27
Figura 7 - Fluxo luminoso	28
Figura 8 - Intensidade luminosa	29
Figura 9 - Iluminância	30
Figura 10 - Luminância	31
Figura 11 - Índice de reprodução de cor.....	32
Figura 12 - Temperatura de cor	32
Figura 13 - Lâmpada fluorescente compacta.....	34
Figura 14 - Lâmpada mista.....	35
Figura 15 - Lâmpada a vapor de mercúrio	35
Figura 16 - Lâmpada a vapor de sódio	36
Figura 17 - Lâmpada de multi vapor metálico	37
Figura 18 - Lâmpada LED compacta	37
Figura 19 - Processo de eletroluminescência do LED.....	39
Figura 20 - Fluxograma frigorígeno	41
Figura 21 - Quadro de distribuição geral.....	46
Figura 22 - Transformador trifásico 13,8kV/220V	47
Figura 23 - Multimedidor	47
Figura 24 - Analisador de qualidade de energia Fluke 435.....	48
Figura 25 - Ligação do analisador de qualidade de energia	49
Figura 26 - Configuração salva do analisador	49
Figura 27 - Parâmetros das leituras	50
Figura 28 - Defasagem de tensão entre fases	50
Figura 29 - Defasagem de corrente entre fases.....	51
Figura 30 - Comparativo entre situação atual e proposta	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo custo-benefício iluminação residencial	22
Quadro 2 - Consumo final energético no setor industrial brasileiro 2015.....	23
Quadro 3 - Ganho em eficiência luminosa	54
Quadro 4 - Estimativa de redução	55
Quadro 5 - Carga de iluminação de baixa eficiência.....	56
Quadro 6 - Carga de iluminação proposta	56
Quadro 7 - Demonstrativo de redução e investimento	58

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACJ – Ar Condicionado de Janela

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BEN – Balanço Energético Nacional

BTU – *British Thermal Unit*

CGIEE – Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética

CONPET – Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural

ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

HE – *High Efficiency*

HO – *High Output*

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IRC – Índice de Reprodução de Cor

LED – Light Emitting Diode

MME – Ministério de Minas e Energia

ONS- Operador Nacional do Sistema Elétrico

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

PEE – Programa de Eficiência Energética das Concessionárias Distribuidoras de Energia Elétrica

PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.

PNE – Plano Nacional de Energia

PNEf – Plano Nacional de Conservação de Energia

PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional

QDG – Quadro de Distribuição Geral

SPE – Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética

SIN – Sistema Interligado Nacional

TEP – Tonelada Equivalente de Petróleo

TR – Tonelada de Refrigeração

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Energia.....	15
2.1.2 Energia química.....	16
2.1.1 Energia nuclear e atômica.....	16
2.1.3 Energia elétrica	17
2.1.4 Energia Térmica	17
2.1.5 Energia mecânica.....	17
2.2 Eficiência energética e qualidade de energia	18
2.2.1 Cenário da eficiência energética no Brasil	18
2.2.2 Eficiência energética residencial	21
2.2.3 Eficiência energética na indústria.....	22
2.2.4 Eficiência bioclimática	23
2.2.5 Qualidade de energia	24
2.2.6 Auditoria energética	25
2.2.7 Procedimentos de efficientização energética	25
2.3 Conceitos luminotécnicos	27
2.3.1 Luz	27
2.3.2 Fluxo luminoso	28
2.3.3 Eficiência luminosa	28
2.3.4 Intensidade luminosa	29
2.3.5 Iluminância ou Iluminamento.....	29
2.3.6 Luminância	30
2.3.7 Índice de reprodução de cor (IRC)	31
2.3.8 Temperatura de cor.....	32
2.3.9 Vida útil ou vida média	32
2.4 Lâmpadas	33
2.4.1 Tipos	33
2.4.1.1 Lâmpadas fluorescentes.....	33
2.4.1.2 Lâmpadas de luz mista	34
2.4.1.3 Lâmpadas a vapor de mercúrio.....	35
2.4.1.4 Lâmpadas a vapor de sódio	36
2.4.1.5 Lâmpadas multi vapor metálico	36
2.4.1.6 Lâmpadas LED	37
2.5 LED	38
2.5.1 Definição	38
2.5.2 Histórico	38
2.5.3 Princípio de funcionamento.....	38
2.6 Climatização ou condicionamento de ar.....	39
2.6.1 Tipos de Climatizadores	40
2.6.2. Utilização Eficiente	41
2.7 Tarifação energética	42
2.8 Normatização e Legislação	43
2.8.1 Lei 10.295	43
2.8.2 Leis de investimentos em pesquisa e desenvolvimento	43
2.8.3 NBR 6401	44
2.8.4 Resolução normativa n° 414.....	44

2.8.5 PRODIST	44
3 TRABALHO DE CAMPO.....	46
4 TRATAMENTO DOS RESULTADOS.....	52
5 CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE A – Levantamento de campo	63
APÊNDICE B – Informações do analisador	70
APÊNDICE C – Situação após efficientização.....	71
APÊNDICE D – Gráficos do consumo atual.....	72
APÊNDICE E – Gráficos do consumo após efficientização.....	74

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é essencial e, muitas vezes, indispensável para o funcionamento dos mais diversos setores e atividades da sociedade. Dela depende o funcionamento da maior parte dos equipamentos de edificações residenciais, comerciais e públicas (LAMBERTS et al., 2010).

Com o objetivo de melhoria na eficiência energética e redução no consumo de energia, pretende-se ao final deste trabalho subsidiar, ao nível de projeto, a concepção de medidas de efficientização energética do campus 1 do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, combinada a análise de qualidade de energia fornecida pela concessionária.

O complexo do campus 1 do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS tem seu abastecimento de energia realizado através de uma cabine de força de 150 kVA e mais alguns padrões de baixa tensão. Devido a este fato, será realizado o desenvolvimento do trabalho tomando como base somente a cabine de força e a parte do complexo por ela alimentada, desconsiderando os setores alimentados pelos medidores de baixa tensão.

Para tal será realizada a caracterização energética do complexo com levantamentos de todos os sistemas elétricos eletrônicos e de iluminação que compõem o quadro de distribuição de cargas da cabine de força.

De posse das informações necessárias, serão realizados os cálculos de consumo individualizado por tipo de equipamento, analisando os resultados obtidos estabelecendo medidas a serem tomadas a fim de minimizar o consumo energético nos pontos onde forem identificados e conseqüentemente reduzindo a fatura de energia.

A constante busca de tecnologias e metodologias de economia de energia visando a eficiência energética e economia financeira é um ponto que reforça e justifica o trabalho realizado, de forma que ao final deste, pretende-se estabelecer parâmetros técnicos que possam justificar alterações que se façam necessárias na planta elétrica de cargas, visando tal eficiência.

O trabalho apresentado será estruturado de forma que o trabalho de campo seja executado seguindo a sequência de ações dispostas abaixo:

- a) Reconhecimento do local de trabalho, incluindo cabine de força e todos os ambientes alimentados pela mesma,
- b) Levantamento de todos equipamentos que compõem a planta de cargas alimentada pela cabine e planilhamento para análise inicial,
- c) Instalação do Analisador de Qualidade de Energia FLUKE modelo 435, para monitoração durante 7 dias, retirando um mínimo de 1008 leituras conforme estabelecido pelo Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional

(PRODIST), para análise da qualidade de energia fornecida pela concessionária e análise do consumo do sistema,

- d) Planilhamento dos dados obtidos analisador de qualidade e verificação da eficiência energética,
- e) Tratamento dos dados levantados das cargas e do analisador para estabelecimento das ações a serem tomadas para finalização do trabalho.

Com a conclusão das etapas citadas será estabelecido um diagnóstico energético do campus e conseqüentemente os parâmetros e medidas a serem adotadas para a efficientização energética do mesmo.

Nos próximos capítulos serão tratados todos os tópicos pertinentes a realização e conclusão do presente trabalho.

No capítulo 2 será abordado o referencial teórico que se faz necessário ao desenvolvimento e embasamento conceitual de todo o trabalho, tratando das definições de energia, passando pelo cenário da eficiência e qualidade de energia do país em alguns setores da sociedade, em seguida serão abordados algumas definições e conceitos luminotécnicos. Continuando este capítulo, será tratado sobre o histórico e tipos de lâmpadas, sobre a teoria do diodo emissor de luz ou em inglês *Light Emitting Diode* (LED) e sobre climatização, além de abordar sobre tarifação e normatização aplicadas ao contexto do trabalho.

A seguir no capítulo 3, será tratado sobre o trabalho de campo realizado para levantamento das informações necessárias para a análise da qualidade de energia e efficientização propostas.

No capítulo 4 serão tratados os resultados obtidos e levantados em campo para concepção do projeto de efficientização energética e especificação das medidas a serem adotadas para tal.

Finalizando teremos o capítulo 5 onde serão apresentadas as conclusões que foram retiradas de todos os processos realizados durante o desenvolvimento deste, e logo após as referências consultadas para a pesquisa apresentada dentro do presente trabalho, assim como apêndices com os quadros e gráficos obtidos com os trabalhos realizados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para elaboração deste trabalho de pesquisa e de campo é necessário entender alguns cenários e conceitos. Para tal, foi desenvolvido um trabalho de pesquisa afim de proporcionar embasamento teórico à metodologia que será aplicada.

2.1 Energia

Poucas palavras suportam tantos sentidos e definições como energia. No Século IV A.C., Aristóteles em sua obra *Metafísica*, identificava energia (“*energeia*”) como uma realidade em movimento (VIANA, 2012).

A definição mais encontrada em livros diz que energia é a medida da capacidade de realização de trabalho, o que não pode ser dito como verdade absoluta, visto que se aplica somente a algumas formas de energia que se transformam totalmente em outras como a mecânica e a elétrica, porém a energia através do calor é contraditória a esta definição pelo fato de se converter apenas parcialmente em trabalho, principalmente próxima da temperatura ambiente.

Uma definição que pode ser considerada um pouco mais correta é que energia é aquilo que permite uma mudança na configuração de um sistema em oposição a uma força que resiste a esta mudança, proposta por James Clerk Maxwell em 1872.

A Primeira Lei da Termodinâmica ou Lei da Conservação de Energia refere-se ao que se pode dizer como na natureza a energia não pode ser criada nem consumida, apenas transformada, exceto quando se tem reações atômicas ou nucleares quando se pode ter a transformação de massa em energia. Partindo deste princípio podemos dizer que a energia que entra é igual a soma da energia do sistema e da energia que sai.

Na natureza a energia pode ser encontrada em diversos tipos que podem ser convertidas entre si, observando-se a existência de calor e trabalho neste processo de conversão, de acordo com a Lei da Dissipação da Energia que estabelece que sempre deve existir uma parte de energia térmica com resultado em todos os tipos de conversão de energia, com exceção da conversão de outras formas de energia para a própria energia térmica, o que quer dizer que em outros processos de conversão sempre existe perda na forma de calor.

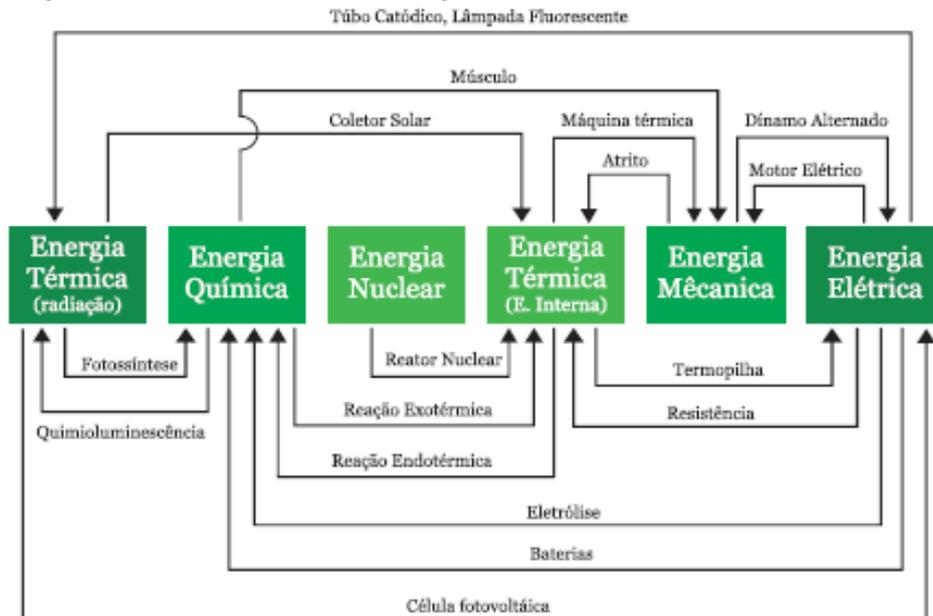
Dentre as formas de energia encontradas podemos citar algumas:

- a) Química,
- b) Nuclear e Atômica,

- c) Elétrica,
- d) Térmica e
- e) Mecânica.

Todas as formas citadas acima entre outras existem como dito, são conversíveis entre si com pode ser visto na figura abaixo:

Figura 1 - Processos de conversão energética



Fonte: (VIANA, 2012).

2.1.2 Energia química

Obtida por meio de reações químicas onde existe mais energia nas ligações das moléculas dos reagentes do que nas moléculas dos produtos. Observa-se a conversão da energia química de alguns combustíveis como gasolina, álcool ou lenha em processos de combustão, em térmica como gases em temperaturas elevadas.

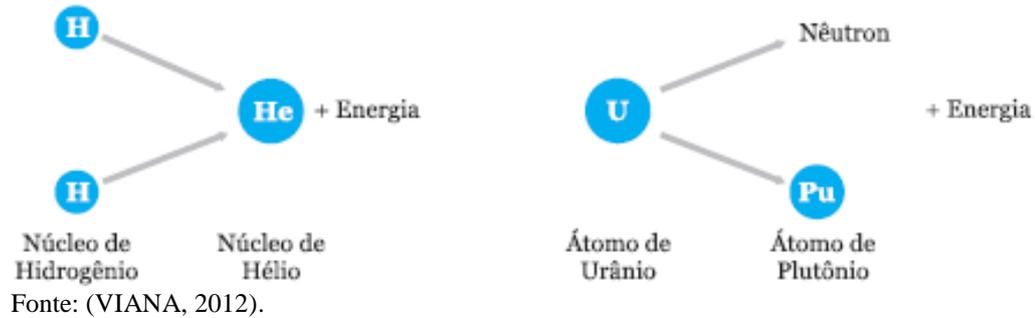
Pode-se também observar a conversão de energia química em elétrica em baterias e pilhas.

2.1.1 Energia nuclear e atômica

São energias fundamentais para os processos básicos de conversão energética do universo, em nível atômico, relacionam-se com a fissão de átomos de elementos como hidrogênio, urânio, plutônio, entre outros, que em decorrência da instabilidade provocada ou

natural de isótopos destes elementos, fissionam-se convertendo-se em elementos de número atômico menor, liberando energia em função da perda de massa essencialmente na forma de calor.

Figura 2 - Energia nuclear e atômica



2.1.3 Energia elétrica

Fenômeno associado a circulação de cargas elétricas em um campo elétrico, definido pelo produto da potência elétrica e o tempo em que ela se desenvolve. Já a potência é obtida pelo produto da corrente e da tensão entre dois pontos onde esta corrente circula.

A corrente existe de duas formas básicas sendo contínua com valor constante no tempo e alternada variando senoidalmente a uma frequência de 60 ciclos por segundo ou 60Hz no caso do Brasil.

2.1.4 Energia Térmica

É apresentada de duas formas: energia interna ou radiação térmica. A energia interna é obtida pela agitação térmica de um objeto, medida por sua temperatura onde quanto maior sua temperatura maior sua energia. A radiação térmica se trata de uma radiação eletromagnética e não necessita de nenhum meio de transporte.

2.1.5 Energia mecânica

A energia mecânica pode ser tanto potencial quanto cinética. A potencial está associada a uma força estática acumulada com pode ser percebida na forma de energia hidráulica acumulada em uma represa. No caso da forma cinética está ligada a inércia das massas em

movimento considerando-se velocidades lineares como por exemplo a eólica, ou movimentos rotacionais com o exemplo dos volantes de inércia.

2.2 Eficiência energética e qualidade de energia

Dois conceitos que tem sido muito debatidos no contexto atual são eficiência energética e qualidade de energia e podem ser definidos como:

- a) Eficiência Energética: otimização ou racionalização aplicado ao consumo sustentável de energia, aplicando estratégias de combate ao desperdício de energia ao longo do processo de produção e consumo, que vai desde a produção, passando pela distribuição até o consumo eficiente e o uso racional dos recursos.
- b) Qualidade de Energia: Do ponto de vista acadêmico, qualidade de energia elétrica é a disponibilidade da energia elétrica, com forma de onda senoidal e pura, sem alterações na amplitude, proveniente de uma fonte de potência infinita (ALVES, 2010).

2.2.1 Cenário da eficiência energética no Brasil

Nos últimos anos o mundo tem buscado, através de pesquisas em diversos setores, uma maior efetividade em todos os processos do nosso cotidiano. É baseado nesse intuito que algumas empresas procuram unir efetividade com comodidade.

No setor residencial é fácil notar as intensas novidades de paredes feitas de materiais que absorvem melhor a energia térmica e até torneiras com sensores para melhor racionamento de água.

No setor elétrico residencial tem-se o crescente número de residências com painéis solares a fim de utilizar a energia térmica advinda do sol ao invés de energia elétrica convencional durante os banhos.

Além disso, segundo o Museu da Cemig situado em Lavras, uma geladeira de décadas atrás consome no mês o que uma família de quatro pessoas gasta, em média, no mesmo período, o que demonstra uma incrível melhora através, principalmente da certificação para mostrar a eficiência energética dos equipamentos.

Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) (2010), Solange Nogueira, gerente da Divisão de Eficiência Energética em Edificações das Centrais Elétricas Brasileiras S.a. (Eletrobrás)/Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL) afirma que “a necessidade da redução do consumo de energia nas edificações é um

aspecto presente tanto nos projetos de novos edifícios como também na discussão de políticas públicas”, pois os edifícios correspondem a 45% do consumo de energia elétrica no país, sendo as residências 22% desse consumo total.

A conjuntura atual do setor elétrico brasileiro está muito semelhante ao que existia em 2001, ou seja, naquele período existiu um crescimento da demanda, escassez de oferta e restrições financeiras, socioeconômicas e ambientais à expansão do sistema (ANEEL, 2002).

