



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

FILIFE VIRGOLINO ROCHA DE SOUSA

ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADO AO
CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FILIFE VIRGOLINO ROCHA DE SOUSA

**ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADO
AO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Federal do Ceará como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheira
Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Amaral da
Câmara.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S696e Sousa, Filipe Virgolino Rocha de.
Estudo de caso: Diagnóstico e eficiência energética aplicado ao centro de tecnologia da Universidade Federal do Ceará / Filipe Virgolino Rocha de Sousa. – 2020.
88 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara .

Coorientação: Prof. Dr. Dalton de Araújo Honório .

1. Eficiência energética, . I. Título.

CDD 621.3

FILIFE VIRGOLINO ROCHA DE SOUSA

**ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADO
AO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Federal do Ceará como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheira
Eletricista.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara (Orientador)
Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Dalton de Araújo Honório (Co-Orientador)
Departamento de Engenharia elétrica
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Bruno Valdivino Melo
Vicunha

“Se você não aceita o conselho, te respeito. Resolveu seguir, ir atrás, cara e coragem, só que você sai em desvantagem se você não tem fé.”

(O Rappa)

A Deus, a minha esposa Isabelly,
aos meus pais, Heleno e Tânia,
meus irmãos, Pedro e Pollyana e aos meus amigos,
Eu dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Heleno Virgolino e Tânia Borges, que sempre me apoiaram e se dedicaram com muito esforço para que eu pudesse realizar a graduação, agradeço a confiança e presença desde o primeiro dia em que entrei na faculdade, ora de perto, outra hora de longe. Meu pai, pelas palavras de conforto e segurança, minha mãe, pela grande motivação.

Agradeço aos meus irmãos por terem convivido comigo nesse passar dos anos, por mais que tenha sido difícil, sempre estiveram ao meu lado sendo minha fonte de inspiração. Todo esse percurso não teria sido divertido se vocês não estivessem por perto.

Ao meu amigo Eduardo, por ter me motivado, oferecido oportunidades e ter me ensinado como conduzir o curso. Acredito que nem saiba, mas te agradeço por ter me ajudado a não desistir.

Agradeço aos meus amigos Bruno Valdivino, José Raimundo, André Fellipe, Junior Nogueira, Lucas, pelas lutas enfrentadas, pelas noites sem dormir, provas, trabalhos realizados juntos e as boas histórias, tudo isso levado sempre com bom humor. Ao meu amigo de longa data, Guilherme Martins, com seu vasto conhecimento e simplicidade. Ao meu amigo Izac, pela sua compreensão e alegria, ao Diego Arimatéia, pelo seu esforço em procurar ajudar, ao Alam Batista, pelo desejo em mostrar que a faculdade é uma pequena fração do que ficará para vida. Aos que me enriqueceram com suas experiências e a todos que, por questão de espaço não pude me ater ao nome, deixo a minha gratidão.

Agradeço aos meus professores, todos eles, pois sabemos que as lutas são muitas e que diferente são os contextos, mas o tempo passa e, no fim, o que permanece é o ensinamento que nos deram.

A minha esposa Isabelly Ferreira, pelos dez anos ao seu lado, por ter sido minha companheira e melhor amiga, por ter estado ao meu lado durante todo esse tempo, nas aprovações e reprovações, por me aconselhar, por ter sido paciente, por ter compreendido a dificuldade da formação, por ser dedicada e ser a minha principal fonte de motivação para realização desse nosso sonho.

Por fim, agradeço à Deus pela graça de poder viver, pela sua infinita misericórdia, e pela oportunidade dada de ter minha família sempre por perto e de ter conhecido pessoas e amigos maravilhosos.

RESUMO

Com o surgimento de novas ferramentas e tecnologias que estimulam a conservação de energia, a aplicação desses recursos torna-se de relevante interesse para empresas públicas onde, as despesas com energia, podem ficar somente em torno de 10% dos seus orçamentos. Diante disso, esse trabalho tem como objetivo expor procedimentos e resultados adquiridos com pesquisas realizadas por meio do Programa Institucional de Bolsas de Administração (PIBAD) da Universidade Federal do Ceará. Realizando uma breve descrição das metodologias aplicadas neste trabalho, analisou-se, embasada na norma de procedimento de eficiência energética, PROPEE, elaborada pela ANEEL, e o Manual de Instruções para Projetos de Eficiência Energética em Prédios Públicos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, PROCEL, os procedimentos para diagnósticos e implementação de melhorias, bem como cálculo de viabilidade técnica e financeira. A etapa de obtenção de dados foi restringida ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará por limitação do período de vigência da bolsa e constou da coleta dos dados luminotécnicos, área dos ambientes, potência das luminárias e ar-condicionado. Por meio da análise de dados, foram propostos cenários econômicos de melhoria com o Retrofit de luminárias e ar-condicionado de melhor eficiência e adoção de medidas educativas.

Palavras-chave: Eficiência Energética, Gestão de Energia, Propee.

ABSTRACT

With the emergence of new tools and technologies that encourage energy conservation, the application of these resources becomes relevant for public companies where, where energy costs can only be around 10% of their budgets. Therefore, this work aims to expose procedures and results acquired from research carried out through the Institutional Program for Administration Scholarships (PIBAD) of the Federal University of Ceará, making a brief description of the methodologies applied in this work. It was also analyzed, based on the energy efficiency procedure standard, PROPEE, prepared by ANEEL, and the Instruction Manual for Energy Efficiency Projects in Public Buildings of the National Electricity Conservation Program, PROCEL, the procedures for diagnoses and implementation of improvements as well as calculation of technical and financial feasibility. The stage of obtaining data was restricted to the Technology Center of the Federal University of Ceará due to the limited duration of the scholarship and included the collection of lighting data, area of the environments, power of the luminaires and air conditioning. Through data analysis, economic improvement scenarios were proposed with the Retrofit of lamps and efficiency air conditioning and the adoption of educational attitude

Key-words: Efficiency. Energy anagement, Propee.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução consumo médio de energia condicionadores de ar de 7.500 BTU.....	20
Figura 2: Interação entre os módulos Propee	21
figura 3: Venda de ar-condicionado residenciais	28
figura 4: Pré-diagnóstico-Campus Pici.....	31
figura 5: Levantamento de cargas de iluminação-tubular fluorescente.....	34
figura 6: Levantamento de cargas de iluminação	34
figura 7 : Distribuição de Ar-condicionado por blocos	35
figura 8: Proporção de Equipamentos de Ar-condicionado.....	36
figura 9: Proporção equipamento com Selo Procel	36
figura 10- Valores CEE e CED- ENEL	40
figura 11:Consumo Campus-Pici 2018	55
figura 12: Projeção consumo paras os cenários consumo Campus Pici.....	55
figura 13:Evolução Consumo Economizado	56
figura 14:Benefício anualizado x Custo total Projeto.....	58
figura 15: Benefício anualizado x Custo total Projeto.....	58
figura 16: Benefício anualizado x Custo total Projeto.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estimativa mão de obra terceirizada e descarte	43
Tabela 2: Cotação Fornecedores lâmpadas linha Philips-Master	44
Tabela 3: Custo Total Luminárias	45
Tabela 4: Síntese premissas e cálculo RCB-Sistema de Iluminação	45
Tabela 5: Estimativa mão de obra terceirizada e descarte	49
Tabela 6: Síntese premissas e cálculo RCB-Sistema Climatização	51
Tabela 7: Síntese premissas e cálculo RCB- Projeto Retrofit Centro De Tecnologia.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:Sistema Atual Iluminação-Energia Consumida e Demanda média na ponta.....	42
Quadro 2: Sistema proposto Iluminação-Energia Consumida e Demanda média na ponta....	42
Quadro 3: Resultadas esperados substituição lâmpadas.....	43
Quadro 4:Custos- Aquisição equipamento e mão de obra total	44
Quadro 5:Sistema Atual Ar-condicionados-Energia Consumida e Demanda média na ponta	47
Quadro 6:Sistema Proposto Ar-condicionados-Energia Consumida e Demanda média na ponta	48
Quadro 7: Resultadas esperados substituição ar-condicionados	48
Quadro 8:Custos- Aquisição equipamento e mão de obra total	49
Quadro 9: Cotação Fornecedores Ar-condicionado linha LG TS e S4	49
Quadro 10: Levantamento de Sistema de climatização.....	50
Quadro 11: Síntese principais dados	54
Quadro 12: Dados Luminotécnicos- 705.....	64
Quadro 13: Dados Luminotécnicos- 706.....	64
Quadro 14: Dados Luminotécnicos- 707.....	64
Quadro 15: Dados Luminotécnicos- 709.....	66
Quadro 16- Dados Luminotécnicos- 705.....	67
Quadro 17- Dados Luminotécnicos- 713.....	68
Quadro 18- Dados Luminotécnicos- 714.....	70
Quadro 19: Dados Luminotécnicos- 705.....	71
Quadro 20:Dados Luminotécnicos- 716.....	72
Quadro 21 Dados Luminotécnicos- 717	73
Quadro 22: Dados Luminotécnicos- 725.....	73
Quadro 23: Dados Luminotécnicos- 726.....	75
Quadro 24: Dados Luminotécnicos- 727.....	75
Quadro 25: Levantamento quantitativo por blocos-Iluminação	77
Quadro 26:Levantamento quantitativo por blocos-Ar-condicionado	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia.
MME	Ministério de Minas e Energia
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
AT	Alta Tensão
BT	Baixa Tensão
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores e de Níveis de Eficiência Energética
UC	Unidade Consumidora
PROPEE	Procedimentos do Programa de Eficiência Energética
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas Média Tensão
RH	Resolução Homologatória
RN	Resolução Normativa
ELETROBRAS	Centrais Elétricas Brasileira
IRC	Índice de Reprodução de Cor
CDI	Certificado de Depósito Interbancário
MMA	Ministério do Meio Ambiente

SUMÁRIO

1	Introdução.....	14
1.1	Objetivos Específicos	15
1.2	Estrutura do Trabalho	16
2	Eficiência Energética	16
2.1	Conceitos Fundamentais	16
2.1.1	Programas de Eficiência Energética no Brasil	18
2.1.2	Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE).....	20
2.2	Auditoria energética	22
2.2.1	Iluminação.....	24
2.2.2	Refrigeração-Condicionamento de Ar.....	27
3	Identificação do projeto	30
3.1	Pré-diagnóstico Centro de tecnologia-Campus Pici.....	30
3.2	Levantamentos de cargas	31
3.2.1	Cargas de iluminação	33
3.2.2	Cargas de Ar- condicionados	35
3.3	Análises de conservação de Energia	37
3.3.1	Critério chave de avaliação e Viabilidade.....	38
3.3.2	Energia economizada e Redução de Demanda na Ponta e Valoração de Benefício.....	39
4	Viabilidade Técnico-Financeira	41
4.1	Cenário 1- Retrofit Sistema de Iluminação.....	41
4.2	Cenário 2- Retrofit Sistema de Climatização	47
4.3.	Cenário 3-Retrofit Sistema de Climatização e Iluminação.....	52
5	Análise de viabilidade ótima.....	54
6	Conclusão e Trabalhos Futuros	60
	Referências.....	62
	APÊNDICE A- PARAMÊTROS LUMINOTÉCNICOS.....	64
	APÊNDICE B- LEVANTAMENTO QUANTITATIVO ILUMINAÇÃO.....	77
	Anexo A- Equivalência Iluminação	79
	Anexo B- Catálogo Ar-Condicionados.....	83

1 Introdução

O custo da energia elétrica pago mensalmente pela Universidade Federal do Ceará representa uma das despesas mais onerosas no orçamento dela. Em consulta às informações disponíveis no portal do MEC, o Governo Federal repassou cerca de 170 milhões de reais para a UFC no ano de 2017. As contas de energia elétrica da instituição referentes ao mês de abril de 2017, indicam que a soma das faturas naquele mês foi de aproximadamente R\$945.000 apenas para as contas atendidas em Média Tensão (MT). Ressalte-se, que o total das despesas com o pagamento de faturas elétricas oscilou entre R\$1.000.000 e R\$1.200.000 por mês no ano passado. Isso significa, que as contas de energia da universidade respondem por algo entre 7 a 10% do total de repasse orçamentário dela.

Tendo em vista essa realidade, medidas que possam diminuir custos sem causar impactos negativos nas atividades da instituição são extremamente desejáveis.

O objetivo de um projeto de eficiência energética, não consiste em simplesmente reduzir o consumo de energia. Mais que reduzir o consumo, projetos nesse ramo são direcionados a reduzir o desperdício, ao mesmo tempo em que se mantêm condições ótimas de conforto e segurança para as pessoas que utilizam aquele espaço, além do mais, se garante a entrega da energia utilizada em todos os processos produtivos de uma instalação.

No caso da Universidade Federal, a maior parte do consumo de energia é causada pelos sistemas de ar-condicionado presentes na maioria dos ambientes fechados e a própria iluminação dos ambientes externos, salas de aula, laboratórios, áreas administrativas, entre outros. Em ambos os casos, é possível adotar soluções que garantam uma redução no consumo de energia, mantendo-se o conforto das pessoas que utilizam os ambientes, bem como garantindo uma iluminação adequada para os espaços.

Para tanto, o presente trabalho, consistiu em realizar uma auditoria de eficiência energética dos ambientes do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará e elaborar propostas para otimizar o consumo de energia nos ambientes do CT e reduzir os desperdícios.

1.1 Objetivos Específicos

O objetivo específico do trabalho, consistiu em realizar uma auditoria de eficiência energética dos ambientes do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, elaborar propostas para otimizar e substituir equipamentos por outros de maior eficiência, mensurar os impactos financeiros e de consumo de energia nos ambientes do CT, e por fim, reduzir os desperdícios.

1.2 Estrutura do Trabalho

A apresentação do texto, visa a organização lógica e coesa dos tópicos que serão apresentados no desenvolver do trabalho, conforme a descrição abaixo:

- Capítulo 1: Apresenta objetivos, a motivação e a estrutura do trabalho.
- Capítulo 2: Mostra a fundamentação teórica no âmbito de eficiência energética, metodologia de projeto, norma e suas principais variáveis.
- Capítulo 3 :É descrito um resumo sobre a área, metodologia, coleta de dados e aplicação do diagnóstico energético.
- Capítulo 4: Apresentação dos Cenários de realização do Retrofit e viabilidade.
- Capítulo 5: Apresenta uma síntese dos dados e define qual dos cenários proposto possui a melhor viabilidade.
- Capítulo 6: As conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

2 Eficiência Energética

Para o entendimento e desenvolvimento da teoria presente nesse trabalho é necessária a exposição de alguns conceitos e definições. O enfoque está na grande área da eficiência energética, mas engloba alguns conteúdos complementares, uma vez que essa área é de natureza multidisciplinar e exige um conhecimento dos fundamentos das instalações elétricas, equipamentos e entre outros.

Nesse tópico, será realizada uma breve explicação dos conceitos chaves de eficiências energéticas utilizadas na metodologia do trabalho, as definições teóricas, uma discussão sobre eficiência e conservação e, por fim, serão analisadas em particular as duas cargas mais expressivas do sistema.

2.1 Conceitos Fundamentais

De acordo com Viana et al. (2012), o conceito de eficiência energética está estritamente relacionado com a definição de energia. Dessa forma, é de fundamental importância compreender as formas de energia, as leis de conversão energética e os recursos energéticos.

Uma definição simples e suficiente para o conceito de energia foi proposta por Maxwell como: “energia é aquilo que permite uma mudança na configuração de um sistema, em oposição a uma força que resiste à esta mudança”. Existem diversas aplicações para esse conceito, mas levando para o objetivo desse texto existem duas aplicações que se destacam: refrigeração de um ambiente e iluminação de uma sala. Na primeira aplicação o sistema é tudo aquilo que pode variar de temperatura, ou seja, apresenta capacidade térmica. A força que resiste a mudança é a resistência térmica que se opõe à transferência de calor. E, por fim, a mudança é a variação de temperatura causada pelo fluxo energético. Para a segunda aplicação o sistema é toda a superfície do ambiente que será iluminada. A força que resiste depende do índice de refração do ambiente e do índice de reflexão da superfície do ambiente (VIANA et al., 2012).

A energia se apresenta de diversas formas, que podem ser convertidas entre si. Normalmente tem-se disponível uma ou duas formas de fonte de energia para gerar todas as outras necessárias, tal como energia química de um gás, que ao realizar o processo de combustão é transformada em energia térmica ou energia elétrica e, ao acionar uma lâmpada, obtém energia luminosa. É importante observar que, por definição, apenas nos processos de conversão se identifica a existência de energia, que surge na fronteira do sistema como calor ou como trabalho. De forma sucinta, calor é definido como o fluxo energético decorrente de diferença de temperatura, enquanto trabalho se entende como todo processo análogo à elevação de um peso (ÇENGEL; GHAJAR, 2012).

Assim, como apresentado anteriormente, existem várias formas de energia a depender de sua origem. A definição de conservação de energia se dá pela conversão entre os tipos de energia, e regidas por duas leis básicas: Lei da Conservação de Energia e a Lei da Dissipação da Energia. A primeira, permite realizar balanços energéticos na conversão e tem sempre como soma final zero, garantindo que não há criação e nem destruição de energia. A segunda, trata da eficiência das conversões de energia e mostra que em todos os processos reais de conversão energética, sempre deve existir uma parcela de energia térmica como produto. Uma parcela de energia “não útil” que torna a eficiência da conversão sempre menor que os 100% (VIANA et al., 2012).

Outro conceito fundamental são os de recursos energéticos, os quais são reservas ou fluxos de energia disponíveis na natureza que podem ser usados para atender às necessidades humanas, podendo ser classificadas essencialmente como recursos fósseis ou como recursos renováveis. No exemplo de tipos de energia, o gás de cozinha é um recurso fóssil e a energia elétrica pode ser uma fonte renovável, a depender da usina de geração relacionada. (MARIANI; SILVA, 2017). Nesse trabalho será analisado essencialmente o recurso de energia elétrica.

2.1.1 Programas de Eficiência Energética no Brasil

A legislação brasileira nos últimos trinta anos tratou com enfoque o tema de eficiência energética. Dentre as ações está a reformulação e a criação de instituições que entre os objetivos está a eficiência energética como política de estado. O Brasil possui várias instituições que lidam regularmente com o tema da eficiência energética, tais como o Ministério de Minas e Energia – MME; a ELETROBRÁS, responsável pela execução do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel); a PETROBRÁS, responsável pela execução do Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural (Conpet); a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, responsável pela execução do Programa de Eficiência Energética das Concessionárias Distribuidoras de Energia Elétrica – PEE; as próprias concessionárias distribuidoras; o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro, responsável pela execução do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE. Há outras instituições que lidam com o tema de forma transversal ou mesmo esporadicamente (VIANA et al., 2012).

Dentre as leis aprovadas no período, um marco importante para a eficiência energética ocorreu no Brasil, que foi a sanção da Lei 10.295/2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. O artigo 2º da presente lei, impõe ao poder executivo estabelecer “níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados e comercializados no país”. Associado a essa lei, tem-se o decreto 4.059/2001 que instituiu o Comitê Gestor de Indicadores e de Níveis de Eficiência Energética – CGIEE, que possui dentre suas atribuições, a elaboração das regulamentações específicas para cada tipo de aparelho consumidor de energia, e o estabelecimento do Programa de Metas com indicação da evolução dos níveis a serem alcançados por cada equipamento regulamentado.

Periodicamente, são lançados programas de conservação de energia elétrica, como também programas permanentes que destinam recursos diretamente para esse fim. Como exemplo, tem-se o Procel, que aplica recursos da Eletrobrás e impõe às concessionárias de energia a realização de investimentos anuais em programas de eficiência energética e acordos com um percentual de sua receita anual líquida.

Um dos programas de relevante sucesso, foi o de etiquetagem pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), com o objetivo de racionalizar o uso da energia, informando ao consumidor dados a respeito da eficiência dos equipamentos elétricos. No mais, os equipamentos aprovados pelo PBE, em níveis de eficiência, utilizam a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). (SILVA JÚNIOR, 2005)

A Etiqueta é o selo de conformidade que evidencia o atendimento aos requisitos de desempenho, estabelecidos em normas e regulamentos técnicos. Dependendo do critério de desempenho avaliado, a etiqueta pode receber nomes diferentes, por exemplo, quando a avaliação é sobre a eficiência energética do produto ou da edificação ela se chama ENCE (BARANDIER; ALMEIDA; MORAES, 2013).

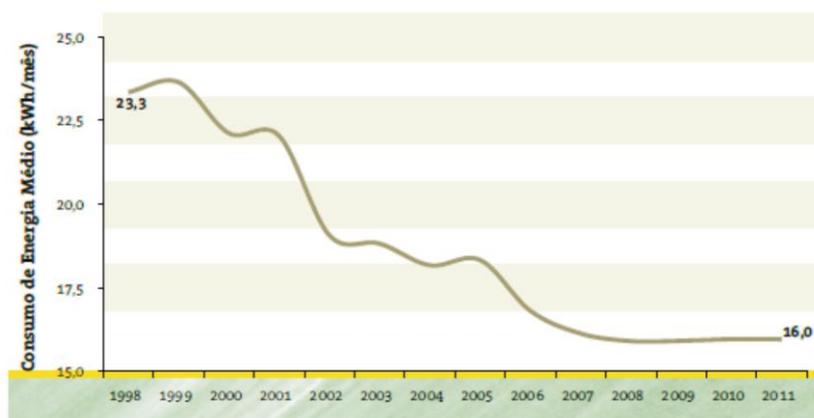
A ENCE classifica os equipamentos, veículos e edificações em faixas coloridas, em geral de "A" (mais eficiente) até "E" (menos eficiente). O selo permite ao consumidor final comparar objetivamente a eficiência energética dos produtos de forma direta, tornando a eficiência energética um parâmetro de mercado e incentivando a inovação no setor. E, além disso, garante ao usuário que o produto adquirido apresenta eficiência superior a outros produtos concorrentes (BARANDIER; ALMEIDA; MORAES, 2013).

A importância do selo pode ser verificada a partir do gráfico da evolução da eficiência dos aparelhos condicionadores de ar presente na Fig. 1. Comportamento devido, entre outros fatores, à pressão constante por melhoria da eficiência energética para manter a categoria máxima de eficiência mesmo diante da concorrência. Pois, como trata de um parâmetro relativo, o produto deve garantir os melhores índices de eficiência energética de sua categoria de equipamento em avaliação, para manter o selo (VIANA et al., 2012).

