UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS COMPUTACIONAIS

REINALDO MARTINS FRANCISCO

ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO EM CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO INSTITUTO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE RIO DAS OSTRAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

Rio das Ostras
2018

REINALDO MARTINS FRANCISCO

Análise da Participação em Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética do Instituto de Ciência e Tecnologia do Campus Universitário de Rio das Ostras da Universidade Federal Fluminense

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais. Linha de pesquisa: Implantação, Gestão e Avaliação de Sistemas de Produção.

Orientadora:

Professora IARA TAMMELA, D. Sc.

Coorientador:

Professor FLÁVIO SILVA MACHADO, D. Sc.

Rio das Ostras
2018

Ficha catalográfica automática - SDC/BRO

F818a Francisco, Reinaldo Martins
Análise da Participação em Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética do Instituto de Ciência e Tecnologia do Campus Universitário de Rio das Ostras da Universidade Federal Fluminense / Reinaldo Martins Francisco ; Iara Tammela, orientadora ; Flávio Silva Machado, coorientador. Rio das Ostras, 2018.
118 f. : il.

Dissertação (mestrado profissional)-Universidade Federal Fluminense, Rio das Ostras, 2018.

DOI: http://dx.doi.org/10.22409/PPG-MESC.2018.m.82789037787

1. Chamadas Públicas. 2. Eficiência Energética. 3. Prédios Públicos. 4. Políticas Públicas. 5. Produção intelectual. I. Título II. Tammela,Iara, orientadora. III. Machado, Flávio Silva, coorientador. IV. Universidade Federal Fluminense. Instituto de Ciência e Tecnologia.

CDD -

Bibliotecária responsável: Maria Margareth Vieira Pacheco Rodrigues - CRB7/5874

REINALDO MARTINS FRANCISCO

Análise da Participação em Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética do Instituto de Ciência e Tecnologia do Campus Universitário de Rio das Ostras da Universidade Federal Fluminense

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais. Linha de pesquisa: Implantação, Gestão e Avaliação de Sistemas de Produção.

Aprovada em 08 de março de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Iara Tammela, D.Sc. – UFF
Orientadora

Profº. Flávio Silva Machado, D.Sc. – UFF
Coorientador

Profº Edwin Benito Mitacc Meza, D.Sc. - UFF

Profº Marcos Antonio Cruz Moreira, D.Sc. – IFF

Rio das Ostras
2018

À minha amada mãe Neiva *(in memorian)* e meu amado pai Jorge *(in memorian)* aos quais tenho toda gratidão do universo.

AGRADECIMENTOS

A minha esposa Ana Lucia pela paciência e compreensão que teve nos momentos mais difíceis desta caminhada, que junto com minha filha Giullya e meu filho Victor me incentivaram para que eu nunca pensasse em desistir.

A minha irmã Norma e meus irmãos José Antonio e Paulo, que são meu elo com meus sobrinhos e sobrinhas, aos quais sempre me enviaram positivismo e carinho.

Aos meus queridos amigos Técnicos Administrativos, que aqui gostaria que fossem representados pelo meu grande amigo Paulo Mariano, aos Docentes e aos Colaboradores da Universidade Federal Fluminense que todos os dias me faziam crer que todo esforço desempenhado por mim valeria a pena.

A professora Iara Tammela e ao professor Flávio Silva Machado, aos quais sem sua orientação e dedicação, não conseguiria chegar à finalização desta dissertação.

A minha grande amiga Vera, que com sua força espiritual, com sua prática e seu estudo na fé Budista, sempre em oração pelo bem de todos, trilhou junto comigo este caminho me ajudando com a sua boa vontade sempre que precisei de apoio.

Aos meus amigos alunos do mestrado, que ajudaram nas dificuldades encontradas nas disciplinas e ao convívio que tive com pessoas tão especiais.

E finalmente agradeço a minha fé no Budismo de Nichiren Daishonin que dirigido ao *Gohonzon* e sempre acreditando na Lei da Causa e Efeito, me deu ânimo, força, determinação, saúde e paz para a conquista deste objetivo.

”Nam Myoho Rengue Kyo”.

“Você é a fonte de todas as transformações, não há o que temer, apenas viva sua experiência confiante no seu infinito potencial e sinta a alegria de estar vivo, sentir-se feliz pelo fato de estar vivo é ter a consciência de que você mesmo é a fonte de toda e qualquer transformação. Tudo que necessita está dentro de si.”

Daisako Ikeda

RESUMO

As chamadas públicas de projetos de eficiência energética são um mecanismo para implantação de ações de eficiência energética no Brasil (ANEEL, 2012). Diversos projetos desenvolvidos dentro do setor público não são implantados por falta de viabilidade econômica ou por desconhecimento de vias de financiamento ou parcerias com o setor privado. O Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade Federal Fluminense (UFF) do Campus Universitário de Rio das Ostras (CURO) se candidatou a participar da Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética realizada pela empresa distribuidora de energia elétrica ENEL - RJ (CCP 001/2016), para a implantação de um projeto, na tipologia Poder Público, elaborado para a minimização do consumo de energia elétrica do prédio. Esta dissertação objetiva analisar esta participação para obter o conhecimento das etapas a serem seguidas para a viabilização da implantação do projeto. Para tal foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental abordando temas relacionados à Chamada Pública, eficiência energética e as tecnologias de lâmpadas envolvidas para melhor entendimento do assunto pesquisado. Adotou-se como metodologia desta pesquisa aplicada, descrever e interpretar os dados estatísticos extraídos da planilha de cálculos (CELESC/NEPEN) elaborada exclusivamente para utilização neste tipo de licitação. O método proposto consiste em um estudo de caso dividido em 04 (quatro) etapas para avaliação dos resultados dos dados. Dentro dessas etapas identificou-se e classificou-se 09 (nove) sistemas do conjunto de iluminação, e apurou-se a potência energética dos sistemas, o consumo de energia anual, a demanda de energia consumida em horário de ponta e o levantamento das diferenças entre duas tecnologias: a tecnologia de lâmpadas fluorescentes FT 32W e a tecnologia de lâmpadas tubo LED 18W. Como resultado, notou-se uma possível redução de 13,54% nos gastos das faturas com energia elétrica do prédio do ICT, economia de R$ 11.745,12 por ano, que com o custo total do projeto orçado em R$ 30.764,15 tem um tempo médio de retorno do investimento em 2,61 anos. A Relação Custo Benefício (RCB), que é o principal requisito para viabilização da implantação do projeto, teve resultado de 0,73 (zero vírgula setenta e três) pontos, ficando dentro da pontuação exigida para avançar à fase seguinte da CPP 001/2016 da ENEL. Sendo esta a primeira participação do ICT/UFF em uma Chamada Pública de projetos de eficiência energética, observou-se que foi válido o conhecimento obtido para ser

replicado em outros institutos da universidade no sentido de eficientizar não só sistemas de iluminação dos prédios, mas também sistemas de refrigeração, de bombeamento de água e implantação de projetos de geração de energia renovável como a energia eólica e a energia solar fotovoltaica, entre outras.