Investir em fontes renováveis não quer dizer esquecer a conservação de energia, pois, é por meio da eficiência energética que se pode evitar a necessidade de geração no curto prazo. Sendo eficientes em relação ao consumo de energia, contribui-se para o desenvolvimento sustentável do país. Com o intuito de desenvolver ações concretas no sentido de alcançar eficiência no consumo de energia elétrica, no consumo racional da água e na utilização dos condicionantes bioclimáticos, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para diminuição desse consumo (DA SILVA; JORDÃO; DE OLIVEIRA; RESENDE; CAPUTO, 2015).

A energia e o desenvolvimento sempre vão estar interligados. Neste sentido é preciso levantar maneiras de equacionar todas as questões: desenvolvimento humano, desenvolvimento sustentável, suas fontes, seus impactos, seus recursos naturais no âmbito de um meio ambiente sustentável (LIMA, 2013).

A Eletrosul, em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina e a Eletrobrás, construiu no pátio de sua Sede, a Casa Eficiente, com o objetivo de servir como laboratório para edificações eficientes e contribuir para a divulgação dos conceitos nela aplicados.

Figura 3 - Etiqueta de eficiência energética residencial



Fonte: (PBEEDIFICA, 2011).

No Brasil existem várias instituições que tratam do tema eficiência energética com regularidade e pode-se citar algumas:

- a) Ministério de Minas e Energia (MME), responsável pelo Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf);
- b) Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás), responsável pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL);
- c) Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), responsável pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE);
- d) Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), responsável pelo Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET);
- e) Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), responsável pelo Programa de Eficiência Energética das Concessionárias Distribuidoras de Energia Elétrica (PEE).

Ficou ainda mais evidenciada a necessidade de planos específicos de eficiência energética, após a definição para 2030, de 10% de economia no consumo final de energia elétrica como meta pelo Plano Nacional de Energia (PNE) 2030.

Entre os principais programas citados acima podemos destacar o PROCEL, o PBE e o PEE.

O PROCEL foi instituído em 30 de dezembro de 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, sendo gerido por uma Secretaria Executiva subordinada à Eletrobrás e se constituindo no programa mais abrangente e de maior continuidade na área de uso eficiente de energia elétrica no País (VIANA, 2012). Por meio de programas do PROCEL tem sido alcançados resultados muito significativos, principalmente devido ao selo PROCEL Eletrobras criado em 1993 com o objetivo de certificar equipamentos com índices de eficiência energética a fim de servir de referências para consumidores, tendo como consequência a evolução da eficiência no consumo dos equipamentos nas mais diversas categorias.

O PBE coordenado pelo INMETRO é um programa de etiquetagem de desempenho que contempla atualmente 38 programas de avaliação abrangendo desde produtos da linha branca, passando por recursos renováveis como aquecimento solar e fotovoltaico chegando até edificações e veículos. O PBE está alinhado com as metas do PNE2030 e do PNEf servindo como incentivador da evolução tecnológica dos produtos, contribuindo também para o cumprimento da Lei da Eficiência Energética nº10.295 de 2001 e do Decreto 4059 de 2001 regulamentador dessa lei.

O PEE vem sofrendo diversas mudanças desde seu primeiro ciclo em 1998/1999 pelo fato de no início as empresas e o órgão regulador não terem a noção na forma de conduzir seus

projetos. Durante o período de existência do PEE foi criada pela ANEEL a Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética (SPE) com o objetivo de regulamentação e acompanhamento dos programas de eficiência.

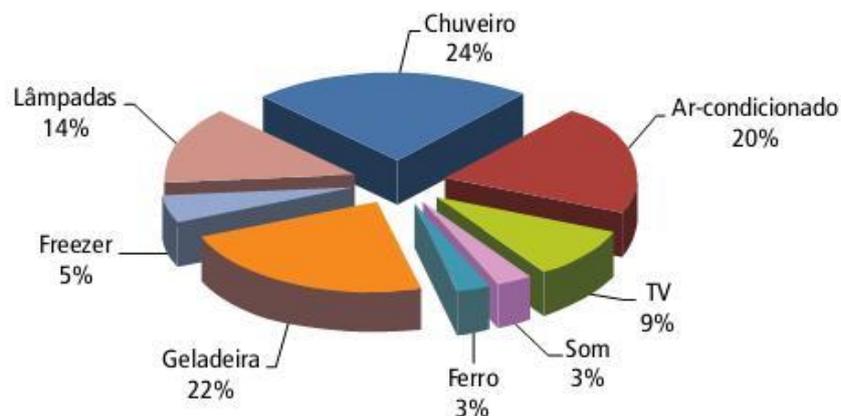
2.2.2 Eficiência energética residencial

Um dos grandes vilões para se melhorar a eficiência em uma residência é a energia elétrica, sendo que a melhor forma de se melhorar o consumo da mesma é o uso consciente dos aparelhos e equipamentos elétricos e a utilização preferencialmente de equipamentos com selo de eficiência energética com qualificação mais próxima do nível A possível.

Hoje, com a evolução dos estudos nesse setor, tem-se criado soluções para diminuir o consumo dos aparelhos elétricos e eletroeletrônicos de maior acessibilidade à população e melhorar a eficiência durante sua utilização. Dentre essas soluções pode-se citar a diminuição do consumo energético de eletrodomésticos como refrigeradores, condicionadores de ar, televisores, máquinas de lavar roupa e etc.

A seguir tem-se um gráfico demonstrando a porcentagem de consumo por tipo de equipamento considerando os mais utilizados no dia a dia.

Figura 4 - Consumo médio residencial



Fonte: (Eletrobrás; PROCEL, 2007).

Outra solução que tem sido muito adotada é a substituição das usuais lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas que geram uma diminuição no consumo de energia em torno de 70% e com a evolução tecnológica já está começando a ser utilizada a iluminação de LED que reduz ainda em pouco mais de 50% em relação ao consumo das

lâmpadas fluorescentes como pode ser demonstrado no quadro abaixo considerando uma residência com 20 pontos de iluminação sendo 10 acesas durante 6 horas diárias:

Quadro 1 - Comparativo custo-benefício iluminação residencial

Comparativo custo-benefício iluminação residencial			
Itens avaliados	Lâmpada incandescente 60W	Lâmpada fluorescente 15W	Lâmpada Circular de led 10W
Investimento inicial	R\$ 40,00	R\$ 250,00	R\$ 300,00
Potência média de consumo	60	15	10
Consumo no período de 5 anos	6480	1944	1080
Lâmpadas substituídas no período	110	14	0
Gasto com energia	R\$ 4.053,00	R\$ 1.216,00	R\$ 675,00
Gasto com lâmpadas	R\$ 220,00	R\$ 175,00	R\$ 0,00
Gasto total de consumo	R\$ 4.313,00	R\$ 1.641,00	R\$ 975,00

Fonte: O autor.

Os sistemas de iluminação, que representam, em média, 14% do consumo energético residencial, variando de 8% na região Sul a 19% na região Sudeste. No setor comercial alimentado por alta tensão, o consumo dos sistemas de iluminação representa 22% de seu consumo total, enquanto no setor de público, 23% do consumo é destinado a esse fim. (LIMBERGER; VASCONCELLOS, 2013, p. 41).

Com isto fica demonstrado que a iluminação é o quarto maior consumidor de energia nas residências.

2.2.3 Eficiência energética na indústria

De acordo com dados do Balanço Energético Nacional (BEN, 2015), o setor industrial consome cerca de 32,5% da energia no país e é o setor que lidera o consumo entre todos os outros analisados. A eletricidade é a principal fonte de energia do setor industrial com pouco mais de 20% do consumo total de energia, tendo ainda como fontes principais com pouco menos utilização do que a eletricidade, o bagaço de cana, lenha, carvão vegetal, carvão mineral e seus derivados, gás natural e Gás liquefeito de petróleo (GLP) como demonstrado a seguir.

Quadro 2 - Consumo final energético no setor industrial brasileiro 2015

FONTE	CONSUMO (10³ tep)	%
ELETRICIDADE	16902	20,1
BAGAÇO DE CANA	15512	18,4
LENHA E CARVÃO VEGETAL	10759	12,8
CARVÃO MINERAL, COQUE DE CARVÃO MINERAL E GÁS DE COQUERIA	12889	15,3
GÁS NATURAL E GLP	10845	12,9
ÓLEO COMBUSTÍVEL E ÓLEO DIESEL	3322	3,9
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	7013	8,3
OUTRAS FONTES SECUNDÁRIAS	6991	8,3
TOTAL	84233	100,0

Fonte: Adaptado (EPE, 2015).

Os dados de consumo fornecidos na tabela acima são apresentados em kilo tep, onde tep é definida por Tonelada Equivalente de Petróleo, que é uma unidade de energia utilizada para comparação do poder calorífero de diferentes formas de energia com o petróleo, correspondendo a energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão.

Assim como nos setores residencial e comercial, no setor industrial tem-se também a necessidade da aplicação de efficientização energética, visto que pode-se conseguir significativa redução de custos e melhoria de equipamentos e instalações no que diz respeito ao rendimento energético, visando aumento na qualidade e valor agregado aos produtos.

O maior potencial para redução no consumo em termos de energia conservada é do setor residencial.

No ano de 2015 o setor industrial liderou a redução de demanda energética sendo responsável pela redução de 2,7 milhões de tep, tendo com principais reduções de consumo 6,5% em carvão vegetal, 5% em eletricidade e 3,9% em bagaço de cana, desta forma auxiliando na redução total de consumo de energia elétrica no país em 1,8%.

2.2.4 Eficiência bioclimática

Em 1960, os irmãos Olgyay, pioneiros na aplicação da bioclimatologia na arquitetura, criaram a expressão ‘projeto bioclimático’. O objetivo era buscar satisfazer as exigências de conforto através de técnicas e materiais disponíveis, de acordo com as características climáticas

locais. Este conceito ganhou força na década de 70, quando ocorreram as primeiras crises energéticas. A partir daí constata-se maior preocupação com a conservação de energia e com os impactos ambientais provocados pela construção civil (NEVES, 2006).

A arquitetura bioclimática trata-se de um estudo visando integrar harmoniosamente o estilo e design arquitetônico ao clima e características do local em que o mesmo está inserido. Para tal, busca-se a redução de impactos ambientais e conforto com o uso racional dos recursos naturais.

A eficiência energética na arquitetura pode ser entendida como o potencial inerente a cada edificação de promover conforto térmico, acústico e visual com uso da menor quantidade de energia possível (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

2.2.5 Qualidade de energia

A preocupação com a qualidade da energia elétrica fornecida aos consumidores nasceu junto com as primeiras experiências comerciais relacionadas com a geração, a transmissão e a distribuição de energia, no século XIX. Já em 1934 a legislação brasileira estabelecia, em seu Código de Águas, os primeiros indicadores de controle sobre esta qualidade (ALVES, 2010).

Após a criação da ANEEL, foram criados grupos de trabalho representados por agentes, membros de universidades e consumidores, para que assim fossem tomadas atitudes mais concretas sobre o tema qualidade de energia.

Assim o documento Procedimentos de Rede foi criado balizando as ações do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que coordena e controla as ações do Sistema Interligado Nacional (SIN), buscando a otimização sistêmica afim de garantir a compatibilidade entre otimização energética, segurança elétrica e continuidade do suprimento energético do país.

O conceito qualidade de energia une conceitos em engenharia elétrica que antes eram tratados de forma individual e passaram a ser considerados como parte de um sistema mais complexo.

Do ponto de vista do consumidor, a qualidade de energia elétrica pode ser definida como sendo a ausência de variações manifestadas na tensão, corrente ou frequência que resultem em falhas ou má operação de seus equipamentos (ALVES, 2010).

Todos os tópicos sobre qualidade de energia relacionados aos sistemas de distribuição e subtransmissão são tratados pelo Módulo 8 do PRODIST, estabelecendo todas as diretrizes, padrões, referências e metodologias que devem ser adotados na análise de desempenho de qualidade de energia da rede de distribuição.

Segundo o PRODIST os aspectos considerados da qualidade do produto energia elétrica em regime permanente ou transitório são:

- a) tensão em regime permanente;
- b) fator de potência;
- c) harmônicos;
- d) desequilíbrio de tensão;
- e) flutuação de tensão;
- f) variações de tensão de curta duração;
- g) variação de frequência

2.2.6 Auditoria energética

Promover a eficiência energética é utilizar o conhecimento no campo energético de forma aplicada, empregando os conceitos da engenharia, da economia e da administração aos sistemas energéticos (VIANA, 2012).

Auditoria energética pode ser definida como uma análise sistemática e detalhada dos fluxos de energia de um determinado sistema, com o intuito de discriminar as perdas e orientar um programa de uso energético racional e soluções que possam se fazer necessárias para melhoria deste determinado sistema.

Promover a eficiência energética necessita de um processo composto por uma estrutura mínima onde se faz necessário identificar, quantificar, modificar e acompanhar tal processo, tanto preventivamente para instalações novas, quanto de forma corretiva para instalações já existentes, sendo que as duas primeiras etapas são concebidas no processo de análise ou auditoria energética.

Devido a este fato, para uma melhor racionalização do uso da energia elétrica uma auditoria energética se torna um instrumento fundamental, no que diz respeito a diagnóstico e obtenção de informações.

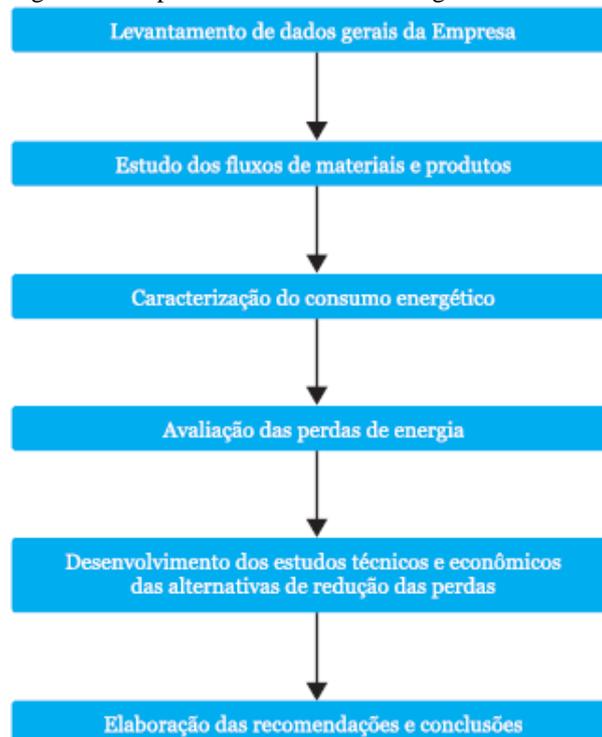
2.2.7 Procedimentos de efficientização energética

Levando em consideração a prioridade da energia elétrica, pode-se listar metodologias padronizadas, em grande parte desenvolvidas pelo PROCEL para realização de auditorias energéticas:

- a) Diagnóstico energético: voltado exclusivamente para a energia elétrica, é utilizado para traçar o perfil de consumo final do consumidor, sendo necessário levantamento de campo, com o objetivo de identificar pontos de melhoria.
- b) Auto avaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica: roteiro simples com o objetivo de identificar pontos de desperdício, analisando os resultados obtidos a partir da eliminação dos mesmos, sendo realizada pelo próprio consumidor principalmente industrial. Sua elaboração foi realizada pela Agência para Aplicação de Energia do Estado de São Paulo.
- c) Estudo de otimização energética: criada pelo PROCEL, abrange análises econômicas, considerando também o uso de combustíveis, estabelecendo ações para melhoria da eficiência. Com maior duração, pode se dizer que é a única que se enquadra na definição de auditoria.

Porém, para realização de eficientização energética de qualquer consumidor, não se faz necessária a aplicação das metodologias citadas, de tal modo que, qualquer análise ou estudo realizado com esse objetivo visando redução de consumo e custos é considerado como uma auditoria. Com base em um acervo abrangente no país, pode-se considerar a figura a seguir como sendo um roteiro, que adaptado para cada consumidor, satisfaz os requisitos de uma auditoria energética.

Figura 5 - Etapas de uma auditoria energética



Fonte: (VIANA, 2012).

Após a realização das etapas acima, finaliza-se a auditoria com a preparação de um relatório final contendo as diretrizes a serem seguidas a fim de se obter a melhor eficiência para o caso em estudo.

2.3 Conceitos luminotécnicos

A apresentação de alguns conceitos luminotécnicos se faz necessária para melhor entendimento de alguns parâmetros que serão abordados durante o processo de eficiência, no que diz respeito a parte do sistema iluminação, pelo fato de se fazer necessária a melhoria de alguns pontos desse sistema.

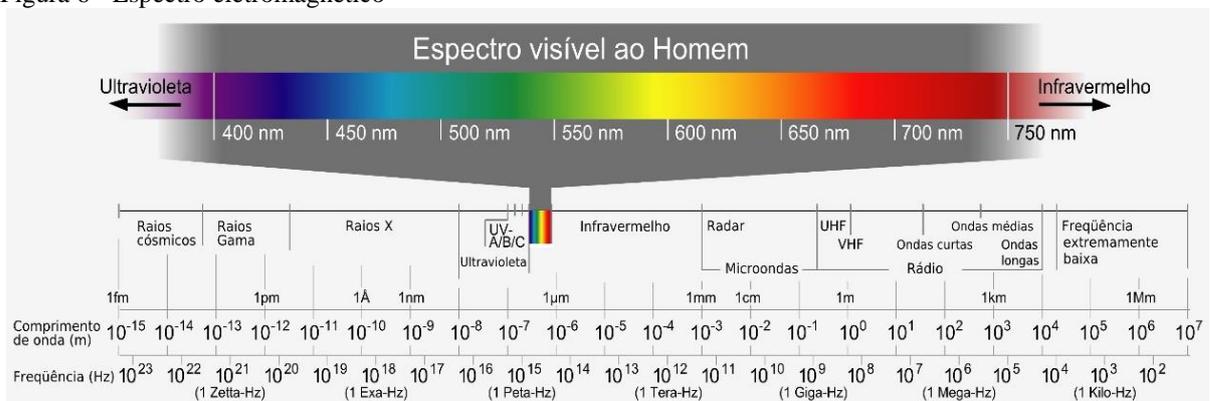
2.3.1 Luz

A luz visível refere-se ao conjunto de ondas capazes de provocar sensação visual num observador normal (SALVETTI, 2008).

A luz é uma modalidade da energia radiante verificada pela sensação visual de claridade. A faixa de radiações das ondas eletromagnéticas detectada pelo olho humano está situada entre 380 nm e 780 nm. (1 nanometro = 10^{-9} m).

A figura abaixo demonstra o espectro eletromagnético especificando as faixas de frequência e o comprimento de onda de cada faixa, dando destaque ao espectro visível ao olho humano:

Figura 6 - Espectro eletromagnético



Fonte: (Meteoropole, 2012).