Nesse trabalho, além das cargas referentes aos condicionadores de ar, é preciso avaliar as cargas de iluminação, e sua evolução acompanhou a tendência apresentada pelo gráfico da Fig. 1. Existe uma diferença fundamental entre as duas curvas de evoluções tecnológicas relacionadas à iluminação e ao condicionamento de ar, pois para iluminação houve mudanças na tecnologia com o barateamento e adoção das lâmpadas de Led. O princípio dos

condicionadores de ar permaneceu essencialmente o mesmo. Essa mudança fez com que a eficiência energética da iluminação em relação ao tempo fosse ainda mais expressiva e brusca (BARANDIER; ALMEIDA; MORAES, 2013).

Figura 1: Evolução consumo médio de energia condicionadores de ar de 7.500 BTU



Fonte: Viana et al. (2012)

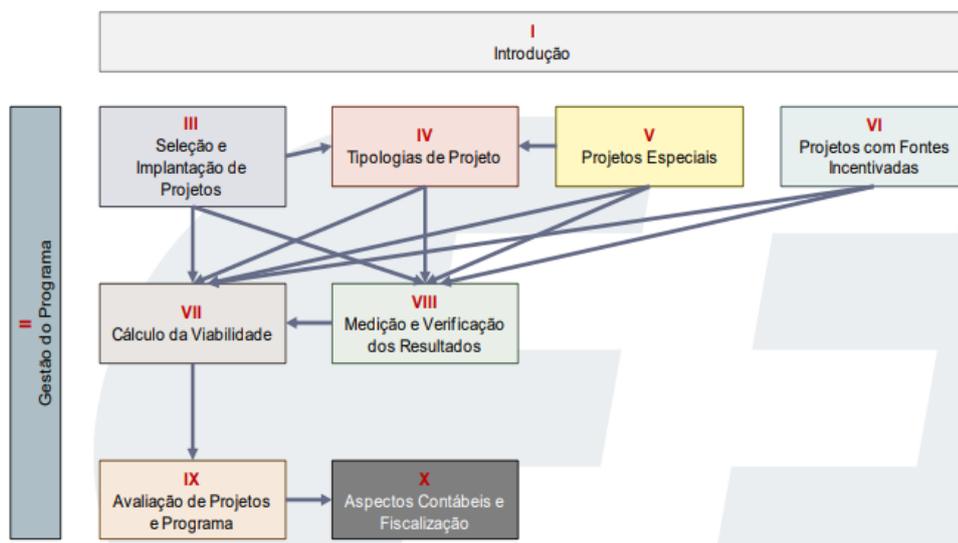
2.1.2 Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE)

Por meio da **Resolução Normativa nº 556** de 18/06/2013 foi aprovado o Manual de Procedimento de eficiência Energética- PROPEE , o manual surge da necessidade de se padronizar atividades técnicas no âmbito de eficiência energética, gerando indicadores de viabilidade de projeto e, sobre a ótica do sistema elétrico, mensurando o custo de redução de economia de energia e demanda em contrapartida aos investimentos de ampliação de rede(ANEEL, 2013).

Dessa forma, o PROPEE determina os procedimentos dirigido às distribuidoras, para elaboração e execução de projetos de eficiência energética regulados pela ANEEL.

Nesse Manual, define-se a estrutura e a forma de apresentação dos projetos, os critérios de avaliação e de fiscalização e os tipos de projetos que podem ser realizados com recursos do PEE (ANEEL, 2013).

Figura 2: Interação entre os módulos Propee



Fonte: Abesco-Apresentacao_PROPEE

O Propee é subdividido em 10 módulos, conforme figura 2.

- Módulo 1: Descreve aspectos legais e regulatórios do programa de eficiência energética (PEE), para promoção do uso racional de energia e propondo de indicadores de viabilidade econômica, definindo propósitos gerais e amplitude de aplicação do Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE às distribuidoras de energia por meio dos módulos.
- Módulo 2: Estabelece plano de gestão a cada distribuidora para uso de recurso, na realização e divulgação de projetos realizados. Define a criação de uma identidade visual ao PEE, como forma de promoção à eficiência energética.
- Módulo 3: Trata da abrangência, seleção de projetos, contrato de implantação de projetos junto ao interessado e chamadas públicas.
- Módulo 4: Realiza abordagens sobre as tipologias de projeto, devendo seguir as diretrizes de consumo de acordo a atividade do setor, define as ações de eficiência a serem avaliadas.

- Módulo 5: Trata de projetos que embora se enquadrem nas características do modulo 4, pelas suas peculiaridades e impactos energéticos, são tratados separadamente.
- Módulo 6: Trata de tipologias que podem estar enquadradas nos módulos 4 e 5, mas devendo atender partir de fonte incentivada a central geradora de energia elétrica definida na Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.
- Módulo 7: Define critérios para avaliação de projeto e viabilidade técnica e financeira, benefícios mensuráveis e não mensuráveis
- Módulo 8: Estabelece os procedimentos de avaliação do projeto, comparando as ações antes as ações implementadas e comparando com os resultados atuais
- Módulo 9: Realiza avaliações iniciais, finais e de programa, definindo nota e indicadores de projetos.
- Módulo 10: Faz o controle e contabilidade de gastos e recursos projetos, custos com marketing, treinamento e aquisição de equipamentos e serviços

Dessa forma, o Propee, atua no sentido de prover recursos financeiros para execução de serviços que aperfeiçoem a conservação de energia.

2.2 Auditoria energética

Como todo projeto de engenharia, a auditoria energética é multidisciplinar. Em essência, promover a eficiência energética é utilizar o conhecimento no campo energético de forma aplicada, empregando os conceitos da engenharia, da economia e da administração dos sistemas energéticos. Com esse propósito, nesse tópico se procura apresentar e discutir os métodos e procedimentos de auditoria energética utilizados, visando determinar quem, quando e como se está consumindo energia, além de fundamentar a implantação de programa de uso racional de insumos energéticos (Viana et al., 2012).

O uso eficiente de energia interessa por si mesmo, como são oportunas todas as medidas de redução das perdas e de racionalização nos recursos, sendo conveniente também observar consequências benéficas diretas ao sistema elétrico. Mesmo que a parcela economizada

diretamente tenha representado uma parcela por vezes reduzida dos custos totais, os benefícios no sistema elétrico como redução do carregamento, redução da frequência de faltas, informações adicionais e confiabilidade são bônus consideráveis para implementação do projeto. Pois a avaliação do fluxo de energia é importante de forma global e, ainda mais para garantir a eficiência energética (SILVA JÚNIOR, 2005).

O uso eficiente de energia interessa por si mesmo, como são oportunas todas as medidas de redução das perdas e de racionalização nos recursos, sendo conveniente também observar consequências benéficas diretas ao sistema elétrico. Mesmo que a em exemplos específicos. Essa análise pode se estender para qualquer processo real como por exemplo, em um processo de conversão de energia elétrica para luminosa por uma lâmpada. Ao aumentar a eficiência do processo, tem-se a mesma energia luminosa final utilizando uma quantidade menor de energia elétrica. Utilizar um processo ineficiente pode ser considerado como um desperdício de energia, assim como fugas de corrente em instalações elétricas ou equipamento operando sem uso (MARIANI; SILVA, 2017).

Os dados de desperdício ajudam a corroborar com a importância do tema e o empenho público nessa área. Um dado relevante, é sobre a energia desperdiçada no Brasil, que equivale à produção gerada pela usina hidrelétrica de Itaipu, em capacidade plena. São cerca de R\$ 12,6 bilhões que poderiam ser economizados, aproximadamente 50 mil gigawatts/hora por ano que deixam de ser consumidos (ABESCO, 2015).

Em concordância com Viana et al. (2012), deve-se sempre utilizar procedimentos padronizados, por apresentarem comprovação e evidências de sua eficácia. Esse procedimento é seguido de uma abordagem mais geral e dos requisitos técnicos e de pessoal, bem como dos aspectos a considerar para seu adequado desenvolvimento. Esse trabalho trata fundamentalmente da energia elétrica e, assim, foram propostas metodologias padronizadas para efetuar auditorias energéticas. Grande parte do desenvolvimento dessas técnicas foi patrocinado pelo PROCEL e pode ser dividida em diagnóstico energético, autoavaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica e Estudo de Otimização Energética.

O diagnóstico energético é uma técnica que permite a implementação das ideias de combate ao desperdício. É realizado por meio da identificação de oportunidades de redução de perdas, avaliação das alternativas e execução de soluções para redução do consumo de energia. O diagnóstico envolve uma análise energética de cada local em estudo, conforme a finalidade e a ocupação da instalação, considerando-se as peculiaridades. Na prática, a junção desse

método à algumas ferramentas computacionais, visa estudar as unidades consumidoras por classe, essencialmente levantando o perfil de consumo por uso final e comparando com uma amostra dos principais setores semelhantes. Eventualmente requer algum levantamento de dados em campo, que permitem identificar qualitativamente os pontos críticos e indicar necessidades de atuação em equipamentos específicos, através de relatórios padronizados. Trata-se de uma ferramenta generalista e pouco específica, com poucos detalhes dos aspectos econômicos e aborda, essencialmente, eletricidade (ELOI; SILVA; GUEDES; PAULA, 2019)

A autoavaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica foi elaborada em princípios dos anos noventa pela Agência para Aplicação de Energia do Estado de São Paulo. Consiste em um roteiro simples para identificar pontos de desperdício clássicos e avaliar diretamente as economias conseguidas com sua eliminação e trata-se de um trabalho a ser realizado pelo próprio consumidor. São utilizadas normalmente em setores produtivos e bem mapeadas, como as indústrias (CORTELETTI, 2015).

O estudo de otimização energética é uma técnica que foi desenvolvida em projetos patrocinados pelo PROCEL, sua metodologia é bastante desagregada e abrangente, inclui análises econômicas e considera tanto o uso de combustíveis como de energia elétrica; além disso, propõem alternativas e prioriza as ações para melhorar a eficiência energética. Por essas características ela é naturalmente, mais demorada e custosa que as metodologias anteriores, mas é a única que, a rigor, corresponde à definição de auditoria, inclusive pelos requisitos de capacitação para sua execução (MENKES, 2004).

Naturalmente, qualquer estudo dos fluxos energéticos para um consumidor, com o propósito de racionalizar o uso de eletricidade, assim como reduzir os custos com energia pode ser considerado uma auditoria energética. Dessa forma, não é obrigatório seguir as metodologias padronizadas expostas no tópico anterior, mesmo diante desses incentivos. Esse trabalho trata de uma análise parcial de eficiência energética e será focada nas duas principais cargas no quesito de consumo de energia e potencial de desperdício, que são as cargas de refrigeração e iluminação.

2.2.1 Iluminação

A relevância do consumo devido ao sistema de iluminação depende diretamente do setor ao qual o consumidor está alocado. Esse trabalho foi realizado no setor de serviço público e, de acordo com SANTOS (2007), em média, a iluminação representa até 44% do consumo total da

energia elétrica. Os trabalhos nessa temática, como os de SCHMID (2012); LOPES (2002) e FOLSTER (2016), mostram que a iluminação ineficiente é comum no Brasil. A utilização da iluminação natural, um bom projeto de arquitetura de ambiente, lâmpadas bem dimensionadas e hábitos de uso saudáveis são algumas das medidas necessárias para garantir uma iluminação eficiente, atuando de forma a reduzir o consumo de energia elétrica, mantendo ainda o desempenho e conforto.

Em projetos já executados e em operação, alterar a arquitetura e o padrão da iluminação artificial muitas vezes é inviável devido ao custo de obras e do tempo ocioso para tal. A alternativa a esse processo é a troca das lâmpadas ou dos locais onde elas estão instaladas; no entanto, deve-se avaliar objetivamente o desempenho atual e o almejado. Para isso, deve-se definir alguns conceitos que serão avaliados, tais como: área projetada, controlador de luz, depreciação do fluxo luminoso, difusor, eficiência luminosa de uma fonte, fator de manutenção, fator de utilização, fluxo luminoso e iluminância.

2.2.1.1 Área projetada

Trata-se da área de projeção ortogonal a fonte de luz e que provoca uma superfície luminosa; essa área depende de qual plano ortogonal será analisado, pois planos mais próximos da fonte são menores e planos mais distantes são maiores. A unidade de medida é o m^2 .

2.2.1.2 Fluxo luminoso

Termo técnico para quantidade de luz produzida por uma fonte luminosa, emitida em um cone de 1 esferoradiano a partir de sua origem. A unidade no SI para fluxo luminoso é o lúmen.

2.2.1.3 Depreciação do fluxo luminoso

É natural que equipamentos devam receber manutenção, e essa necessidade surge devido a deterioração de algumas características do produto no tempo, seja pela existência de intempéries ou operação inadequada, assim como apenas uma degradação natural. Para os sistemas de iluminação, a iluminância é reduzida no tempo devido, normalmente, ao acúmulo de poeira nas lâmpadas e luminárias. Essa redução pode ser atenuada por manutenção, porém o próprio equipamento também perde parte do fluxo luminoso por uma degradação natural e

irreversível própria, que não pode ser corrigida por manutenção. Cabe ao operador da manutenção identificar esses níveis.

2.2.1.4 Difusor

Toda fonte de luz pode gerar ofuscamento para quem olha diretamente para ela, porém barreiras e dispositivos podem contornar esse problema. Os difusores são uma classe de proteção que é implementada como uma barreira entre a luz e o ambiente, reduzindo a luminância e a possibilidade de ofuscamento.

2.2.1.5 Fator de utilização

Se trata de um índice técnico que consiste na razão do fluxo utilizado pelo fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas. Na prática, esse índice avalia o quanto do fluxo luminoso emitido pela lâmpada é atenuado pela luminária e as outras barreiras presentes até a área projetada de trabalho. Em um exemplo com uma lâmpada LED com fator de utilização de 0,85 e que proporciona um fluxo luminoso de 2500 lúmens naturalmente, essa mesma lâmpada instalada e operando fornecerá 2.125 lúmens efetivos.

2.2.1.6 Fator de manutenção

Esse é um índice técnico mais prático e depende diretamente do ambiente analisado. O fator de manutenção é a razão da iluminância média projetada no plano de trabalho, ao longo de um tempo considerável de uso, pela iluminância média obtida nessa mesma condição no ambiente de instalação novo. Esse fator pode ser melhorado mantendo um ambiente limpo e com manutenção periódica, mas não alcançará o índice máximo devido à degradação natural e irreversível dos equipamentos.

2.2.1.7 Eficiência luminosa

Derivando do próprio conceito de eficiência, a energia elétrica é convertida em luminosidade. Como as unidades finais não são de potência, nesse índice busca-se a relação de lúmen/W. Essa relação de eficiência bruta não leva em consideração fatores importantes como a potência, mas ainda é um parâmetro útil para avaliar a eficiência global do sistema de

iluminação. Por exemplo, uma lâmpada que consome 10W e produz 1000 lúmen, apresenta eficiência luminosa de 100 lúmen/W.

2.2.1.8 Iluminância.

Enquanto o fluxo luminoso está relacionado com uma área, a iluminância está associada a uma grandeza pontual ou a média em uma pequena região. A unidade de medida da iluminância no SI é o lux, e ele é definido como a iluminância em uma superfície de 1 metro quadrado exposta a um fluxo luminoso ortogonal a ela e com valor de um lúmen. Esse parâmetro é utilizado normativamente para estabelecer padrões mínimos de iluminação exigidos para os ambientes de trabalho, como por exemplo, a norma NBR ABNT ISO/CIE 8995-1:2013, a qual apresenta em uma tabela a classificação dos trabalhos e os respectivos valores de lux necessários no plano de trabalho.

2.2.1.9 Lâmpadas

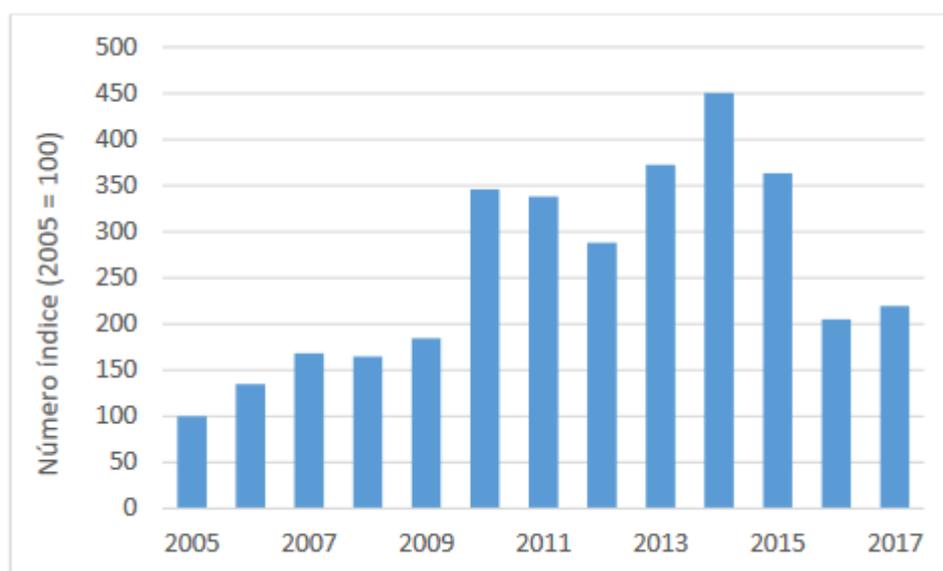
Existem diversas tecnologias de lâmpadas que permitem a conversão de energia elétrica em energia luminosa. Algumas dessas tecnologias são antigas e apresentam eficiência luminosa inferior aos modelos de tecnologia recente; nesse grupo antigo estão as tecnologias incandescentes e halógeneas. O grupo de lâmpadas fluorescentes e lâmpadas de vapor metálicas apresentam, em média, eficiência energética superior aos modelos anteriores. E, por fim, a tecnologia mais recente em iluminação está na tecnologia LED, que goza dos avanços da tecnologia da microeletrônica e do barateamento progressivo dessa tecnologia. Todos esses modelos ainda coexistem, seja devido aos projetos anteriores ou aos custos do retrofit do sistema de iluminação. Nesse trabalho as lâmpadas em operação são majoritariamente do tipo fluorescentes e, dessa forma, ganhos em eficiência luminosa são possíveis a partir da substituição por equivalentes de tecnologia LED. Avaliações sobre a viabilidade econômica e sobre a melhoria alcançada pela nova eficiência luminosa serão realizados posteriormente e descritas nos resultados (FOLSTER, 2016).

2.2.2 Refrigeração-Condicionamento de Ar

Os sistemas de refrigeração são sistemas que, teoricamente, surgem de qualquer fenômeno de conversão de energia de natureza endotérmica e atualmente umas suas grandes

aplicações é no sistema de condicionamento de ar. O condicionamento de ar, dessa forma, pelo conforto térmico que proporciona, teve seu uso expandido em diversas aplicações tanto em setores industriais, hospitalares, escritórios como em aplicações no setor público e residencial (Costa,2003). De Forma sucinta, definimos o sistema de ar-condicionado, como sendo o sistema que promova controle da temperatura, da umidade e renovação do ar (ABNT, 2008) Na figura 3, podemos ver o crescimento estimado de venda de equipamentos.

figura 3: Venda de ar-condicionado residenciais



Fonte: Crescimento estimado da venda de aparelhos de ar-condicionado residenciais –EPE.

A utilização de condicionamento de ar é motivada principalmente por dois fatores (Eletrobras,2005):

- Compensação de ganho de calor ambiente, provenientes de fatores naturais, como no caso de massas de ar quente e de calor solar.
- Compensação de fontes de ganho de calor interno, como no caso de pessoas equipamentos, motores computadores etc.

São seus principais tipos:

- Compactos (tipo janeleiro)
- Expansão direta com condensação a água (selfs)
- Splits Hi-Wall e Piso Teto

- Sistema de ar-condicionado (Chillers).

2.2.2.1 Compactos (tipo janeleiro).

Apresentam facilidade de instalação pois sua unidade condensadora, responsável pela troca de calor, é acoplada com a unidade compressora e evaporadora. Atualmente vem sendo pouco utilizado pelas suas poucas versatilidades de adequação as instalações e, embora, venha obtendo melhores indicadores de eficiência energética seu uso vem sendo reduzido.

2.2.2.2 Expansão direta com condensação a água (selfs).

São sistemas mais robustos, com aplicações industriais, os Self possuem sua condensadora resfriado a ar ou a água, o sistema de condensação de ar pode ser desmembrado da unidade condensadora, permitindo com que seja implementado sua instalação a longas distâncias, geralmente com unidade condensadora insuflada por ar

2.2.2.3 Splits Hi-Wall e Piso Teto.

São sistemas de condicionamento de simples e compactos, com aplicações industriais e residência, dessa forma possuem uma grande versatilidade de instalação, não sendo necessárias grandes adequações as instalação, os Self possuem sua condensadora resfriado a ar ou a água, o sistema de condensação de ar pode ser desmembrado da unidade condensadora, permitindo com que seja implementada sua instalação a longas distâncias, geralmente com unidade condensadora insuflada por ar

2.2.2.4 Sistema de ar-condicionado (chillers).

Sistema de ar-condicionado com condensação a água (Chillers), são sistemas também de aplicação industrial e comercial, não são versáteis de serem instalados e necessitam de ajustes de infraestrutura, dessa forma possui viabilidade considerável ainda na fase de projetos. Possuem uma boa eficiência em termos energéticos que, embora possuam maiores potências,

centralizam o centro de cargas. O resfriamento é feito por meio da condensação da água que circula por um conjunto de evaporadores.

3 Identificação do projeto

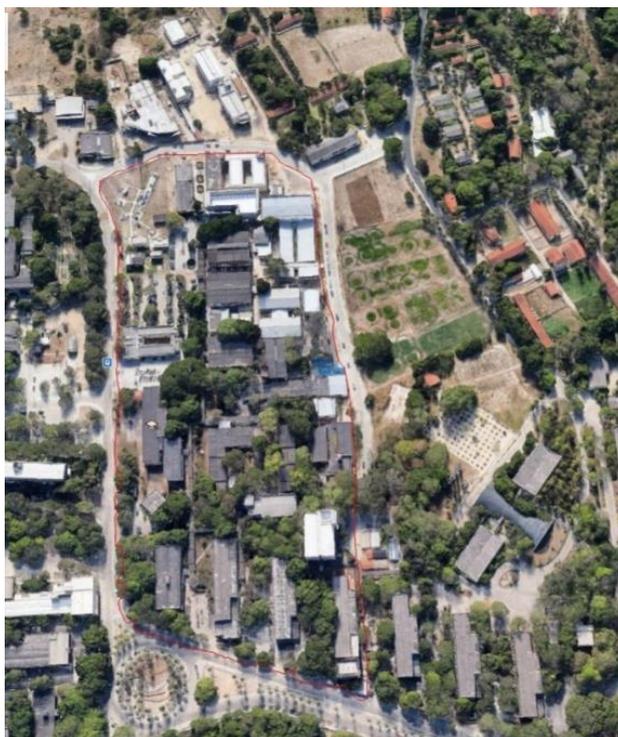
Nesta seção, identifica-se o projeto a respeito de localidade e demais características, discute-se a metodologia de levantamento de cargas, resultado da coleta de dados por blocos, estimativa de consumo por bloco e por tipo de carga (iluminação e condicionamento de ar) e uma proposta de retrofit.