Palavras Chaves: Chamadas Públicas, Eficiência Energética, Prédios públicos, Políticas públicas.

Abstract

The Public calls for energy efficiency projects are a mechanism for implementing energy efficiency actions in Brazil (ANEEL, 2012). Several projects developed within the public sector are not implemented due to lack of economic viability or the lack of knowledge of financing routes or partnerships with the private sector. The *Instituto de Ciência e Tecnologia* (ICT) of the *Universidade Federal Fluminense* (UFF) of the *Campus Universitário de Rio das Ostras* (CURO) has applied to participate in the Public Call for Energy Efficiency Projects carried out by ENEL - RJ (CCP) 001/2016), for the implementation of a project, in the typology Public Sector, designed to minimize the electricity consumption of the building. This dissertation aims to analyze this participation to obtain the knowledge of the steps to be followed to make feasible the implementation of the project. For this, a bibliographical and documentary research was carried out to address issues related to Public Call, energy efficiency and the lamp technologies involved to better understand the researched subject. It was adopted as methodology of this applied research, to describe and to interpret the statistical data extracted from the worksheet of calculations (CELESC / NEPEN) exclusively elaborated for use in this type of licitation. The proposed method consists of a case study divided in 04 (four) steps to evaluate the results of the data. Within these stages 9 (nine) lighting system were identified and classified, and the energy output of the systems, the annual energy consumption, the energy demand consumed during peak hours and the differences between two technologies: the FT 32W fluorescent lamp technology and the 18W LED tube lamp technology. As a result, a possible reduction of 13.54% in the electric bill invoicing expenditures of the ICT building was observed, saving R$ 11,745.12 per year, with the total cost of the project budgeted at R$ 30,764.15 has an average return on investment of 2.61 years. The Cost Benefit Ratio, which is the main requirement to make feasible the implementation of the project, resulted in 0.73 (zero comma seventy-three) points, being within the required score to advance to the next phase of CPP 001/2016 of ENEL. This being the first participation of the ICT / UFF in a Public Call for energy efficiency projects, it was observed that the knowledge obtained to be replicated in other institutes of the university was valid in order to make efficient not only lighting systems of the buildings, but also cooling

systems, water pumping and implementation of renewable energy generation projects such as wind energy and photovoltaic solar energy, among others.

Keywords: Public Calls, Energy Efficiency, Public buildings, Public policies.

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Tipos de documentos - Quantidade 30
Tabela 2 – Palavras chaves x publicações - SCOPUS 31
Tabela 3 - Sistema de iluminação 01 61
Tabela 4 – Sistema de iluminação 02 62
Tabela 5 – Sistema de iluminação 03 63
Tabela 6 – Sistema de iluminação 04 63
Tabela 7 – Sistema de iluminação 05 64
Tabela 8 – Sistema de iluminação 06 65
Tabela 9 – Sistema de iluminação 07 66
Tabela 10 – Sistema de iluminação 08 67
Tabela 11 – Sistema de iluminação 09 67
Tabela 12 - Gastos e economia mensal e anual - Simulação 97
Tabela 13 - Custos de implantação da tecnologia proposta 98
Tabela 14 - Vida útil do conjunto de sistemas de iluminação proposto 99
Tabela 15 - Utilização do conjunto de sistemas de iluminação 103
Tabela 16 - Conjunto de sistemas de iluminação no horário de ponta 104
Tabela 17 – Potência instalada 105
Tabela 18 - Demanda média no horário de ponta 105
Tabela 19 - Energia consumida anualmente 106
Tabela 20 - Economia de energia mensal (simulação) 106
Tabela 21 – Demonstração de resultados 3ª fase 108

Índice de Quadros

Quadro 1 – Publicações selecionadas - SCOPUS 32
Quadro 2 – Tempo de utilização Integral – Sistema 01 61
Quadro 3 - Tempo de utilização Integral - Sistema 02.....62
Quadro 4 - Tempo de utilização Integral - Sistema 03.....63
Quadro 5 - Tempo de utilização integral - Sistema 04.....64
Quadro 6 - Tempo de utilização integral – Sistema 05 65
Quadro 7 - Tempo de utilização integral – Sistema 06 65
Quadro 8 - Tempo de utilização Integral – Sistema 07 66
Quadro 9 - Tempo de utilização integral – Sistema 08 67
Quadro 10 - Tempo de utilização integral – Sistema 09 68
Quadro 11 - Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 01.....69
Quadro 12 - Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 02.....69
Quadro 13 – Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 03.....70
Quadro 14 – Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 04.....70
Quadro 15 - Potência e consumo anual – Atual - Sistema 01 74
Quadro 16 - Horário de ponta – Atual – Sistema 01 75
Quadro 17 - Potência e consumo anual - Proposta - Sistema 01 75
Quadro 18 - Potência e consumo anual - Atual - Sistema 02 77
Quadro 19 - Horário de ponta – Atual – Sistema 02 77
Quadro 20 - Potência e consumo anual - Proposta - Sistema 02 78
Quadro 21 - Potência e consumo anual – Atual – Sistema 03.....79
Quadro 22 – Horário de ponta – Atual – Sistema 03 79
Quadro 23 - Potência e consumo anual - Proposto – Sistema 03 80
Quadro 24 - Potência e consumo anual - Atual – Sistema 04 81
Quadro 25 – Horário de ponta – Atual – Sistema 04 82
Quadro 26 - Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 04 82
Quadro 27 - Potência e consumo anual - Atual – Sistema 05 83
Quadro 28 - Horário de ponta – Atual – Sistema 05 84
Quadro 29 - Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 05 84
Quadro 30 - Potência e consumo anual – Atual – Sistema 06.....86
Quadro 31 - Horário de ponta – Atual – Sistema 06 86
Quadro 32 - Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 06 87