Examinando a radiação visível, verifica-se que, além da impressão luminosa, obtém-se também a impressão de cor. Essa sensação de cor está intimamente ligada aos comprimentos

de ondas das radiações. Verifica-se que os diferentes comprimentos de onda (as diferentes cores) produzem diversas sensações de luminosidade; isto é, o olho humano não é igualmente sensível a todas as cores do espectro visível (LIMA, 2013).

2.3.2 Fluxo luminoso

Fluxo Luminoso é a radiação total da fonte luminosa, entre os limites de comprimento de onda de luz visível (380 e 780nm). O fluxo luminoso é a quantidade de luz emitida por uma fonte, medida em lumens, na tensão nominal de funcionamento. Seu símbolo é o φ e é medida em Lúmen (lm).

$$\varphi = E \cdot A \quad (1)$$

Onde: φ = Fluxo luminoso

E= Iluminância

A= Área de Projeção em m²

Figura 7 - Fluxo luminoso



Fonte: (Osram, 2007).

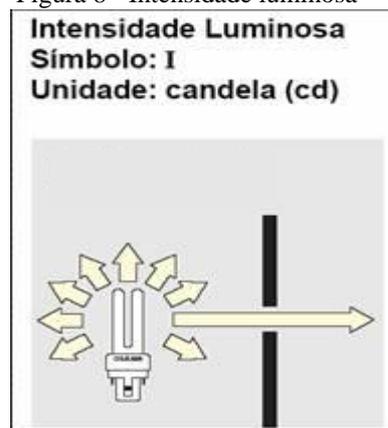
2.3.3 Eficiência luminosa

É a relação entre o fluxo luminoso e a potência consumida. As lâmpadas se diferenciam entre si não só pelos diferentes fluxos luminosos que elas irradiam, mas também pelas diferentes potências que consomem. Para poder compará-las, é necessário que se saiba quantos lumens são gerados por watt absorvido. A unidade é lúmen/watt (lm/W) (OSRAM, 2009).

2.3.4 Intensidade luminosa

Intensidade luminosa é o fluxo luminoso irradiado em uma determinada direção, é a base do sistema internacional de medidas para iluminação. É representada pela letra I e medida em candela (cd).

Figura 8 - Intensidade luminosa



Fonte: (Osram, 2007).

2.3.5 Iluminância ou Iluminamento

É a relação entre o fluxo luminoso incidente numa superfície e a superfície sobre a qual este incide; ou seja, é a densidade de fluxo luminoso na superfície sobre a qual este incide. É representada pela letra E e sua unidade é o LUX, definido como o iluminamento de uma superfície de 1 m² recebendo de uma fonte puntiforme a 1m de distância, na direção normal, um fluxo luminoso de 1 lúmen, uniformemente distribuído.

Abaixo tem-se alguns exemplos de valores de iluminância:

- a) Dia ensolarado de verão em local aberto: 100.000 lux
- b) Dia encoberto de verão: 20.000 lux
- c) Dia escuro de inverno: 3.000 lux
- d) Boa iluminação de rua: 20 a 40 lux
- e) Noite de lua cheia: 0,25 lux
- f) Luz de estrelas: 0,01 lux.

Pode ser calculada por:

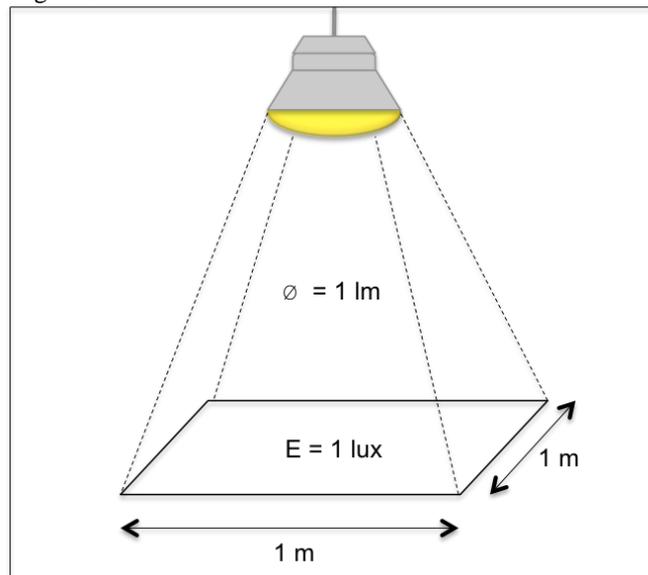
$$E = \frac{\varphi}{A} \quad (2)$$

Onde: E = Iluminância

Φ = Fluxo luminoso

A = Área de projeção em m²

Figura 9 - Iluminância



Fonte: (MONTSERRAT, 2010).

2.3.6 Luminância

Das grandezas mencionadas, nenhuma é visível, isto é, os raios de luz não são vistos, a menos que sejam refletidos em uma superfície e aí transmitam a sensação de claridade aos olhos. Essa sensação de claridade é chamada de Luminância. Em outras palavras, é a Intensidade Luminosa que emana de uma superfície, pela sua superfície aparente (OSRAM, 2009).

Para de determinar o valor de luminância pode-se utilizar a seguinte equação:

$$L = \frac{I}{A \cdot \cos \alpha} \quad (3)$$

Onde: L = Luminância

I = Intensidade luminosa

A = Área de projeção em m²

$A = \hat{\text{Ângulo considerado em graus}}$

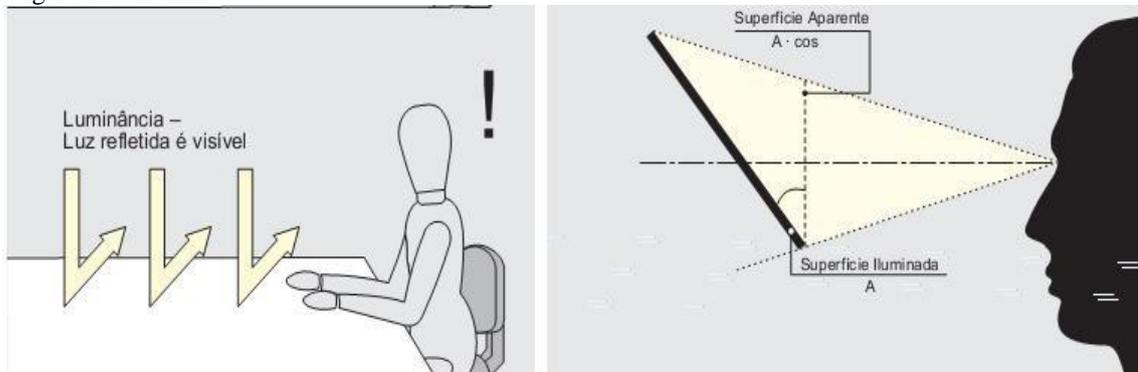
Devido à dificuldade de se medir a intensidade luminosa vinda de um corpo não radiante através de reflexão pode-se utilizar a seguinte equação:

$$L = \frac{\rho \cdot E}{\pi} \quad (4)$$

Onde: ρ = Refletância ou coeficiente de reflexão

E = Iluminância

Figura 10 - Luminância



Fonte: (Osram, 2007).

2.3.7 Índice de reprodução de cor (IRC)

O IRC é o valor percentual médio relativo à sensação de reprodução de cor, baseado em uma série de cores padrões. É o índice de correspondência entre a cor real de um objeto ou superfície e sua aparência diante de uma fonte de luz. A luz artificial, como regra, deve permitir ao olho humano perceber as cores corretamente, ou o mais próximo possível da luz natural. Por exemplo, as lâmpadas com índice de reprodução 100 apresentam as cores com total fidelidade e precisão. Quanto mais baixo o índice, mais deficiente é a reprodução de cores. É representado pelas letras IRC e sua unidade (R).

Figura 11 - Índice de reprodução de cor



Fonte: (Golden, 2012).

2.3.8 Temperatura de cor

É a grandeza que expressa a aparência da cor da luz. Quanto mais alta a temperatura de cor, mais branca é a cor a luz. Um aspecto importante é que a temperatura da cor não pode ser empregada isoladamente e sim em conjunto com o IRC, mas independentemente deste aspecto, aceita-se que cores quentes vão até 3.000K, as cores neutras situam-se entre 3.000 e 4.000K e as cores frias acima deste último valor

É importante destacar que a cor da luz em nada interfere na Eficiência Energética da lâmpada, não sendo válida a impressão de que quanto mais clara, mais potente é a lâmpada.

Figura 12 - Temperatura de cor



Fonte: Adaptado (Osram, 2007).

2.3.9 Vida útil ou vida média

Vida útil é o número de horas decorrido quando se atinge 70% da quantidade de luz inicial devido à depreciação do fluxo luminoso de cada lâmpada, somando ao efeito das

respectivas queimas ocorridas no período, ou seja, 30% de redução da quantidade de luz inicial (OSRAM, 2009).

Vida média é a média aritmética do tempo de duração de cada lâmpada ensaiada (OSRAM, 2009).

2.4 Lâmpadas

Por definição são dispositivos responsáveis por produzir luz, normalmente fixados em suportes.

2.4.1 Tipos

As lâmpadas são divididas em três grupos descritos abaixo:

- a) Lâmpadas incandescentes: divididas em incandescentes e halógenas. De acordo com a portaria nº1007 de 31 de dezembro de 2010 a data limite para comercialização destas lâmpadas é ao fim de 2016.
- b) Lâmpadas de descarga: divididas em fluorescentes, mistas, vapor de mercúrio, vapor de sódio, vapores metálicos e luz negra.
- c) Lâmpadas de Led.

2.4.1.1 Lâmpadas fluorescentes

Utilizam a descarga elétrica através de um gás para produzir energia luminosa. As lâmpadas fluorescentes tubulares consistem de um bulbo cilíndrico de vidro, tendo em suas extremidades eletrodos metálicos de tungstênio recobertos de óxidos que aumentam seu poder emissor, por onde circula a corrente elétrica. Em seu interior existe vapor de mercúrio ou argônio a baixa pressão e as paredes internas do tubo são pintadas com materiais fluorescentes conhecidos por cristais de fósforo.

Para esta lâmpada funcionar é necessário um equipamento auxiliar: os reatores. Eles servem para limitar a corrente e adequar as tensões para o perfeito funcionamento das lâmpadas. Os tipos de reatores encontrados no mercado são: eletromagnéticos e eletrônicos (LIGHTING NOW, 2013).

Os reatores eletrônicos são fontes chaveadas em alta frequência, da ordem de kHz, que controlam a corrente de alimentação da lâmpada. Estes equipamentos, diferentemente dos reatores magnéticos, dispensam o uso ignitores e de grandes capacitores externos para a correção do fator de potência. Possibilitam também o controle de outros parâmetros elétricos da lâmpada, conferindo maior rendimento em todo o conjunto. Contudo, devido ao alto custo e a menor robustez, se comparado ao magnético, ainda não foram amplamente empregados. (COPEL, 2012, p. 22).

Os reatores magnéticos são indutores dimensionados para operarem na frequência da rede elétrica. Podem ser subdivididos em internos e externos, dependendo da aplicação. Os externos são geralmente fixados na estrutura de sustentação e se necessário possibilitam a conexão com os relés fotoelétricos. Junto com o indutor, no interior do reator são instalados o ignitor e um capacitor para correção do fator de potência (COPEL, 2012).

As lâmpadas fluorescentes podem ser de diversos tipos: compactas, circulares, tubulares comuns, tubulares HE (*High Efficiency*) com alta eficiência e tubulares HO (*High Output*) com alto fluxo luminoso.

Figura 13 - Lâmpada fluorescente compacta



Fonte: (Guia prático de iluminação Philips, 2009).

2.4.1.2 Lâmpadas de luz mista

Constam de um tubo de arco de vapor de mercúrio em série com um filamento incandescente de tungstênio que, além de produzir fluxo luminoso funciona como elemento de estabilização da lâmpada. Reúne características da lâmpada incandescente, fluorescente e vapor de mercúrio, pois:

- a) a luz do filamento emite luz incandescente;
- b) a luz do tubo de descarga a vapor de mercúrio emite intensa luz azulada;
- c) a radiação invisível (ultravioleta), em contato com a camada fluorescente do tubo, transforma-se em luz avermelhada.

As lâmpadas de luz mista dispensam o reator uma vez que o filamento além de produzir luz, limita a corrente de funcionamento, podendo ser ligados diretamente a rede, em tensões de 220V, pois tensões menores não seriam suficientes para a ionização do tubo de arco. O IRC dessas lâmpadas é 60, e a eficiência luminosa é em torno de 25 lm/W (muito baixa comparada com a lâmpada a vapor de mercúrio) e tem restrições quanto a posição de funcionamento, ou seja, não é uma boa opção para um sistema de iluminação, pois a vida útil é de aproximadamente 6000 horas. A potência varia entre 160W a 500W.

Figura 14 - Lâmpada mista



Fonte: (Guia prático de iluminação Philips, 2009).

2.4.1.3 Lâmpadas a vapor de mercúrio

Constam de um tubo de descarga feito de quartzo para suportar elevadas temperaturas, tendo em cada extremidade um eletrodo principal, de tungstênio recoberto com material emissor de elétrons.

O IRC é de 45, a eficiência luminosa varia entre 45 a 55 lm/W, e a vida varia em torno das 18.000 horas, sendo encontradas em vias públicas, fábricas, parques, praças, estacionamentos, etc.

Figura 15 - Lâmpada a vapor de mercúrio



Fonte: (Guia prático de iluminação Philips, 2009).

2.4.1.4 Lâmpadas a vapor de sódio

Produzem uma luz monocromática amarela, sem ofuscamento, e são apresentadas como a melhor solução para iluminação em locais onde existe névoa ou bruma.

As lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão têm um tubo de descarga de óxido de alumínio sintetizado, encapsulado por um bulbo oval de vidro. O tubo de descarga é preenchido por uma amálgama de sódio-mercúrio, além de uma mistura gasosa de neônio e argônio, utilizada para a partida.

O IRC das lâmpadas a vapor de sódio é 23, a temperatura de cor é em torno de 2.000K e a vida varia em torno de 16.000 horas, necessitando de reator e ignitor de boa qualidade para operação e ignição confiável, não devendo ser utilizadas com circuitos capacitivos. São usadas em estradas, pontes, viadutos, túneis, aeroportos, etc.

Figura 16 - Lâmpada a vapor de sódio



Fonte: (Guia prático de iluminação Philips, 2009).

2.4.1.5 Lâmpadas multi vapor metálico

São lâmpadas de vapor de mercúrio nas quais se introduzem outros elementos (iodetos, brometos) em seu tubo de descarga, de forma que o arco elétrico se realize numa atmosfera de vários vapores misturados. Obtém-se assim maiores eficiências luminosas, até 90 lm/W e melhor composição espectral.

O IRC varia entre 65 e 85, conforme tipo e potência, bem como a temperatura de cor, que varia entre 3000K a 4900K.

Todas as lâmpadas a vapor metálico requerem um reator e um ignitor, os quais influenciam sua performance, ademais a tensão não deve flutuar mais que 5% da tensão do reator.

Figura 17 - Lâmpada de multi vapor metálico



Fonte: (Guia prático de iluminação Philips, 2009).

2.4.1.6 Lâmpadas LED

As lâmpadas LED estão vindo com a promessa de substituir as lâmpadas convencionais e em muitos casos já fazem isso muito bem. Os LED até pouco tempo eram utilizados para soluções de muito baixa potência e essencialmente para sinalização. Podem ser aplicadas nas mais diversas situações, pois devido ao seu tamanho reduzido permitem uma boa integração em termos de espaço requerido. Esta nova lâmpada não emite calor, raios ultravioletas (UV) nem infravermelho (PHILIPS, 2012) e de seu consumo total de energia apenas 5% é transformada em calor.

Esta lâmpada é composta: por um bulbo, de LED dispostos em um dissipador de calor (pois a quantidade de luz emitida pelo LED diminui com o aumento da temperatura, por isso tem a necessidade deste dispositivo) e de um *driver* (LIMA, 2013).

Figura 18 - Lâmpada LED compacta



Fonte: (Guia prático de iluminação Philips, 2009).

2.5 LED

LED em inglês *Light Emitting Diode* ou em português diodo emissor de luz.

2.5.1 Definição

É um componente eletrônico constituído de material semicondutor com junção P-N, que quando polarizada diretamente produz uma recombinação de elétrons e lacunas próximos a junção liberando energia na forma de luz.

Os LED's podem ser divididos em três categorias: indicativos, de alto brilho e potência.

2.5.2 Histórico

Pode-se dizer sobre a criação e desenvolvimento do LED, que a primeira observação do fenômeno de eletroluminescência a partir de um semicondutor foi em 1907 realizado pelo engenheiro Henry Joseph Round que, realizando experimentos na área de rádio, descobriu o efeito citado. Ele publicou um artigo que indicava que o primeiro LED foi um diodo Schottky, e não um diodo junção PN.

Em 1962, foi desenvolvido o primeiro LED (diodo emissor de luz) de cor vermelha pelo pesquisador Nick Holonyak da empresa General Electric que eram utilizados somente para sinalização devido sua baixa intensidade luminosa. Por volta de 1970 foram criados os LED's nas cores amarela, verde e laranja a partir da utilização de novas substâncias. Durante os anos 80 com a utilização de novas tecnologias conseguiu-se intensificar a intensidade luminosa dos led já existentes. Em meados da década de 90 o pesquisador Shuji Nakamura da Nichia Corp desenvolveu o LED de cor azul e, logo em seguida o LED de cor branca que consiste em um LED ultravioleta coberto com uma camada de fósforo, que converte a luz ultravioleta em luz branca, com temperatura de cor variando entre 2700 K e 6500 K.

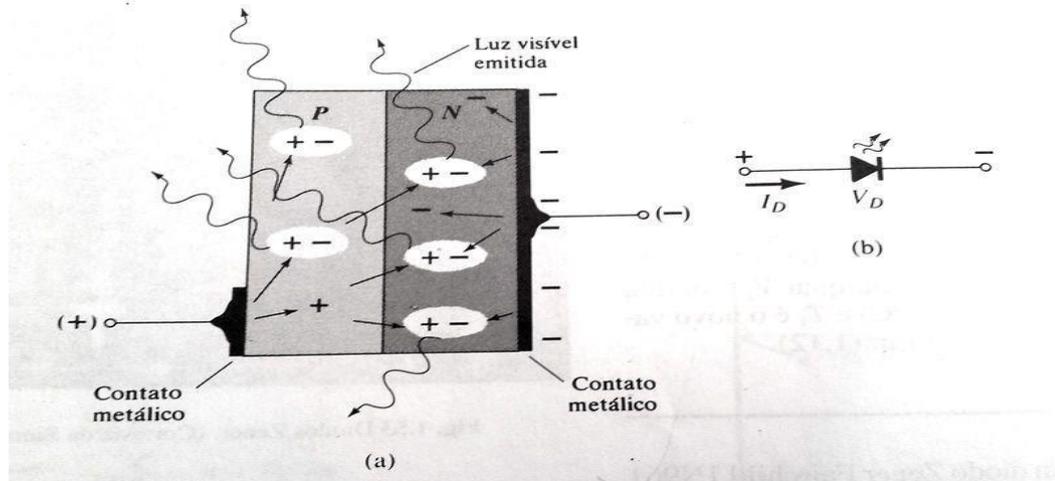
A partir dos anos 2000 são desenvolvidos LED's de potência Luxeon que apresentam um fluxo luminoso que nos dias atuais está em torno de 100 lúmens.