3.1 Pré-diagnóstico Centro de tecnologia-Campus Pici

O projeto de auditoria de eficiência energética foi realizado nas dependências do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, localizado no Campus do Pici. O Centro de Tecnologia reúne os cursos de Engenharia e Arquitetura da Universidade Federal do Ceará (excluindo-se as Engenharias Agrônômica, de Pesca e Alimentos) e é formado por 11 Departamentos e 9 cursos de pós-graduação.

Excetuando-se o curso de Arquitetura, todos os demais departamentos do Centro de Tecnologia possuem suas dependências em um conjunto de blocos localizados no Campus do Pici. O escopo desse projeto é justamente esse conjunto de blocos, formado por salas de aulas, laboratórios, espaços administrativos (secretarias, coordenações etc.), gabinetes de professores, salas de estudo, entre outros.

figura 4: Pré-diagnóstico-Campus Pici



Fonte: Os próprios autores

3.2 Levantamentos de cargas

O levantamento de carga foi realizado mediante uma metodologia padronizada:

- Em todos os ambientes fechados foram feitas medidas de área de cada sala.
- Para ambientes fechados, mediu-se o grau de iluminação utilizando um luxímetro (sempre com todas as luzes do ambiente ligado). Devido à impossibilidade de adentrar na maioria dos ambientes durante períodos noturnos, não foi possível verificar o nível de iluminância de salas que possuem janelas ou outras aberturas sem a contribuição da iluminação natural. Como as maiores partes das atividades realizadas no CT acontecem no período diurno, as medições realizadas são válidas.
- Nos ambientes de circulação, especialmente aqueles abertos aos ambientes externos, não foram realizadas medições de área e iluminância, mas as luminárias presentes foram contadas e adicionadas aos totais de cada bloco.
- Todas as luminárias foram contadas e identificadas de acordo com o tipo de instalação e a potência, número e tipo de lâmpada presente.

- Se procurou identificar os tipos de aparelho de ar-condicionado, em como suas potências e o selo de eficiência deles (quando presentes). Em alguns casos, não foi possível colher informações relevantes de certos aparelhos pois eles encontravam-se fisicamente inacessíveis (muito altos, por exemplo) ou por não possuírem nenhum dado de identificação legível nos mesmos.
- Tomou-se nota também de outros equipamentos eletroeletrônicos presentes nas salas de maneira fixa, tais como computadores, geladeiras, bebedouros etc.

Para estimarmos a carga se faz necessário a coleta do tempo de funcionamento dos equipamento e ambientes, por se tratar de um espaço com grandes proporções e com regularidade de horário, por boa parte se tratar de blocos didáticos, optou-se pela coleta de horário de funcionamento por meio do cronograma de atividades do bloco e consulta aos funcionários. O uso de medidores de energia com data-logger, embora garantissem melhor precisão, neste caso, seriam dispensáveis, pois se pode obter uma alta confiabilidade dado a regularidade das atividades durante um certo período ou mediante informações cedidas pelas pessoas que utilizam os ambientes.

A opção pelo uso de analisadores de energia, embora, conforme menciona, seja a mais precisa, escapa ao escopo deste projeto por exigir equipamento especializado e acesso aos Quadros de Distribuição de cada bloco, atividade que só poderia ser executada por profissionais autorizados. A situação relativamente precária das instalações de alguns dos blocos mais antigos do CT também dificultaria a realização desse tipo de trabalho com segurança para os profissionais e o público.

Optou-se, portanto, por fazer a coleta apenas pela observação e entrevista, especialmente dos funcionários das áreas de limpeza e manutenção dos blocos. É preciso notar, entretanto, que em muitos casos foi impossível coletar informações e foi preciso fazer estimativas a respeito do uso dos ambientes. Notou-se também que certos ambientes, como auditórios, possuem um perfil de uso muito irregular e é difícil estimar um valor para o número de horas que tais ambientes são utilizados. Também se sabe que certas salas de aula são muito mais utilizadas do que outras, sendo difícil estimar o número de horas que cada sala de aula é utilizada e quantos alunos estão presentes, até porque esse número varia de semestre para semestre de acordo com a alocação das disciplinas.

Os valores adotados de acordo com ambiente, exceto a algumas particularidades destes,

possuem confiabilidade, dado ao método de coleta e estimativa para o consumo de cada ambiente, mas essas estimativas foram realizadas a partir da melhor informação que os bolsistas foram capazes de colher.

As informações coletadas foram reunidas e tabuladas e encontram-se reunidas em um Anexo a este documento. Todas as análises realizadas e apresentadas ao longo deste memorial foram realizadas de acordo com os dados brutos colhidos.

3.2.1 Cargas de iluminação

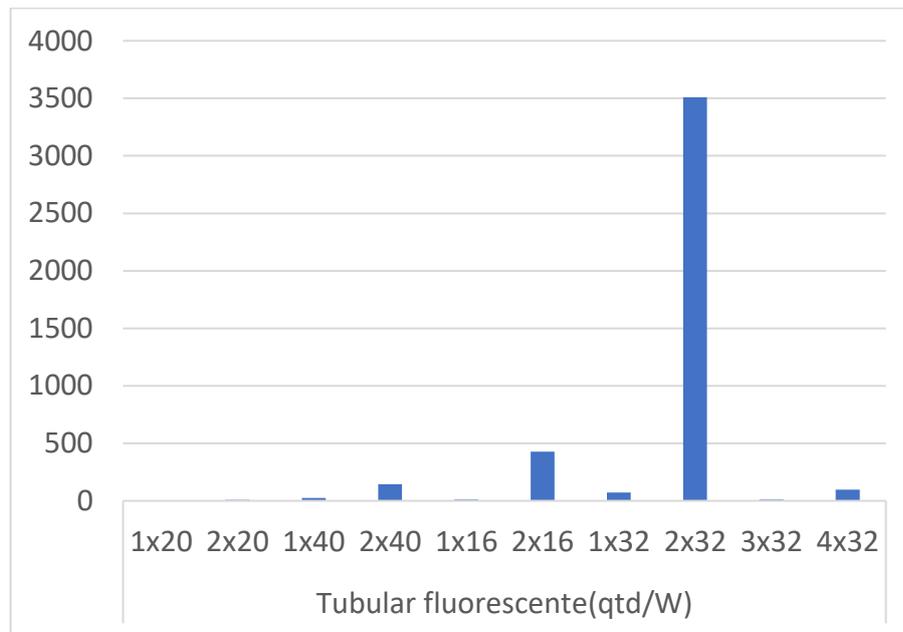
Para a aquisição de informações quanto a observância norma NBR ABNT ISO/CIE 8995-1:2013 em relação a iluminância de ambientes e proposição de melhorias foram padronizados a realização das medidas. Com o uso do luxímetro foi realizado as seguintes medidas a altura de 0.80m, ou seja, a altura de ambiente de trabalho em pelos menos três locais distintos da sala de aula, sendo eles: centro da sala, bancada de professor, e aluno mais distante do ponto de luz, assim obtendo-se a medição na pior situação. Esses dados são de relevância para proposição de retrofit, pois a mera substituição de iluminação não é garantia de eficiência. Como parâmetro, utilizamos o bloco 707, sendo as demais colocadas em anexo. Dessa forma tem os seguintes dados em relação a iluminância de ambientes.

Constatou-se deste levantamento, conforme exemplo e planilhas em anexo, que nos blocos didáticos, salas de professores e laboratórios, há observância a norma vigente de iluminação, atendo-se os critérios de conforto condizentes com o tipo de atividade a serem desempenhada. No entanto, observou-se que alguns poucos ambientes, conforme se pode ver das tabelas no Apêndice A os níveis de iluminação ficaram insuficientes, tais indicadores são resultados dos seguintes motivos:

- Cores escuras de paredes;
- Ambientes com pouca exposição a iluminação natural;
- Objetos ou obstáculos que obstruem a passagem da luz;
- Luminárias danificadas ou queimadas;
- Luminárias de potência equivalentes;
- Ambientes sujos;

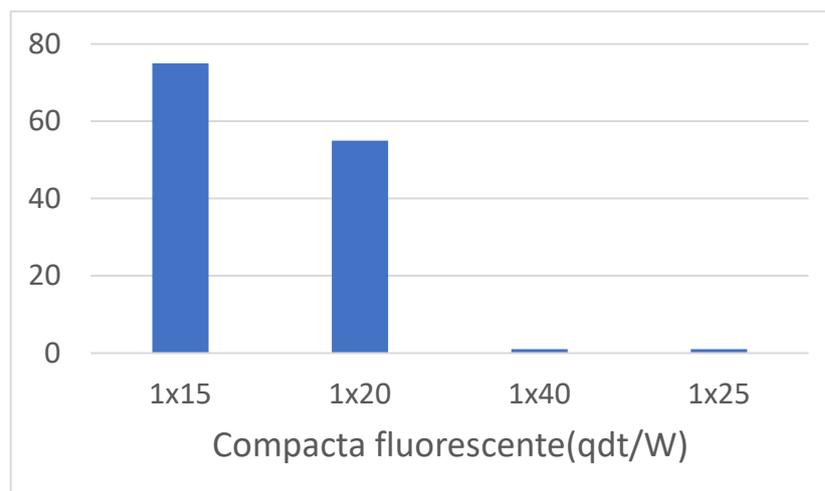
As informações coletadas em relação ao tipo de luminárias e levantamento por blocos, bem como média de uso de horas por dia, encontram no anexo A. As figuras 5 e 6. É apresentado uma síntese do quantitativo total de lâmpadas tubulares e compactas que serão objetos da proposição de adequação:

figura 5: Levantamento de cargas de iluminação-tubular fluorescente



Fonte: Os próprios autores

figura 6: Levantamento de cargas de iluminação



Fonte: Os próprios autores

O levantamento feito levou também em consideração a quantidade de luminárias de Led, mas como o escopo deste TCC visa a adequação e a proposição de melhorias, esses dados foram omitidos em nosso estudo.

3.2.2 Cargas de Ar- condicionados

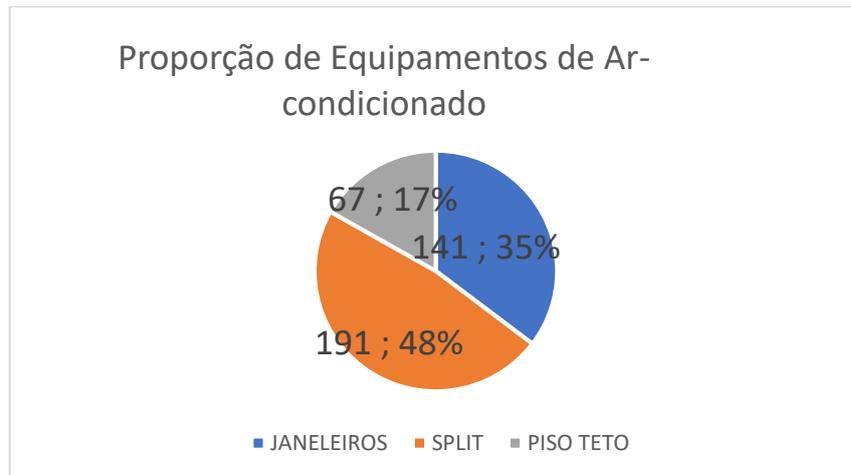
A coleta de dados das potencias de ar-condicionado são relevantes, pois, juntamente com a carga de iluminação nos blocos didáticos e sala de professores, compõem a maior parcela do consumo de energia. Embora fuja ao escopo deste trabalho o dimensionamento de potência de ar-condicionado, vale ressaltar que o correto dimensionamento dos equipamentos além de fornecer conforto térmico proporciona evidentes melhorias de eficiência energética. Assim, devido às limitações técnicas e de quantitativos de bolsistas, a coleta de dados restringiu-se a descrição do tipo tecnologia de ar-condicionado se, piso-teto, janelheiro, split-wall, bem como a avaliação do selo Procel, conforme mencionado, revelando-se por meio deste o grau de eficiência. O gráfico da figura 7 como esse quantitativo ficou distribuído entre os blocos.

figura 7 : Distribuição de Ar-condicionado por blocos



Fonte: Os próprios autores

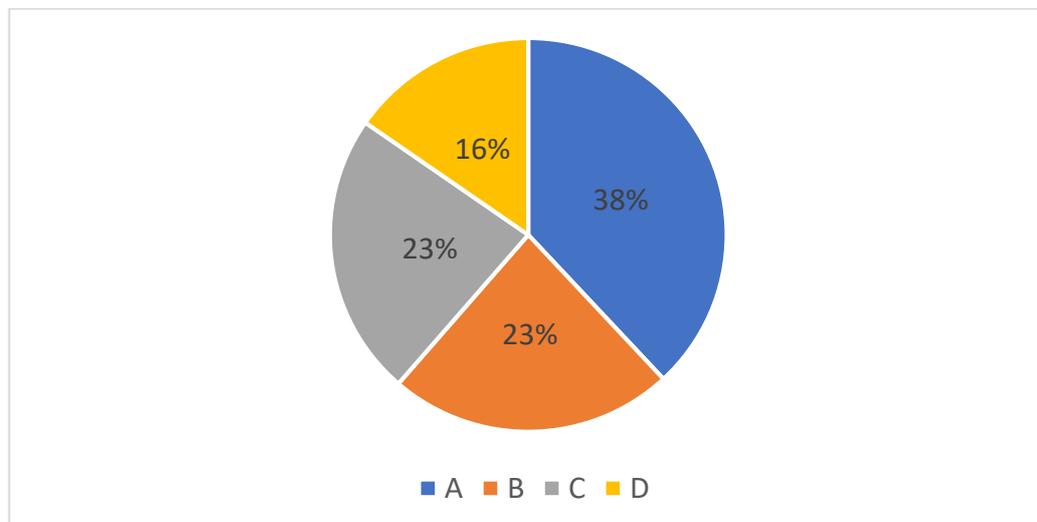
figura 8: Proporção de Equipamentos de Ar-condicionado



Fonte: Os próprios autores

Podemos observar do gráfico as seguintes correlações a Universidade Federal do Ceará – Centro de tecnologia já dispõe de algumas proposições de melhorias, como podemos ver, quase a metade do quantitativo de ares-condicionados do levantamento já possuem tecnologias mais modernas, como o caso do Split-Wall e Piso teto, compondo um total de 65%. Outro aspecto a se observar é que em blocos didático, como no caso das unidades 725, 726, 728, 729, onde a demanda desse tipo de equipamento é maior, já foi realizado relativa modernização. Em contraste direto ao que ocorre com blocos de sala de professores, como por exemplo os blocos do 713 ao 716, onde ainda se pode ver que há a predominância de equipamento do tipo janeliro de baixa eficiência.

figura 9: Proporção equipamento com Selo Procel



Fonte: Os próprios autores

O gráfico da figura em 9 trata do levantamento entre os equipamento que já possuem selo Procel, como se pode notar, aproximadamente 38% do total de equipamento já possuem boas características de eficiência, possuindo selo A. É importante notar esse fato, pois em nosso estudo inicial de tratamento de dados foi observado que, embora fosse vislumbrado, a substituição de todos equipamentos do tipo piso-teto e split-wall de selos menos eficientes, por serem equipamento mais caros e de difícil retirada, não oferecem custo de oportunidade interessantes para o nosso estudo.

3.3 Análises de conservação de Energia

Para que possamos mensurar e aplicar em nosso estudo de caso é de fundamental importância mensurar o modelo atual, a fim de quantificar e avaliar o consumo de energia, a proposição de projetos conforme o PEE, em seus módulos quarto e sétimo, permite-nos classificar quanto a tipologia de projeto e estabelece o principal critério de avaliação de viabilidade economia é o relação de custo benefício (RCB) que este proporciona.

Foram considerados três cenários para realização do cálculo de viabilidade. O primeiro levando-se em conta somente os levantamentos iluminação, o segundo apenas o de substituição de ar-condicionado, por fim, o terceiro cenário levando em consideração a substituição de lâmpadas e ar – condicionados.

A tipologia de projeto é considerada, conforme o modulo 4, do Propee, como tipologia de serviço público-educacional. Sendo que, conforme o manual, as proposições de melhoria de instalação, consiste das ações de eficiência energética realizadas em instalação de uso final da energia.

Conforme o modulo 7, trata- se de uma avaliação ex-ante, nessa fase avaliaremos os custo-benefício dos dados colhidos e tratado nas análises anteriores, realizando a tomada de preços mediante as seguintes variáveis:

- Critério chave de avaliação
- Energia Economizada e Redução de Demanda na Ponta
- Valoração dos benefícios

3.3.1 Critério chave de avaliação e Viabilidade

Neste tópico será descrito como será realizado calculados RCB e definição de critério para avaliação, embora se admita-se exceções à regra no caso de projeto educacionais, sendo que para estes não é obrigatório. Diante disso o modulo 7, do Propee o afirma o seguinte:

“3.8.2 Assim, considera-se que o benefício apurado com a valoração da energia e da demanda reduzidas ao custo unitário marginal de expansão do sistema deve ser no mínimo 25% maior que o custo do projeto. Em outras palavras, a relação custo-benefício do projeto deve ser igual ou inferior a **0,8** (oito décimos) (ANEEL,2013)”.

Para o cálculo da relação custo-benefício devemos satisfazer a seguintes condições variáveis:

$$RCB = \frac{CA_t}{BA_t} < 0.8 \quad (3.1)$$

Nas premissas de despesas que serão desprendidas, temos que o os principais custos para composição do custo anualizado total devem ser previstos conforme descritivo abaixo:

- CEP - Estudos e Projetos:
- CTE-Material & Equipamento
- CMOT - Mão de Obra + Transportes
- CMVR - Medições e Verificações dos Resultados
- E&S - Engenharia e Supervisão
- ADM - Administração Própria
- Descarte
- Marketing

Como principais variáveis de custo anualizado temos:

$$CA_t = \sum_{k=0}^n CA_n \quad (3,2)$$

CA_t :Custo anualizado total em R\$/ano

BAT :Benefício anualizado em R\$/ano

CA_n :Custo anualizado de cada equipamento incluindo custos relacionados (mão de obra,etc.)

$$CE_t = \sum_{k=0}^n CE_n \quad (3.3)$$

CE_t:Custo de cada equipamento em R\$

CE_n: Custo total em equipamentos em R\$

$$FRC_u = \frac{1(1+i)^u}{(1+i)^u - 1} \quad (3.4)$$

CT :Custo total do projeto em R\$

FRC_u :Fator de recuperação do capital para u anos em 1/ano

u:Vida útil dos equipamentos em anos definida por fabricante em horas.

i: Dado conforme o PNE (Plano Nacional de Energia) vigente na data de submissão de projeto, sendo divulgado pela EPE(Empresa de Pesquisa Energética). Atualmente o valor em torno de 10%, valor que será adotado em nosso escopo;

$$CA_n = CE_n * \frac{CT}{CE_t} * FRC_u \quad (3.5)$$

CA_n :Custo anualizado de cada equipamento incluindo custos relacionados (mão de obra, etc.)

3.3.2 Energia economizada e Redução de Demanda na Ponta e Valoração de Benefício

Neste tópico iremos descrever como serão levantadores os principais indicadores energéticos que são energia economizada e demanda evitada na ponta.

- Coeficiente de eficiência energética: Reflete o grau de eficiência do equipamento, gerando mesmos parâmetros de iluminação e climatização como menor consumo.
- Quantidade de cada item;
- Potência instalada
- Potência média utilizada (kW)
- Funcionamento (h/ano);
- FCP (fator de coincidência na ponta Energia Consumida (MWh/ano));
- Demanda média na ponta (kW);

$$EE = \sum_{\text{sistema 1}}^n \text{Consumo (atual)} \left(\frac{\text{MWh}}{\text{ano}} \right) - \sum_{\text{sistema 2}}^n \text{Consumo(Proposto)} \left(\frac{\text{MWh}}{\text{ano}} \right) \quad (3.6)$$

$$RDP = \sum_{\text{sistema 1}}^n \text{demanda(atual)} \left(\frac{\text{MWh}}{\text{ano}} \right) - \sum_{\text{sistema 2}}^n \text{Demanda(proposto)} \left(\frac{\text{MWh}}{\text{ano}} \right) \quad (3.7)$$

Para o cálculo temos do benefício anualizado temos além das variáveis mencionadas, o CEE e a CED. Esses valores são fornecidos pela concessionária local (ENEL), a Universidade federal do Ceará, no ano de 2019, possui sua modalidade tarifária verde. enquadrada na categoria A3 com atendimento em 69 kV, dessa forma, possuindo valor de CEE de 295,38 (R\$/MWh) e CED de 186,33 (R\$/Kw ano). Esses valores corresponde a redução das despesas com infraestrutura por consumo e demanda que o sistema teria em sua expansão.

figura 10- Valores CEE e CED- ENEL

NIVEIS DE TENSÃO	CEE (R\$/MWh)	CED (R\$/kW ano)
A1 230 kV ou mais	286,21	72,31
A3 69 kV	295,38	186,33
A4 2,3 kV a 25 kV	313,04	560,42
B1 Residencial	532,99	1.126,26
B2 Rural	400,47	836,6
B3 Demais Classes	536,02	1.139,02
B4 IP	536,02	1.139,02

Fonte: Resolução ANEEL nº2.530 de 16 abril de 2019, para FC=75% e K=0,15

$$BA_T = (EE * CEE) + (RDP * CED) \quad (3.8)$$

BA_T: Benefício anualizado em R\$/ano

EE: Energia anual economizada em MWh/ano

CEE: Custo unitário da energia em R\$/MWh

RDP: Demanda evitada na ponta em kW/ano

CED; Custo unitário evitado da demanda R\$/kW ano

4 Viabilidade Técnico-Financeira

Neste tópico será exposto, os resultados e cálculos que viabilizam do ponto de vista energético e financeiro, valorando os custo e benefícios. Por fim, será calculado o RCB para cada uma das proposições de cenário de substituição e avaliado os seus impactos.