Quadro 33 - Potência e consumo anual – Atual – Sistema 07.....88
Quadro 34 - Horário de ponta – Atual – Sistema 07.....89
Quadro 35 - Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 08.....89
Quadro 36 - Potência e consumo anual – Atual – Sistema 08.....90
Quadro 37 - Horário de ponta – Atual – Sistema 08.....91
Quadro 38 - Potência e consumo anual – Proposta – Sistema 08.....91
Quadro 39 - Potência e consumo anual – Atual – Sistema 09.....93
Quadro 40 - Horário de ponta - Atual – Sistema 09.....93
Quadro 41 - Potência e consumo anual – Proposta – Sistema 09.....94
Quadro 42 – Faturas mensais de energia elétrica - ICT.....96
Quadro 43 - *Payback*.....99
Quadro 44 - Cálculo do Custo Anualizado - Iluminação.....101
Quadro 45 - Cálculo Benefício Anualizado - Iluminação.....102

Índice de Figuras

Figura 1 - Etapas do PEE 42
Figura 2 – Módulos do PROPEE 43
Figura 3 – Lâmpadas fluorescentes 46
Figura 4 – Reator Eletrônico AFP 46
Figura 5 – Lâmpadas fluorescentes compactas 47
Figura 6 - T8-LED-TUBE-120cm-18w-bivolt 48
Figura 7 – Etiqueta para lâmpadas de LED 49
Figura 8 - Etapas do Estudo de Caso 53
Figura 9 – Fachada lateral (A) do prédio – ICT 58
Figura 10 – Fachada lateral (B) do prédio – ICT 59
Figura 11 – Iluminação do auditório – Sistema 05 60
Figura 12 – Horário de Ponta 68

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Publicações por período....29
Gráfico 2 – Relação País x Publicações....30
Gráfico 3 – Tipos de documentos - Porcentagem....31
Gráfico 4 - Comparação - sistema 01....76
Gráfico 5 – Comparação – sistema 02....78
Gráfico 6 - Comparação - sistema 03....81
Gráfico 7 – Comparação - sistema 04....83
Gráfico 8 – Comparação - sistema 05....85
Gráfico 9 – Comparação – sistema 06....88
Gráfico 10 – Comparação - sistema 07....90
Gráfico 11 – Comparação - sistema 08....92
Gráfico 12 – Comparação - sistema 09....95
Gráfico 13 – *Payback*....100
Gráfico 14 - Comparação das tecnologias....107

Índice de equações

Equação 1 – Tempo de utilização integral do sistema de iluminação.....61
Equação 2 – Tempo de utilização no horário de ponta.....69
Equação 3 – Potência instalada do sistema de iluminação atual 71
Equação 4 – Potência instalada do sistema de iluminação proposto 72
Equação 5 – Consumo médio anual do sistema de iluminação atual.....72
Equação 6 – Consumo médio anual do sistema de iluminação proposto.....72
Equação 7 – Fator de coincidência no horário de ponta.....73
Equação 8 – Demanda média na ponta do sistema de iluminação atual.....74
Equação 9 – Demanda média do sistema de iluminação proposto 74
Equação 10 – Fator de recuperação de capital 100
Equação 11 – Custo anualizado dos sistemas de iluminação (i).....101
Equação 12 – Custo anualizado total dos sistemas de iluminação 101
Equação 13 – Beneficio anualizado dos sistemas de iluminação.....102
Equação 14 – Relação Custo Benefício - RCB.....103

Lista de Abreviaturas:

ANEEL – Agência Nacional de Energia

BA_T - Benefício anualizado

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CA_T – Custo Anualizado

CED - Custo evitado da demanda

CEE – Custo da energia Evitado

CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A

CGIEE - Comitê Gestor de Indicadores e de Níveis de Eficiência Energética

CPP – Chamadas Públicas de Projetos

EE - Energia anual economizada

ENEL – Empresa de Distribuição de Energia Elétrica

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ESCO – *Energy Service Company*

FT – Fluorescente Tubular

ICT – Instituto de Ciência e Tecnologia

IHS – Instituto de Humanidade e Saúde

LED – *Light Emitting Diode*

M&V – Medição e Verificação

MESC – Mestrado Profissional de Eng. de Produção e Ciências Computacionais

NEPEN – Núcleo de Estudos e Pesquisas do Nordeste

PEE - Programa de Eficiência Energética da ANEEL

Ploa - Projeto de Lei Orçamentária Anual

PNE – Portadores de Necessidades Especiais

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROPEE - Procedimentos do Programa de Eficiência Energética

RCB – Relação Custo Benefício

RDP - Demanda evitada na ponta kW ano

REG – Coordenação do Curso de Engenharia de Produção

RGC – Coordenação do Curso de Ciências da Computação

RGM – Coordenação do Curso de Mestrado

SGPEE - Sistema de Gestão do PEE

UFF – Universidade Federal Fluminense

Sumário

1 Introdução 22
1.1 Contextualização 22
1.2 Tema, problema e hipótese 23
1.2.1 Tema 23
1.2.2 O problema 24
1.2.3 Hipótese 25
1.3 Objetivos 25
1.3.1 Objetivo Geral 25
1.3.2 Objetivos Específicos 26
1.4 Justificativa 26
1.5 Delimitação do Estudo 26
1.6 Organização do Trabalho 27
2 Revisão teórica 29
2.1 Levantamento bibliométrico 29
2.1.1 Base de dados SCOPUS web 29
2.2 Lei 10.295/2001 – A Lei da Eficiência energética 36
2.2.1 Eficiência energética nos prédios Públicos 39
2.3 Programa de Eficiência Energética da ANEEL (PEE) 40
2.3.1 Etapas do PEE 40
2.3.2 PROPEE - Resumo 42
2.3.3 Chamadas Públicas de EE da ANEEL 44
2.3.4 Lâmpadas Fluorescentes e de LED 45
2.3.4.1 Lâmpadas fluorescentes 45
2.3.4.2 Lâmpadas de LED 47
3 Metodologia 50
3.1 Tipo de pesquisa 50
3.2 Universo e Amostra 51
3.2.1 Universo 51
3.2.2 Amostra 51