2.5.3 Princípio de funcionamento

Ao se polarizar diretamente a junção P-N do diodo emissor de luz, esta entra em condução, o que permite a circulação de corrente. Desta forma, devido ao movimento ordenado

dos elétrons ocorre uma recombinação de elétrons e lacunas próximo da junção liberando energia na forma de fótons de luz. A recombinação dos portadores injetados devido à junção polarizada diretamente resulta em uma luz emitida do local de recombinação. Pode haver, é claro, alguma absorção dos pacotes de energia do fóton na própria estrutura, mas uma porcentagem muito grande consegue ser emitida (BOYLESTAD, 2004). Como mostra a figura abaixo:

Figura 19 - Processo de eletroluminescência do LED



Fonte: (BOYLESTAD, 2004).

2.6 Climatização ou condicionamento de ar

É um processo de tratamento do ar onde se busca controle simultâneo de temperatura, umidade e qualidade do ar. São geralmente usados em complexos públicos, em ambientes com necessidade de controle do clima do ambiente por motivos de saúde ou controle de qualidade de produtos e processos e em ambientes para manutenção de conforto térmico.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o condicionamento de ar, qualquer que seja a finalidade a que se destine, implica preliminarmente a limitação entre os seguintes valores preestabelecidos das grandezas discriminadas, representativos das condições que devem coexistir nos recintos, no período de tempo em que se considera a aplicação do processo:

- a) temperatura do ar no termômetro de bulbo seco;
- b) umidade relativa do ar;
- c) movimentação do ar;
- d) grau de pureza do ar;
- e) nível de ruído admissível;

f) porcentagem ou volume de renovação de ar.

As unidades de medida utilizadas para especificação normalmente são BTU, que no inglês quer dizer *British thermal unit* ou unidade térmica britânica em português que é a quantidade de calor necessária para reduzir a temperatura de uma libra de água ou 0,4536 litros em 1°F ou 0,53°C e TR que significa tonelada de refrigeração e corresponde a 12000 BTU's.

2.6.1 Tipos de Climatizadores

Em se tratando do contexto climatização e condicionamento de ar pode-se descrever os seguintes tipos:

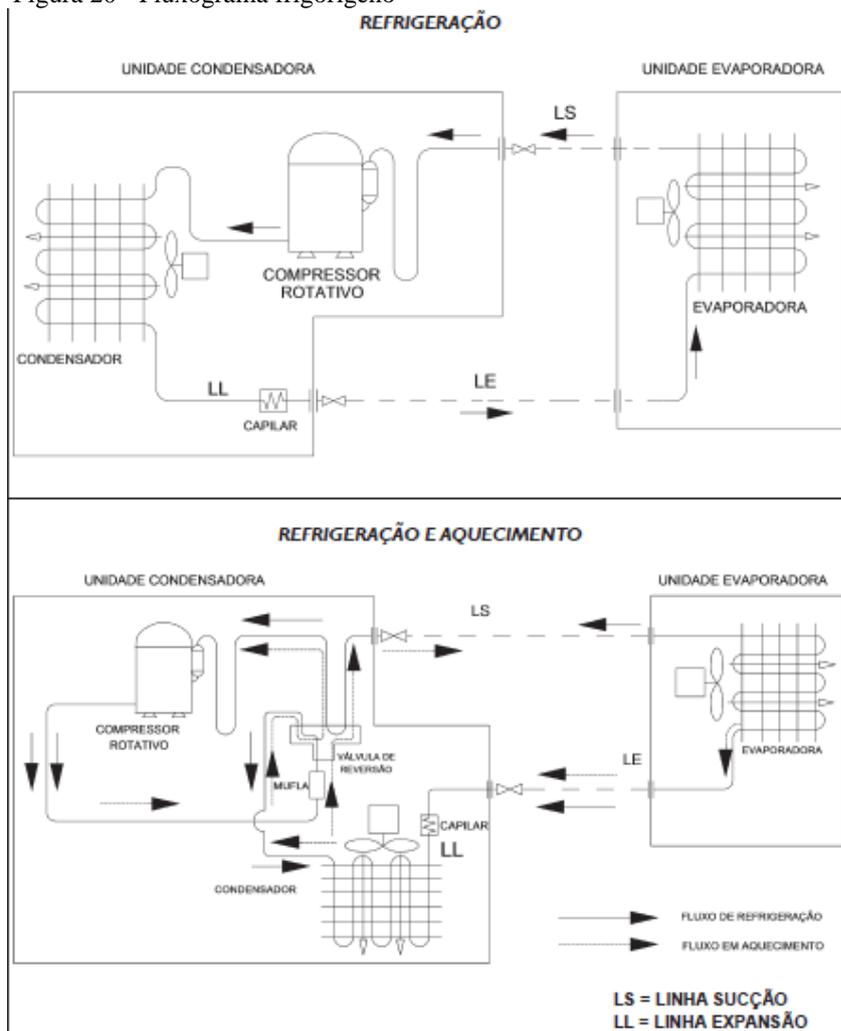
- a) Exaustão: sistema normalmente utilizado em ambientes com contaminação do ar, que cria pressão negativa no ambiente retirando as impurezas e o calor.
- b) Ventilação: refrescam o ar através da circulação do mesmo e podem ser portáteis ou fixos em paredes e tetos
- c) Aquecimento: utilizados com fim de elevar a temperatura do ambiente climatizado, sendo possível sua realização por diversas maneiras, desde lareiras e aquecedores elétricos ou a gás até ar condicionado de ciclo reverso.
- d) Resfriamento: utilizado para abaixar a temperatura do ambiente, onde através do resfriamento do ar controla simultaneamente umidade e temperatura.

Os equipamentos condicionadores de ar utilizados para controle de temperatura além de manter a temperatura do ambiente com base no ajuste do controle, ainda contam com sistema de filtragem de diversas classificações e dispositivos de direcionamento e distribuição do ar.

Dentre os sistemas de ar condicionado mais utilizados, pode-se destacar os de pequeno porte como o Ar condicionado de janela (ACJ) e o tipo *split* ou *multi split* e os de grande porte como o *self contained* também conhecido como ar condicionado central e o chiller que refrigera a água que circula por *fan coils*.

A figura a seguir mostra o circuito de refrigeração básico de um ar condicionado somente frio e de um com ciclo reverso quente e frio.

Figura 20 - Fluxograma frigorígeno



Fonte: (SPRINGER CARRIER, 2011).

2.6.2. Utilização Eficiente

Um dos principais métodos de economia de energia em se tratando de equipamentos de condicionamento de ar é a utilização eficiente e racional dos mesmos. A adoção de medidas simples com manter as portas e janelas fechadas durante a utilização, instalação de cortinas nas janelas para evitar a incidência de sol no ambiente, instalação de cortinas de ar em ambientes onde existe a necessidade de manter o acesso aberto, ajustar os mecanismos de controle de temperatura de acordo com os limites estabelecidos pelas normas tanto para conforto humano, quanto para climatização de equipamentos e processos e por fim, a aplicação de um plano regular de manutenção com o objetivo de potencializar a eficiência do sistema e reduzir o tempo necessário para refrigeração do ambiente, mantendo assim intervalos de ciclos de refrigeração ou aquecimento maiores.

De acordo com a resolução RE n° 176 de 24 de outubro de 2000 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e com a NBR 6401 de dezembro de 1980 da ABNT, a faixa recomendável de operação de temperaturas de bulbo seco que é a temperatura medida por um termômetro de mercúrio comum, nas condições internas do ambiente deve variar no verão de 23°C a 26°C e no inverno de 20°C a 22°C.

2.7 Tarifação energética

De acordo com o estabelecido pela resolução n° 414 da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, as unidades consumidoras são divididas e em dois grupos, A e B, quanto ao nível de fornecimento da seguinte forma:

XXXVII – grupo A: grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifa binômica e subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) subgrupo A1 – tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- b) subgrupo A2 – tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- c) subgrupo A3 – tensão de fornecimento de 69 kV;
- d) subgrupo A3a – tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- e) subgrupo A4 – tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV; e
- f) subgrupo AS – tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.

XXXVIII – grupo B: grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, caracterizado pela tarifa monômica e subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) subgrupo B1 – residencial;
- b) subgrupo B2 – rural;
- c) subgrupo B3 – demais classes; e
- d) subgrupo B4 – Iluminação Pública. (ANEEL, 2010, p. 18).

A tarifação aplicada atualmente ao campus 1 do UNIS é a tarifa A4 verde.

A tarifação do grupo A e seus subgrupos é classificada de três formas de acordo com tabela CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais, sendo elas:

- a) Convencional: onde existem as tarifas de R\$/kW 31,86 para demanda e R\$/kWh 0,33604 para consumo;
- b) Azul: onde existem as tarifas de R\$/kW 31,67 para demanda ponta, R\$/kW 9,06 para demanda fora de ponta, R\$/kWh 0,45442 para consumo ponta e R\$/kWh 0,32528 para consumo fora de ponta; e
- c) Verde: onde existem as tarifas de R\$/kW 9,06 para demanda, R\$/kWh 1,22163 para consumo ponta e R\$/kWh 0,32528 para consumo fora de ponta.

2.8 Normatização e Legislação

2.8.1 Lei 10.295

A chamada Lei da Eficiência Energética foi sancionada no dia 17 de outubro de 2001 e regulamentada pelo Decreto 4059 de 19 de dezembro de 2001 trata sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia, tendo como objetivo a utilização eficiente dos recursos energéticos e a preservação do meio ambiente.

Para tanto, os níveis máximos de consumo ou mínimos de eficiência de máquinas e equipamentos serão estabelecidos pelo poder executivo com base em informações técnicas e econômicas viáveis considerando a vida útil, tanto para equipamentos nacionais quanto importados.

Com a regulamentação do Decreto 4059, foram estabelecidos sob coordenação do MME, a regulamentação e os indicadores técnicos para fixação dos níveis de referência de eficiência e consumo energético. Foi instituído também o Comitê Gestor de Indicadores de Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), composto por membros de ministérios e agências ligadas ao setor energético, além de um representante de uma universidade e um cidadão brasileiro, ambos com especialidade no setor. Os objetivos do CGIEE são elaborar o plano de trabalho e cronograma de implementação da lei 10.295, elaborar a regulamentação e indicadores para cada equipamento, entre outras de fiscalização e gestão de todo o processo de efficientização.

2.8.2 Leis de investimentos em pesquisa e desenvolvimento

A primeira lei que regulamenta percentuais de investimento em pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética é a Lei 9.991 de 24 de julho de 2000, onde estabelecia que as empresas concessionárias e permissionárias do setor de energia elétrica ficariam obrigadas a aplicar anualmente os valores de 0,75% de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e 0,25% em programas de eficiência energética.

Foram realizadas diversas alterações no texto da Lei 9.991, especificando novos valores de aplicação e prazos definidos até a última em 03 de maio de 2016 sendo a Lei 13.280.

2.8.3 NBR 6401

A norma NBR 6401 tem o título seguinte: Instalações centrais de ar-condicionado para conforto – Parâmetros básicos de projeto, estabelecendo as bases mínimas exigidas para elaboração de projetos de instalações de unidades com capacidade individual a partir de 9000 kcal/h ou 35700 BTU/h a fim de se obter os resultados mais satisfatórios.

A norma estabelece também elementos base para cálculos de carga térmica, tabelas referenciais de temperatura e umidade para inverno e verão, tabelas de classes de filtragem, assim como referências para renovação de ar, níveis de ruído e todas as informações pertinentes para o desenvolvimento de um projeto deste porte.

2.8.4 Resolução normativa nº 414

A resolução normativa nº 414 de 9 de setembro de 2010 da ANEEL, estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada, cujas disposições devem ser observadas pelas distribuidoras e consumidores.

A resolução aborda as definições adotadas para entendimento dos tópicos contidos na própria, bem como classificação das unidades consumidoras, tipos de tarifas e tudo que diz respeito a ligação entre concessionária e consumidor.

2.8.5 PRODIST

O Procedimento de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional (PRODIST) é um conjunto de documentos elaborados pela ANEEL que normatizam e padronizam as atividades relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica e um de seus principais objetivos é garantir a operação dos sistemas de distribuição com segurança, eficiência, qualidade e confiabilidade.

Estão subordinados ao PRODIST as concessionárias, permissionárias e autorizadas de geração e distribuição de energia, todos os consumidores em todas as modalidades de consumo sendo baixa, média ou alta tensão, importadores ou exportadores que estejam conectados ao sistema de distribuição nacional, entre outros.

O PRODIST é composto da introdução e de nove módulos que tratam independentemente de todos os tópicos relacionados ao sistema de distribuição de energia elétrica, sendo que destes módulos, o módulo 8 contém as informações relacionadas ao tema e

desenvolvimento do trabalho onde são estabelecidas as faixas de operação de todos os parâmetros técnicos referentes a qualidade do produto e qualidade dos serviços de energia elétrica que podem ser observados em uma análise de uma unidade consumidora.

3 TRABALHO DE CAMPO

O objetivo principal ao final deste trabalho é a concepção de orientações e especificações de utilização conciente e eficiente dos equipamentos instalados na planta, assim como a substituição de alguns dispositivos que se façam necessárias por motivo de melhor eficiência no consumo de energia elétrica.

Para tal, foi necessária a realização de um levantamento de campo detalhado de todos os dispositivos conectados a rede elétrica e seus respectivos horários e formas de utilização. Desta forma foi possível estabelecer o perfil de consumo geral do campus para análise dos parâmetros necessários.

O levantamento de campo foi realizado num período de cinco dias, coletando informações de todos os equipamentos consumidores, verificando especificações de fabricantes referentes a consumo . Foram verificadas quantidade de lâmpadas por ambiente, dispositivos periféricos de informática como por exemplo computadores, projetores e impressoras, equipamentos de climatização como ar condicionado e ventiladores, assim como elevadores entre outros equipamentos diversos, incluindo a lanchonete anexo que também está conectada à rede do campus.

Todo o consumo do campus está ligado a um Quadro de Distribuição Geral (QDG), com disjuntores de proteção independentes e identificados por setor onde os cabos de saída alimentam quadros de distribuição individuais de cada um destes setores. Tais disjuntores estão conectados a um barramento trifásico 220VAC com proteção contra descargas atmosféricas, onde cada fase é identificada por cores diferentes sendo vermelha, amarela e verde, conforme figura abaixo.

Figura 21 - Quadro de distribuição geral



Fonte: O autor.

O barramento do QDG passa para a cabine do transformador e medição por meio de dois cabos por fase, conectados ao barramento que recebe alimentação da saída do transformador Siemens 13,8kV/220V, com ligação de saída em estrela, sendo três fases e neutro, conforme figura abaixo.

Figura 22 - Transformador trifásico 13,8kV/220V



Fonte: O autor.

A medição do consumo é realizada por um medidor multifunção da marca Nansen e modelo Spectrum S classe C, do tipo multifunção que registra medições de energia ativa, reativa e demanda, programável para tarifação horária de ponta e fora de ponta, registro de eventos da rede como quedas e picos de tensão, frequência, harmônicos, desequilíbrios e fator de potência, sendo utilizado para leitura local ou remota e pode ser visto na figura a seguir.

Figura 23 - Multimetro



Fonte: O autor.

Após a realização do levantamento de campo foi realizado planilhamento de todos os equipamentos separados por bloco e por sala dentro de cada bloco informando tipo de carga, seus respectivos consumos, assim como horários de funcionamento separando o tempo de funcionamento em horário de ponta e fora de ponta e quantidade de dias de funcionamento médio mensal, para estabelecimento do consumo mensal individual por equipamento em kWh/mês para somatório total da carga consumidora conforme Apêndice A.

A seguir, o consumo por tipo de carga foi separado em outra planilha para estabelecimento dos consumos individuais das cargas específicas dentro de cada bloco e também total, para análise das possíveis ações a serem tomadas considerando especificações de cada equipamento.

Para estabelecer comparativo com o levantamento de campo e consumo calculado, foi instalado o analisador de qualidade de energia Fluke, modelo 435, conforme figura abaixo.

Figura 24 - Analisador de qualidade de energia Fluke 435



Fonte: O autor.

O analisador foi instalado no QDG da seguinte forma:

- a) As leituras de tensão foram retiradas instalando as garras dos cabos indetificados por cor nos parafusos de conexão de cada barramento de fase e neutro, e os cabos conectados aos pontos de leituras do Fluke. Foi conectado também o cabo de terra ao barramento respectivo.
- b) As leituras de corrente foram retiradas instalando os anéis de medição envolvendo os cabos de entrada do barramento das fases e o cabo do barramento de neutro, observando o sentido

de leitura de cada anel, sendo os cabos conectados aos pontos de leitura do Fluke.

As ligações podem ser verificadas conforme figura a seguir:

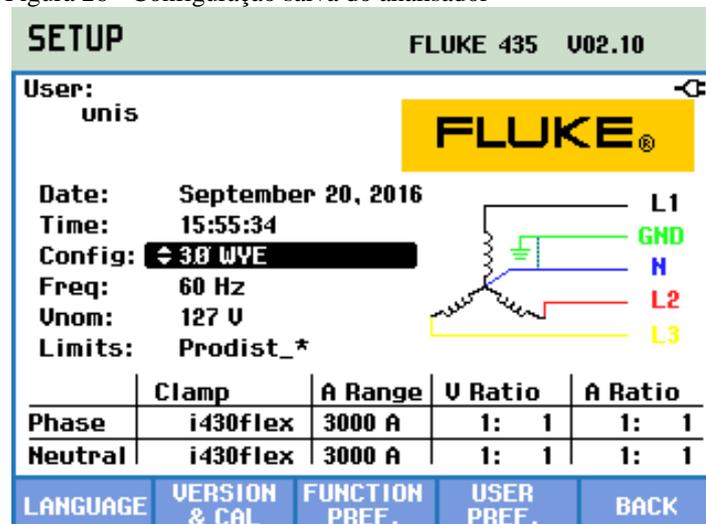
Figura 25 - Ligação do analisador de qualidade de energia



Fonte: O autor.