4.1 Cenário 1- Retrofit Sistema de Iluminação

Para a primeira proposição de estudo de viabilidade, levou-se em conta apenas a substituição das luminárias por outra de fluxo luminoso equivalente, levou-se em conta o melhor cenário dado as não conformidades existentes.

São descritos os cenários atuais e proposto. Para a substituição das lâmpadas foram seguidos as potencias equivalentes em Led da Fabricante Philips, dados expreso no Catálogo no Anexo A. Do levantamento realizado foi separado a quantidade por tipo e potências, média de uso diário com 5,35 horas de uso, durante 21 dias por mês. O fator de coincidência na pontas é estipulado, definido pelo tipo de empreendimento, sendo adotado em nosso estudo em 0.70. Os quadros 1 e 2 sintetizam esse levantamento de dados.

Quadro 1: Sistema Atual Iluminação-Energia Consumida e Demanda média na ponta

Sistema Atual									
Tipo de lâmpada	Fluorescente				Compacta Fluorescente				Total
Q Luminárias	1x20	1x40	1x16	1x32	15	20	40	25	
Potência (lâmpada+reator) (W)	29	53	18	34	15	20	40	25	
Quantidade	4	24	11	73	75	55	1	1	4.442
Potência instalada(kW)	0,12	1,27	0,20	2,48	1,13	1,10	0,04	0,03	288,81
Funcionamento (h/ano)	1.086	1.086	1.086	1.086	1.086	1.086	1.086	1.086	
Fator de coincidência na ponta	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
Energia consumida (MWh/ano)	0,57	16,24	16,95	277,45	1,22	1,19	0,04	0,03	313,70
Demanda média na ponta(kW)	0,37	10,47	10,92	178,81	0,79	0,77	0,03	0,02	202,17

Fonte: Os próprios autores

Quadro 2: Sistema proposto Iluminação-Energia Consumida e Demanda média na ponta

Sistema Proposto									
Tipo de lâmpada	Tubular Led				Compacta Led				Total
Luminárias	1x10	1x20	1x10	1x20	7	10	20	10	
Potência (lâmpada) (W)	10	20	10	20	7	10	20	10	
Quantidade	4	24	11	73	75	55	1	1	4.442
Potência instalada(kW)	0,04	0,48	0,11	1,46	0,53	0,55	0,02	0,01	169,36
Funcionamento (h/ano)	1.086	1.086	1.086	1.086	1.086	1.086	1.086	1.086	
Fator de coincidência na ponta	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
Energia consumida (MWh/ano)	0,22	9,91	9,42	163,21	0,57	0,60	0,02	0,01	183,95
Demanda média na ponta(kW)	0,14	6,38	6,07	105,18	0,37	0,39	0,01	0,01	118,55

Fonte: Os próprios autores

Quadro 3: Resultados esperados substituição lâmpadas

Resultados esperados									
Redução de demanda na ponta (kW)	0,23	4,08	4,86	73,63	0,42	0,39	0,01	0,01	83,62
Redução de demanda na ponta (%)	62%	39%	44%	41%	53%	50%	50%	60%	41%
Energia Economizada (MWh/ano)	0,35	6,33	7,53	114,24	0,65	0,60	0,02	0,02	129,75
Energia Economizada (%)	62%	39%	44%	41%	53%	50%	50%	60%	41%

Fonte: Os próprios autores

Dos resultados esperados, conforme o quadro 3, podemos retirar que o projeto de substituição do sistema de iluminação possui uma ótima atrativa em termos energéticos proporcionando uma redução de demanda e energia economizado em torno de 41%. De fato, a substituição por lâmpadas tipo Led, proporcionam grande economia energética, em nosso projeto, podendo chegar a consumir até 1/3 da fluorescente com a mesma proporção de lumens.

Tabela 1: Estimativa mão de obra terceirizada e descarte

Mão de Obra Terceirizada			
	Quantidade	Preço	Total
Instalação Ponto de iluminação	4.442	R\$ 3,00	R\$ 13.326,00
Compra luminária	0	R\$ 27,00	R\$ -
Transporte			R\$ 6.000,00
Mão de Obra iluminação			R\$ 19.326,00
Descarte luminárias	4.442	R\$ 2,10	R\$ 9.328,20

Fonte: Os próprios autores

Foi realizado o aproveitamento das luminárias dessa forma não há custo com a compra de novos, os preços médios de instalação são referentes aos preços atualmente praticados por eletricitistas e técnicos. O preço de transporte é avaliado considerando todos os custos de mobilização e logística para entrega e retirada do total de lâmpadas.

Quadro 4: Custos- Aquisição equipamento e mão de obra total

ILUMINAÇÃO	
Custo Total do Projeto (CT)	R\$ 144.796,22
Mão de obra+Descarte (CT-CTE)	28654,20
(CT-CTE)/CTE	0,25
Custo total equipamentos (CTE)	R\$ 116.142,02
$CPE=1+(CT-CTE)/CTE$	1,25

Fonte: Os próprios autores

A cotação do preço médio das luminárias foi feita em duas empresas locais, Carmehil e SV Elétrica, a fim de se reduzirem os custos de deslocamentos, apresentação dos valores refletem o menor valor do preço entre os dois fornecedores no dia 12/09/2020.

Tabela 2: Cotação Fornecedores lâmpadas linha Philips-Master

Fornecedores	Carmehil	Sv-Elétrica	Preço adotado	
LED TUBE	10 W	19,65	21,28	19,65
	20 W	27,48	32,40	27,48
LED BULBE	20W	21,27	16,39	16,39
	7W	10,00	-	10,00
	10W	8,36	12,40	8,36

Fonte: Os próprios autores

Tabela 3: Custo Total Luminárias

CUSTO LUMINÁRIAS									
ITEM		Qtd.	Preço(R\$)	Total (R\$)	Vida Útil	FRCu	TotaL(R\$)	CPE (R\$)	CAt (R\$)
LED TUBE	10 W	451	19,65	8862,15	36,8	0,103	114907,47	143257,09	14767,21
	20 W	3.859	27,48	106045,32	36,8	0,103			
LED BULBE	5W	0	10,00	0,00	23,0	0,113	1234,55	1539,13	173,23
	20W	1	16,39	16,39	23,0	0,113			
	45W	0	20,00	0,00	23,0	0,113			
	7W	75	10,00	750,00	23,0	0,113			
	23W	0	18,09	0,00	23,0	0,113			
	10W	56	8,36	468,16	23,0	0,113			
Total Geral (CTE)			R\$ 116.142,02						R\$ 14.940,44

Fonte: Os próprios autores

Tabela 4: Síntese premissas e cálculo RCB-Sistema de Iluminação

Premissas - Sistema de Iluminação		
<u>CED - Custo Unitário Evitado de Demanda (R\$/kW.ano)</u>	R\$	186,33
<u>CEE - Custo Unitário Evitado de Energia (R\$/MWh)</u>	R\$	295,38
C - Consumo atual (MWh/ano)		313,70
D - Demanda atual (kW)		202,17
EE - Energia Evitada (MWh/ano)		129,75
RDP - Redução de demanda na ponta (kW)		83,62
Custos		
CEP - Estudos e Projetos (R\$)	R\$	3.000,00
CTE - Material & Equipamento	R\$	116.142,02
CMOT - Mão de Obra + Transportes	R\$	19.326,00
CMVR - Medições e Verificações dos Resultados	R\$	3.000,00
E&S - Engenharia e Supervisão	R\$	7.023,00
ADM - Administração Própria	R\$	-
Auditoria Contábil	R\$	1.000,00
Descarte	R\$	9.328,20
Marketing	R\$	1.000,00
CT - Custo Total [CEP+CTE+CMOT+CDR+ADM]	R\$	159.819,22
CAAt-Custo Anualizado Total (R\$) - k	R\$	14.940,44

Benefícios		
Energia Evitada [EE x CEE]	R\$	38.326,12
Demanda Evitada na ponta [RDP x CED]	R\$	15.581,16
BAt-Benefício Anualizado Total (R\$) - B	R\$	53.907,28
<hr/>		
Relação Custo-benefício [K/B]	R\$	0,28

Fonte: Os próprios autores

Temos conforme expresso na tabela um custo total anualizado de **R\$ 14.940,44**, em contrapartida aos benefícios:

Custo Anualizados Totais:

$$CA_t = \mathbf{R\$ 14.940,44} \quad (4.1)$$

Benefício Anualizado Total

$$BA_t = (129,75 * 295,38) + (83,62 * 186,33) \quad (4.2)$$

$$BA_t = \mathbf{R\$ 53907,28} \quad (4.3)$$

Cálculo RCB:

$$RCB = \frac{CA_t}{BA_t} = \frac{\mathbf{14.940,44}}{\mathbf{53907,28}} = 0.28 < 0.8 \quad (4.4)$$

Dessa forma, podemos concluir que a substituição das lâmpadas, em nosso estudo inicial no Centro de tecnologia da Universidade Federal do Ceará, proporciona excelentes indicadores energéticos, estimando-se uma redução no consumo de energia em 129,75 (MWh/ ano) e uma redução de demanda na ponta de 83,62 KW.

A facilidade de substituição do equipamento, implementação rápida, e os custos reduzido com o barateamento do Led proporcionaram alta viabilidade financeira RCB, assim, é possível ver que comparado aos custos de expansão do sistema elétrica os investimentos na troca do sistema de iluminação possui ótima atratividade financeira.

4.2 Cenário 2- Retrofit Sistema de Climatização

Para a nosso estudo aplicado ao cenário 2, considerou-se os dados referentes ao pré-diagnóstico, devido a considerável quantidade de dados colhidos foi nos permitido a realização de um filtro, aonde foi possível analisarmos o melhor custo de oportunidade. Dessa forma, na proposição de nosso Retrofit, serão considerados a substituição dos ares tipo Janeleiro, os quais possuem fácil remoção e uma depreciação maior em relação ao custo de outros tipos.

Além das considerações já realizadas para o cenário 1, temos que muito dos ares-condicionados já estavam bem antigos e com informações mais específicas a respeito de marcas, modelos e potencias apagadas pelo tempo. Dessa forma, para o levantamento desses dados de potência elétrica equivalente Btu/h, foi realizado a divisão deste direta por 3,41 e, para obtenção potência elétrica nominal de entrada foram consultados a catálogos de equipamentos equivalentes, a razão entre essas duas potencias nos dá o coeficiente de eficiência energética. Nas figuras 5 e 6, seguem discriminados esses dados para a média de uso de 6,8 horas por dia, 21 dias por mês.

Quadro 5:Sistema Atual Ar-condicionados-Energia Consumida e Demanda média na ponta

Sistema Atual								
Equipamento BTU/h	Janela							Total
	7.500	8.500	10.000	12.000	18.000	21.000	30.000	
Coeficiente de eficiência energética	2,00	1,89	1,78	1,85	1,99	2,65	2,65	
Quantidade	45	1	25	31	25	9	5	141
Potência instalada	49,52	1,32	41,26	58,92	66,27	20,86	16,56	
Potência média utilizada (kW)	47,04	1,254	39,20	55,97	62,96	19,82	15,73	241,98
Funcionamento (h/ano)	1.436	1.436	1.436	1.436	1.436	1.436	1.436	
FCP (fator de coincidência na ponta)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
Energia Consumida (MWh/ano)	67,56	1,80	56,30	80,39	90,42	28,46	22,59	347,52
Demanda média na ponta (kW)	32,93	0,88	27,44	39,18	44,07	13,87	11,01	169,38

Fonte: Os próprios autores

Para as substituições dos sistemas do sistema, conforme o modulo 4, do Propee, A aquisição de novos equipamentos deve possuir Selo Procel uma exigência necessária ao projeto, devendo ser adquiridos equipamentos com Etiqueta A. Dessa forma, foram adotados os equipamentos da LG, tipo split por possuírem um bom custo-benefício e etiquetagem A. suas especificações técnicas encontram-se no anexo B e aqui em síntese.

Quadro 6: Sistema Proposto Ar-condicionados-Energia Consumida e Demanda média na ponta

Sistema Proposto								
Equipamento BTU/h	Split							Total
	7.500	8.500	9.000	12.000	18.000	21.000	30.000	
Coeficiente de eficiência energética	3,33	3,24	3,28	3,24	3,22	3,24	3,03	
Quantidade	45	1	25	31	25	9	5	141
Potência instalada	29,70	0,77	20,10	33,64	40,95	17,09	14,50	
Potência média utilizada (kW)	28,21	0,73	19,09	31,96	38,90	16,24	13,78	148,91
Funcionamento (h/ano)	1.436	1.436	1.436	1.436	1.436	1.436	1.436	
FCP (fator de coincidência na ponta)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
Energia Consumida (MWh/ano)	40,52	1,05	27,42	45,90	55,87	23,32	19,79	213,86
Demanda média na ponta (kW)	19,75	0,51	13,37	22,37	27,23	11,37	9,65	104,24

Fonte: Os próprios autores

Quadro 7: Resultados esperados substituição ar-condicionados

Resultados esperados								Total
Redução da demanda na ponta (kW)	13,18	0,37	14,07	16,81	16,84	9,78	1,36	72,42
Redução da demanda na ponta (%)	40%	42%	51%	43%	38%	71%	12%	43%
Energia Economizada (MWh/ano)	27,04	0,75	28,88	34,49	34,55	20,07	2,80	148,58
Energia Economizada (%)	40%	42%	51%	43%	38%	71%	12%	43%

Fonte: Os próprios autores

Dos resultados esperados, conforme o quadro 7 podemos avaliar que o projeto de substituição do sistema de ar-condicionado possui uma ótima atrativa em termos energéticos proporcionando uma redução de demanda e energia economizado em torno de 43%, sendo este impacto maior, pois este representa a maior parte do consumo da UFC.

Tabela 5: Estimativa mão de obra terceirizada e descarte

Mão de Obra Terceirizada			
Item	Quantidade	Preço	Total
Instalação/Transporte Ar-condicionado Split	141	R\$ 800,00	R\$ 112.800,00
Mão de Obra Ar-condicionado			R\$ 114.400,00
Ar-condicionado Descarte	141	R\$ 13,00	R\$ 1.833,00

Fonte: Os próprios autores

Na cotação de preços temos uma redução dos custos com o transporte, em virtude de o próprio fornecedor realizar a entrega. Os preços médios de instalação de equipamentos são referentes aos preços atualmente praticados por técnicos em sistema de refrigeração, nesse caso não contemplados os serviços de infraestrutura civil para instalação.

Quadro 8: Custos- Aquisição equipamento e mão de obra total

AR-CONDICIONADO	
Custo Total do Projeto (CT)	R\$ 402.784,50
Mão de obra+Descarte (CT-CTE)	114633,00
(CT-CTE)/CTE	0,40
Custo total equipamentos (CTE)	R\$ 288.151,50
$CPE=1+(CT-CTE)/CTE$	1,40

Fonte: Os próprios autores

A cotação do preço médio foi realizada no site em duas empresas, Casas Bahia e Americanas, devido à dificuldade de se encontrar em pronta entrega e nos modelos especificados nas lojas físicas. A apresentação dos valores reflete o menor valor do preço entre os dois fornecedores no dia 05/07/2020.

Quadro 9: Cotação Fornecedores Ar-condicionado linha LG TS e S4

Fornecedores	Casas Bahia	Americanas	Preço adotado
LG-TS-C072YMA1-7500	803,00	-	803,00
LG-AS-Q092WSA0-8500	1112,55	1073,00	1073,00
LG-S4-W09WA51A-9000	1271,08	1300,48	1271,08

LGS4-W12JA31A-12000	2429,00	2457,00	2429,00
LG-S4-W18KL31A-18000	2999,55	3045,17	2999,55
ÇG-S4-W24KE311-22000	3289,00	3636,55	3289,00
LG-S4-W31V43B1-31000	7855,55	-	7855,55

Fonte: Os próprios autores

A cotação de preços do sistema de ar-condicionado inclui os preços da realização de entrega, por isso, embora o preço do equipamento no fornecedor Americanas estivessem mais baratos, a composição do preço mais frete, tornou inviável.

Quadro 10: Levantamento de Sistema de climatização

CUSTO AR-CONDICIONADOS								
Material	Qtd	Preço(R\$)	Total (R\$)	Vida Útil	FRC	Total(R\$)	CPE (R\$)	CAT (R\$)
LG-TS-C072YMA1-7500	45	803,00	36135,00	10,0	0,163	288151,5	402784,5	65551,32
LG-AS-Q092WSA0-8500	1	1073,00	1073,00	10,0	0,163			
LG-S4-W09WA51A-9000	25	1271,08	31777,00	10,0	0,163			
LGS4-W12JA31A-12000	31	2429,00	75299,00	10,0	0,163			
LG-S4-W18KL31A-18000	25	2999,55	74988,75	10,0	0,163			
ÇG-S4-W24KE311-22000	9	3289,00	29601,00	10,0	0,163			
LG-TS-C242C4A0-24000	0	3899,00	0,00	10,0	0,163			

LG-S4-W31V43B1-30000	5	7855,55	39277,75	10,0	0,163			
Total Climatizaçã			R\$ 288.151,50					R\$ 65.551,32

Fonte: Os próprios autores

Tabela 6: Síntese premissas e cálculo RCB-Sistema Climatização

Premissas - Sistema de Climatização	
CED - Custo Unitário Evitado de Demanda (R\$/kW.ano)	R\$ 186,33
CEE - Custo Unitário Evitado de Energia (R\$/MWh)	R\$ 295,38
C - Consumo atual (MWh/ano)	347,52
D - Demanda atual (kW)	169,38
EE - Energia Evitada (MWh/ano)	133,66
RDP - Redução de demanda na ponta (kW)	65,15
Custos	
CEP - Estudos e Projetos (R\$)	R\$ 6.000,00
CTE - Material & Equipamento	R\$ 288.151,50
CMOT - Mão de Obra + Transportes	R\$ 112.800,00
CMVR - Medições e Verificações dos Resultados	R\$ 6.000,00
E&S - Engenharia e Supervisão	R\$ 7.023,00
ADM - Administração Própria	R\$ -
Auditoria Contábil	R\$ 2.000,00
Descarte	R\$ 1.833,00
Marketing	R\$ 1.000,00
CT - Custo Total [CEP+CTE+CMOT+CDR+ADM]	R\$ 424.807,50
Custo Anualizado Total (R\$) - k	R\$ 65.551,32
Benefícios	
Energia Evitada [EE x CEE]	R\$ 39.479,32
Demanda Evitada na ponta [RDP x CED]	R\$ 12.138,54
Benefício Total (R\$) - B	R\$ 51.617,87
Relação Custo Benefícios [K/B]	R\$ 1,27

Fonte: Os próprios autores

Temos, conforme expresso na tabela, um custo total anualizado de **R\$ 65.551,32** em contrapartida aos benefícios:

Custos Anualizados Totais:

$$CA_t = \text{R\$ } 65.551,32 \quad (4.5)$$

Benefício Anualizado Total

$$BA_t = (133,66 * 295,38) + (65,15 * 186,33) \quad (4.6)$$

$$BA_t = \text{R\$ } 51.617,87 \quad (4.7)$$

Cálculo RCB:

$$RCB = \frac{CA_t}{BA_t} = \frac{65.551,32}{51.617,87} = 1.27 > 0.8 \quad (4.8)$$

Dessa forma, podemos concluir que a substituição do sistema de ar-condicionado, do ponto vista energético, é viável, sendo estimando uma redução no consumo de energia em 133,6 (MWh/ano) e uma redução de demanda na ponta de 65,15 KW.

Contudo, do ponto de vista financeiro, não há viabilidade. Esse fato decorre dos altos custos de aquisição de equipamento e instalação, e inviabilidade para ajuste estruturais. O cálculo do RCB, maior que 1,27, afirma que o custo de se propor tais medidas é superior ao custo que a concessionária teria de mobilizar obra de infraestrutura para comportar o aumento de demanda.

4.3. Cenário 3-Retrofit Sistema de Climatização e Iluminação

Por fim, a aplicação da metodologia ao cenário 3, considerou as duas medidas implementadas nos cenários anteriores. Nestes tópicos, iremos realizar apenas a composição, soma direta dos valores para as premissas e custos, exceto pelos valores de CEE e CED. Obtendo-se assim os seguintes valores, conforme tabela 7.

Tabela 7: Síntese premissas e cálculo RCB- Projeto Retrofit Centro De Tecnologia

Premissas		
CED - Custo Unitário Evitado de Demanda (R\$/kW.ano)	R\$	186,33
CEE - Custo Unitário Evitado de Energia (R\$/MWh)	R\$	295,38
C - Consumo atual (MWh/ano)		661,21
D - Demanda atual (kW)		371,55
EE - Energia Evitada (MWh/ano)		263,41
RDP - Redução de demanda na ponta (kW)		148,77
Custos		
CEP - Estudos e Projetos (R\$)	R\$	9.000,00
CTE - Material & Equipamento	R\$	404.293,52
CMOT - Mão de Obra + Transportes	R\$	132.126,00
CMVR - Medições e Verificações dos Resultados	R\$	9.000,00
E&S - Engenharia e Supervisão	R\$	14.046,00
ADM - Administração Própria	R\$	-
Auditoria Contábil	R\$	3.000,00
Descarte	R\$	11.161,20
Marketing	R\$	2.000,00
CT - Custo Total [CEP+CTE+CMOT+CDR+ADM]	R\$	584.626,72
Custo Anualizado Total (R\$) - k	R\$	80.491,76
Benefícios		
Energia Evitada [EE x CEE]	R\$	77.805,44
Demanda Evitada na ponta [RDP x CED]	R\$	27.719,70
Benefício Total (R\$) - B	R\$	105.525,14
Relação Custo Benefícios [K/B]	R\$	0,76

Fonte: Os próprios autores

Temos conforme expresso na tabela um custo total anualizado de **R\$ 105.525,14** em contrapartida aos benefícios:

Custo Anualizados Totais:

$$CA_t = \text{R\$ } 80.491,76 \quad (4.9)$$

Benefício Anualizado Total:

$$BA_t = (263,41 * 295,38) + (148,77 * 186,33) \quad (4.10)$$

$$BA_t = \text{105.525,14} \quad (4.11)$$

Cálculo RCB:

$$RCB = \frac{CA_t}{BA_t} = \frac{80.491,76}{105.525,14} = 0.76 < 0.8 \quad (4.12)$$

Conforme esperado, da análise dos benefícios energéticos é evidente, conforme discutido no capítulo 1, que o avanço e desenvolvimento de tecnologia promove a melhoria do consumo de energia, proporcionando uma redução no consumo de energia em 263,41 (MWh/ano) e uma redução de demanda na ponta de 148,77 KW.