3.3 Método Proposto 52
3.3.1 Levantamento e Tratamento de Dados 52
3.3.1.1 1ª Etapa – Levantamento do Edital da CPP 001/2016 e a Distribuição e Classificação dos sistemas 53
3.3.1.2 2ª etapa – Comparações de tecnologias e análise de parâmetros 54
3.3.1.3 3ª Etapa – Análise das faturas de energia elétrica e custos de implantação do projeto 54
3.3.1.4 4ª Etapa – Resultados e Discussões 55
4 Estudo de caso 56
4.1 1ª etapa – Levantamento do Edital da CPP 001/2016 e a Distribuição e Classificação dos sistemas 56
4.1.1 Resumo do Edital da CPP 001/2016 56
4.1.2 Configuração do prédio do ICT 58
4.1.3 Distribuição do conjunto de sistemas de iluminação 60
4.1.3.1 Tempo de utilização anual 61
4.1.3.2 Funcionamento no Horário de ponta 68
4.2 2ª etapa – Comparações de tecnologias e análise de parâmetros 71
4.2.1 Parâmetros 71
4.2.1.1 Potência do sistema 71
4.2.1.2 Consumo médio anual de energia elétrica do sistema 72
4.2.1.3 Fator de coincidência no horário de ponta 73
4.2.1.4 Demanda média na ponta 73
4.2.2 Cálculos energéticos dos sistemas de iluminação 74
4.2.2.1 Cálculo energético do sistema de iluminação 01 74
4.2.2.2 Cálculo energético do sistema de iluminação 02 76
4.2.2.3 Cálculo energético do sistema de iluminação 03 79
4.2.2.4 Cálculo energético do sistema de iluminação 04 81
4.2.2.5 Cálculo energético do sistema de iluminação 05 83
4.2.2.6 Cálculo energético do sistema de iluminação 06 85
4.2.2.7 Cálculo energético do sistema de iluminação 07 88
4.2.2.8 Cálculo energético do sistema de iluminação 08 90

4.2.2.9 Cálculo energético do sistema de iluminação 09 92
4.3 3ª etapa – Gastos, Custos e Economia 95
4.3.1 Faturas mensais energia elétrica – Valores 95
4.3.2 Gastos e economia mensal e anual 97
4.3.3 Custo do projeto – CPP 001/2016 98
4.3.4 Vida útil da tecnologia proposta 99
4.3.5 *Payback* 99
4.3.6 Relação Custo-Benefício – RCB 100
4.3.6.1 CEE e CED 100
4.3.6.2 Cálculo do FRC - Fator de Recuperação de Capital 100
4.3.6.3 Cálculo do Custo Anualizado – CA_t 101
4.3.6.4 Cálculo do Benefício Anualizado – BA_t 101
4.3.6.5 Cálculo da Relação Custo benefício - RCB 102
4.4 4ª Etapa - Resultados da 1ª, 2ª e 3ª etapa do estudo de caso 103
4.4.1 Resultados da 1ª etapa 103
4.4.2 Resultados da 2ª etapa 104
5 Conclusões 109
5.1 Trabalhos futuros 110
6 Bibliografia 111

1 INTRODUÇÃO

Consta neste capitulo a contextualização do tema, a exposição do problema e suas hipóteses quanto ao resultado encontrado, a definição do objetivo principal e dos objetivos específicos, a justificativa para pesquisa sobre o tema, sua delimitação e uma breve apresentação dos capítulos deste estudo.

1.1 Contextualização

Pouco explorada e estudada, a Chamada Pública representa uma valiosa oportunidade para a seleção de parceiros privados pelo Poder Público de forma transparente, pública e independente (BRITO, 2017), bem como um meio de desenvolvimento de ações de eficiência energética. É segundo a ANEEL (2013), o mecanismo para implantação de ações de eficiência energética, onde é emitido um edital convocando seus consumidores para apresentação de projetos de eficiência energética, para serem selecionados por critérios técnico-econômicos definidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica.

De acordo com Souza *et al* (2009), no que diz respeito a programas de eficiência energética, a consistência de programas nacionais que combinam adesões voluntárias com legislação compulsória e um suporte proporcionado pelos recursos decorrentes das receitas das concessionárias fez do Brasil uma referência internacional neste sentido. Ainda segundo o autor o governo brasileiro optou em utilizar suas empresas estatais – Eletrobrás e Petrobras – para executar os dois programas nacionais de conservação de energia e a ANEEL para supervisionar o Programa de Eficiência Energética (PEE), executado pelas concessionárias distribuidoras de eletricidade no País. O Programa de Eficiência Energética atualmente é o principal programa de ações de eficiência energética no país. Conforme previsto na Lei nº 9.991/1999 (MME, 2011).

Segundo Gomes (2017), estudos informam que os edifícios são parcialmente responsáveis pelo alto consumo energético e emissões de CO2 e representam uma das principais fontes de consumo de energia internacionalmente e no Brasil. Ainda segundo o autor esse aumento do consumo de energia no país potencializou as ações de eficiência energética e, dentre outras ações, promulgou leis relacionadas com programas de eficiência energética e seu financiamento. Freitas e Petenatti (2015), dizem que a demanda por energia elétrica cresce a cada ano e para atender

à crescente demanda é necessário investir na geração de energia e na eficiência das instalações.

As universidades públicas são consideradas espaço de geração e disseminação de conhecimento para a sociedade, através dos investimentos em pesquisa, ensino ou através da extensão de atividades para o desenvolvimento comunitário (Medeiros, 2015).

O Projeto de Lei Orçamentária Anual de 2017 (PLOA) revela um cenário de redução de investimentos para a Universidade Federal Fluminense (UFF), o valor aprovado para 2017 foi quase metade do previsto para 2016 (Teixeira, 2016). A queda de investimentos afeta todas as unidades da UFF, projetos de ensino, pesquisa e extensão. Para o setor público, em especial, uma estratégia de desenvolvimento é fundamental para orientar e dar consistência intertemporal às suas políticas, atividades e investimentos, melhorando a qualidade da gestão e a eficiência dos seus gastos (SICSÚ E CASTELAR, 2009).

Dentro das unidades da UFF, encontra-se o Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) do Campus de Rio das Ostras que foi criado em 10 de fevereiro de 2010 pelo Conselho de Ensino e Pesquisa da Universidade Federal Fluminense (UFF), através da Resolução n° 049/10. O ICT oferece os cursos de Ciência das Computação, Engenharia de Produção e Mestrado Profissional visando atender às demandas da região por conhecimento e qualificação. A demanda de energia elétrica do prédio do ICT com equipamentos de informática, equipamentos do sistema de refrigeração, sistema de iluminação entre outros, corroboram para as despesas da universidade. Portanto com o intuito de melhorar a eficiência das instalações e equipamentos do prédio do ICT este estudo visa à possibilidade de ações de eficiência energética no setor público para amenizar os impactos causados pela recessão econômica no país nos investimentos realizados para as universidades públicas federais.

1.2 Tema, problema e hipótese

1.2.1 Tema

O Tema da pesquisa ao qual é o assunto que se deseja desenvolver (MARCONI E LAKATOS, 2003 p.126), é o seguinte: “A viabilização e implantação de projetos de eficiência energética nas Universidades Federais brasileiras através da

participação em Chamadas Públicas de Projetos de Eficiência Energética das distribuidoras de energia elétrica".