Foram verificadas no analisador, as configurações dos parâmetros do PRODIST envolvendo níveis estabelecidos de tensão, corrente, potência, fator de potência, harmônicos e energia, estabelecendo o parâmetros que seriam registrados durante o tempo de duração da análise. A seguir foi configurado o tipo de ligação da rede do campus sendo frequência, quantidade de fases e formato de saída do transformador conforme figura a seguir.

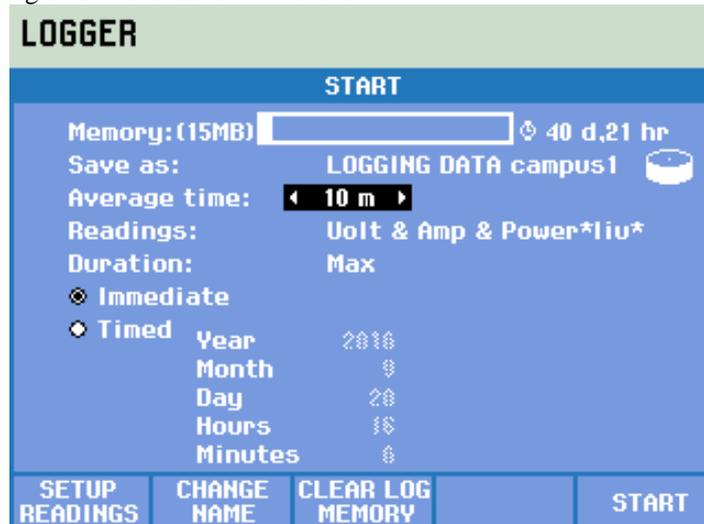
Figura 26 - Configuração salva do analisador



Fonte: O autor.

Logo após a configuração dos parâmetros iniciais, foi realizada a configuração dos parâmetros de leituras, onde também conforme o especificado pelo PRODIST, devem ser coletadas leituras com intervalos de 10 minutos durante 7 dias consecutivos, perfazendo um total de 1008 leituras ininterruptas para estabelecimento das informações necessárias para análise conforme a figura abaixo.

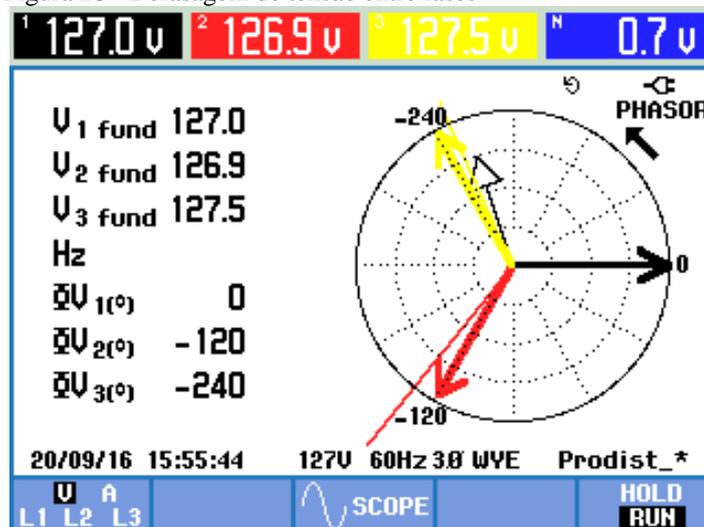
Figura 27 - Parâmetros das leituras



Fonte: O autor.

Após todas as configurações realizadas, foi verificada a correta ligação das leituras de tensão e corrente no equipamento, observando a defasagem de tensão de 120° negativos entre a fase 1 e a fase 2 e de 120° positivos entre a fase 1 e a fase 3 conforme demonstrado abaixo.

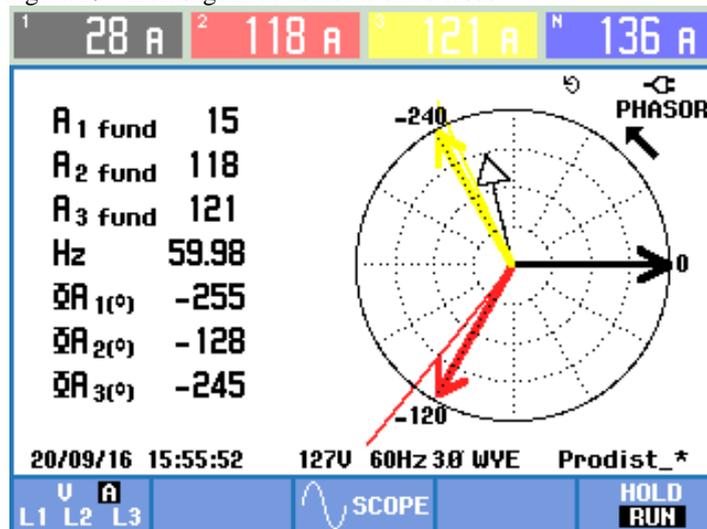
Figura 28 - Defasagem de tensão entre fases



Fonte: O autor.

Também verificadas as leituras momentâneas de tensão, corrente e frequência, onde já pôde ser observado um desbalanceamento inicial de consumo entre as fases além de defasagem irregular entre corrente e tensão, conforme pode ser observado pela comparação entre a figura anterior e a figura a seguir.

Figura 29 - Defasagem de corrente entre fases



Fonte: O autor.

Em seguida, iniciou-se a operação do analisador onde a primeira leitura teve registro no dia 20 de setembro de 2016 as 16:15 e a última consecutiva teve registro no dia 27 de setembro de 2016 as 16:05. As informações registradas pelo equipamento foram retiradas por meio do *software Power Log* proprietário da Fluke e salvas para análise.

As leituras salvas foram conferidas observando 1008 consecutivas e dispostas em planilha para tratamento. A partir disto, foram realizados todos os ajustes necessários, formulação de somatórios e médias e separação por grupo de leitura conforme Apêndice B, visando a análise comparativa com o levantamento de campo e análise da qualidade e eficiência do consumo de energia do campus.

Desta forma concluiu-se o trabalho de campo, com levantamento de todas as informações necessárias para análise e tratamento que serão apresentadas nos tópicos seguintes.

4 TRATAMENTO DOS RESULTADOS

As informações conseguidas com o trabalho de campo foram analisadas e tratadas dentro de cada planilha a fim de se estabelecer o consumo individual por equipamento e por bloco do campus, assim como o consumo total.

Foi estabelecido o comparativo entre os dados do levantamento de campo, os dados obtidos com a análise das 1008 leituras do analisador Fluke e com as informações constantes na conta de luz da concessionária para verificação do consumo total mensal.

No tratamento das informações do levantamento de campo foi constatado que o bloco de maior consumo é o bloco 1, onde se tem aulas durante o dia todo, seguido pelo bloco 2 anexo onde estão dois setores com grande consumo que são a biblioteca e a sala do servidor.

Na verificação realizada por tipo de equipamento, pode-se observar que a iluminação é responsável por 48% do consumo total com 8.580 kWh/mês sendo o foco principal para atuação no processo de efficientização energética do campus, o que pode ser comprovado analisando os gráficos do Apêndice D onde está demonstrado que existe a predominância da do consumo de iluminação nos blocos de salas de aula sendo o bloco 1, estúdios e bloco 2. Nos blocos onde existem setores administrativos, de suporte e de equipamentos que são o bloco 3 onde estão localizados os laboratórios, o bloco 1 anexo e bloco 2 anexo onde estão os setores administrativos, de suporte e equipamentos, já pode ser notado que o consumo de periféricos fica bem próximo ou até ultrapassa o consumo de iluminação. Já na lanchonete a maior parte da carga é de resistência de aquecimento utilizadas para preparos de alimentos e de refrigeração utilizada para armazenamento dos mesmos e de bebidas.

Nas análises de consumo e efficientização por tipo de carga foram considerados fatores como:

- a) Níveis de eficiência dos equipamentos instalados;
- b) Tempo de utilização e consumo final individual estabelecidos nos Apêndices A e D;
- c) Viabilidade de substituição considerando vida útil e tecnologias existentes.

Com relação as cargas do tipo climatização, foi constatado que correspondem a 12% do consumo final sendo composta por ventiladores de teto e de parede, circuladores de ar e ventiladores de pedestal. Observando os fatores considerados não foi justificada nenhuma ação no sentido de substituição de equipamentos, pelo fato dos equipamentos mais utilizados já possuírem um nível de eficiência aceitável, não apresentando viabilidade econômica na sua substituição. Os equipamentos mais antigos e com eficiência energética menor tendo um tempo de utilização bem reduzido e não apresentam influência relevante no consumo final. Para este

tipo de carga o melhor processo de efficientização é a conscientização dos ocupantes dos ambientes onde estão instalados da utilização consciente, observando simples orientações como por exemplo para ar condicionado:

- a) Manter as portas e janelas dos ambientes climatizados fechadas durante sua utilização para evitar a entrada de ar quente de ambientes exteriores, assim como a saída do ar refrigerado do ambiente;
- b) Utilizar os *set points* de temperatura de acordo com o estabelecido pela NBR 6401 e pela Resolução RE nº 176 da ANVISA;
- c) Utilizar cortinas e venezianas nas janelas para evitar a entrada de radiação solar.

As cargas do tipo refrigeração representam apenas 4% do consumo final e são compostas por bebedouros, *freezers*, geladeiras entre outros, que conforme verificado no trabalho de campo possuem níveis de eficiência aceitáveis, sendo em sua maioria equipamentos novos, não justificando assim nenhuma ação de efficientização no âmbito de substituição, sendo importante também a conscientização na sua utilização, como por exemplo mantendo portas de geladeiras e *freezers* aberta somente o tempo necessário para a movimentação dos produtos no seu interior.

Não foi justificada nenhuma ação de efficientização também para as cargas do tipo aquecimento e outros que é composta por equipamentos de som e imagem, equipamentos de preparo de alimentos, entre outros, que juntas são responsáveis por 13% do consumo final de energia e já apresentam um nível de eficiência energética satisfatório.

Os equipamentos periféricos são responsáveis por 23% do consumo final da planta sendo compostos por *desktop's*, impressoras, projetores, entre outros e são equipamentos novos, com tecnologia atual, apresentando um nível de eficiência energética aceitável não sendo necessária a realização de ações de melhoria no sentido de troca de equipamentos, apenas realizando a conscientização dos usuários sobre a utilização eficiente como pode ser exemplificado com o desligamento dos equipamentos em ausências longas do ambiente ou evitando a impressão desnecessária de arquivos.

No caso do tipo de carga de iluminação que representa 48% do consumo final de energia elétrica do campus, foi verificada a utilização de dispositivos com tecnologia de baixa eficiência energética no geral, sendo lâmpadas fluorescentes tubulares em sua maioria, lâmpadas fluorescentes HO com alto consumo nos blocos onde foram apurados os maiores tempos de utilização, além de algumas lâmpadas incandescentes eficiência extremamente baixas. Neste caso foi justificada a ação de efficientização com substituição dos dispositivos instalados,

baseado nos fatores citados acima, com o objetivo de reduzir o consumo e melhorar a eficiência energética do campus.

Para tal, propõem-se a substituição de todos os dispositivos com baixa eficiência que somam 90% da carga de iluminação instalada por iluminação utilizando a tecnologia LED que apresenta uma maior eficiência, sendo demonstrada a seguir.

Quadro 3 - Ganho em eficiência luminosa

LÂMPADA UTILIZADA	LÂMPADA PROPOSTA	GANHO EM EFICIÊNCIA (lm/W)
FLUORESCENTE TUBULAR 40W	TUBULAR DE LED 18W	37%
FLUORESCENTE TUBULAR 20W	TUBULAR DE LED 9W	68%
FLUORESCENTE HO 110W	TUBULAR DE LED HO 40W	26%
FLUORESCENTE COMPACTA 11W	BULBO LED 7W	58%
FLUORESCENTE COMPACTA 15W	BULBO LED 10W	26%
FLUORESCENTE COMPACTA 18W	BULBO LED 12W	35%
FLUORESCENTE COMPACTA 45W	BULBO LED 20W	27%
INCANDESCENTE 60W	BULBO LED 10W	501%
VAPOR METÁLICO 250W	REFLETOR DE LED 150W	13%
HALÓGENA PAR 20	PAR 20 LED 7W	349%

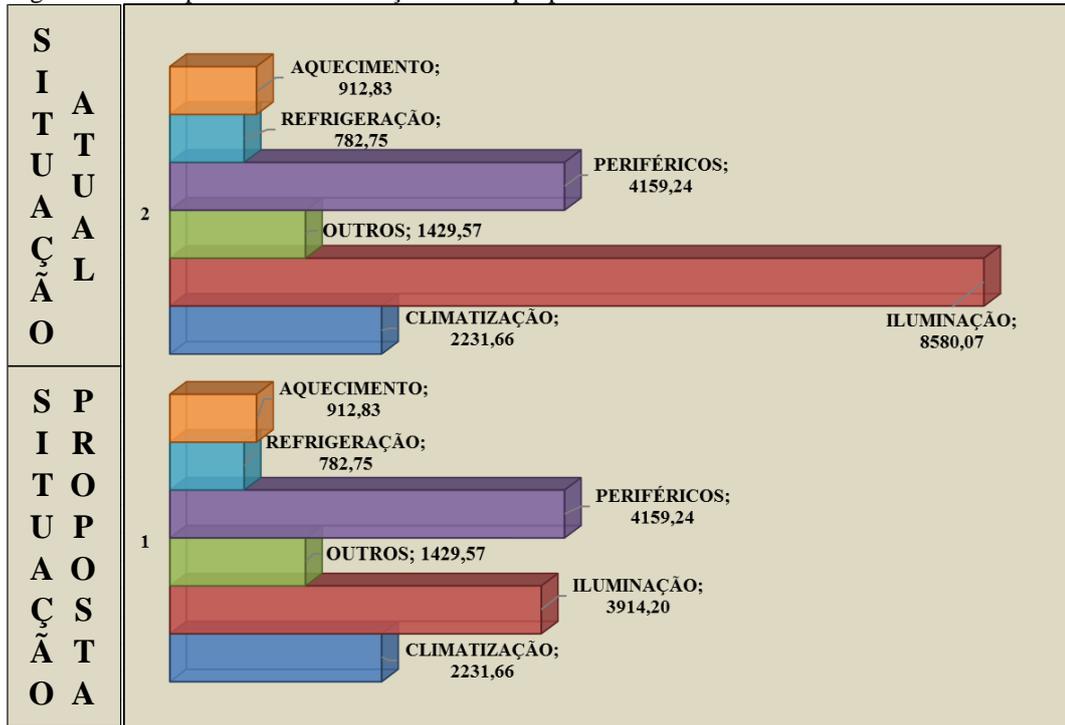
Fonte: O autor.

Foi realizado uma coleta de dados sobre dispositivos LED equivalentes aos atuais instalados, considerando custo e eficiência, realizando a substituição nas planilhas por blocos do levantamento de campo, estabelecendo a nova carga total de consumo mensal com uma considerável redução, como pode ser verificado no Apêndice C.

Foram gerados também novos gráficos de consumo por carga dentro de cada bloco individual e no consumo final onde foram constatadas as reais reduções e a melhor distribuição de consumo entre as cargas como pode ser observado no Apêndice E.

Com o objetivo de proporcionar uma melhor visualização da melhoria da eficiência energética do campus, foi gerado um gráfico de colunas comparativo, onde pode ser observada redução no consumo da iluminação e a melhoria na distribuição do consumo energético, que é visto na figura a seguir.

Figura 30 - Comparativo entre situação atual e proposta



Fonte: O autor.

Com a implementação da eficiência energética pode ser gerada uma economia de acordo com as informações levantadas de 4665,87 kWh/mês no consumo final, o que representa uma redução de 54,38% no consumo de iluminação e de 25,78% no consumo geral do campus. Usando como base o valor médio em R\$ do kWh/mês estima-se uma economia na conta de energia de R\$3.539,53 como demonstrado no quadro abaixo

Quadro 4 - Estimativa de redução

VALOR MÉDIO DO kWh/mês (R\$)	R\$ 0,7586
REDUÇÃO DE CONSUMO (kWh/mês)	4665,87
REDUÇÃO NA CONTA (R\$)	R\$ 3.539,53

Fonte: O autor.

Abaixo tem-se um quadro demonstrando a carga de iluminação com baixa eficiência instalada no local que deve ser substituída com suas respectivas quantidades, demonstrando sua eficiência luminosa em lm/W.

Quadro 5 - Carga de iluminação de baixa eficiência

LÂMPADA UTILIZADA	POTÊNCIA (W)	EFICIÊNCIA (lm/W)	FLUXO LUMINOSO (lm)	QUANTIDADE
FLUORESCENTE TUBULAR 40W	40	65,00	2600	1141
FLUORESCENTE TUBULAR 20W	20	53,00	1060	405
FLUORESCENTE HO 110W	110	75,45	8300	140
FLUORESCENTE COMPACTA 11W	11	58,00	638	7
FLUORESCENTE COMPACTA 15W	15	64,00	960	61
FLUORESCENTE COMPACTA 18W	18	66,67	1200	11
FLUORESCENTE COMPACTA 45W	45	71,11	3200	4
INCANDESCENTE 60W	60	13,40	804	5
VAPOR METÁLICO 250W	250	80,00	20000	5
HALÓGENA PAR 20	20	17,50	350	25

Fonte: O autor.

No quadro a seguir está demonstrada a carga de iluminação proposta com a substituição das lâmpadas acima por equivalentes LED, demonstrando sua eficiência luminosa, custo unitário e custo total.

Quadro 6 - Carga de iluminação proposta

LÂMPADA PROPOSTA	POTÊNCIA (W)	EFICIÊNCIA (lm/W)	FLUXO LUMINOSO (lm)	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
TUBULAR DE LED 18W	18	88,89	1600	R\$ 17,00	R\$ 19.397,00
TUBULAR DE LED 9W	9	88,89	800	R\$ 13,00	R\$ 5.265,00
TUBULAR DE LED HO 40W	40	95,00	3800	R\$ 138,60	R\$ 19.404,00
BULBO LED 7W	7	91,43	640	R\$ 11,10	R\$ 77,70
BULBO LED 10W	10	80,60	806	R\$ 12,00	R\$ 732,00
BULBO LED 12W	12	90,00	1080	R\$ 16,00	R\$ 176,00
BULBO LED 20W	20	90,00	1800	R\$ 43,00	R\$ 172,00
BULBO LED 10W	10	80,60	806	R\$ 12,00	R\$ 60,00
REFLETOR DE LED 150W	150	90,00	13500	R\$ 240,00	R\$ 1.200,00
PAR 20LED 7W	7	78,57	550	R\$ 21,00	R\$ 525,00
					R\$ 47.008,70

Fonte: O autor.