A composição dos dois custos para o sistema de iluminação, também permitiu que o projeto se tornasse do ponto de vista econômico, com RCB de 0.76. O impacto positivo do baixo custo de substituição de lâmpadas compensou o forte impacto do sistema de refrigeração tornando o projeto econômico. O quadro 11 expressa o valor final de custo para realização dos projetos.

Quadro 11: Síntese principais dados

Proposições	Uso Final	Energia Economizada (MWh/ano)	Demanda Retirada (kW)	Custos (R\$)
Cenário 1	Iluminação	129,75	83,62	R\$ 159.819,22
Cenário 2	Ar-condicionado	133,66	65,15	R\$ 424.807,50
Cenário 3	Total	263,41	148,77	584.626,72

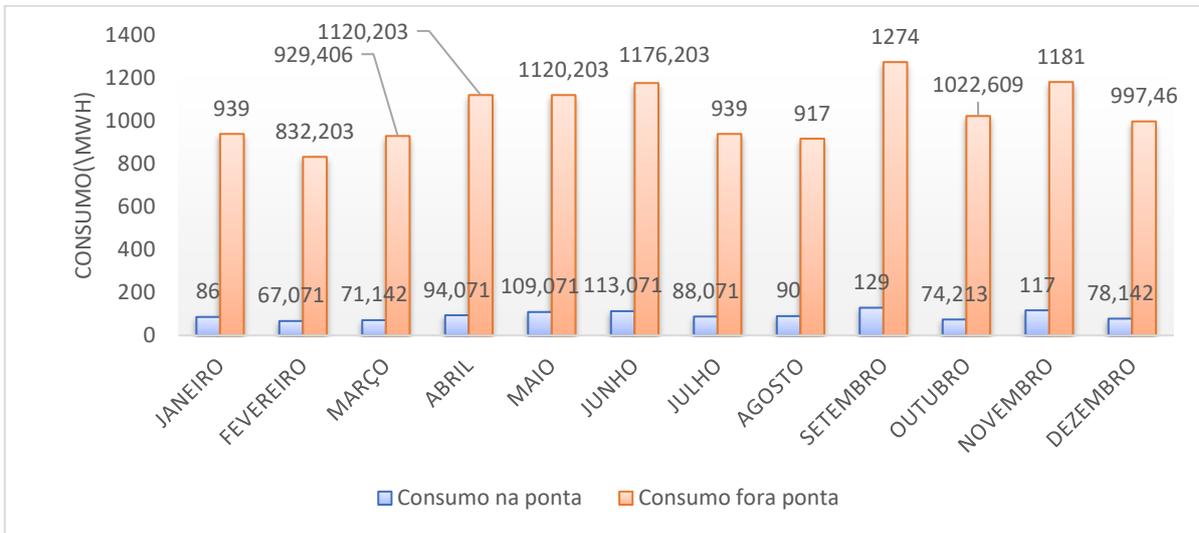
Fonte: Os próprios autores

5 Análise de viabilidade ótima

Para realizarmos nossa estimativa em termos de custo energético devemos verificar como estimar esse impacto no consumo de energia da UFC. Contudo, diante da ausência de medições individualizadas por centro, possuindo apenas uma medição por unidade, temos que a apresentação desses impactos ficam difíceis de serem majorados.

Em contato com a secretária de infraestrutura Centro de Tecnologia da UFC, foi nos disponibilizado a planilha de gestão de contas em 2018.

figura 11:Consumo Campus-Pici 2018

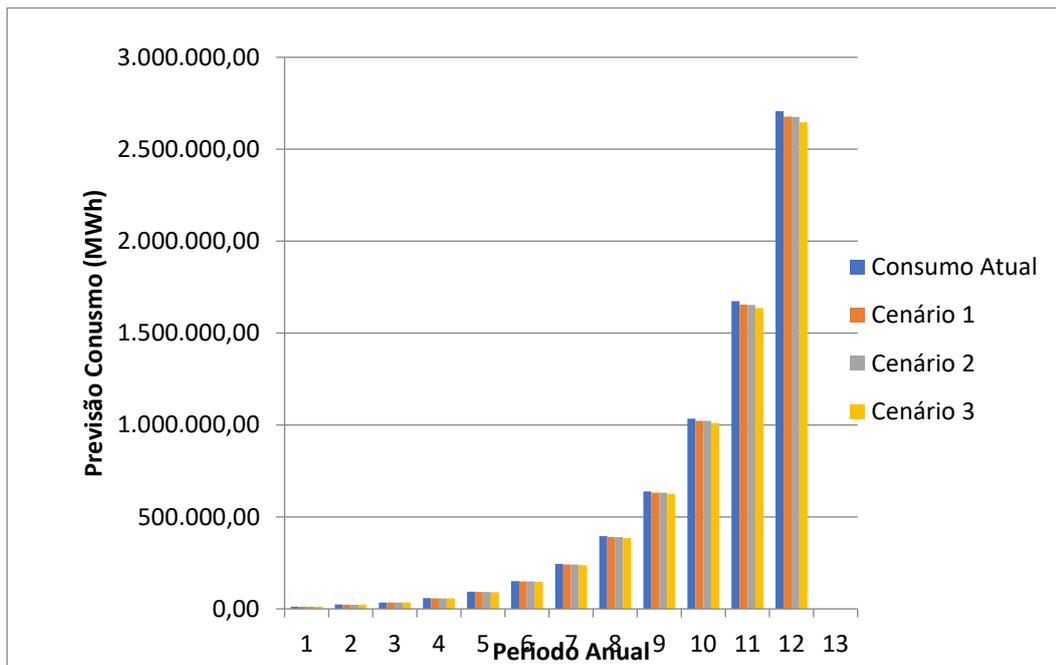


Fonte: Os próprios autores

Da figura 11, foi estimado um consumo total consumo fora ponta de 11.616,88(MWh) no ano de 2018, com custo total de R\$ 8.574.740,60.

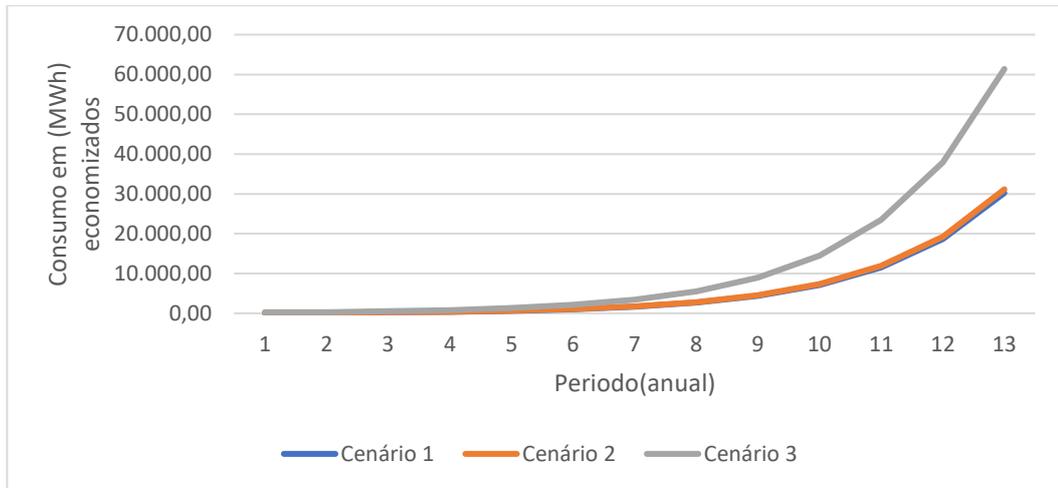
Em termos de consumo total no Campus do Pici no ano de 2018, podemos valorar o impacto da redução das medidas implementadas expressas no gráfico da figura 12 para os três cenários. Essa valoração de redução é prejudicada, conforme já tratado.

figura 12: Projeção consumo paras os cenários consumo Campus Pici



Fonte: Os próprios autores

figura 13: Evolução Consumo Economizado



Fonte: Os próprios autores

Contudo, podemos mensurar o impacto da redução percentual total se dividirmos o total de energia economizado pelo total consumido no Campus do Pici para os três cenários, considerando-se o valor geral anualizado, sem levar em consideração as mudanças de bandeiras tarifárias.

$$\% \text{economizado 1} = \frac{129,75}{11.616,88} = 1,11\% \quad (5.1)$$

$$\% \text{economizado 2} = \frac{133,66}{11.616,88} = 1,15\% \quad (5.2)$$

$$\% \text{economizado 3} = \frac{263,41}{11.616,88} = 2,26\% \quad (5.3)$$

Em termos de custo podemos valorar anualmente multiplicando o percentual economizado pelo custo total da Energia do Campus do Pici.

$$(\text{R}\$) \text{economizado 1} = 1,11\% * 8.574.740,60 = \text{R}\$ 95.179,15 \quad (5.4)$$

$$(\text{R\$})\text{economizado 2} = 1,15\% * 8.574.740,60 = \text{R\$ } 113.400,93 \quad (5.5)$$

$$(\text{R\$})\text{economizado 3} = 2,26\% * 8.574.740,60 = \text{R\$ } 208.580,0865 \quad (5.6)$$

Realizando-se o cálculo de Pay-Back simples, onde podemos avaliar quantitativamente o período de retorno do capital investido, embora de maneira simples, podemos avaliar o risco do investimento. Por se tratar de um investimento público no âmbito educacional sabemos a mobilização de um valor financeiro já possuiria uma boa aplicação, caso se tratasse de um empreendimento privado, deveria ser levado em consideração as taxas de aplicação e rentabilidade financeira. O escopo do nosso trabalho visa atestar apenas a viabilidade.

$$\text{Payback 1} = \frac{\text{Custo}_{\text{totalprojeto}}}{\text{Valor}_{\text{economizado}}} = \frac{159.819,22}{95.179,15} = 1,6 \text{ anos} \quad (5.7)$$

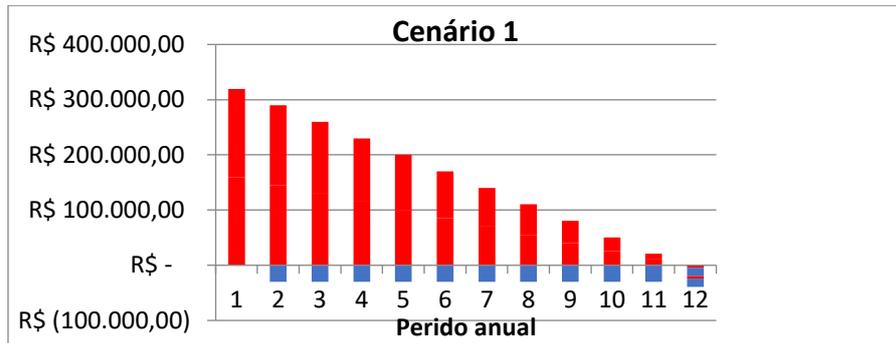
$$\text{Payback 2} = \frac{\text{Custo}_{\text{totalprojeto}}}{\text{Valor}_{\text{economizado}}} = \frac{424.807,50}{113.400,93} = 3,74 \text{ anos} \quad (5.8)$$

$$\text{Payback 3} = \frac{\text{Custo}_{\text{totalprojeto}}}{\text{Valor}_{\text{economizado}}} = \frac{584.626,72}{208.580,08} = 2,8 \text{ anos} \quad (5.9)$$

Dessa forma fica evidente, sob a perspectiva da universidade a viabilidade energética e financeira.

Para podermos mensurar os impactos causados na expansão dos investimentos na rede, podemos realizar um levantamento dos valores de custo total que deveriam ser investidos nos projetos para que esse permita viabilidade, estabelecendo um prazo e entendendo a contraposição do benefício anualizado. A viabilidade energética, nesse caso, já foi demonstrada.

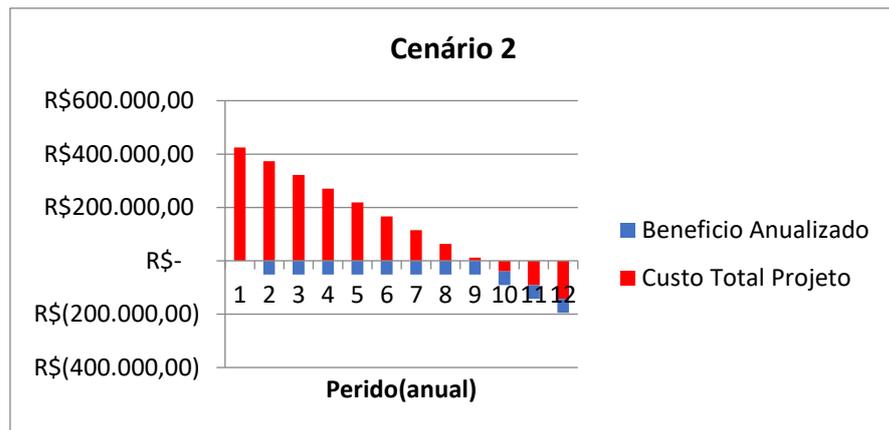
figura 14:Benefício anualizado x Custo total Projeto



Fonte: Os próprios autores

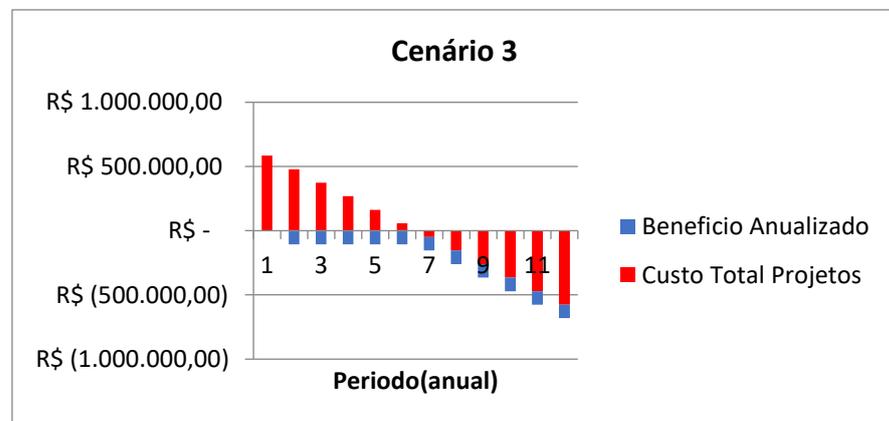
Podemos analisar, conforme a figura 14, que o sistema conseguiria manter a infraestrutura da rede sem ocasionar investimento durante um período de 12 anos, o que, de fato, comparado ao custo investido possui um bom cenário de atratividade.

figura 15: Benefício anualizado x Custo total Projeto



Fonte: Os próprios autores

figura 16: Benefício anualizado x Custo total Projeto



Fonte: Os próprios autores

Para o cenário dois e três, conseguimos avaliar que os prazos para que o total investido sejam vantajosos possui um prazo entre 6 e 9 anos, o que embora seja prazos bons para que a concessionária não precise investir, não são tão atrativos como no caso do cenário 1. Dessa forma, podemos avaliar que o investimento de maior atratividade e viabilidade, trata-se da substituição das lâmpadas, esse teria como principais características:

- Custo total de projeto: de R\$ 159.819,22
- Total de energia economizado :R\$ 95.179,15
- Payback: 1,6 anos
- Período estimado para que a concessionaria invista em infraestrutura de expansão: 12 anos.

6 Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho teve por objetivo realização de um estudo de caso, por meio do programa PIBAD, Programa institucional de bolsas de administração, realizado o extenso tratamento de dados coletados pelos bolsistas, detectando as anomalias presentes em um pré-diagnóstico e avaliando o melhor custo de oportunidade e os cenários de atuação.

No capítulo dois, realizamos uma abordagem a respeito dos principais agentes que compuseram o conceito de conservação de energia. Neste capítulo também foram abordados o referencial teórico no âmbito dos equipamentos em torno do escopo que este TCC abordaria, bem como a metodologia a ser aplicada pelo Propee, para avaliação de viabilidade de projetos.

No capítulo três, foram realizadas as tratativas de dados, filtrando os dados relevantes concernentes ao nosso estudo. O pré-diagnóstico nos permitiu entendermos em que patamar de eficiência o Centro de Tecnologia da Universidade Federal se encontra, este por sua vez, já vem implementando medidas de modernização. Definiu-se neste tópico quais seriam as mudanças que ofereceriam melhor custo de oportunidade do sistema de iluminação e ar-condicionado. Por fim, tratou-se da metodologia de cálculo a ser utilizada no capítulo 4.

Referente a quarta parte do projeto, foram realizadas as estimativas de custo de projeto em uma avaliação ex-ante, considerando a equivalência de potências dos equipamentos de iluminação e de ar-condicionado, a fim de se obter as mesmas características luminotécnicas e conforto térmico, respectivamente. Foram avaliados os 3 cenários, em seus modelos atuais e propostos, cotados valores de equipamentos e estimando mão de obra. No primeiro considerando-se apenas o sistema de iluminação, o segundo considerando a troca de ar-condicionado, o terceiro, por fim, considerando toda a substituição. Conforme a metodologia do capítulo 7, do Propee, calculando o RCB que foram respectivamente 0,28, 1,27 e 0,76, atestando que apenas os cenários 1 e 3 possuíam viabilidade técnica.

Por fim, no capítulo 5 apresentamos a viabilidade ótima. Comparou-se entre os três cenários os seus impactos na redução do consumo de energia e de redução de despesas da Universidade Federal do Ceará. Considerando-se os custos totais e os benefícios concedidos com a redução de consumo e demanda, avaliou-se como empreendimento mais viável a proposição do cenário 1.

Como proposição de trabalhos futuros tem-se:

- Avaliar o impacto no novo regime de contratação de mercado livre pela Universidade Federal;

- Avaliar, no âmbito de custo de projeto, conforme o Propee, o item descarte dos equipamentos, considerando-se o preço de venda dos equipamentos em leilões;
- A implementação de usinas fotovoltaicas nos blocos didáticos para redução do consumo de energia;
- Viabilidade de uso de medições para os centros da Universidade Federal do Ceará.

Referências

ABESCO. Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **Desperdício de energia gera perdas de R\$12,6 bilhões**. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/novidade/desperdicio-de-energia-gera-perdas-de-r-126-bilhoes/>>. Acesso em: 18 set. 2020.

ABESCO. Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **Apresentação PROPEE**. Disponível em : <http://www.abesco.com.br/wp-content/uploads/2015/04/Apresentacao_PROPEE.pdf> Acesso em: 18 set. 2020.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Procedimentos do Programa de Eficiência Energética - PROPEE**. [S.l.], 2013.

BARANDIER, Henrique; ALMEIDA, Maria Cristina Tiná Soares de; MORAES, Ricardo. **Planejamento e controle ambiental-urbano e a eficiência energética**. Rio de Janeiro: Ibam/duma, 2013, 222 p.

ÇENGEL, Yunus A.; GHAJAR, Afshin J. **Transferência de Calor e Massa: uma abordagem prática**. 4. ed. Reno: Amgh, 2012. Tradução de: Fátima A. M. Lino.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, FUPAI/EFFICIENTIA. **Gestão Energética**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

CORTELETTI, Daniel. **Ferramenta de autoavaliação do potencial de eficiência energética aplicada às indústrias do setor metal mecânico**. 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissionalizante em Produção, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2015.

COSTA, E. C., 1982, **“Refrigeração”**, 3ª Edição, Editora Edgard Blucher Ltda., São Paulo.

ELOI, S. S., SILVA, T. de F. A., GUEDES, F. N. de J., & PAULA, B. G. de. (2019). **Energy efficiency and energy pre-diagnostic in education institutions of João Monlevade - MG**. Research, Society and Development, 8(2), e4182762.

FOLSTER, Leandro Pinheiro; MADRUGA, Gabriel Granzotto; FERREIRA, Fernanda Cristina Silva; STEFENON, Stéfano Frizzo. **Estudo Sobre a Eficiência no Sistema de Iluminação em Salas de Aula (UNIPLAC)**. Espacios, Caracas, v. 37, n. 21, p. 24-32, abr. 2016.

LOPES, S. B. **Eficiência energética em sistemas de iluminação pública**. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, IEE, 2002.

MARIANI, Leidiane; SILVA, Natalí Nunes dos Reis da. **Eficiência energética e qualidade de energia**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2017. 208 p.

MENKES, Monica. **Eficiência Energética, Políticas Públicas e Sustentabilidade**. 2004. 295 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

PLANO NACIONAL DE ENERGIA – 2030. **EPE Empresa de Pesquisa Energética**. [s.l], [s.d]. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>>. Acesso em: 18 set. 2020.

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **O Programa**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD%7D>>. Acesso em: 18 set. 2020.

SANTOS, A. H. M., et. all. **Eficiência Energética Teoria & Prática**, 1ª. Edição, Eletrobras / PROCEL Educação, Universidade Federal de Itajubá, Fupai, Itajubá, 2007.

SCHMID, Aloísio Leoni et al. O ambiente visual noturno: eficiência energética, comodidade e acuidade visual na iluminação das cidades. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba, p. 71-84. dez. 2005.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho et al. **Eficiência Energética: fundamentos e aplicações**. Campinas: Elektro, 2012. 315 p.

APÊNDICE A- PARÂMETROS LUMINOTÉCNICOS

No apêndice A são expressos os demais dados referentes ao levantamento luminotécnico, conforme tratado na seção dois deste TCC as três medidas correspondem respectivamente, da direita para esquerda, medida no centro da sala, medida na mesa do professor e local mais distante do centro de luz. Alguns ambientes não puderam ser realizados todas essas coletas devido à dificuldade de acesso as salas, ou pela disposição de equipamentos que dificultassem esse levantamento.