Este tema foi escolhido porque, de acordo com Vieira (2016), o governo Federal prevê cortar até 45% dos recursos previstos para investimentos nas universidades federais em 2017, na comparação com o orçamento de 2016. Este também afirma que as instituições já vivem grave crise financeira, com redução de programas, contratos e até dificuldades para pagar contas.

Segundo Medeiros (2015), as universidades públicas são consideradas espaço de geração e disseminação de conhecimento para a sociedade, através dos investimentos em pesquisa, ensino ou através da extensão de atividades para o desenvolvimento comunitário. Demonstrando a importância de se buscar meios de financiamento para a viabilização de projetos que sejam benéficos para redução de gastos públicos dentro das universidades, para que estas possam manter suas pesquisas em prol do desenvolvimento da sociedade como um todo.

1.2.2 O problema

De acordo com Teixeira (2016), o Projeto de Lei Orçamentária Anual de 2017 (PLOA), aprovada no Congresso Nacional em 15 de dezembro de 2016, revela um cenário de redução de investimentos para a Universidade Federal Fluminense (UFF) e pode marcar o início de uma dependência maior, por parte da instituição, de emendas parlamentares.

Nos últimos meses, diversas universidades federais vêm relatando dificuldades financeiras, especialmente com despesas de custeio (Agência Brasil, 2017). A Universidade Federal Fluminense (UFF), dentro do quadro atual de contenção de despesas orçamentárias, não ficou isenta da redução de investimentos.

O Projeto de Lei Orçamentária Anual de 2017 (PLOA) revela um cenário de redução de investimentos para a Universidade Federal Fluminense (UFF), o valor aprovado para 2017 foi quase metade do previsto para 2016 (Teixeira, 2016). A queda de investimentos afeta todas as unidades da UFF, projetos de ensino, pesquisa e extensão.

Na busca para a solução de minimização de gastos no ICT identificou-se que a participação em Chamadas Públicas de Projetos (CPP) de Eficiência Energética

do setor elétrico poderia ser um caminho para viabilizar a implantação destes tipos de projetos sem custos para a UFF.

Portanto viu-se a necessidade, de acordo com Gil (2008, p. 38), de se formular o problema com a seguinte pergunta:

"Como a participação do ICT na CPP 001/2016 da ENEL poderá ser benéfica na minimização dos gastos financeiros e o consumo de energia elétrica no prédio do ICT para amenizar os impactos dos cortes e a redução dos investimentos para as universidades pelo governo federal?".

1.2.3 Hipótese

Com a formulação do problema exposto propõe-se, então, a seguinte hipótese:

"Se os resultados obtidos na pesquisa mostrarem que a substituição da tecnologia de lâmpadas fluorescentes pela tecnologia de lâmpadas de LED em seu conjunto de sistemas de iluminação apresentar resultados positivos de redução do consumo e economia nos gastos das faturas mensais com energia elétrica, então a participação do prédio ICT no processo da CPP 001/2016 da ENEL será vantajosa em termos financeiros e tecnológicos para amenizar os cortes e a redução dos investimentos do governo federal para as universidades."

Segundo Freitas (2015), a demanda por energia elétrica cresce a cada ano e para atender à crescente demanda é necessário investir na geração de energia e na eficiência das instalações. Ao qual podem ser viabilizados através das Chamadas Públicas de Projetos de Eficiência Energética.

1.3 Objetivos

A definição do objetivo geral e dos objetivos específicos será explicitada a seguir:

1.3.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise da participação do Instituto de Ciência e Tecnologia do Campus Universitário de Rio das Ostras da Universidade Federal Fluminense na Chamada Pública de Projeto de Eficiência Energética da ENEL - Rio de Janeiro

(CPP 01/2016) na eficientização energética do seu conjunto de sistemas de iluminação.

1.3.2 Objetivos Específicos

a) Realizar um levantamento das leis, resoluções e incentivos para implantação de projetos de eficiência energética;
b) Estudar a planilha elaborada pelo CELESC e NEPEN para Identificação e classificação dos sistemas de iluminação do prédio do ICT;
c) Obter conhecimento dos equipamentos de iluminação a serem substituídos;
d) Verificar os resultados da CPP em relação à redução de custos no consumo de energia elétrica no prédio do ICT.

1.4 Justificativa

Considera-se a importância dessa pesquisa adquirir o conhecimento e difundir essa modalidade de licitação que de acordo com a Lei nº 10.295/2001 é obrigatória para as distribuidoras de energia elétrica, pois é uma forma de viabilização de projetos de eficiência energética sem custos não só para o Poder Público, mas também para outros tipos de consumidores (PROCEL, 2014).

A relevância desta pesquisa se dá ao fato que outros institutos da universidade podem utilizar este estudo para participar de futuras chamadas públicas de projetos de eficiência energética visando otimização de consumo e a diminuição de gastos com energia elétrica.

Adquirindo esse conhecimento o Instituto de Ciência e Tecnologia poderá inscrever-se futuramente em outras CPPs objetivando a eficiência energética em outras modalidades, como sistemas de refrigeração e projetos de geração de energia renovável, seja energia solar ou eólica.

Espera-se obter com essa pesquisa o conhecimento básico do processo de realização das chamadas públicas de projetos de eficiência energética das distribuidoras de energia elétrica que atuam no Brasil.

1.5 Delimitação do Estudo

Este estudo se delimitará apenas a análise da participação do Instituto de Ciência e Tecnologia na Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética

(CPP 001/2016) da empresa distribuidora de energia elétrica ENEL – Rio de Janeiro, na tipologia Poder Público. O processo teve a data de abertura o dia 12/12/2016 e seu encerramento o dia 16/06/2017, conforme consta no cronograma em seu edital. O projeto de eficientização ficou restrito ao conjunto de sistemas de iluminação do prédio do ICT/UFF, não sendo parte da pesquisa outras demandas de energia elétrica, assim como a participação neste processo de nenhum outro Instituto ou prédio administrativo do Campus Universitário de Rio das Ostras e da Universidade Federal Fluminense.

1.6 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado em 06 (seis) capítulos e 02 (dois) anexos, a seguir:

O Capitulo 1 denominado de Introdução é composto pela contextualização; pelo tema, problema e hipóteses; pelos os objetivos: geral e específicos; pela justificativa; e a delimitação do estudo.