Com base no valor estimado de economia na conta de energia por mês e considerando o valor necessário de investimento para implementação da nova carga de iluminação, pode-se estimar um tempo de recuperação do investimento realizado em torno de 14 meses.

Tratando dos dados obtidos com a instalação do analisador de qualidade de energia foi constatado que existe um grande desbalanceamento de consumo de corrente da fase L1 em relação as fases L2 e L3, onde de acordo com os registros obteve os picos mínimos de corrente, nos intervalos médios de 00:00 as 06:00 de segunda a sábado, no intervalo de 19:30 de sábado as 12:00 de domingo e no intervalo de 19:30 as 23:59 de domingo, registrando a fase L1 com correntes entre 8A e 10A, a fase L2 entre 14A e 67A, a fase L3 entre 17A e 69A e consequentemente gerando uma corrente de neutro alta entre 10A e 40A. Os picos máximos foram registrados para a fase L1 no intervalo de 19:15 as 22:15 de segunda-feira com correntes entre 70A e 84A, para a fase L2 no intervalo entre 19:15 as 20:25 terça-feira com correntes

entre 180A e 204A, para a fase L3 no intervalo entre 19:25 as 21:25 terça-feira com correntes entre 190A e 208A e para o neutro uma corrente ainda mais alta nos intervalos de 19:15 as 21:15 de segunda-feira e 19:25 as 20:35 de terça-feira com correntes entre 200A e 224A.

Este desbalanceamento de corrente causa como pode ser percebido já no ato da instalação do analisador uma alta defasagem angular capacitiva na fase L1 adiantando a corrente em relação a tensão, causando assim também um grande desbalanceamento no fator de potência de todo o sistema. Este problema como pode ser percebido pelas leituras registradas causa uma corrente de neutro com crescimento proporcional ao crescimento do desbalanceamento.

Devido a este fato, se faz necessária uma intervenção imediata na planta elétrica, analisando individualmente cada setor de cada bloco, com o objetivo se realizar um rastreamento dos pontos de desbalanceamento, aplicando uma redistribuição das cargas entre as três fases afim de se conseguir a situação mais simétrica possível de consumo.

Em se tratando do fornecimento de tensão da concessionária, todas as 1008 leituras registraram níveis de tensão adequadas para as três fases, dentro dos limites estabelecidos pelo PRODIST, que variam entre 116VAC e 133VAC mantendo uma média de 128VAC para as três fases.

Os resultados médios, mínimos e máximos dos dados obtido por meio da instalação e monitoramento semanal do analisador, após o tratamento das informações estão dispostos no Apêndice B.

5 CONCLUSÃO

O processo de efficientização energética envolve diversas etapas desde a coleta das informações necessárias para o seu desenvolvimento, passando pela análise e tratamento de tais informações até o estabelecimento de medidas de efficientização que se façam necessárias.

Tal processo combinado ao uso de equipamentos de análise e monitoramento de qualidade de energia, torna-se mais eficiente pelo fato de não somente atuar nos usos finais de energia, mas também na qualidade e distribuição de tal utilização, assim como verificar os níveis corretos dos parâmetros do sistema elétrico ao qual a instalação está conectada.

Como pode ser visto no caso em análise, as medidas de efficientização que se fazem necessárias para alcançar o resultado esperado não somente passam pela substituição de equipamentos com baixa eficiência energética por outros mais eficientes, como também podem ser alcançados por meio de processos de conscientização dos seus usuários quanto a correta utilização de cada equipamento, primando pela redução no consumo, como pode ser aplicado na maioria dos tipos de cargas instaladas no campus.

Porém, como pôde ser constatado em todas as análises realizadas, existe a viabilidade do processo de substituição dos dispositivos de iluminação instalados na planta, justificada pela redução do consumo, agregado ao aumento da eficiência energética dos dispositivos propostos devido a melhor tecnologia aplicada nos mesmos. Com a implantação deste processo pode-se reduzir consideravelmente o consumo energético e conseqüentemente reduzir os custos com a conta de energia conforme pode ser visto no quadro abaixo.

Quadro 7 - Demonstrativo de redução e investimento

SITUAÇÃO	CONSUMO ILUMINAÇÃO (kWh/mês)	CUSTO	CONSUMO TOTAL (kWh/mês)	CUSTO	REDUÇÃO DE CONSUMO (kWh/mês)	ECONOMIA FINANCEIRA
ATUAL	8580,07	R\$ 6.508,84	18096,13	R\$ 13.727,72	4665,87	R\$ 3.539,53
PROPOSTA	3914,20	R\$ 2.969,31	13430,26	R\$ 10.188,20		
INVESTIMENTO EM ILUMINAÇÃO PARA A EFICIENTIZAÇÃO PROPOSTA →						R\$ 47.008,70
TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO EM MESES →						13,28

Fonte: O autor.

Como demonstrado no quadro acima, a substituição dos dispositivos citados, mesmo com um custo elevado, se faz justificada também pelo fato de se conseguir a recuperação do investimento necessário para compra dos dispositivos em um curto espaço de tempo, que pode ser estimado, de acordo com as informações levantadas e propostas em conjunto com as

cotações realizadas dos dispositivos necessários para substituição, sendo próxima de 14 meses, podendo ter variações pelo fato da redução de consumo da planta nos meses de recesso escolar.

Como pôde ser constatado também pelas análises realizadas, o processo de efficientização energética justifica-se atuando em melhorias na rede interna de distribuição, como exposto no capítulo anterior, adequando as instalações no que diz respeito a realização de um rastreamento e redistribuição das ligações das cargas nas três fases do circuito.

Após a realização das devidas alterações na instalação afim de se balancear a distribuição de corrente nas fases, deve ser realizada novamente a instalação do analisador de qualidade de energia Fluke, para monitoramento semanal e verificação das leituras obtidas.

Desta forma poderá ser verificada a real adequação do sistema em relação ao problema citado, assim como a verificação com relação ao problema identificado de corrente de neutro e distorção no fator de potência da fase L1.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Módulo 8** – Qualidade da Energia Elétrica - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/M%c3% b3dulo8_Revis%c3%a3o_7.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa N° 414 de 9 de setembro de 2010**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876463/REN_414_2010_Atulaizada_2012.pdf/52a17d5a-d393-4b6c-a779-27279d815451>. Acesso em: 15 jul. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RE n°176 de 24 de outubro de 2000**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/scriptsweb/anvisalegis/VisualizaDocumento.asp?ID=136&Versao=1>>. Acesso em: 22 set. 2016.
- ALVES, Mário Fabiano. **Tópicos avançados em Engenharia Elétrica – QEE – Qualidade da energia elétrica**. Instituto Politécnico – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-6401**: Instalações centrais de ar-condicionado para conforto - Parâmetros básicos de projeto. Rio de Janeiro, 1980.
- BOYLESTAD, Robert L. **Introdução a Análise de Circuitos**. 10° ed. Rio de Janeiro, Prentice-Hall, 2004, 828p.
- BRASIL. Portaria Interministerial n° 1007 de 31 de dezembro de 2010. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 6 jan. 2011. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/904396/Portaria_interminestral+1007+de+31-12-2010+Publicado+no+DOU+de+06-01-2011/d94edaad-5e85-45de-b002-f3ebe91d51d1?version=1.1>. Acesso em: 18 set. 2016.
- BRASIL. Lei n° 10.295 de 17 de outubro de 2001. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 18 out. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acesso em: 10 set. 2016.
- BRASIL. Lei n° 9.991 de 24 de julho de 2000. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 24 jul. 2000. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/blei20009991.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016
- CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A.; PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Manual de Iluminação**. Rio de Janeiro, 2011.
- CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A.; PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Pesquisa de posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – ano Base 2005 – Classe residencial – relatório Brasil**. Rio de Janeiro, 2007.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Tarifas**. Belo Horizonte, 2016.

Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx>. Acesso em: 13 set. 2016.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Manual de Iluminação Pública**. Curitiba, 2012.

DA SILVA, Rodrigo; JORDÃO, Rafael; DE OLIVEIRA, Adalton; RESENDE, Rodrigo; CAPUTO, Rodrigo. **Projeto de Residência com Melhor Aproveitamento Energético**. O Setor Elétrico. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.osetoelettrico.com.br/web/a-revista/1608-projeto-de-residencia-com-melhor-aproveitamento-energetico.html>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2016: Relatório Síntese ano base 2015**. Rio de Janeiro, 2016.

GOLDEN. **Iluminar sem confundir**: veja as características das lâmpadas que ajudam na hora da compra. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.golden.blog.br/iluminar-sem-confundir/>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Eletrobras e Inmetro lançam etiqueta de eficiência energética residencial**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/noticias/verNoticia.asp?seq_noticia=3138>. Acesso em: 10 abr. 2016.

LAMBERTS, Robert et al. **Casa eficiente**: consumo e geração de energia. Florianópolis, UFSC/LabEEE; 2010.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Florianópolis, 2014. 366 p.

LIGHTING NOW. **Luminotécnica básica** (Apostila). Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.lightingnow.com.br/cursos/lum_basic/luminotecnica_basica.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2013.

LIMA, Valquíria Aparecida Alcântara. **Estudo comparativo entre lâmpada com LED de alta potência e lâmpadas comuns, considerando a viabilidade econômica**. 74f. Projeto de Pesquisa – Tecnologia em Eletrotécnica – Modalidade Gestão Comercial, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

LIMBERGER, Marcos Alexandre Couto; VASCONCELLOS, Luiz Eduardo Menandro. **Iluminação Eficiente**: Iniciativas da Eletrobrás Procel. Rio de Janeiro, 2013.

METEOROPOLE. **Espectro Eletromagnético**. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://meteoropole.com.br/site/wp-content/uploads/2012/12/espectro_eletromagnetico1.jpg>. Acesso em: 30 mai. 2016.

MONTSERRAT, Cristina Morente. **Curso on-line de iluminacion**. GRLUM – UTC, Barcelona-Catalunya-Espanya, 2010. Disponível em:

<<http://grlum.dpe.upc.edu/manual/imagenes/iluminanciaDibujo.png>>. Acesso em: 30 mai. 2016.

NEVES, Leticia de Oliveira. **Arquitetura Bioclimática e a Obra de Severiano Porto: Estratégias de Ventilação Natural**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos USP. São Carlos, 2006.

OSRAM. **Iluminação: Conceitos e Projetos**. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0262/Af_Apostila_Conceitos_e_Projetos.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2016.

OSRAM. **Manual Luminotécnico Prático**. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/ManualOsram.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM. **Edificações residenciais etiquetadas**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/edificacoes-etiquetadas/residencial>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

PHILIPS. **Guia Prático Philips Iluminação**. Serviço Philips de Orientação Técnica - SPOT. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT25102012201415.pdf>>. Acesso em: 04 mai. 2016.

SALVETTI, Alfredo Roque. **A História da Luz**. Editora Universidade Federal Mato Grosso do Sul – UFMS. Campo Grande, 2008.

SPRINGER CARRIER. **Manual de Instalação, Operação e Manutenção Springer up**. Manaus, 2011.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho et al. **Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações**. Campinas, Elektro, 2012. 314 p.

APÊNDICE A – Levantamento de campo

Abaixo segue o planilhamento realizado e tratado das informações obtidas no levantamento de campo, contendo todos os equipamentos consumidores separados por bloco no campus e identificado cada sala e setor. Logo após tem-se os dados separados por tipo de consumidor e o somatório total.

BLOCO 1								
ANDAR	AMBIENTE	USO FINAL	EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	QNT. TOTAL	CONSUMO (kWh/mês)		
						HFP	HP	
1	PORTARIA	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		12	15,60	12,48	
		Iluminação	Lâmpada de LED	Spot de 5 LED's	4	1,30	1,04	
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	8,84	0,00	
	HALL 1º ANDAR	Outros	Elevador			1	55,25	55,25
		Iluminação	Lâmpada tubular de LED			3	3,51	2,81
		Outros	Express café			1	20,80	20,80
		Outros	Express machine			1	72,80	14,56
		Outros	Painel de TVS	LG 42" LED		9	421,20	70,20
		Iluminação	Lâmpada tubular de LED			24	28,08	22,46
		Iluminação	Lâmpada Halógena			8	10,40	8,32
		Refrigeração	Bebedouro	Marca Dibel		1	25,48	6,37
		Iluminação	Fita de LED			18	84,24	14,04
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			8	203,28	29,04
	SALA 11	Climatização	Ventilador de teto		Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projeto		Sony	1	4,62	4,62
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			8	203,28	29,04
	SALA 12	Climatização	Ventilador de teto		Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Climatização	Ventilador de parede		Venti-Delta	1	1,87	1,87
		Periféricos	Projeto		Sony	1	4,62	4,62
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente			12	58,08	0,00
	COORDENAÇÃO ENSINO FUNDAMENTAL	Climatização	Ventilador de parede		Venti-Delta	1	1,87	0,00
		Periféricos	Desktop		DELL	1	30,25	0,00
		Periféricos	Multifuncional		Brother DCP 8157DN	1	2,46	0,00
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente			4	0,00	0,59
	COORDENAÇÃO DISCIPLINAR	Iluminação	Lâmpada Fluorescente			4	29,92	0,00
		Climatização	Ventilador de parede		Venti-Delta	1	3,74	0,00
		Outros	Amplificador de áudio		Wattsom DBK720	1	0,99	0,00
		Outros	Mesa de áudio		Wattsom MXS 6	1	0,37	0,00
		Outros	Som portátil		Philco PB126L	1	0,06	0,00
		Outros	Som portátil		Philips AZ1845	1	0,06	0,00
		Refrigeração	Bebedouro		Libell	1	13,55	3,39
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			8	203,28	29,04
		Climatização	Ventilador de teto		Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projeto		Sony	1	4,62	4,62
	SALA 13	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			8	203,28	29,04
		Climatização	Ventilador de teto		Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projeto		Sony	1	4,62	4,62
	SALA 14	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			8	203,28	29,04
		Climatização	Ventilador de teto		Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projeto		Sony	1	4,62	4,62
	SALA 15	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			8	203,28	29,04
		Climatização	Ventilador de teto		Venti-Delta	2	3,74	3,74
Periféricos		Projeto		Sony	1	4,62	4,62	
SALA 16	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			8	203,28	29,04	
	Climatização	Ventilador de teto		Venti-Delta	2	3,74	3,74	
	Periféricos	Projeto		Sony	1	4,62	4,62	
BANHEIRO FEMININO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente			4	3,52	3,52	
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente			4	3,52	3,52	
BANHEIRO MASCULINO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente			4	29,92	0,00	
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente			4	29,92	0,00	
ENFERMARIA	Aquecimento	Microondas		Panasonic NN-ST254W	1	6,88	0,00	
	Periféricos	Notebook		DELL	1	17,16	2,86	
	Refrigeração	Geladeira		Consul CRA30	1	14,96	3,74	
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			8	203,28	29,04	
SALA 17	Climatização	Ventilador de teto		Venti-Delta	2	3,74	3,74	
	Periféricos	Projeto		Sony	1	4,62	4,62	
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			8	203,28	29,04	
SALA 18	Climatização	Ventilador de teto		Venti-Delta	2	3,74	3,74	
	Climatização	Ventilador de parede		Venti-Delta	1	1,87	1,87	
	Periféricos	Projeto		Sony	1	4,62	4,62	
	Iluminação	Lâmpada tubular de LED			24	23,76	19,01	
2	HALL 2º ANDAR	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	4,40	3,52	
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	4,40	3,52	
		Periféricos	Rack de Informática		Com 1 Switcher	1	14,78	2,11
		Refrigeração	Bebedouro		Marca Dibel	1	21,56	5,39
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			8	203,28	29,04
	SALA 21	Climatização	Ventilador de teto		Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Climatização	Ventilador de parede		Venti-Delta	1	1,87	1,87
		Periféricos	Projeto		Sony	1	4,62	4,62
	SALA 22	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			6	152,46	21,78
		Climatização	Ventilador de teto		Venti-Delta	1	1,87	1,87
Climatização		Ventilador de parede		Venti-Delta	2	3,74	3,74	
SALA 22 A	Iluminação	Lâmpada Fluorescente			12	10,56	0,00	
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO			2	4,84	0,00	
	Climatização	Ventilador de parede		Venti-Delta	2	3,74	0,00	

2 o A N D A R	SALA 23	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO		8	203,28	29,04
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	SALA 24	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO		8	203,28	29,04
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	BANHEIRO MASCULINO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	3,52	3,52
	BANHEIRO FEMININO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	3,52	3,52
	SALA 25	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO		8	203,28	29,04
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	SALA 26	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO		8	48,40	19,36
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	SALA 27	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO		8	48,40	19,36
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	SALA 28	Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO		8	48,40	19,36
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
Periféricos		Projektor	Sony	1	4,62	4,62	
COORDENAÇÃO ENSINO MÉDIO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		8	38,72	0,00	
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	2,42	0,00	
	Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	1,87	0,00	
	Periféricos	Impressora	DCP 8080DN Brother	2	4,92	0,00	
	Periféricos	Desktop	DELL	1	30,25	0,00	
COORDENAÇÃO ENSINO FUNDAMENTAL	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	19,36	0,00	
	Refrigeração	Bebedouro	Libell	1	13,55	3,39	
	Periféricos	Desktop	DELL	1	30,25	0,00	
	Periféricos	Multifuncional	Brother DCP 8157DN	1	2,46	0,00	
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		20	44,00	35,20	
3 o A N D A R	HALL 3º ANDAR	Iluminação	Lâmpada Fluorescente Compacta		4	3,30	2,64
		Refrigeração	Bebedouro	Marca Dibel	1	21,56	5,39
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		20	44,00	17,60
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	1	1,87	1,87
	SALA 31	Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	1,87	1,87
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		16	35,20	14,08
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	3	5,61	5,61
	SALA 32	Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		7	15,40	6,16
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	3,74	3,74
	SALA 33	Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	1	1,87	1,87
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		26	57,20	22,88
	SALA 34	Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	BANHEIRO MASCULINO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	1,76	1,76
	BANHEIRO FEMININO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	1,76	1,76
	SALA CURSO ADM	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		18	39,60	15,84
Climatização		Ventilador de parede	Venti-Delta	2	3,74	3,74	
SALA 35	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		20	44,00	17,60	
	Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	3,74	3,74	
	Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	1	1,87	1,87	
	Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62	
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	4,40	1,76	
PROFESSOR TEMPO INTEGRAL	Climatização	Circulador de ar	Arno C45	1	4,95	3,30	
	Periféricos	Desktop	DELL	2	16,50	11,00	
						4469,57	1070,48584
						5540,06	Total