Quadro 12: Dados Luminotécnicos- 705

Dados Luminotécnicos- 705					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
Coordenação	64,5	234	234	234	500
Secretaria Pós	37,5	270	270	270	500
GREI	32,4	320	320	320	500
LAPIS	39,4	260	260	260	500
Auditório	47,8	405	405	405	500
Circulação	92,3	-	-	-	100

Fonte: Os próprios autores

Quadro 13: Dados Luminotécnicos- 706

Dados Luminotécnicos- 706					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
Sala 11	31,99	234	234	234	500
Sala 12	32,45	270	270	270	500
Sala 13	31,6	320	320	320	500
Sala 15	21	260	260		500
Sala 14	24	405	405	320	500
Corredor	92,3	-	-	260	100
Corredor Banheiro	98,2	-	-	320	200

Fonte: Os próprios autores

Quadro 14: Dados Luminotécnicos- 707

Dados Luminotécnicos- 707					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
1º Pav - Sala 11	76,00	800	736	677	500
1º Pav - Sala 12	76,00	600	552	600	500
1º Pav - Sala 13	76,00	770	708,4	770	500
1º Pav - Sala 14	76,00	1260	1159,2	1230	500
1º Pav - Sala 15	76,00	1150	1058	1180	500
1º Pav - Circulação	70,00	-	-	-	100
1º Pav - W.C Masc.	7,60	-	-	-	200
1º Pav - W.C Fem.	9,90	-	-	-	200
1º Pav - W.C Def.	2,70	-	-	-	200
2º Pav - Sala 21	76,00	800	736	800	500
2º Pav - Sala 22	76,00	640	588,8	670	500
2º Pav - Sala 23	76,00	720	662,4	690	500
2º Pav - Sala 24	76,00	1200	1104	1100	500
2º Pav - Sala 25	92,00	1100	1012	1100	500
2º Pav - Circulação	70,00	-	-	-	100
2º Pav - W.C Masc.	7,60	-	-	-	200
2º Pav - W.C Fem.	9,90	-	-	-	200
2º Pav - W.C Def.	2,70	-	-	-	200
3º Pav - Sala 31	44,9	770	708,4	770	500
3º Pav - Sala 32	60	950	874	950	500
3º Pav - Sala 33	60	730	671,6	730	500
3º Pav - Sala 34	64	800	736	800	500
3º Pav - Sala 35	46	1050	966	1050	500
3º Pav - Sala 36	60	1130	1039,6	1130	500
3º Pav - Sala 37	60	950	874	950	500
3º Pav - Circulação	70	-	-	-	100
3º Pav - W.C Masc.	7,6	-	-	-	200
3º Pav - W.C Fem.	9,9	-	-	-	200
3º Pav - W.C Def.	2,7	-	-	-	200
4º Pav - Sala 41	44,9	780	717,6	780	500
4º Pav - Sala 42	60	960	883,2	960	500
4º Pav - Sala 43	60	960	883,2	960	500
4º Pav - Sala 44	64	970	892,4	970	500
4º Pav - Sala 45	46	685	630,2	685	500
4º Pav - Sala 46	60	1150	1058	1150	500
4º Pav - Sala 47	60	1300	1196	1300	500
4º Pav - Circulação	70	-	-	-	100
4º Pav - W.C Masc.	7,6	-	-	-	200
4º Pav - W.C Fem.	9,9	-	-	-	200
4º Pav - W.C Def.	2,7	-	-	-	200
5º Pav - Sala 51	44,9	795	731,4	795	500
5º Pav - Sala 52	60	950	874	950	500
5º Pav - Sala 53	60	960	883,2	960	500
5º Pav - Sala 54	64	970	892,4	970	500
5º Pav - Sala 55	46	-	-	-	500
5º Pav - Sala 56	60	1100	1012	1102	500
5º Pav - Sala 57	60	-	-	-	500
5º Pav - Circulação	70	-	-	-	100
5º Pav - W.C Masc.	7,6	-	-	-	200

5º Pav - W.C Fem.	9,9	-	-	-	200
5º Pav - W.C Def.	2,7	-	-	-	200
Escadas	-	-	-	-	-

Fonte: Os próprios autores

Quadro 15: Dados Luminotécnicos- 709

Dados Luminotécnicos- 709					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
1º Pav. - Secretaria	-	-	-	-	500
1º Pav. - Lab. Sala Apoio 1	7,48	243	224	241	500
1º Pav. - Lab. Sistemas Enzimáticos	38,291	443	408	439	500
1º Pav. - Lab. Bioengenharia	37,82	346	318,32	343	500
1º Pav. - Despensa Inferior a Escada	-	-	-	-	200
1º Pav. - Lab Processo Separação	-	-	-	-	500
1º Pav. - Lab. Bioengenharia 2	38,549	443	408	439	500
1º Pav. - Lab. Bioeng. Sala Apoio 2	18,62	229	210,68	227	500
1º Pav. - Lab. Processo/Adsorção		-	-	-	500
1º Pav. - Lab. Alta Pressão	60,36	564	519	559	500
1º Pav. - Lab. Equilíbrio De Fases	36,06	794	730	787	500
1º Pav. - W.C. Masc.	11,10	157	144	156	500
1º Pav. - W.C. Fem.	11,28	150	138	149	500
1º Pav. - W.C. Def.	3,15	193	178	191	500
1º Pav. - Circulação	168,62	-	-	-	100
2º Pav. - Sala Prof. Ivanildo	-	-	-	-	500
2º Pav. - Sala Prof. Sala sem uso 1	0,16	290	-	299	500
2º Pav. - Sala Prof. Sala sem uso 1	11,2	341	-	352	500
2º Pav. - Sala Prof. Célio Lour.	-	-	-	-	500
2º Pav. - Sala Prof. Luciana	-	-	-	-	500
2º Pav. - Sala Prof. Rodrigo	-	-	-	-	500
2º Pav. - Sala Prof. Filipe Xavier	16,962	262	241	260	500
2º Pav. - Sala Prof. Sebastião	-	-	-	-	500
2º Pav. - Sala Prof. Casimiro	-	-	-	-	500
2º Pav. - Sala Prof. Hosiberto	11,04	431	397	427,0003	500
2º Pav. - Sala Prof. Maria	-	-	-	-	500
2º Pav. - Sala Funcionários 1	11,1	157	-	162	500
2º Pav. - Sala Funcionários 2	11,21	230	-	237	500
2º Pav. - Sala Prof. Fabiano	19,78	377	-	389	500
2º Pav. - Sala SPE	-	-	-	-	500
2º Pav. - Sala Prof. Marvelo José	-	-	-	-	500
2º Pav. - Sala Prof. Samuel	16,962	587	540	582	500
2º Pav. - Sala Prof. José Hiluy	-	-	-	-	500
2º Pav. - Sala Prof. Murilo	-	-	-	-	500

2° Pav. - Sala de Estudo 1	35,49	587	540	581,5526	500
2° Pav. - Sala de Estudo 2	36,12	458	421	454	500
2° Pav. - Auditório	70,56	450	-	464	500
2° Pav. - Sala de Aula	35,14	397	-	410	500
2° Pav. - Copa	22,97	227	-	234	500
2° Pav. - Sala de Estudo Pós-Doc	40,49	377	-	389	500
2° Pav. - Almojarifado	2,17	300	276	297	500
2° Pav. - W.C. Def.	3,15	192	177	190	500
2° Pav. - Circulação	142,48		0	0	200
5° Pav - Sala 54	64	970	892,4	961	500
5° Pav - Sala 55	46	-	-	-	500
5° Pav - Sala 56	60	1100	1012	1090	500
5° Pav - Sala 57	60	-	-	-	500
5° Pav - Circulação	70	-	-	-	500
5° Pav - W.C Masc.	7,6	-	-	-	200
5° Pav - W.C Fem.	9,9	-	-	-	200
5° Pav - W.C Def.	2,7	-	-	-	200
Escadas	-	-	-	-	100

Fonte: Os próprios autores

Quadro 16- Dados Luminotécnicos- 705

Dados Luminotécnicos- 710					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
ASTEFA - Sala de Projetos	36,40	240	221	238	500
ASTEFA - Arquivo	22,00	-	-	-	200
ASTEFA - W.C. Masc.	8,30	-	-	-	200
ASTEFA - W.C. Fem.	8,30	-	-	-	200
ASTEFA - Corredor	10,40	360	331	357	200
ASTEFA - Copa	17,60	390	359	386	500
ASTEFA - Gerência	18,00	130	120	129	500
ASTEFA - Recepção	15,20	130	120	129	500
ASTEFA - Financeiro	29,00	140	129	139	500
ASTEFA - Almojarifado	15,00	210	193	208	500
ASTEFA - Sala de Reunião	9,40	350	322	347	500
ASTEFA - Contabilidade	41,30	370	340	367	500
ASTEFA - RH	15,20	360	331	357	500
ASTEFA - Presidência	12,40	460	423	456	500
ASTEFA - Jurídico	12,40	450	414	446	500
Diretoria do CT - Vice-Diretoria	22,70	250	230	248	500
Diretoria do CT - W.C. 1	2,20	-	-	-	500
Diretoria do CT - Diretoria	30,40	-	-	-	500
Diretoria do CT - W.C. 2	2,20	-	-	-	500
Diretoria do CT - Secretaria 1	11,00	160	147	159	500
Diretoria do CT - Secretaria 2	28,00	180	166	178	500

Diretoria do CT - Secretaria 3	5,40	70	64	69	500
Diretoria do CT - Assessoria/D.A.E	6,00	180	166	178	500
Diretoria do CT - Assessoria 2	6,00	180	166	178	500
Diretoria do CT - Circulação	19,20	100	92	99	500
Diretoria do CT - Recepção	18,80	60	55	59	500
DIATEC - Secretaria	23,90	296	272	293	500
DIATEC - Bolsista	14,50	433	398	429	500
DIATEC - EPE	11,87	440	405	436	500
DIATEC - Sala Prof. Talita	11,59	350	322	347	500
DIATEC - Sala Prof. Natália	12,49	314	289	311	500
DIATEC - Sala Prof. Estevão	12,51	360	331	357	500
DIATEC - Sala Prof. Mont'Alverne	12,28	360	331	357	500
DIATEC - Sala Prof. Antônio Paulo	12,42	371	341	368	500
DIATEC - Sala Prof. Felipe	11,57	390	359	386	500
DIATEC - Sala Prof. Luís	11,96	321	295	318	500
DIATEC - Sala Prof. Gisele	11,91	660	607	654	500
DIATEC - Sala Prof. Brandão	11,89	497	457	492	500
DIATEC - Sala Prof. Cely	13,64	360	331	357	500
DIATEC - Sala Prof. Aérea	12,03	259	238	257	500
DIATEC - Sala de Reunião	33,84	360	331	357	500
2º Pav. - W.C. Def.	3,15	192	177	190	500

Fonte: Os próprios autores

Quadro 17- Dados Luminotécnicos- 713

Dados Luminotécnicos- 713					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
LAHC - Sala 1	17,40	324	298	321	500
LAHC - Sala 2	14,62	303	279	300	500
LAHC - Sala 3	17,44	200	184	198	500
Sala de Reunião	54,46	489	450	484	500
Sala de Estudos 1	36,54	397	365	393	500
Sala de Estudos 2	36,90	500	460	495	500
W.C. Fem.	6,94	493	454	488	500
W.C. Def.	2,01	96	88	95	500
W.C. Masc.	10,98	580	534	575	500
Térreo - Circulação	75,00	-	-	-	100
Depósito	11,11	383	352	379	500
W.C. Fem.	3,60	-	-	-	200
W.C. Def.	1,96	-	-	-	200
W.C. Masc.	6,40	-	-	-	200
Auditório	-	-	-	-	500
Sala de Aula 1	-	-	-	-	500

Sala de Aula 2	-	-	-	-	500
Sala de Aula 3	-	-	-	-	500
Computação	-	-	-	-	500
Secretaria do Departamento (DEHA)	23,80	260	239	258	500
Secretária da Pós	17,50	550	506	545	500
Coordenação da Pós	18,00	800	736	793	500
Sala de Projetos	-	-	-	-	500
GRC - Recepção	12,00	340	313	337	500
GRC - Sala 1	18,30	390	359	386	500
GRC - Sala 2	18,30	390	359	386	500
GRC - Sala 3	23,50	440	405	436	500
Sala Prof. Osny Silva	-	-	-	-	500
Sala Prof. Ticiania Studart	11,50	352	324	349	500
Sala Prof. Marisete Aquino	-	-	-	-	500
Sala Prof. Assis Souza Filho	14,11	732	673	725	500
Sala Prof. Suetônio Mota	-	-	-	-	500
Sala Prof. John Kenedy	-	-	-	-	500
Sala Prof. Thorst Frischkorn	-	-	-	-	500
Sala Prof. Ernesto Pitombeira	-	-	-	-	500
Sala Prof. Silurano Dantas	7,70	335	308	332	500
Sala Prof. Fernando José	7,40	360	331	357	500
Sala Prof. (Desconhecido)	7,40	500	460	495	500
Sala Prof. Nilson Campos	11,12	325	299	322	500
Sala Prof. Renata Luna	10,66	479	441	475	500
Sala Prof. Marco Aurélio	-	-	-	-	500
Sala Prof. Ana Bárbara	10,69	328	302	325	500
Sala Prof. Antônio Idivan	-	-	-	-	500
Sala Prof. Francisco Chagas	-	-	-	-	500
Sala Prof. Alfran Sampaio	-	-	-	-	500
Sala Prof. Iran Lima Neto	-	-	-	-	500
Sala Prof. Samiria Silva	10,28	280	258	277	500
Sala Prof. Ronaldo Stefanutti	-	-	-	-	500
Sala Prof. Rosiel Leme	9,91	565	520	560	500
Sala Prof. Capelo	-	-	-	-	500
Sala Prof. Anderson Borghetti	10,90	392	361	388	500
Sala Prof. André dos Santos	-	-	-	-	500
Sala Prof. Igor Firmino	11,91	379	349	375	500
Sala Prof. Cleyton	11,13	825	759	817	500
Sala sem identificação 1	-	-	-	-	500
Sala sem identificação 2	-	-	-	-	500
LERAGUA	-	-	-	-	500
LEHIDRO	-	-	-	-	500
Copa	21,18	498	458	493	500
Anexo - Sala de Estudo	71,51	277	255	274	500
Anexo - Acervo da Biblioteca	196,09	463	426	459	500
Anexo - Banheiro da Pós	1,00	-	-	-	200

Fonte: Os próprios autores

Quadro 18- Dados Luminotécnicos- 714

Dados Luminotécnicos- 714					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
Eng. Mecânica - Recepção Coordenação	12,6	270	248	267	500
Eng. Mecânica - Coordenação	63,2	630	580	624	500
Eng. Produção - Coordenação	25	410	377	406	500
Eng. Produção - Recepção Coordenação	21,5	497	457	492	500
Sala de Professores - Heráclito Jaguaribe	10,4	650	598	644	500
Sala de Professores - 02	10,4	-	-	-	500
Sala de Professores - 03	10,4	-	-	-	500
Sala de Professores - 04	10,4	340	313	337	500
Sala de Professores - Luíz Soares	10,4	300	276	297	500
Sala de Professores - 06	10,4	280	258	277	500
Sala de Professores - 07	10,4	360	331	357	500
Sala de Professores - Marcos Albertin	10,4	380	350	376	500
Sala de Professores - Nivaldo Freire	10,4	290	267	287	500
Sala de Professores - 10	10,4	-	-	-	500
Sala de Professores - 11	10,4	400	368	396	500
Sala de Professores - Alysson Amorim	10,4	280	258	277	500
Sala de Professores - Marisa Alexandra	9,1	480	442	476	500
Sala de Professores - João Vítor Mocolhin	9,1	-	-	-	500
Sala de Professores - 15	9,1	-	-	-	500
Sala de Professores - 16	9,1	-	-	-	500
Sala de Professores - 17	9,1	-	-	-	500
Sala de Professores - 18	9,1	-	-	-	500
Sala de Professores - 19	9,1	-	-	-	500
Diferencial Jr	8	230	212	228	500
Sala de Professores - 21	8,6	100	92	99	500
Sala de Professores - Maxwell Veras	8,6	-	-	-	500
Sala de Professores - 23	8,6	-	-	-	500
PET Engenharia de Energias Renováveis	8,6	-	-	-	500
Sala de Professores - 25	8,6	-	-	-	500
PET Engenharia de Produção	17,6	370	340	367	500
Sala de Professores - Sérgio Elias	8,86	300	276	297	500
Sala de Reunião	17,6	-	-	-	500
Sala de Professores - Belo Torres	8,8	500	460	495	500
Sala de Professores - 30	8,8	-	-	-	500
Sala de Professores - 31	8,8	500	460	495	500
Sala de Professores - Wehmann	8,8	500	460	495	500
Copa	15	-	-	-	200
Sala de Professores - 33	12,5	-	-	-	500
Sala de Professores - Roberto Bezerra	12,5	-	-	-	500
Sala de Professores - 35	12,5	-	-	-	500

Sala de Professores - Clodoaldo Carvalho Filho	12,5	-	-	-	500
Sala de Professores - Francisco Ilson	15,1	360	331	357	500
Eng. Mecânica - Secretária Pós-Graduação 1	30	350	322	347	500
Eng. Mecânica - Secretária Pós-Graduação 2	11	510	469	505	500
Laboratório de Informática 1	23	410	377	406	500
P3	23	-	-	-	500
Sala de Aula	48,7	650	598	644	500
CAEM	17,8	510	469	505	500
LEECA 1	25,5	350	322	347	500
LEECA 2	7	490	451	485	500
Laboratório de Vibrações	26	-	-	-	500
Laboratório de Metrologia 1	26	470	432	466	500
Laboratório de Metrologia 2	20,7	725	667	718	500
Laboratório de Informática 2	23	-	-	-	500
W.C Masc. Térreo	4	140	-	-	200
W.C Fem. Térreo	4	150	-	-	200
W.C Masc. 1º Pav.	4	155	-	-	200
W.C Fem. 1º Pav.	4	150	-	-	200
Metrologia - Recepção	20	370	340	367	100
Metrologia - Almoxarifado	6,2	270	248	267	100
Metrologia - Laboratório 1	57,5	600	552	594	500
Metrologia - Laboratório 2	5,1	680	626	674	500
Circulação - Térreo	100	-	-	-	100
Circulação - 1º Pav.	155	-	-	-	100
Escadarias	-	-	-	-	100

Fonte: Os próprios autores

Quadro 19: Dados Luminotécnicos- 705

Dados Luminotécnicos- 715					
Térreo - LMO	293,62	480	442	476	500
Térreo - LMO - W. C	5,57	210	193	208	200
Térreo - LMO - Anexo (Siarábaja)	-	-	-	-	500
Térreo - LMO - Escritório	8,86	215	198	213	500
Térreo - Lab. de Motores de Combustão Interna - Programação	33,77	102	94	101	500
Térreo - Lab. de Motores de Combustão Interna - Experimento	58,53	780	718	773	500
Térreo - Lab. de Ar-Condicionado e Refrigeração	35,74	460	423	456	500
Térreo - LACER	-	-	-	-	500
Térreo - Almoxarifado	-	-	-	-	200
Térreo - Circulação	-	-	-	-	100
Térreo - Escadaria	-	-	-	-	100
Térreo - Green Tec	36,14	530	488	525	500
1º Pav. - Circulação	-	-	-	-	100
1º Pav. - W. C Fem.	5,57	112	103	111	500

1º Pav. - W. C Masc.	5,57	160	147	159	500
1º Pav. - Lab. de Protótipos Educacionais e Mecatrônica	30,65	420	386	416	500
1º Pav. - Lab. de Aerodinâmica e Mecânica dos Fluídos	44,88	450	414	446	500
1º Pav. - Observatório Tecnológico	27,00	225	207	223	500
1º Pav. - Núcleo de Inovação Pesquisa e Desenvolvimento	17,65	256	236	254	500
1º Pav. - Lab. de Filmes Finos - Tóxico	9,92	326	300	323	500
1º Pav. - Lab. de Filmes Finos - Sala de Experimentos	31,30	1250	1150	1238	500
1º Pav. - Lab. de Filmes Finos - Sala de Fornos	12,24	622	572	616	500
1º Pav. - Lab. de Filmes Finos - Sala de Computação	15,47	400	368	396	500
1º Pav. - Lab. de Filmes Finos - Recepção	-	-	-	-	500
1º Pav. - PET	17,13	670	616	664	500
1º Pav. - Grupo de Engenharia Econômica	15,21	140	129	139	500

Fonte: Os próprios autores

Quadro 20: Dados Luminotécnicos- 716

Dados Luminotécnicos- 716					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
Sala do Demercil/Paulo Praça	25	240	221	238	500
Sala do Fabricio	11,3	436	401	432	500
Sala do José Carlos/ Arthur/ Wilkley	11,3	400	368	396	500
Sala do Fernando Antunes	11,3	500	460	495	500
Sala do Lucas/ Raimundo	11,3	520	478	515	500
Sala do René	11,3	450	414	446	500
Sala do Paulo Carvalho	11,3	450	414	446	500
Sala do Ricardo Thé	11,3	410	377	406	500
Sala do Bismarck	11,3	320	294	317	500
Sala do Cicero	11,3	460	423	456	500
Sala do Ailson/ Domenico	11,3	340	313	337	500
Sala da Ruth	11,3	500	460	495	500
Sala da Laurinda/ Daher	11,3	454	418	450	500
Sala do Cunha	10,7	400	368	396	500
Sala do Thomás/ Raphael	10,7	517	476	512	500
Sala do Almeida	10,7	450	414	446	500
Sala do Luis Henrique	10,2	440	405	436	500
Copa	10,6	130	120	129	200
WC Masc. 1º Pav	7,7	640	589	634	200
WC Fem. 1º Pav	10	600	552	594	200
WC Masc. Térreo	9,3	400	368	396	200
WC Fem. Térreo	10	513	472	508	200
Circulação Térreo	64	-	-	-	100

Circulação 1° Pav.	-	-	-	-	100
WC Deficientes Térreo	-	-	-	-	200
WC Deficientes 1° Pav.	-	-	-	-	200

Fonte: Os próprios autores

Quadro 21 Dados Luminotécnicos- 717

Dados Luminotécnicos- 717					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
W.C Masculino	13,00			385	200
W.C Feminino	9,00			537	200
W.C Deficiente	3,00			670	200
Sala 11	76,06	976	976	1007	500
Sala 12	47,18	825	825	851	500
Laboratório de Desenho	91,14	540	540	557	500
Sala de Estudo	37,17	245	245	253	500
LAG				-	500
LAG Aux.				-	200
ANP				-	100
Circulação	110,20			-	100

Fonte: Os próprios autores

Quadro 22: Dados Luminotécnicos- 725

Dados Luminotécnicos- 725					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
Térreo – Secretaria da Pós	15,69	399	367	395	500
Térreo – Sala da Coordenação	15,70	900	828	892	500
Térreo – Secretário	15,20	410	377	406	500
Térreo – Chefia	22,02	550	506	545	500
Térreo – Sala de Reunião	31,52	980	902	971	500
Térreo – Secretário	15,46	365	-	-	500
Térreo – Sala dos Coordenadores	16,03	737	-	-	500
Térreo – Coordenação de Projetos	17,50	738	679	731	500
Térreo – Laboratório de Ensino 1	46,27	1035	952	1025	500
Térreo – Laboratório de Ensino 2	46,27	1200	1104	1189	500
Térreo – Laboratório de Ensino 3	44,71	1056	972	1046	500
Térreo – Laboratório de Ensino 4	44,71	1056	972	1046	500
Térreo – Laboratório de Ensino 5	31,53	1055	971	1045	500
Térreo – Laboratório de Ensino 6	32,57	1590	-	-	500
Térreo – Laboratório de Ensino 7	19,44	1425	1311	1412	500
Térreo – Depósito	7,95	-	-	-	200