O Capítulo 2 denominado de Revisão Teórica é composto por um Levantamento bibliométrico que utilizará os dados da base SCOPUS web para análise dos dados obtidos; pelo conceito da Lei da eficiência energética que aborda a eficiência energética em prédios públicos; pelo Programa de Eficiência Energética (PEE), que aborda as suas etapas, um resumo do PROPEE e a Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética da ANEEL; pela tecnologia das lâmpadas fluorescentes e de LED; e os Critérios para Avaliação de Projetos de EE.

O Capítulo 3 denominado de Metodologia é composto do Tipo de Pesquisa; do Universo e Amostra; do Levantamento de dados; e pelo Tratamento de dados.

O Capítulo 4 denominado de Estudo caso é composto pela descrição da 1[Etapa – Levantamento do Edital 001/2016 e a Distribuição dos sistemas de Iluminação; pela descrição da 2ª Etapa – Cálculos energéticos e comparação das tecnologias; pela descrição da 3ª Etapa – Gastos, custos e economia e pela definição dos resultados e discussões na 4ª Etapa.

O Capítulo 5 denominado de Conclusões descreve as considerações finais deste estudo e aponta possíveis trabalhos futuros a serem realizados.

O Capitulo 6 denominado de Bibliografias descreve as obras e seus autores que serviram de referência para este estudo.

O Anexo I - Primeira fase – Projeto simplificado – Referente à “Habilitação e Avaliação” do Pré-diagnóstico energético.

O Anexo II - Segunda fase – Projeto integral - Referente à “Aprovação” do Diagnóstico energético.

2 REVISÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta um levantamento bibliométrico que deu suporte na identificação em artigos, periódicos, revistas e editoriais na plataforma CAPES, onde foi selecionada a base SCOPUS para a busca por trabalhos ligados ao tema estudado. Aborda e descreve os temas relativos ao entendimento do assunto que envolve o objeto deste estudo: A Lei da eficiência energética, o Plano de eficiência energética da ANEEL (PEE), os critérios para avaliação dos projetos de eficiência energética.

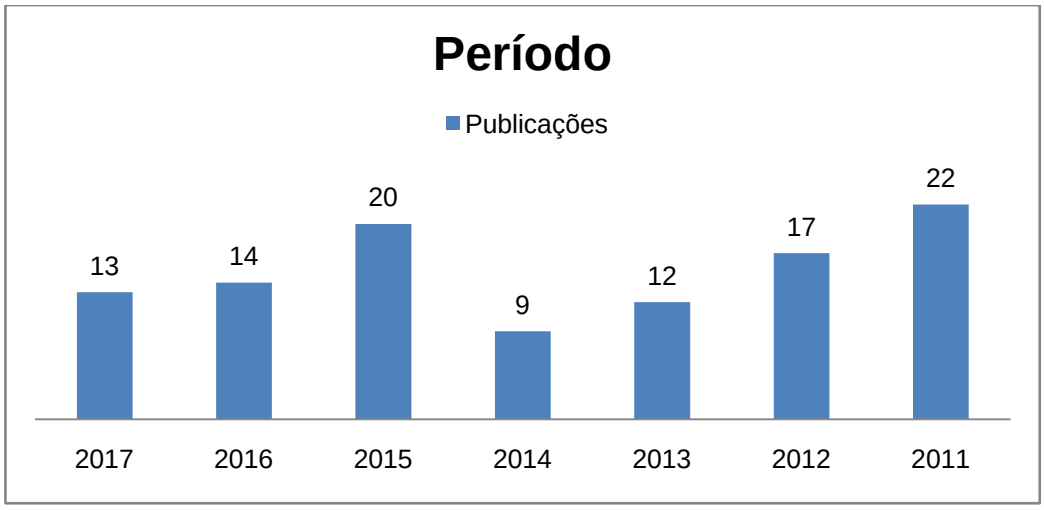
2.1 Levantamento bibliométrico

Nesta pesquisa foram utilizadas as palavras chaves combinadas com o uso do operador booleano "*AND*", buscando artigos de periódicos internacionais, acessado pelo Portal de Periódicos da Capes.

2.1.1 Base de dados SCOPUS web

O período de análise das buscas limitou-se aos anos de 2011 a 2017, a fim de obter as publicações mais recentes sobre o assunto. A pesquisa pelo termo: "*Public sector "and" energy efficiency" and "Programs"* levou a um número de 107 (cento e sete) documentos como resultado, conforme mostra o Gráfico 1:

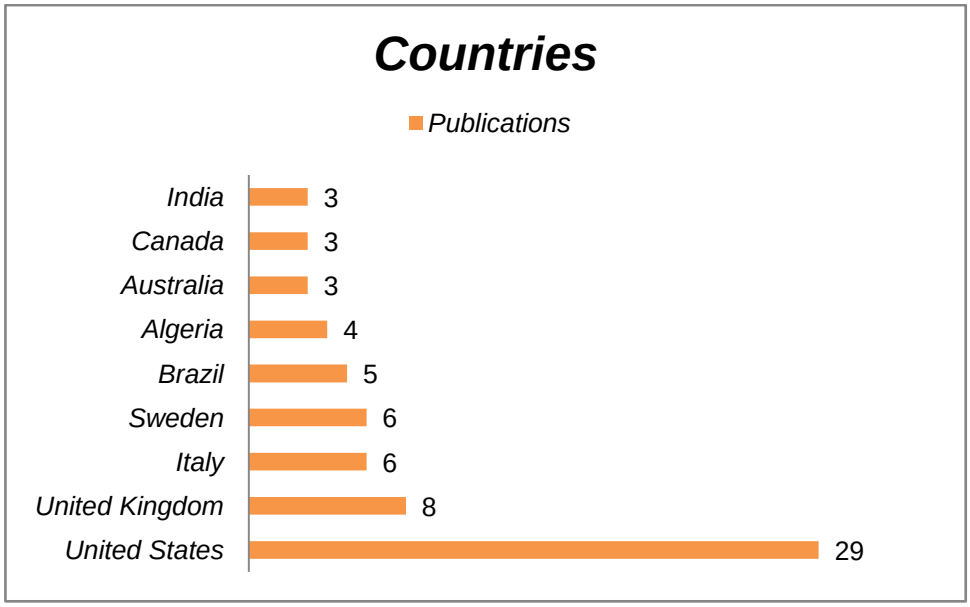
Gráfico 1 – Publicações por período



Fonte: Elaborado pelo autor adaptado da SCOPUS

Verificou-se que os Estados Unidos lideram as publicações referentes ao tema, seguidos do Reino Unido e Itália, ficando o Brasil em quinto lugar, entre outros países que não constam no Gráfico 2:

Gráfico 2 – Relação País x Publicações



Fonte: Elaborado pelo autor adaptado da SCOPUS

Foram encontrados diversos tipos de documentos, conforme a Tabela 1:

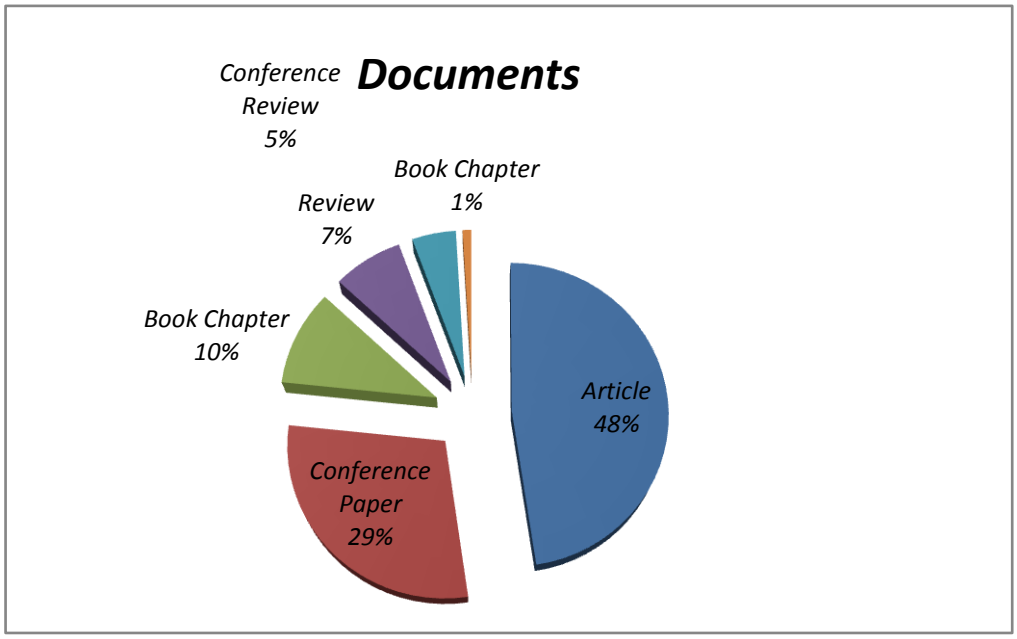
Tabela 1 – Tipos de documentos - Quantidade

Documents	
Type	QTD
Article	51
Conference Paper	31
Book Chapter	11
Review	8
Conference Review	5
Book Chapter	1
Total	107

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado da SCOPUS

Dentre todos os tipos de documentos encontrados a maioria é de artigos (48%), conforme mostra o Gráfico 3:

Gráfico 3 – Tipos de documentos - Porcentagem



Fonte: Elaborado pelo autor adaptado da SCOPUS

Seguiu-se a escolha das 03 (três) palavras chaves que tinham mais relevância com o tema da pesquisa: “Public Policy”, “Energy efficiency” e ”Energy policy”. Os resultados são mostrados na Tabela 2:

Tabela 2 – Palavras chaves x publicações - SCOPUS

Keywords	*Publications*
Energy efficiency	73
Energy policy	28
Public policy	15

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado da SCOPUS

Verificou-se que nos documentos encontrados na pesquisa dois autores, que em conjunto com outros autores, foram os mais citados, a seguir:

a) Thollander *et al*, com a publicação de quatro artigos nos anos de 2013, 2015, 2016 e 2017 abordando o tema eficiência energética na área de auditoria e políticas energéticas na Suécia, União Européia e Japão;

b) Ghezloun *et al*, com a publicação de três artigos nos anos de 2011, 2012 e 2014, que abordam o tema eficiência energética visando as leis do Marrocos, da Argélia e da Tunísia sobre os incentivos do governo na implantação de políticas energéticas objetivando a energias renováveis.

Estes autores publicaram obras com uma visão mais focada em leis e auditorias relativas à eficiência energética de uma forma mais ampla para os países citados. Estes artigos agregam conhecimento sobre o tema por eles abordado, no entanto, ainda não colaboram diretamente sobre o tema principal deste estudo.

Portanto, refinaram-se mais a pesquisa focando apenas em artigos que continham algum tipo de modelo de financiamento ou incentivo entre governo e empresas do setor elétrico e após a leitura dos resumos e introduções, selecionou-se 12 (doze) documentos para analise mais detalhada. Conforme o Quadro 1:

Quadro 1 – Publicações selecionadas - SCOPUS

Title	*Author*	*Year*
Lessons learned from studying public initiatives to support energy efficiency finance in Thailand from 1992 to 2014	Streitferdt, V., Chirarattananon, S., Du Pont, P.	2017
Cross-sectoral coordination for sustainable solutions in Croatia: The (meta) governance of energy efficiency	Christopoulos, S., Demir, C., Kull, M.	2016
Energy management system for energy efficiency improvement in the industrial sector of the republic of Serbia	Stamenic, M., Tanasic, N., Simonovic, T., Nikolic, A	2016
A collaborative framework for U.S. state-level energy efficiency and renewable energy governance	Shih, C.-H., Latham, W., Sarzynski, A.	2016
Energy efficiency in buildings: What drives the investments? the case of Lombardy Region	Aste, N., Caputo, P., Buzzetti, M., Fattore, M.	2016
Energy efficiency in developing countries: Roles for sector regulators	Berg, S.V.	2015
Lessons from energy efficiency policy and programmesin the UK from 1973 to 2013	Mallaburn, P.S., Eyre, N.	2014
The permanent program for efficient use of energy at university of São Paulo - PURE-USP	Saidel, M., da Silva, R. S., do Nascimento, L. M.	2014
Energy policy in the context of sustainable development: Case of Morocco and Algeria	Ghezloun, A., Saidane, A., Oucher, N.	2014
Addressing data center efficiency: Lessons learned from process evaluations of utility energy efficiency programs	Howard, A.J., Holmes, J.	2012

Title	*Author*	*Year*
Demand side management of electrical energy efficiency and environmental sustainability in India	Mayakrishnan, C.	2011
A review of industrial energy and climate policies in Japan and Sweden with emphasis towards SMEs.	Thollander, Patrik Kimura, Osamu Wakabayashi, Masayo Rohdin, Patrik	2015