BLOCO 1 ANEXO

	AMBIENTE	USO FINAL	EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	QNT. TOTAL	CONSUMO (kWh/mês)	
						HFP	HP
A N E X O 1	QUADRA	Refrigeração	Bebedouro		2	24,20	4,84
	CORREDOR	Iluminação	Lâmpada Incandescente		3	3,96	3,96
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	1,76	1,76
	SALA 9 ESPAÇO LÚDICO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	1,76	1,76
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		16	14,08	0,00
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,88	0,00
	CORREDOR	Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	7,48	0,00
		Refrigeração	Bebedouro	Marca Belliere	1	12,76	3,19
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	1,76	0,00
	BANHEIRO MASCULINO	Iluminação	Lâmpada Incandescente		1	0,22	0,00
	BANHEIRO FEMININO	Iluminação	Lâmpada Incandescente		1	0,22	0,00
	PSICOPEDAGÓGICO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	3,52	0,00
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	21,12	0,00
	SALA 8 BRINQUEDOTECA	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,88	0,00
Climatização		Ventilador de parede	Venti-Delta	2	3,74	0,00	
Iluminação		Lâmpada Fluorescente		6	47,52	5,28	
S E C R E T A R I A	CORREDOR	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		8	63,36	7,04
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	4	14,96	0,00
	SECRETARIA	Periféricos	Desktop	DELL	2	99,00	11,00
		Refrigeração	Bebedouro	MENNA	1	16,50	3,30
		Periféricos	Multifuncional	Brother DCP 8080 DN	1	7,26	0,00
	BANHEIRO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,22	0,00
	REGISTRO ACADÊMICO 1	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		3	0,44	0,00
REGISTRO ACADÊMICO 2	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	0,59	0,00	

S E C R E T A R I A	SUPERVISÃO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	31,68	3,52
		Periféricos	Desktop	DELL	1	44,00	5,50
		Periféricos	Multifuncional	SAMSUNG CLX-3185W	1	1,93	0,00
	COPA	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		6	10,56	0,00
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	0,94	0,00
		Refrigeração	Geladeira	Consul CRC28	1	16,50	3,30
	DIRETORIA	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	31,68	3,52
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	3,74	0,00
		Periféricos	Desktop	DELL	1	44,00	5,50
		Periféricos	Multifuncional	Phaser 3250	1	2,20	0,00
						535,41	63,47
						598,88	Total

ESTÚDIOS

	AMBIENTE	USO FINAL	EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	QNT. TOTAL	CONSUMO (kWh/mês)	
						HFP	HP
E S D E Ú D I V O	HALL	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		6	5,28	5,28
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		20	17,60	17,60
	EDIÇÃO	Periféricos	Desktop	Ilha de Edição	1	14,08	14,08
		Outros	Monitor de Vídeo	Panasonic BT-S1370V	1	3,96	3,96
		Outros	Mesa de Vídeo	Panasonic	1	0,68	0,68
		Periféricos	Desktop	DELL	3	16,50	16,50
		Climatização	Circulador de ar	Arno C45	1	1,65	1,65
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente HO		12	14,52	14,52
	ESTÚDIO	Climatização	Ar condicionado	Split Elgin Atuale 36000 BTU's	1	14,26	14,26
		Periféricos	Desktop	DELL	1	2,75	2,75
		Iluminação	Lumindária	Fresnel	6	19,80	19,80
		Outros	TV	CCE 29" tubo	1	1,10	1,10
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		9	3,96	3,96
	R Á D I O	ESTÚDIO	Climatização	Ar condicionado	Multi Split 36000 BTU's	1	14,26
Periféricos			Desktop	DELL	1	2,75	2,75
Outros			Amplificador de áudio	Wattson DBS 360	1	2,97	2,97
Outros			Mesa de áudio	Roland VM-3100	1	1,10	1,10
Iluminação			Lâmpada tubular de LED		2	0,40	0,40
Iluminação			Lâmpada Fluorescente		22	19,36	19,36
F O T O	FOTOGRAFICO	Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	0,00
		Iluminação	Flash	ATEK Plus 100	4	0,73	0,73
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente Compacta		4	0,66	0,66
		Climatização	Ar condicionado	10000 BTU's	1	7,76	7,76
						335,98	Total

BLOCO 2

	AMBIENTE	USO FINAL	EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	QNT. TOTAL	CONSUMO (kWh/mês)	
						HFP	HP
T É R R E O	PORTARIA	Iluminação	Lâmpada de Fluorescente		24	31,20	24,96
		Iluminação	Lâmpada de LED	Spot de 5 LED's	4	1,30	1,04
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	3,74	3,74
		Outros	Relógio de ponto		1	9,83	1,40
	CORREDOR TÉRREO	Outros	Elevador		1	55,25	55,25
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		18	23,40	18,72
		Refrigeração	Bebedouro		1	14,30	2,86
	SALA 101	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
	BANHEIRO MASCULINO	Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		3	3,12	3,12
	SALA 102	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
	BANHEIRO FEMININO	Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		3	3,12	3,12
	SALA 103	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	1,87	1,87
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	SALA 104	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	SALA 105	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	3	5,61	5,61
Periféricos		Projektor	Sony	1	4,62	4,62	
1 º A N D A R	CORREDOR 1º ANDAR	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		18	23,40	9,36
		Refrigeração	Bebedouro		1	7,15	2,86
	SALA 201	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	1,87	1,87
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	BANHEIRO MASCULINO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	1,04	1,04
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
	SALA 202	Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	BANHEIRO FEMININO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	1,04	1,04
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
	SALA 203	Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	1,87	1,87
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
	SALA 204	Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62

2	CORREDOR 2º ANDAR	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		18	23,40	9,36
		Refrigeração	Bebedouro		1	7,15	2,86
	SALA 301	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	1,87	1,87
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	1,04	1,04
	BANHEIRO MASCULINO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
		Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
	SALA 302	Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	1,04	1,04
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
	BANHEIRO FEMININO	Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	1,87	1,87
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96
	SALA 303	Climatização	Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	1,87	1,87
Periféricos		Projektor	Sony	1	4,62	4,62	
Iluminação		Lâmpada Fluorescente		24	62,40	24,96	
Climatização		Ventilador de teto	Venti-Delta	2	3,74	3,74	
SALA 304	Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	1,87	1,87	
	Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62	
	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		2	0,35	0,00	
	BANHEIRO MASCULINO	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		2	0,35	0,00
BANHEIRO FEMININO	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		2	0,88	0,70	
	Climatização	Ar condicionado	Elgin 10000 BTU's	1	5,18	0,00	
CORREDOR	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		2	1,19	0,00	
	Climatização	Ar condicionado	Elgin 10000 BTU's	1	5,18	0,00	
PSICOPEDEGOCIA	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		2	1,19	0,00	
	Climatização	Ar condicionado	Elgin 10000 BTU's	1	5,18	0,00	
ATENDIMENTO ALUNO	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		2	1,19	0,00	
	Climatização	Ar condicionado	Elgin 10000 BTU's	1	5,18	0,00	
HALL 4º ANDAR	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	4,40	3,52	
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		8	7,92	6,34	
RECEPÇÃO	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		26	97,81	30,89	
	Climatização	Ar condicionado	Consul Air Master 7000 BTU's	1	23,10	23,10	
SALA COORDENAÇÃO	Climatização	Ar condicionado	Springer Siléntia 30000 BTU's	1	69,30	69,30	
	Periféricos	Notebook	Diversos	7	50,05	30,03	
	Periféricos	Multifuncional	Brother DCP 8080 DN	1	3,63	0,00	
	Periféricos	Rack de informática	Com 03 switcher	1	44,35	6,34	
	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		10	1,98	7,92	
	Climatização	Ventilador de pedestal		1	0,83	0,00	
	Climatização	Ar condicionado	Springer Siléntia 30000 BTU's	1	17,33	17,33	
SALA DE REUNIÃO	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		6	4,75	0,00	
	Aquecimento	Microwondas	Brastemp	1	4,59	0,00	
	Refrigeração	Geladeira	Consul	1	10,34	2,07	
	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		4	15,05	4,75	
COPA	Periféricos	Multifuncional	Kyocera FS4200DN	1	7,45	0,00	
	Periféricos	Multifuncional	Brother DCP 8080 DN	1	7,26	0,00	
	Periféricos	Multifuncional	Kyocera FS4200DN	1	7,45	0,00	
	Periféricos	Desktop	DELL	1	52,25	16,50	
	Climatização	Ar condicionado	Split Totaline Hi Wall 12000 BTU's	1	114,93	28,73	
	Aquecimento	Lâmpada Incandescente	Desemidificador de folhas	1	10,56	2,64	
	Outros	Fragmentador de papel	Elgin FC7121	1	0,09	0,00	
COORDENAÇÃO SEMI PRESENCIAL	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		4	8,71	4,75	
	Periféricos	Desktop	DELL	4	121,00	66,00	
	Periféricos	Multifuncional	MFC 8480DN	1	2,42	0,00	
	Climatização	Ar condicionado	Springer QCA 105BB	1	42,68	42,68	
SALA DA GESTORA	Iluminação	Lâmpada tubular de LED		8	17,42	9,50	
	Climatização	Ar condicionado	Bryant 18000 BTU's	1	57,20	57,20	
	Periféricos	Multifuncional	XEROX PHASER 3250	1	2,20	0,00	
	Periféricos	Notebook		1	4,29	2,86	
						1964,37	1022,21
						2986,58	Total

BLOCO 2 ANEXO

UNIDADE	AMBIENTE	USO FINAL	EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	QNT. TOTAL	CONSUMO (kWh/mês)	
						HFP	HP
UNISTEC	RECEPÇÃO	Iluminação	Lâmpada de Fluorescente		6	5,28	5,28
		Periféricos	Desktop	DELL	2	88,00	11,00
		Periféricos	Multifuncional	Brother DCP 8080 DN	1	3,63	0,00
		Refrigeração	Bebedouro	Dibel	1	16,94	3,39
	REUNIÃO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		3	1,52	0,00
		Periféricos	Desktop	DELL	1	2,75	0,00
	ALMOXARIFADO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	0,88	0,00
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	28,16	3,52
	SALA	Climatização	Ar condicionado	Consul Air Master 10000 BTU's	1	55,00	0,00
		Periféricos	Desktop	DELL	1	38,50	5,50
Climatização		Ventilador de parede	Venti-Delta	1	3,74	0,00	
Periféricos		Rack de informática	com 01 switcher	1	14,78	2,11	
Iluminação		Lâmpada Fluorescente		12	5,28	0,00	
AUDITÓRIO	CORREDOR	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,44	0,00
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		3	0,66	0,00
		Refrigeração	Bebedouro	Dibel	1	9,68	4,84
	BANHEIROS	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		7	1,54	0,00
		Iluminação	Lâmpada tubular de LED		48	9,50	0,00
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	12	44,88	0,00
CONVÉDIA	VÍDEO CONFERÊNCIA	Periféricos	Projektor	Sony	1	2,31	0,00
		Outros	Mesa de Som	Wattsom	1	1,10	0,00
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		30	13,20	0,00
		Climatização	Ar condicionado	SPLIT ELGIN 30000 BTU's	1	16,78	0,00
		Periféricos	Projektor	Sony	1	2,31	0,00
		Periféricos	Desktop	DELL	1	1,38	0,00
		Periféricos	Notebook	DELL	1	0,36	0,00
		Outros	Câmera de Vídeo		1	0,20	0,00
		Outros	Amplificador de áudio	SHURE	1	1,10	0,00
		Outros	Mesa de Som	Wattsom	1	1,10	0,00
ALMOXARIFADO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	0,59	0,00	
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	0,88	0,00	
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	0,88	0,00	

B I B L I O T E C A	HALL	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		6	22,44	7,92		
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		164	469,04	216,48		
	BIBLIOTECA		Iluminação	Lâmpada Fluorescente compacta		42	90,09	41,58	
			Iluminação	Lâmpada Fluorescente compacta		3	7,72	3,56	
			Iluminação	Lâmpada de LED	Spot de 5 LEDs	4	2,86	1,32	
			Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	11	41,14	41,14	
			Periféricos	Desktop	DELL	4	154,00	66,00	
			Periféricos	Desktop	DELL	14	38,50	38,50	
	JARDINS		Periféricos	Rack de informática	com 02 switcher	1	29,57	4,22	
			Iluminação	Lâmpada Halógena	PAR 20	12	13,20	10,56	
			Iluminação	Lâmpada Halógena	PAR 20	5	5,50	4,40	
			Iluminação	Lâmpada Fluorescente compacta		4	3,30	2,64	
			Iluminação	Lâmpada Fluorescente		8	17,60	14,08	
			Iluminação	Lâmpada Fluorescente		10	92,40	26,40	
P R O A F N E S S O R E S	CORREDOR	Periféricos	Desktop	DELL	3	140,25	49,50		
		Periféricos	Multifuncional	Brother DCP 8080 DN	1	3,63	0,00		
	CENTRO DE ATENDIMENTO AO PROFESSOR	Periféricos	Multifuncional	RICOH AFICIO SP S430 DN	1	8,80	0,00		
		Periféricos	Multifuncional	Brother DCP 8860 DN	1	6,07	0,00		
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		8	73,92	21,12		
		Periféricos	Desktop	DELL	3	33,00	16,50		
	SALA DOS PROFESSORES	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		8	49,28	21,12		
		Refrigeração	Bebedouro	Dibel	1	16,94	3,39		
	COPA PROFESSORES	Outros	Receptor de TV	SKY mini	1	1,54	0,00		
		Outros	TV	BUSTER 42"	1	6,82	0,00		
		Climatização	Ar condicionado	Split Hi wall 30000 BTU's	2	536,80	134,20		
		Outros	Estabilizador	Engetron GEX3030	5	231,00	33,00		
	S E R V I D O R	SERVIDOR	Outros	Estabilizador	Engetron SEN3000C	3	138,60	19,80	
			Periféricos	CPU Servidor	DELL ECM01	1	378,00	54,00	
Periféricos			CPU Servidor	DELL E036	1	264,60	37,80		
Periféricos			CPU Servidor	DELL	1	252,00	36,00		
Periféricos			Central PABX	Leucotron ISION 2000	1	69,30	12,54		
Periféricos			Media Converter	Planet MC1500	1	3,96	3,96		
Periféricos			Roteador	Datacon	1	11,09	1,58		
Periféricos			Switch	HP V1910-48G	1	83,16	11,88		
Periféricos			Modem roteador	Huawei E5172	2	22,18	3,17		
Periféricos			Monitor	LG Flatron	1	0,79	0,79		
Periféricos			Modem	Diversos	6	66,53	9,50		
Iluminação			Lâmpada Fluorescente		2	0,29	0,29		
						3767,03	984,60		
						4751,62	Total		

BLOCO 3

S U B O	AMBIENTE	USO FINAL	EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	QNT. TOTAL	CONSUMO (kWh/mês)		
						HFP	HP	
S U B O	USINAGEM	Iluminação	Lâmpada de Fluorescente		24	0,00	0,00	
		Iluminação	Lâmpada de Vapor Metálico		1	0,00	0,00	
	LABORATÓRIO DE MECÂNICA	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		6	0,00	0,00	
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	1	0,00	0,00	
	LABORATÓRIO DE FLUIDODINÂMICA	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		6	0,00	0,00	
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		20	0,00	0,00	
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	0,00	0,00	
		Periféricos	Rack de informática	com 01 switcher	1	0,00	0,00	
	T É R R E O	SALA LIMPEZA	Iluminação	Lâmpada Fluorescente compacta		1	0,33	0,00
		BIBLIOTECA	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	0,00	0,44
		CORREDOR TÉRREO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		26	28,60	11,44
		BANHEIRO MASCULINO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,44	0,44
			Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,22	0,22
		BANHEIRO FEMININO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,44	0,44
Iluminação			Lâmpada Fluorescente		1	0,22	0,22	
SALA 19 A		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		16	14,08	14,08	
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	7,48	7,48	
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62	
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		16	14,08	14,08	
SALA 19 B		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	7,48	7,48	
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62	
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		32	28,16	28,16	
SALA 5 - LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	Climatização	Ar condicionado	SPLIT YORK 60000 BTU's	1	60,50	60,50		
	Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62		
	Periféricos	Desktop	DELL	50	275,00	275,00		
	Periféricos	Rack de informática	Com 03 switcher	1	44,35	6,34		
	Outros	Estabilizador		1	46,20	6,60		
	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,22	0,22		
1 º A N D A R	BANHEIRO FEMININO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,22	0,22	
	BANHEIRO MASCULINO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,44	0,44	
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,44	0,44	
	CORREDOR 1º ANDAR	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	26,40	10,56	
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	4,40	1,76	
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	4,40	1,76	
		Periféricos	Rack de informática	com 01 switcher	1	14,78	2,11	
		Refrigeração	Bebedouro	Dibel	1	6,05	2,42	
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		20	17,60	17,60	
	LABORATÓRIO DE ROBÓTICA	Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	7,48	7,48	
		Periféricos	Rack de informática	com 01 switcher	1	14,78	2,11	
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62	
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		24	21,12	21,12	
	LABORATÓRIO DE FÍSICA	Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	3	11,22	11,22	
Periféricos		Desktop	DELL	1	5,50	5,50		
Outros		Fonte VCC		1	0,73	0,73		
Outros		Fonte Regulada	FR-1515A	1	1,84	1,84		
Outros		Geradora de fluxo de ar	Delapieve	1	1,10	1,10		
Outros		Cronômetro Digital	Muccillo	1	1,10	1,10		
Iluminação		Lâmpada Fluorescente		22	19,36	19,36		
SALA 28 A	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		3	5,28	2,64		
	Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	22,44	7,48		
	Periféricos	Projektor	Sony	1	18,48	4,62		

2 o A N D A R	BANHEIRO MASCULINO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,22	0,22
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,44	0,44
	BANHEIRO FEMININO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,22	0,22
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,44	0,44
	CORREDOR 2º ANDAR	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		26	28,60	11,44
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	4,40	1,76
		Refrigeração	Bebedouro	Dibel	1	6,05	2,42
	SALA 29	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		8	7,04	7,04
		Periféricos	Desktop	DELL	4	22,00	22,00
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	7,48	7,48
		Outros	TV	Philips 29" tubo	1	2,20	2,20
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		16	14,08	14,08
	SALA 29 A	Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	7,48	7,48
		Periféricos	Desktop	DELL	5	27,50	27,50
		Periféricos	Rack de informática	com 01 switcher	1	14,78	2,11
		Periféricos	Multifuncional	Epson XP-204	1	0,05	0,00
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		36	31,68	31,68
	LABORATÓRIO DE QUÍMICA	Outros	TV	Toshiba 29" tubo	1	0,55	0,55
		Refrigeração	Geladeira	Prosdocimo R26	1	20,90	4,18
		Aquecimento	Estufa	Nova Técnica NTS13	1	4,04	0,00
Iluminação		Lâmpada Fluorescente		1	0,22	0,22	
3 o A N D A R	BANHEIRO MASCULINO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,22	0,22
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,44	0,44
	BANHEIRO FEMININO	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,22	0,22
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	0,44	0,44
	CORREDOR	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	2,64	1,76
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	2,64	1,76
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente compacta		5	2,48	1,65
		Refrigeração	Bebedouro	Dibel	1	6,05	2,42
	SALA 36	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		16	14,08	14,08
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	7,48	7,48
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	SALA 37	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		16	14,08	14,08
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	7,48	7,48
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	SALA 38	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		16	14,08	14,08
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	7,48	7,48
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
	SALA 39	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		16	14,08	14,08
		Climatização	Ventilador de parede	Venti-Delta	2	7,48	7,48
		Periféricos	Projektor	Sony	1	4,62	4,62
						1071,23	831,89
						1903,12	Total