Térreo – Auditório	42,83	751	691	744	500
Térreo – Área de Circulação	96,75	-	-	-	500
Térreo – Corredor	67,02	-	-	-	500
Térreo – W.C. Masc. 1	16	926	-	-	200
Térreo – W.C. Fem. 1	16	775	-	-	200
Térreo – W.C. Deficiente	3,64	1890	-	-	200
Térreo – W.C. Fem. 2	11,82	869	-	-	200
Térreo – W.C. Masc. 2	10,69	1476	1358	1462	200
Térreo – Empresa Jr.	17,76	239	220	237	500
Térreo – CA	17,45	818	-	-	500
Térreo – PET	34	622	-	-	500
Térreo – Corredor	97,56	-	-	-	100
Térreo – Escada	-	-	-	-	100
1º Pav. – W.C. Deficiente	2,74	160	147	159	200
1º Pav. – W.C. Fem. 1	11,59	436	401	432	200
1º Pav. – Copa	24,21	1172	-	-	200
1º Pav. – Corredor	-	-	-	-	500
1º Pav. – W.C. Fem. 2	16	380	-	-	200
1º Pav. – W.C. Masc.	16	1372	1262	1359	200
1º Pav. – Corredor	97,56	-	-	-	500
1º Pav. – Sala de Professor – Flávio Sousa	15	313	-	-	500
1º Pav. – Sala de Professor – Michela Mulas	15,3	560	-	-	500
1º Pav. – Sala de Professor – Danilo Gomes	15	437	-	-	500
1º Pav. – Sala de Professor – Atslands Rocha	16	392	-	-	500
1º Pav. – Sala de Professor – João Mota	15,3	660	-	-	500
1º Pav. – Sala de Professor – Rubens Ramos	15,64	755	695	748	500
1º Pav. – Sala de Professor – Elvio Giraudo	16	363	334	360	500
1º Pav. – Sala de Professor – João Batista	15	567	522	562	500
1º Pav. – Sala de Professor – José Tarcísio	15	484	445	480	500
1º Pav. – Sala de Professor – Josef Nossec	15,5	644	-	-	500
1º Pav. – Sala de Professor – Sérgio Carvalho	15	185	170	183	500
1º Pav. – Sala de Professor – Fátima Medeiro	15	830	764	822	500
1º Pav. – LABVIS – Graduação	18,33	989	910	980	500
1º Pav. – LABVIS – Pós	26,57	899	827	891	500
1º Pav. – GPSI	45	800	-	-	500
1º Pav. – Sala de Seminários 1	45,26	1486	1367	1472	500
1º Pav. – Sala de Seminários 2	45	794	730	787	500
LATIQ	35,57	1660	-	-	500
LOA	35,67	965	-	-	200
Laboratório de Gestão de Projetos	37,36	1046	-	-	200
LATIN	-	-	-	-	200
RESID	35,38	830	-	-	200
Sala de Estudos PPGETI 1	28,51	830	764	822	100
Sala de Estudos PPGETI 2	27,27	830	764	822	100
Sala de Professor – Hilma	-	-	-	-	500
Sala de Professor – Guilherme Alencar	16	908	835	900	500
Sala de Professor – George Thé	16	1200	-	-	100

Circulação – 1º Pav.	155	-	-	-	100
Escadarias	-	-	-	-	100

Fonte: Os próprios autores

Quadro 23: Dados Luminotécnicos- 726

Dados Luminotécnicos- 726					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
PROCEN	8,30	412	379	408	500
PROCEN - W.C	2,00	-	-	-	200
RETEC	17,56	434	399	430	200
Sala SPE	-	-	-	-	500
Sala de Rede	-	-	-	-	500
Sala 11	33,02	780	718	773	500
Sala 12	33,54	825	759	817	500
Sala 13	27,41	910	837	902	500
Sala 14	26,67	780	718	773	500
Sala 15	27,91	640	589	634	500
Sala 16	27,72	684	629	678	500
Sala 17	33,27	674	620	668	500
Sala 18	-	-	-	-	500
Sala 19	76,41	627	577	621	500
Sala Zeladoria	5,78	308	283	305	500
Sala Zeladoria - Copa	4,89	488	449	483	500
Sala Zeladoria - Depósito	-	-	-	-	200
W.C Masc.	15,16	250	230	248	200
W.C Fem.	16,66	920	846	911	200

Fonte: Os próprios autores

Quadro 24: Dados Luminotécnicos- 727

Dados Luminotécnicos- 727					
Ambiente	Área (m²)	Lux medido	Lux medido	Lux medido	Lux Ideal
Térreo - Circulação	81,90	-	-	-	100
Térreo - Corredor Banheiros	19,65	-	-	-	200
Térreo - Corredor das Salas	51,99	-	-	-	200
Térreo - Sala 11	64,33	667	614	661	500
Térreo - Sala 12	64,33	1300	1196	1288	500
Térreo - Sala 14	71,72	755	695	748	500
Térreo - W.C. Masc.	14,63	340	313	337	200
Térreo - W.C. Fem.	14,63	194	178	192	200

Térreo - W.C. Def.	4,09	160	147	159	200
1º Pav - Circulação	81,90	-	-	-	100
1º Pav - Corredor Banheiros	19,65	-	-	-	100
1º Pav - Corredor Salas	51,99	-	-	-	100
1º Pav - W.C. Fem.	14,79	299	275	296	200
1º Pav - W.C. Masc.	17,95	245	225	243	200
1º Pav - W.C. Def.	5,12	418	385	414	200
1º Pav - Sala 21	44,46	506	466	501	500
1º Pav - Sala 23	48,31	1200	1104	1189	500
1º Pav - Recepção de Monitoria	27,64	893	822	885	200
1º Pav - Sala de Monitoria	25,76	624	574	618	200
1º Pav - Coordenação EEMA	32,32	158	145	157	200
1º Pav - Coordenador Engenharia Ambiental	4,95	564	519	559	200
1º Pav - Coordenador Energias Renováveis	12,37	459	422	455	200
1º Pav - Coordenador Engenharia de Petróleo	12,46	672	-	-	100

Fonte: Os próprios autores

APÊNDICE B- LEVANTAMENTO QUANTITATIVO ILUMINAÇÃO

Quadro 25: Levantamento quantitativo por blocos-Iluminação

Unidade	Iluminação																				Horas /Dia	Dias/ Mês	
	FLUORESCENTE TUBULAR (sem aletas)									FLUORESCENTE TUBULAR (com aletas)							Compacta Fluorescente						
	1x16	2x16	1x20	2x20	1x32	2x32	3x32	4x32	2x40	1x16	2x16	2x20	1x32	2x32	4x32	1x40	2x40	15	20	25			40
705	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	7	20
706	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8	34	0	0	0	0	0	0	0	4	22
707	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	372	0	0	0	16	50	0	0	5	21
708	1	0	0	0	9	6	0	0	4	0	2	0	5	132	0	24	0	0	0	0	0	6	22
709	0	0	0	0	0	10	0	4	0	0	48	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	5	20
710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	73	0	0	0	36	4	0	0	5	21
713	0	0	0	0	1	5	2	0	0	2	0	0	10	61	0	0	0	0	0	0	0	5	22
714	0	0	4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	7	149	0	0	0	3	0	0	0	5	22
715	0	0	0	2	7	4	2	2	38	0	0	0	6	5	2	0	3	13	1	0	0	6	21
716	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	48	0	0	0	0	0	0	0	5	22
717	0	1	0	0	3	36	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	22
725	0	68	0	0	0	13	0	0	0	0	17	2	0	309	0	0	27	2	0	0	0	5	18
726	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	67	0	0	0	1	0	0	0	6	22
727	0	8	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0	4	22
729	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	161	0	0	0	4	0	1	1	5	21
Total	1	77	4	2	20	183	4	22	42	10	137	2	53	1.572	2	24	30	75	55	1	1	5	21

Fonte: Os próprios autores

APENDICE C- LEVANTAMENTO QUANTITATIVO AR-CONDICIONADO

Quadro 26: Levantamento quantitativo por blocos-Ar-condicionado

Unidade	Ar-Condicionado																	Horas /Dia	Dias/ Mês
	Janeiro							Split Hi Wall						Piso teto					
	7.500	8.500	10.000	12.000	18.000	21.000	30.000	9.000	12.000	18000	24.000	28.000	30.000	30.000	36.000	48.000	60.000		
705	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	8	20
706	0	0	0	5	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	6	21
707	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	28	22	0	0	8	22
708	1	0	0	1	5	2	4	0	2	2	1	0	2	5	0	1	0	6	19
709	0	0	0	2	6	0	0	0	0	11	5	0	0	0	1	0	1	5	19
710	8	1	5	5	2	1	0	2	4	2	0	0	1	1	0	0	0	6	22
713	0	0	12	6	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	6	22
714	35	0	1	4	3	3	0	0	1	7	0	0	2	0	0	0	0	7	22
715	0	0	0	3	6	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	19
716	1	0	7	3	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	22
717	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	5	0	0	0	8	22
725	0	0	0	2	1	0	1	2	12	16	23	0	0	0	3	0	0	8	21
726	0	0	0	0	0	0	0	2	13	1	0	0	0	0	0	0	0	6	22
727	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	13	0	0	0	0	0	7	22
729	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	13	0	0	0	0	0	7	22
Total	45	1	25	31	25	9	5	8	33	66	45	26	13	39	26	1	1	6,80	21,00

Fonte: Os próprios autores

Anexo A- Equivalência Iluminação

Lâmpadas MASTER LED

Veja como substituir as lâmpadas convencionais para lâmpada MASTER LED Philips que proporcionam economia de energia com alta qualidade de luz e vida útil mais longa.

Lâmpadas Convencionais		X	Lâmpadas MASTER LED	
	Standard Incandescente 25W Potência 25W Vida mediana 1.000h Tensão 220V Fluxo luminoso 220lm Temperatura de cor 2700K Base E27 Dimerizável Sim	→		MASTER LEDbulb A55 6W Potência 6W Vida Útil 45.000h Tensão 220V Fluxo luminoso 240lm Temperatura de cor 2700K Base E27 Dimerizável Sim
	Standard Incandescente 40W Potência 40W Vida mediana 1.000h Tensão 127 ou 220V Fluxo luminoso 516lm(127V) - 415lm(220V) Temperatura de cor 2700K Base E27 Dimerizável Sim	→		MASTER LEDbulb A60 8W Potência 8W Vida Útil 25.000h Tensão 127 ou 220V Fluxo luminoso 450lm(127V) - 470lm(220V) Temperatura de cor 2700K Base E27 Dimerizável Sim
	Standard Incandescente 60W Potência 60W Vida mediana 1.000h Tensão 127 ou 220V Fluxo luminoso 864lm (127V) - 715lm (220V) Temperatura de cor 2700K Base E27 Dimerizável Sim	→		MASTER LED A60 12W e 12,5W Potência 12,5W (127V) - 12W (220V) Vida Útil 25.000h Tensão 127 ou 220V Fluxo luminoso 800lm (127V) - 806lm (220V) Temperatura de cor 2700K Base E27 Dimerizável Sim
	Standard Incandescente 75W Potência 75W Vida mediana 1.000h Tensão 127V Fluxo luminoso 1.095lm Temperatura de cor 2700K Base E27 Dimerizável Sim	→		MASTER LED 17W Potência 17W Vida Útil 25.000h Tensão 127V Fluxo luminoso 1.100lm Temperatura de cor 2700K Base E27 Dimerizável Sim
	Halógena Dicroíca 20W Potência 20W Vida mediana 2.000h Tensão 12V Intensidade luminosa 1.800cd Temperatura de cor 3000K Base GU5.3 Abertura de fecho 24° Dimerizável Sim	→		MASTER LEDspot MR16 4W Potência 4W Vida Útil 45.000h Tensão 12V Fluxo luminoso 800lm Temperatura de cor 2700K Base GU5.3 Abertura do fecho 24° Dimerizável Não
	Halógena Dicroíca 35W Potência 35W Vida mediana 2.000h Tensão 12V Intensidade luminosa 3.100cd Temperatura de cor 3000K Base GU5.3 Abertura de fecho 24° Dimerizável Sim	→		MASTER LEDspot MR16 7W Potência 7W Vida Útil 40.000h Tensão 12V Intensidade luminosa 1.450cd Temperatura de cor 2700K Base GU5.3 Abertura do fecho 24° Dimerizável Sim
	Halógena Dicroíca 50W Potência 50W Vida mediana 2.000h Tensão 12V Intensidade luminosa 9.000cd(15°) - 1.200cd(36°) Temperatura de cor 3000K Base GU5.3 Abertura de fecho 15° ou 36° Dimerizável Sim	→		MASTER LEDspot MR16 10W Potência 10W Vida Útil 30.000h Tensão 12V Intensidade luminosa 4.100cd(15°) - 960cd(36°) Temperatura de cor 2700K Base GU5.3 Abertura do fecho 15° ou 36° Dimerizável Sim

 <p>Halógena Dicroica GU10 50W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>50W</td></tr> <tr><td>Vida mediana</td><td>2.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>220V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>1.000cd</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>3000K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>GU10</td></tr> <tr><td>Abertura de fecho</td><td>25°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Sim</td></tr> </table> <p>50W</p>	Potência	50W	Vida mediana	2.000h	Tensão	220V	Intensidade luminosa	1.000cd	Temperatura de cor	3000K	Base	GU10	Abertura de fecho	25°	Dimerizável	Sim	➔	 <p>MASTER LEDspot GU10 5,5W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>5,5W</td></tr> <tr><td>Vida Útil</td><td>40.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>220V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>1.100cd</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>2700K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>GU10</td></tr> <tr><td>Abertura do fecho</td><td>25°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Não</td></tr> </table> <p>5,5W</p>	Potência	5,5W	Vida Útil	40.000h	Tensão	220V	Intensidade luminosa	1.100cd	Temperatura de cor	2700K	Base	GU10	Abertura do fecho	25°	Dimerizável	Não
Potência	50W																																	
Vida mediana	2.000h																																	
Tensão	220V																																	
Intensidade luminosa	1.000cd																																	
Temperatura de cor	3000K																																	
Base	GU10																																	
Abertura de fecho	25°																																	
Dimerizável	Sim																																	
Potência	5,5W																																	
Vida Útil	40.000h																																	
Tensão	220V																																	
Intensidade luminosa	1.100cd																																	
Temperatura de cor	2700K																																	
Base	GU10																																	
Abertura do fecho	25°																																	
Dimerizável	Não																																	
 <p>Halógena Dicroica GU10 50W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>50W</td></tr> <tr><td>Vida mediana</td><td>2.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>127V ou 220V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>1.000cd - 500cd</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>3000K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>GU10</td></tr> <tr><td>Abertura de fecho</td><td>25° ou 40°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Sim</td></tr> </table> <p>50W</p>	Potência	50W	Vida mediana	2.000h	Tensão	127V ou 220V	Intensidade luminosa	1.000cd - 500cd	Temperatura de cor	3000K	Base	GU10	Abertura de fecho	25° ou 40°	Dimerizável	Sim	➔	 <p>MASTER LEDspot GU10 7W multitemperatura</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>7W</td></tr> <tr><td>Vida Útil</td><td>40.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>110-240V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>1.300cd(25°) - 600cd(40°)</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>2700K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>GU10</td></tr> <tr><td>Abertura do fecho</td><td>25° ou 40°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Não</td></tr> </table> <p>7W</p>	Potência	7W	Vida Útil	40.000h	Tensão	110-240V	Intensidade luminosa	1.300cd(25°) - 600cd(40°)	Temperatura de cor	2700K	Base	GU10	Abertura do fecho	25° ou 40°	Dimerizável	Não
Potência	50W																																	
Vida mediana	2.000h																																	
Tensão	127V ou 220V																																	
Intensidade luminosa	1.000cd - 500cd																																	
Temperatura de cor	3000K																																	
Base	GU10																																	
Abertura de fecho	25° ou 40°																																	
Dimerizável	Sim																																	
Potência	7W																																	
Vida Útil	40.000h																																	
Tensão	110-240V																																	
Intensidade luminosa	1.300cd(25°) - 600cd(40°)																																	
Temperatura de cor	2700K																																	
Base	GU10																																	
Abertura do fecho	25° ou 40°																																	
Dimerizável	Não																																	
 <p>Halógena Dicroica GU10 50W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>50W</td></tr> <tr><td>Vida mediana</td><td>2.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>220V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>1.000cd</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>3000K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>GU10</td></tr> <tr><td>Abertura de fecho</td><td>25°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Sim</td></tr> </table> <p>50W</p>	Potência	50W	Vida mediana	2.000h	Tensão	220V	Intensidade luminosa	1.000cd	Temperatura de cor	3000K	Base	GU10	Abertura de fecho	25°	Dimerizável	Sim	➔	 <p>MASTER LEDspot GU10 7W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>7W</td></tr> <tr><td>Vida Útil</td><td>40.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>220V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>1.100cd</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>2700K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>GU10</td></tr> <tr><td>Abertura do fecho</td><td>25°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Sim</td></tr> </table> <p>7W</p>	Potência	7W	Vida Útil	40.000h	Tensão	220V	Intensidade luminosa	1.100cd	Temperatura de cor	2700K	Base	GU10	Abertura do fecho	25°	Dimerizável	Sim
Potência	50W																																	
Vida mediana	2.000h																																	
Tensão	220V																																	
Intensidade luminosa	1.000cd																																	
Temperatura de cor	3000K																																	
Base	GU10																																	
Abertura de fecho	25°																																	
Dimerizável	Sim																																	
Potência	7W																																	
Vida Útil	40.000h																																	
Tensão	220V																																	
Intensidade luminosa	1.100cd																																	
Temperatura de cor	2700K																																	
Base	GU10																																	
Abertura do fecho	25°																																	
Dimerizável	Sim																																	
 <p>Halógena AR111 50W e 75W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>50W e 75W</td></tr> <tr><td>Vida mediana</td><td>2.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>12V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>4.000cd(24°) 2.000cd(40°) 5.300cd (24°) - 75W</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>3000K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>G53</td></tr> <tr><td>Abertura de fecho</td><td>24°/40° (50W) e 24° (75W)</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Sim</td></tr> </table> <p>50W 75W</p>	Potência	50W e 75W	Vida mediana	2.000h	Tensão	12V	Intensidade luminosa	4.000cd(24°) 2.000cd(40°) 5.300cd (24°) - 75W	Temperatura de cor	3000K	Base	G53	Abertura de fecho	24°/40° (50W) e 24° (75W)	Dimerizável	Sim	➔	 <p>MASTER LEDspot AR111 10W e 15W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>10W e 15W</td></tr> <tr><td>Vida Útil</td><td>45.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>12V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>3.200cd(24°) 1.150cd(40°) 4.560cd (24°) - 15W</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>2700K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>G53</td></tr> <tr><td>Abertura do fecho</td><td>24°/40° (10W) e 24° (15W)</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Não</td></tr> </table> <p>10W 15W</p>	Potência	10W e 15W	Vida Útil	45.000h	Tensão	12V	Intensidade luminosa	3.200cd(24°) 1.150cd(40°) 4.560cd (24°) - 15W	Temperatura de cor	2700K	Base	G53	Abertura do fecho	24°/40° (10W) e 24° (15W)	Dimerizável	Não
Potência	50W e 75W																																	
Vida mediana	2.000h																																	
Tensão	12V																																	
Intensidade luminosa	4.000cd(24°) 2.000cd(40°) 5.300cd (24°) - 75W																																	
Temperatura de cor	3000K																																	
Base	G53																																	
Abertura de fecho	24°/40° (50W) e 24° (75W)																																	
Dimerizável	Sim																																	
Potência	10W e 15W																																	
Vida Útil	45.000h																																	
Tensão	12V																																	
Intensidade luminosa	3.200cd(24°) 1.150cd(40°) 4.560cd (24°) - 15W																																	
Temperatura de cor	2700K																																	
Base	G53																																	
Abertura do fecho	24°/40° (10W) e 24° (15W)																																	
Dimerizável	Não																																	
 <p>Halógena PAR20 50W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>50W</td></tr> <tr><td>Vida mediana</td><td>2.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>127V ou 220V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>1.400cd (127V) 1.000cd (220V)</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>3000K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>E27</td></tr> <tr><td>Abertura de fecho</td><td>30°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Sim</td></tr> </table> <p>50W</p>	Potência	50W	Vida mediana	2.000h	Tensão	127V ou 220V	Intensidade luminosa	1.400cd (127V) 1.000cd (220V)	Temperatura de cor	3000K	Base	E27	Abertura de fecho	30°	Dimerizável	Sim	➔	 <p>MASTER LEDspot PAR20 7W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>7W</td></tr> <tr><td>Vida Útil</td><td>45.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>127V ou 220V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>1.000cd</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>2700K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>E27</td></tr> <tr><td>Abertura do fecho</td><td>25°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Sim</td></tr> </table> <p>7W</p>	Potência	7W	Vida Útil	45.000h	Tensão	127V ou 220V	Intensidade luminosa	1.000cd	Temperatura de cor	2700K	Base	E27	Abertura do fecho	25°	Dimerizável	Sim
Potência	50W																																	
Vida mediana	2.000h																																	
Tensão	127V ou 220V																																	
Intensidade luminosa	1.400cd (127V) 1.000cd (220V)																																	
Temperatura de cor	3000K																																	
Base	E27																																	
Abertura de fecho	30°																																	
Dimerizável	Sim																																	
Potência	7W																																	
Vida Útil	45.000h																																	
Tensão	127V ou 220V																																	
Intensidade luminosa	1.000cd																																	
Temperatura de cor	2700K																																	
Base	E27																																	
Abertura do fecho	25°																																	
Dimerizável	Sim																																	
 <p>Halógena PAR30 75W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>75W</td></tr> <tr><td>Vida mediana</td><td>2.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>127V ou 220V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>3.400cd (127V) 2.000cd (220V)</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>3000K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>E27</td></tr> <tr><td>Abertura de fecho</td><td>30°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Sim</td></tr> </table> <p>75W</p>	Potência	75W	Vida mediana	2.000h	Tensão	127V ou 220V	Intensidade luminosa	3.400cd (127V) 2.000cd (220V)	Temperatura de cor	3000K	Base	E27	Abertura de fecho	30°	Dimerizável	Sim	➔	 <p>MASTER LEDspot PAR30 12W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>12W</td></tr> <tr><td>Vida Útil</td><td>45.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>127V ou 220V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>2.900cd (127V) 2.250cd (220V)</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>2700K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>E27</td></tr> <tr><td>Abertura do fecho</td><td>25°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Sim</td></tr> </table> <p>12W</p>	Potência	12W	Vida Útil	45.000h	Tensão	127V ou 220V	Intensidade luminosa	2.900cd (127V) 2.250cd (220V)	Temperatura de cor	2700K	Base	E27	Abertura do fecho	25°	Dimerizável	Sim
Potência	75W																																	
Vida mediana	2.000h																																	
Tensão	127V ou 220V																																	
Intensidade luminosa	3.400cd (127V) 2.000cd (220V)																																	
Temperatura de cor	3000K																																	
Base	E27																																	
Abertura de fecho	30°																																	
Dimerizável	Sim																																	
Potência	12W																																	
Vida Útil	45.000h																																	
Tensão	127V ou 220V																																	
Intensidade luminosa	2.900cd (127V) 2.250cd (220V)																																	
Temperatura de cor	2700K																																	
Base	E27																																	
Abertura do fecho	25°																																	
Dimerizável	Sim																																	
 <p>Halógena PAR38 100W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>100W</td></tr> <tr><td>Vida mediana</td><td>2.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>127V ou 220V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>4.500cd (127V) 3.000cd (220V)</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>3000K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>E27</td></tr> <tr><td>Abertura de fecho</td><td>30°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Sim</td></tr> </table> <p>75W 100W</p>	Potência	100W	Vida mediana	2.000h	Tensão	127V ou 220V	Intensidade luminosa	4.500cd (127V) 3.000cd (220V)	Temperatura de cor	3000K	Base	E27	Abertura de fecho	30°	Dimerizável	Sim	➔	 <p>MASTER LEDspot PAR30 17W e 18W</p> <table border="0"> <tr><td>Potência</td><td>17W e 18W</td></tr> <tr><td>Vida Útil</td><td>45.000h</td></tr> <tr><td>Tensão</td><td>127V ou 220V</td></tr> <tr><td>Intensidade luminosa</td><td>3.500cd (127V) 3.400cd (220V)</td></tr> <tr><td>Temperatura de cor</td><td>2700K</td></tr> <tr><td>Base</td><td>E27</td></tr> <tr><td>Abertura do fecho</td><td>25°</td></tr> <tr><td>Dimerizável</td><td>Sim</td></tr> </table> <p>17W 18W</p>	Potência	17W e 18W	Vida Útil	45.000h	Tensão	127V ou 220V	Intensidade luminosa	3.500cd (127V) 3.400cd (220V)	Temperatura de cor	2700K	Base	E27	Abertura do fecho	25°	Dimerizável	Sim
Potência	100W																																	
Vida mediana	2.000h																																	
Tensão	127V ou 220V																																	
Intensidade luminosa	4.500cd (127V) 3.000cd (220V)																																	
Temperatura de cor	3000K																																	
Base	E27																																	
Abertura de fecho	30°																																	
Dimerizável	Sim																																	
Potência	17W e 18W																																	
Vida Útil	45.000h																																	
Tensão	127V ou 220V																																	
Intensidade luminosa	3.500cd (127V) 3.400cd (220V)																																	
Temperatura de cor	2700K																																	
Base	E27																																	
Abertura do fecho	25°																																	
Dimerizável	Sim																																	