LANCHONETE

	AMBIENTE	USO FINAL	EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	QNT. TOTAL	CONSUMO (kWh/mês)		
						HFP	HP	
Q U I D E L Í C I A	BANHEIROS	Iluminação	Lâmpada Fluorescente Compacta		2	0,33	0,33	
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		34	74,80	59,84	
	SALÃO	Refrigeração	Freezer Vertical		2	79,20	19,80	
		Refrigeração	Balcão frigorífico		1	26,40	6,60	
		Aquecimento	Carro elétrico	Cachorro quente	9	198,00	396,00	
		Aquecimento	Estufa	Salgados	1	1,38	2,75	
		Refrigeração	Refrigeira	IBBL BBS 2	1	5,72	2,86	
		Periféricos	Desktop	DELL	1	13,75	16,50	
		Iluminação	Lâmpada Fluorescente		20	88,00	52,80	
	COZINHA	Refrigeração	Freezer Horizontal	Metalrio / Fricon / Gelopar	4	105,60	26,40	
		Refrigeração	Freezer Vertical	Gelopar / Metalrio	4	105,60	26,40	
		Aquecimento	Fritadeira Elétrica		1	44,00	44,00	
		Aquecimento	Forno Elétrico	G Paniz FTE150	1	99,00	99,00	
		Outros	Masseira Elétrica	G Paniz AE25L	1	44,00	0,00	
		Outros	Máquina de fatiar	Skymesen	3	6,60	0,00	
							892,38	753,28
							1645,66	Total

ILUMINAÇÃO EXTERNA

	AMBIENTE	USO FINAL	EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	QNT. TOTAL	CONSUMO (kWh/mês)	
						HFP	HP
E X T R E R A N A	Luminoso M.Benedita	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		5	24,00	9,00
	Luminoso M.Benedita	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		5	12,00	4,50
	Entrada M. Benedita	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	19,20	7,20
	Luminoso Cel. José Alves	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	19,20	7,20
	Entrada Unistec	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		2	12,00	1,80
	Entrada Unistec	Iluminação	Lâmpada Fluorescente compacta		3	5,40	2,03
	Entrada Auditório	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		4	19,20	7,20
	Luminoso Auditório	Iluminação	Lâmpada Fluorescente		1	4,80	1,80
	Quadra	Iluminação	Lâmpada Vapor Metálico		4	120,00	45,00
	Qui Delícia	Iluminação	Lâmpada Fluorescente compacta		7	9,24	3,47
						245,04	89,19
						334,23	Total

LOCAL	USO FINAL	CONSUMO HFP (kWh/mês)	CONSUMO HP (kWh/mês)	CONSUMO TOTAL (kWh/mês)
BLOCO 1	CLIMATIZAÇÃO	127,86	106,15	234,01
	ILUMINAÇÃO	3411,23	667,49	4078,72
	OUTROS	571,52	160,81	732,33
	PERIFÉRICOS	241,43	108,37	349,80
	REFRIGERAÇÃO	110,66	27,67	138,33
	AQUECIMENTO	6,88	0,00	6,88
BLOCO 1 ANEXO	CLIMATIZAÇÃO	30,86	0,00	30,86
	ILUMINAÇÃO	236,21	26,84	263,05
	OUTROS	0,00	0,00	0,00
	PERIFÉRICOS	198,39	22,00	220,39
	REFRIGERAÇÃO	69,96	14,63	84,59
	AQUECIMENTO	0,00	0,00	0,00
ESTÚDIOS	CLIMATIZAÇÃO	41,66	37,92	79,57
	ILUMINAÇÃO	82,31	82,31	164,62
	OUTROS	9,81	9,81	19,62
	PERIFÉRICOS	36,08	36,08	72,16
	REFRIGERAÇÃO	0,00	0,00	0,00
	AQUECIMENTO	0,00	0,00	0,00
BLOCO 2	CLIMATIZAÇÃO	395,99	303,79	699,78
	ILUMINAÇÃO	1086,70	466,70	1553,40
	OUTROS	65,17	56,65	121,82
	PERIFÉRICOS	362,41	181,79	544,20
	REFRIGERAÇÃO	38,94	10,65	49,59
	AQUECIMENTO	15,15	2,64	17,79
BLOCO 2 ANEXO	CLIMATIZAÇÃO	704,11	175,34	879,45
	ILUMINAÇÃO	915,38	380,28	1295,66
	OUTROS	384,54	52,80	437,34
	PERIFÉRICOS	1719,44	364,56	2084,00
	REFRIGERAÇÃO	43,56	11,62	55,18
	AQUECIMENTO	0,00	0,00	0,00
BLOCO 3	CLIMATIZAÇÃO	161,48	146,52	308,00
	ILUMINAÇÃO	338,75	275,55	614,30
	OUTROS	53,73	14,13	67,85
	PERIFÉRICOS	474,19	384,25	858,44
	REFRIGERAÇÃO	39,05	11,44	50,49
	AQUECIMENTO	4,04	0,00	4,04
QUI DELÍCIA	CLIMATIZAÇÃO	0,00	0,00	0,00
	ILUMINAÇÃO	163,13	112,97	276,10
	OUTROS	50,60	0,00	50,60
	PERIFÉRICOS	13,75	16,50	30,25
	REFRIGERAÇÃO	322,52	82,06	404,58
	AQUECIMENTO	342,38	541,75	884,13
ÁREA EXTERNA	CLIMATIZAÇÃO	0,00	0,00	0,00
	ILUMINAÇÃO	245,04	89,19	334,23
	OUTROS	0,00	0,00	0,00
	PERIFÉRICOS	0,00	0,00	0,00
	REFRIGERAÇÃO	0,00	0,00	0,00
	AQUECIMENTO	0,00	0,00	0,00
TOTAL	CLIMATIZAÇÃO	1461,95	769,71	2231,66
	ILUMINAÇÃO	6478,75	2101,32	8580,07
	OUTROS	1135,37	294,20	1429,57
	PERIFÉRICOS	3045,68	1113,55	4159,24
	REFRIGERAÇÃO	624,69	158,06	782,75
	AQUECIMENTO	368,44	544,39	912,83

TOTAL CONSUMO MENSAL

18096,13

APÊNDICE B – Informações do analisador

Abaixo segue o resultado do planilhamento realizado das informações obtidas com a instalação do analisador de qualidade de energia contendo médias das leituras de tensão, corrente, fator de potência e consumo de energia ativa, reativa e aparente, com base nas 1008 leituras armazenadas.

ENERGIA	Energia Ativa Total Méd.	Energia Reativa Total Méd.	Energia Aparente Total Méd.
Consumo Total:	2.832.000,00	220.000,00	3.124.000,00
Média Diária	404.571,43	31.428,57	446.285,71
Estimativa 30 dias	12.137.142,86	942.857,14	13.388.571,43

TENSÃO	Voltagem L1N Méd.	Voltagem L2N Méd.	Voltagem L3N Méd.	Voltagem média	Faixa de Tensão	Voltagem NG Méd.
Média:	128,80	128,64	128,96	128,80	Adequada	0,38
Mínima:	126,19	125,85	126,31	126,12	Adequada	0,21
Máxima:	130,55	130,75	130,88	130,70	Adequada	0,87

CORRENTE	Corrente L1 Méd.	Corrente L2 Méd.	Corrente L3 Méd.	Corrente N Méd.
Média:	24,92	63,23	70,76	61,96
Mínima:	8,00	14,00	17,00	10,00
Máxima:	84,00	204,00	208,00	224,00

FATOR DE POTÊNCIA	PF clássico L1N Méd.	PF clássico L2N Méd.	PF clássico L3N Méd.	PF clássico Total Méd.	Cos Phi clássico L1N Méd.	Cos Phi clássico L2N Méd.	Cos Phi clássico L3N Méd.
Média:	0,06	0,98	0,96	0,81	0,11	0,99	0,97
Mínima:	-0,77	0,94	0,88	0,40	-1,00	0,94	0,90
Máxima:	0,77	1,00	0,99	0,95	1,00	1,00	1,00

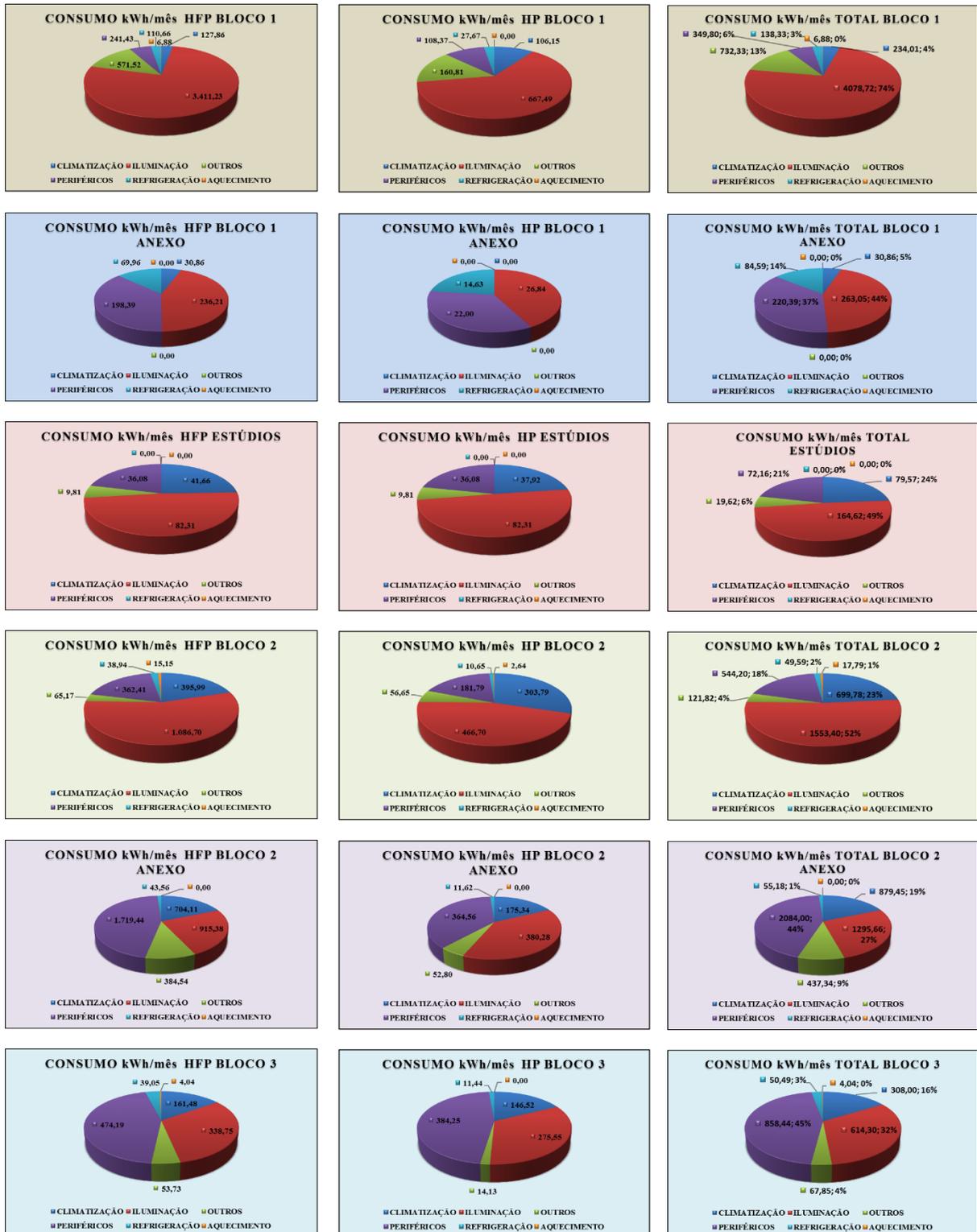
APÊNDICE C – Situação após eficiência

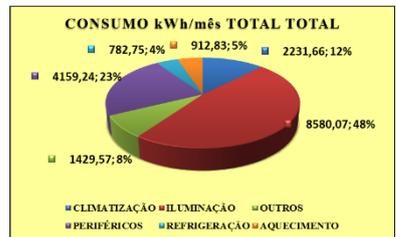
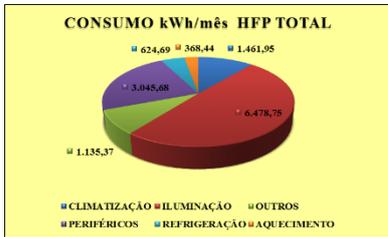
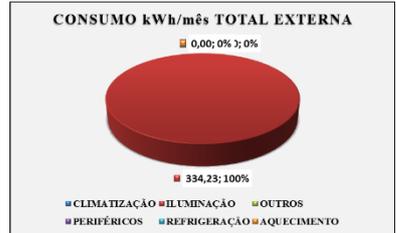
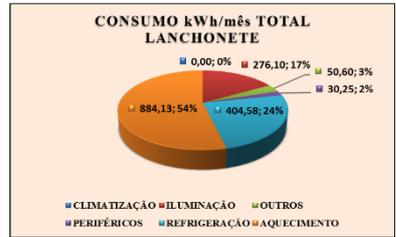
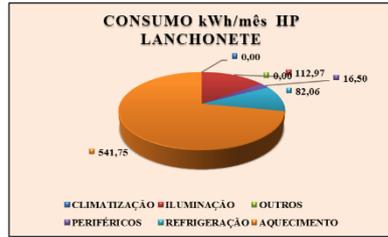
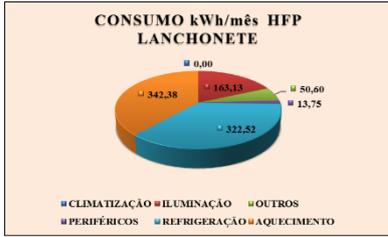
Abaixo segue o resultado do planejamento da situação proposta de eficiência.

LOCAL	USO FINAL	CONSUMO HFP (kWh/mês)	CONSUMO HP (kWh/mês)	CONSUMO TOTAL (kWh/mês)
BLOCO 1	CLIMATIZAÇÃO	127,86	106,15	234,01
	ILUMINAÇÃO	1375,42	295,76	1671,19
	OUTROS	571,52	160,81	732,33
	PERIFÉRICOS	241,43	108,37	349,80
	REFRIGERAÇÃO	110,66	27,67	138,33
	AQUECIMENTO	6,88	0,00	6,88
BLOCO 1 ANEXO	CLIMATIZAÇÃO	30,86	0,00	30,86
	ILUMINAÇÃO	105,05	10,96	116,00
	OUTROS	0,00	0,00	0,00
	PERIFÉRICOS	198,39	22,00	220,39
	REFRIGERAÇÃO	69,96	14,63	84,59
	AQUECIMENTO	0,00	0,00	0,00
ESTÚDIOS	CLIMATIZAÇÃO	41,66	37,92	79,57
	ILUMINAÇÃO	47,29	47,29	94,59
	OUTROS	9,81	9,81	19,62
	PERIFÉRICOS	36,08	36,08	72,16
	REFRIGERAÇÃO	0,00	0,00	0,00
	AQUECIMENTO	0,00	0,00	0,00
BLOCO 2	CLIMATIZAÇÃO	395,99	303,79	699,78
	ILUMINAÇÃO	582,97	249,07	832,04
	OUTROS	65,17	56,65	121,82
	PERIFÉRICOS	362,41	181,79	544,20
	REFRIGERAÇÃO	38,94	10,65	49,59
	AQUECIMENTO	15,15	2,64	17,79
BLOCO 2 ANEXO	CLIMATIZAÇÃO	704,11	175,34	879,45
	ILUMINAÇÃO	438,76	180,71	619,47
	OUTROS	384,54	52,80	437,34
	PERIFÉRICOS	1719,44	364,56	2084,00
	REFRIGERAÇÃO	43,56	11,62	55,18
	AQUECIMENTO	0,00	0,00	0,00
BLOCO 3	CLIMATIZAÇÃO	161,48	146,52	308,00
	ILUMINAÇÃO	153,04	124,36	277,40
	OUTROS	53,73	14,13	67,85
	PERIFÉRICOS	474,19	384,25	858,44
	REFRIGERAÇÃO	39,05	11,44	50,49
	AQUECIMENTO	4,04	0,00	4,04
QUI DELÍCIA	CLIMATIZAÇÃO	0,00	0,00	0,00
	ILUMINAÇÃO	73,48	50,91	124,39
	OUTROS	50,60	0,00	50,60
	PERIFÉRICOS	13,75	16,50	30,25
	REFRIGERAÇÃO	322,52	82,06	404,58
	AQUECIMENTO	342,38	541,75	884,13
ÁREA EXTERNA	CLIMATIZAÇÃO	0,00	0,00	0,00
	ILUMINAÇÃO	131,16	47,97	179,13
	OUTROS	0,00	0,00	0,00
	PERIFÉRICOS	0,00	0,00	0,00
	REFRIGERAÇÃO	0,00	0,00	0,00
	AQUECIMENTO	0,00	0,00	0,00
TOTAL	CLIMATIZAÇÃO	1461,95	769,71	2231,66
	ILUMINAÇÃO	2907,17	1007,03	3914,20
	OUTROS	1135,37	294,20	1429,57
	PERIFÉRICOS	3045,68	1113,55	4159,24
	REFRIGERAÇÃO	624,69	158,06	782,75
	AQUECIMENTO	368,44	544,39	912,83
TOTAL CONSUMO MENSAL				13430,26

APÊNDICE D – Gráficos do consumo atual

A seguir tem-se os gráficos divididos em horário fora de ponta, horário de ponta e total, gerados a partir das planilhas de levantamento de campo por bloco.





APÊNDICE E – Gráficos do consumo após efficientização

A seguir são demonstrados os gráficos de consumo nos horários fora de ponta, horário de ponta e total obtidos após realizadas as alterações propostas de efficientização no campus.