 <p>16W 20W</p>	<p>Fluorescente T8 T10 T12 - 16W e 20W</p> <p>Potência 16W (T8) e 20W (T10/T12) Vida mediana 15.000h (16W) e 7.500h (20W) Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 1.070lm (16W) e 1.100lm (20W) Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim</p>		<p>MASTER LEDtube 10W</p> <p>Potência 10W Vida Útil 40.000h Tensão 110-240V (multitensão) Fluxo luminoso 825lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura do facho 120° Dimerizável Não</p>
 <p>30W</p>	<p>Fluorescente T8 - 30W</p> <p>Potência 30W Vida mediana 15.000h Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 2.000lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim</p>		<p>MASTER LEDtube 17W</p> <p>Potência 17W Vida Útil 40.000h Tensão 110-240V (multitensão) Fluxo luminoso 1.250lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura do facho 120° Dimerizável Não</p>
 <p>32W 40W</p>	<p>Fluorescente T8 T10 T12 - 32W e 40W</p> <p>Potência 32W (T8) e 40W (T10/T12) Vida mediana 15.000h (32W) e 7.500h (40W) Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 2.350lm (32W) e 2.600lm (40W) Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim</p>		<p>MASTER LEDtube 19W</p> <p>Potência 19W Vida Útil 40.000h Tensão 110-240V (multitensão) Fluxo luminoso 1.650lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura do facho 120° Dimerizável Não</p>
 <p>58W 65W</p>	<p>Fluorescente T8 T10 T12 - 58W e 65W</p> <p>Potência 58W (T8) e 65W (T10/T12) Vida mediana 15.000h (58W) e 7.500h (65W) Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 3.650lm (58W) e 4.100lm (65W) Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim</p>		<p>MASTER LEDtube 25W</p> <p>Potência 25W Vida Útil 40.000h Tensão 110-240V (multitensão) Fluxo luminoso 1.900lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura do facho 120° Dimerizável Não</p>
 <p>16W 20W</p>	<p>Fluorescente T8 T10 T12 - 16W e 20W</p> <p>Potência 16W (T8) e 20W (T10/T12) Vida mediana 15.000h (16W) e 7.500h (20W) Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 1.070lm (16W) e 1.100lm (20W) Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim</p>		<p>MASTER LEDtube 10W</p> <p>Potência 10W Vida Útil 40.000h Tensão 110-240V (multitensão) Fluxo luminoso 825lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura do facho 120° Dimerizável Não</p>
 <p>30W</p>	<p>Fluorescente T8 - 30W</p> <p>Potência 30W Vida mediana 15.000h Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 2.000lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim</p>		<p>MASTER LEDtube 17W</p> <p>Potência 17W Vida Útil 40.000h Tensão 110-240V (multitensão) Fluxo luminoso 1.250lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura do facho 120° Dimerizável Não</p>
 <p>32W 40W</p>	<p>Fluorescente T8 T10 T12 - 32W e 40W</p> <p>Potência 32W (T8) e 40W (T10/T12) Vida mediana 15.000h (32W) e 7.500h (40W) Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 2.350lm (32W) e 2.600lm (40W) Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim</p>		<p>MASTER LEDtube 19W</p> <p>Potência 19W Vida Útil 40.000h Tensão 110-240V (multitensão) Fluxo luminoso 1.650lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura do facho 120° Dimerizável Não</p>
 <p>58W 65W</p>	<p>Fluorescente T8 T10 T12 - 58W e 65W</p> <p>Potência 58W (T8) e 65W (T10/T12) Vida mediana 15.000h (58W) e 7.500h (65W) Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 3.650lm (58W) e 4.100lm (65W) Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim</p>		<p>MASTER LEDtube 25W</p> <p>Potência 25W Vida Útil 40.000h Tensão 110-240V (multitensão) Fluxo luminoso 1.900lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura do facho 120° Dimerizável Não</p>

16W 20W	Fluorescente T8 T10 T12 - 16W e 20W Potência 16W (T8) e 20W (T10/T12) Vida mediana 15.000h (16W) e 7.500h (20W) Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 1.070lm (16W) e 1.100lm (20W) Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim	 10W	MASTER LEDtube 10W Potência 10W Vida Útil 40.000h Tensão 110-240V (multitensão) Fluxo luminoso 825lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura do facho 120° Dimerizável Não
	Fluorescente T8 - 30W Potência 30W Vida mediana 15.000h Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 2.000lm Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim		 17W
32W 40W	Fluorescente T8 T10 T12 - 32W e 40W Potência 32W (T8) e 40W (T10/T12) Vida mediana 15.000h (32W) e 7.500h (40W) Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 2.350lm (32W) e 2.600lm (40W) Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim	 19W	
	Fluorescente T8 T10 T12 - 58W e 65W Potência 58W (T8) e 65W (T10/T12) Vida mediana 15.000h (58W) e 7.500h (65W) Tensão Uso com reator Fluxo luminoso 3.650lm (58W) e 4.100lm (65W) Temperatura de cor 4000K ou 6500K Base G13 Abertura de facho Dimerizável Sim		 25W
58W 65W			

Anexo B- Catálogo Ar-Condicionados

LG-TS-C072YMA1-7500

CAPACIDADE

Ciclo	Frio	Capacidade de Refrigeração	7,500
-------	------	----------------------------	-------

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensão, Frequência, Fases (V, HZ, Ø)	220/60/1	Potência de Refrigeração (W)	660
Corrente de Refrigeração (A)	3.1	EER (Btu/h.W)	3.33
Classificação Energética	A	Vazão de Ar (Interno Max) m3/min	6.5
Vazão de Ar (Externo Max) m3/min	18	Desumidificação (l/h)	1.1

CARACTERÍSTICAS

Tecnologia (tipo)	Convencional	Acabamento	Branco
Filtro Anti-Bactérias (lavável)	Sim	Função ENERGY SAVING	Sim
Jet Cool (Resfriamento rápido)	Sim	Modo Sleep (Timer 7 horas)	Sim
Modo Soft Dry (Suavemente seco)	Sim	Brisa Natural - Tecnologia CHAOS	Sim
Deflexão de Ar Acima e Abaixo	Automático	Deflexão de Ar Direita e Esquerda	Manual
Controle Remoto	Sem fio	Compressor	Rotativo
Gás Refrigerante	R-22		

DIMENSÕES

Dimensões Unidade Interna (LxAxP) (mm)	840 x 270 x 166	Dimensões Unidade Externa (LxAxP) (mm)	575 x 520 x 261
Peso Líquido Unidade Interna (kg)	8	Peso Líquido Unidade Externa (kg)	25
Diâmetro da Tubulação Linha Líquido (pol/mm)	1/4" (6,35)	Diâmetro da Tubulação Linha de Gás (pol/mm)	3/8" (9,52)

LG-AS-Q092WSA0-8500

CAPACIDADE

Ciclo	Frio	Capacidade de Refrigeração	8,500
-------	------	----------------------------	-------

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensão, Frequência, Fases (V, HZ, Ø)	220/60/1	Potência de Aquecimento (W)	769
Corrente de Refrigeração (A)	4.0	Consumo Mensal de Energia	16.1
EER (Btu/h.W)	3.24	Classificação Energética	A
Vazão de Ar (Interno Max) m3/min	8(283)	Vazão de Ar (Externo Max) m3/min	27(953)
Nível de Ruído (Unidade Interna)	39/33/25/19	Nível de Ruído (Unidade Externa)	47
Desumidificação (l/h)	1.0	Temperatura Máxima de Operação (refrigeração)	18~48

CARACTERÍSTICAS

Tecnologia (tipo)	Inverter	Acabamento	Branco
Gold Protection	Sim	Função ENERGY SAVING	Sim
Jet Cool (Resfriamento rápido)	Sim	Modo Sleep (Timer 7 horas)	Sim
Modo Soft Dry (Suavemente seco)	Sim	Brisa Natural - Tecnologia CHAOS	Sim
Ajuste de Temperatura (modo refrigeração)	18~30	Deflexão de Ar Acima e Abaixo	Automático
Deflexão de Ar Direita e Esquerda	Manual	Controle Remoto	Sim
Compressor	Inverter	Gás Refrigerante	R-410A

DIMENSÕES

Dimensões Unidade Interna (LxAxP) (mm)	756 x 265 x 184	Dimensões Unidade Externa (LxAxP) (mm)	717 x 483 x 230
Peso Líquido Unidade Interna (kg)	7.2(15.9)	Peso Líquido Unidade Externa (kg)	23.2(51.1)
Diâmetro da Tubulação Linha Líquido (pol/mm)	6,35(1/4)	Diâmetro da Tubulação Linha de Gás (pol/mm)	9,52(3/8)
Dimensões da embalagem - unidade interna (LxAxP)	835 x 250 x 346	Dimensões da embalagem - unidade externa (LxAxP)	837 x 531 x 317
Desnível máximo	7	Códigos de Barra (unidade interna)	7893299609749
Códigos de Barra (unidade externa)	7893299609756		

LG-S4-W09WA51A-9000

DESTAQUES

Compressor Dual Inverter	Sim	Economia de energia	Até 70% de economia
Refrigeração Rápida	Até 40% mais rápida	Comfort Sleep	Sim
Comando de Voz e conectividade com Alexa e Google assistente	Sim	Posicionamento da vane - 6 posições	Sim
Serpentina de Cobre com tratamento Gold Fin	Sim		

CONJUNTO

Ciclo	Quente/Frio	Capacidade de Refrigeração (Nominal) [BTU/h]	9.000
Capacidade de Aquecimento (Mín/Nominal/Máx) [BTU/h]	3.580/9.000/10.000	Desumidificação [l/h]	0,8
Alimentação elétrica [V/Hz/ph]	220/60/1	Potência (refrigeração) [W]	815
Potência (Aquecimento) [W]	750	Corrente (refrigeração) [A]	4,5
Corrente (Aquecimento) [A]	4,3	Consumo Mensal* [kWh/Mês]	17,1
CCE [W/W]	3,24	Classificação Energética	A
Gás Refrigerante	R-410A	Conexões Ø	1/4" - 3/8"
Comprimento / desnível max. [m]	15/7	Controle remoto sem fio	Sim
Conexão remota Wifi	Sim	Modo SLEEP (Até 7 horas)	Sim
TIMER (Até 24 horas)	Sim	Função ENERGY SAVING	Sim
JET MODE (Resfriamento Rápido)	Sim	Área do ambiente** [m²]	Até 15
NCM	84151011-999	CST	4
CEST	21.093.00	Display Iluminado (Temp/Consumo/Alarmes)	Não possui

UNIDADE INTERNA

Cor	Branco	Filtro HAF 3M	Sim
Modo AUTO CLEAN	Sim	Abertura da Aleta	de cima para baixo
Deflexão de Ar Acima e Abaixo	Automático	Deflexão de Ar Direita e Esquerda	Manual
Vazão de Ar nominal [m³/min]	7,5	Nível de ruído [dB(A)]	42/36/28/22
Dimensões embalagem (LxAxP) [mm]	810 x 333 x 230	Peso líquido / bruto [kg]	7,2 / 8,7

LGS4-W12JA31A-12000

DESTAQUES

Compressor Dual Inverter	Sim	Economia de energia	Até 70% de economia
Refrigeração Rápida	Até 40% mais rápida	Comfort Sleep	Sim
Comando de Voz e conectividade com Alexa e Google assistente	Sim	Posicionamento da vane - 6 posições	Sim
Serpentina de Cobre com tratamento Gold Fin	Sim		

CONJUNTO

Ciclo	Quente/Frio	Modelo(família)	12.000
Capacidade de Refrigeração (Nominal) [BTU/h]	12.000	Capacidade de Aquecimento (Mín/Nominal/Máx) [BTU/h]	3.000/12.000/13.800
Desumidificação [l/h]	0.8	Alimentação elétrica [V/Hz/ph]	220/60/1
Potência (refrigeração) [W]	1085	Potência (Aquecimento) [W]	975
Corrente (refrigeração) [A]	6	Corrente (Aquecimento) [A]	5.5
Consumo Mensal* [kWh/Mês]	22.8	CCE [W/W]	3.24
Classificação Energética	A	Gás Refrigerante	R-410A
Conexões Ø	1/4" - 3/8"	Comprimento / desnível max. [m]	15/7
Controle remoto sem fio	Sim	Conexão remota Wifi	Sim
Modo SLEEP (Até 7 horas)	Sim	TIMER (Até 24 horas)	Sim
Função ENERGY SAVING	Sim	JET MODE (Resfriamento Rápido)	Sim
Área do ambiente** [m²]	de 16 até 20	NCM	84151011-999
CST	4	CEST	21.093.00

UNIDADE INTERNA

Cor	Branco	Display Iluminado (Temp/Consumo /Alarmes)	Sim
Filtro HAF 3M	Sim	Modo AUTO CLEAN	Sim
Abertura da Aleta	de cima para baixo	Deflexão de Ar Acima e Abaixo	Automático
Deflexão de Ar Direita e Esquerda	Manual	Vazão de Ar nominal [m³/min]	12.5
Nível de ruído [dB(A)]	41/35/27/21	Dimensões embalagem (LxAxP) [mm]	890 x 380 x 245
Peso líquido / bruto [kg]	8,6/10,1		

LG-S4-W18KL31A-18000

CONJUNTO

Ciclo	Quente/Frio	Modelo(Família)	18.000
Capacidade de Refrigeração (Nominal) [BTU/h]	18.000	Capacidade de Aquecimento (Mín/Nominal/Máx) [BTU/h]	3.685/19.000/20.810
Desumidificação [L/h]	1.5	Alimentação elétrica [V/Hz/ph]	220/60/1
Potência (refrigeração) [W]	1,630	Potência (Aquecimento) [W]	1,540
Corrente (refrigeração) [A]	7.4	Corrente (Aquecimento) [A]	7
Consumo Mensal* [kWh/Mês]	34,2	CCE [W/W]	3,24
Classificação Energética	A	Gás Refrigerante	R-410A
Conexões Ø	1/4" - 1/2"	Comprimento / desnível max. [m]	20/10
Controle remoto sem fio	Sim	Conexão remota Wifi	Sim
Modo SLEEP (Até 7 horas)	Sim	TIMER (Até 24 horas)	Sim
Função ENERGY SAVING	Sim	JET MODE (Resfriamento Rápido)	Sim
Área do ambiente** [m²]	de 21 até 30	NCM	84151011-999
CST	4	CEST	21.093.00

UNIDADE INTERNA

Cor	Branco	Display Iluminado (Temp/Consumo /Alarmes)	Sim
Filtro HAF 3M	Sim	Modo AUTO CLEAN	Sim
Abertura da Aleta	de cima para baixo	Deflexão de Ar Acima e Abaixo	Automático
Deflexão de Ar Direita e Esquerda	Manual	Vazão de Ar nominal [m³/min]	19
Nível de Ruído [dB(A)]	42/40/35/29	Dimensões embalagem (LxAxP) [mm]	1.080 x 422 x 281
Peso líquido / bruto [kg]	11,3/13		

UNIDADE EXTERNA

Código de Barras	7893299912955	Serpentina de Cobre com tratamento Gold Fin	Sim
Vazão de ar nominal [m³/min]	38	Nível de ruído [dB(A)]	51
Faixa de Temp. (Refrigeração) [°C]	18~48	Faixa de Temp. (Aquecimento) [°C]	-5~24
Dimensões embalagem (LxAxP) [mm]	925 x 593 x 393	Peso líquido / bruto [kg]	32,8/35,6
Proteção Anticorrosão	Sim	Garantia do Compressor	10 anos

LG-S4-W24KE311-22000**CAPACIDADE**

Ciclo	Frio	Capacidade de Refrigeração	24,000
Consumo em Resfriamento (W)	2,330		

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tipo	Eletrônico	Tensão (Volts)	220
Potência de Refrigeração (W)	1,745	EER (Btu/h.W)	3.02
Desumidificação (l/h)	2,0		

CARACTERÍSTICAS

Tecnologia (tipo)	Convencional	Acabamento	Branco
Filtro Anti-Bactérias (lavável)	Sim	Gold Protection	Sim
Função ENERGY SAVING	Sim	Jet Cool (Resfriamento rápido)	Sim
Modo Sleep (Timer 7 horas)	Sim	Controle eletrônico de temperatura	Sim
Modo Soft Dry (Suavemente seco)	Sim	Brisa Natural - Tecnologia CHAOS	Sim
Deflexão de Ar Acima e Abaixo	Automático	Deflexão de Ar Direita e Esquerda	Manual
Controle Remoto	Sem fio	Compressor	Rotativo
Gás Refrigerante	R-22		

DIMENSÕES

Dimensões Unidade Interna (LxAxP) (mm)	1030 x 325 x 240	Dimensões Unidade Externa (LxAxP) (mm)	920 x 610 x 355
Peso Líquido Unidade Interna (kg)	16	Peso Líquido Unidade Externa (kg)	38
Diâmetro da Tubulação Linha Líquido (pol/mm)	6,35	Diâmetro da Tubulação Linha de Gás (pol/mm)	1/2" (12,7)

LG-S4-W31V43B1-30000

CONJUNTO

Ciclo	Quente/Frio	Capacidade (Refrigeração) [BTU/h]	31,000
Capacidade de Refrigeração (Mín/Nominal/Máx) [BTU/h]	13,600 / 31,000 / 36,000	Capacidade de Aquecimento (Mín/Nominal/Máx) [BTU/h]	14,200 / 32,000 / 37,000
Desumidificação [l/h]	2.5	Alimentação elétrica [V/Hz/ph]	220/60/1
Potência (refrigeração) [W]	2,804	Potência (Aquecimento) [W]	2,680
Corrente (refrigeração) [A]	11.9	Corrente (Aquecimento) [A]	11.8
Consumo Mensal* [kWh/Mês]	58.9	CCE [W/W]	3.24
Classificação Energética	A	Gás Refrigerante	R-410A
Conexões Ø	3/8" - 5/8"	Comprimento / desnível max. [m]	20/15
Controle remoto sem fio	Sim	Modo SLEEP (Até 7 horas)	Sim
TIMER (Até 24 horas)	Sim	Função ENERGY SAVING	Sim
JET MODE (Resfriamento Rápido)	Sim	Garantia do Produto	12 meses
Área do ambiente** [m²]	de 41 até 60		

UNIDADE INTERNA

Cor/Acabamento	Branco	Display Iluminado (Temp/Consumo /Alarmes)	Sim
Modo AUTO CLEAN	Sim	Abertura da Aleta	De baixo para cima
Deflexão de Ar Acima e Abaixo	Automático	Deflexão de Ar Direita e Esquerda	Automático
Vazão de Ar nominal [m³/min]	28	Nível de Ruído [dB(A)]	51/47/42
Dimensões produto (LxAxP) [mm]	1190 x 346 x 265	Dimensões embalagem (LxAxP) [mm]	1.265 x 432 x 335
Peso líquido / bruto [kg]	17,3/21,9		

UNIDADE EXTERNA

Código de Barras	7893299910364	Proteção Anticorrosão	Sim
Serpentina de Cobre com tratamento Gold Fin	Sim	Vazão de ar nominal [m³/min]	70
Nível de ruído [dB(A)]	57	Faixa de Temp. (Refrigeração) [°C]	-5~58
Faixa de Temp. (Aquecimento) [°C]	1~24	Dimensões Produto (LxAxP) [mm]	950 x 832 x 330
Dimensões embalagem (LxAxP) [mm]	1065 x 918 x 461	Peso líquido / bruto [kg]	66,4/74,2
Garantia do Compressor	10 anos		