Fonte: Elaborado pelo autor

Streitferdt *et al*. (2017), consideram uma das principais barreiras para a eficiência energética na Tailândia as iniciativas públicas que apóiam o acesso ao capital. A Tailândia foi escolhida para o estudo de caso devido a quantidade de programas de financiamento de eficiência energética (EE) que foram projetados e implementados desde o início dos anos 90. O estudo revelou informações interessantes sobre a evolução do apoio de políticas públicas para O Financiamento de Eficiência Energética na Tailândia. Várias lições importantes podem ser aprendidas com a experiência tailandesa, a seguir: 1 - Se aumentar o financiamento da eficiência energética for o objetivo, é preferível não combinar em um único mecanismo o financiamento das energias renováveis e da eficiência energética; 2 - São necessárias para apoiar o nicho de mercado de financiamento da eficiência energética políticas efetivas e executáveis; 3 - Em um contexto de país emergente os governos hesitam em implementar medidas de redução de risco para financiamento de eficiência energética; 4 - Podem ser importantes para o tipo e o formato dos mecanismos de financiamento da eficiência energética no contexto de um país em desenvolvimento as influências transacionais da forma de apoio técnico e de desenvolvimento financeiro.

Christopoulos *et al*. (2016), analisaram o caso da Croácia que dizem ser o mais bem sucedido de programação de eficiência energética da última década. Captando os principais elementos estruturais e organizacionais da governança institucional. Identificou-se neste artigo a configuração da metagovernança do projeto que é a relação entre as redes estadual e local, na qual o estado desempenhou um papel fundamental na coordenação, pois agindo como um catalisador priorizava a eficiência energética na Croácia. Para que o desenvolvimento seja sustentável em projetos de EE, em uma configuração de metagovernança, implica que o estado não é o único ator fundamental, pois o setor privado tem um papel importante.

Shih *et al*. (2016), abordam o fato de que um novo tipo de eficiência energética e administração de energia renovável foi estabelecido para coordenar recursos e redes em jurisdições estaduais e locais, bem como com entidades do setor público, setor privado e comunidades locais nos Estado Unidos e examina o papel dessas administrações e suas redes no desenvolvimento de um modelo de governança colaborativa a nível estadual. Concluem que uma análise Multinível pode expandir os limites para entender o papel colaborativo das administrações do estado em eficiência energética e energia renovável e suas ligações com outras entidades de diferentes níveis, federal, regional, redes estaduais, municipais e de cidades.

Aste *et al*. (2016), apresentam o processo de monitoramento e análise realizado no âmbito da eficiência energética no setor de construção na região da Lombardia, Itália, referindo-se ao programa denominado Design e realização de intervenções para modernização de energia em edifícios públicos e realização de edifícios de zero emissões (ou seja, edifícios com certas ocorrências de gases estufa relacionados à sua operação). Verificaram que nos últimos anos, as políticas energéticas tornaram-se cada vez mais ambiciosas de acordo com a evolução do mercado e as iniciativas governamentais para apoiar a eficiência e as tecnologias de energia renovável.

Por sua vez, Berg (2015), em seu artigo diz que cabe ao regulador do setor de Eficiência Energética fornecer contribuições para o processo de elaboração de políticas e, em seguida, implementar políticas nacionais de forma a melhorar claramente o desempenho e promover a sustentabilidade financeira e ambiental.

No entanto, não foram evidenciadas publicações diretamente referentes à aplicação do Tema: “A viabilização e implantação de projetos de eficiência energética nas Universidades Federais brasileiras através da participação em Chamadas Públicas de Projetos de Eficiência Energética das distribuidoras de energia elétrica”. O artigo que mais se aproximou deste tema foi a análise do uso do gerenciamento de energia e sustentabilidade no setor governamental usando um estudo realizado pelo Programa Permanente de Uso Eficiente de Energia na Universidade de São Paulo (PURE-USP) elaborado por Saidel *et al* (2015). Os autores deste estudo contam que até 1996 a USP era um grande consumidor de energia elétrica e ao mesmo tempo cursos relacionados a questões de energia estavam sendo ensinados lá, mas não existia nenhuma ação de gestão de energia.

O consumo exato e as despesas da Universidade com energia eram desconhecidas. Foi então que neste mesmo ano professores, pesquisadores e engenheiros da USP enxergaram a oportunidade de usar as instalações da universidade como laboratório envolvendo o tema gestão de energia, que logo se transformou em um projeto de pesquisa chamado CONSERVUSP, financiando pela FAPESP (fundação de apoio à pesquisa do Estado de São Paulo). Este projeto concluiu que havia potencial significativo para a economia de energia. Criou-se então em 15 de maio de 1997 o PURE-USP que analisou e sistematisou as contas de energia elétrica de todos os campis da Universidade, incentivando também a compra de equipamentos eficientes. O PURE-USP apontou, entre outros, incidencias de penalidades por atrasos de pagamentos e diversas datas de vencimento das faturas de energia elétrica nos diferentes campis da Universidade. As ações tomadas para resolver esses problemas envolveram, entre outras, a fixação de datas de vencimento de acordo com o interesse da USP por causa do seu fluxo de caixa e procedimento padrão para recebimento de todas as contas de energia. Foi Desenvolvido um software de gestão chamado Contaluz para gerenciar as dezenas de contratos e centenas de contas com o objetivo de registrar os dados de contratos de energia recebidos e pagos pela USP e disponibilizar essas informações para os pesquisadores e os gestores de energia da Universidade. O sistema gera relatórios e gráficos permitindo um análise completas dos dados.

A renovação das instalações elétricas dentro da USP envolveram mudar os sistemas de iluminação e de refrigeração por equipamentos mais eficiêntes. O PURE desenvolveu um Manual de especificações de equipamentos elétricos incorporando concepções sobre a eficiencia energética para que os eletricistas e as pessoas envolvidas na compra de equipamentos tomassem decisões adequadas.

Os autores destacaram neste estudo a importância que foi a criação de um programa permanente de uso eficiente de energia, ao qual foi implementado na USP que gerencia as faturas de energia elétrica e auxilia na aquisição de equipamentos mais eficientes energeticamente, além de outras finalidades. No entanto, relatam que por ser um projeto de orçamento limitado, citam que “geralmente recorrem ao fundo das empresas elétricas que tem que investir 0,5 % de seus lucros em eficiência energética de acordo com regulamento da ANEEL como forma de viabilização de alguns desses projetos de eficiência energética”. Este fundo, ao qual se referem, que não está explicito, é o Programa de Eficiência Energética - PEE que

são executados anualmente em atendimento às Leis n° 9.991/2000, n° 13.203/2015 e n° 13.280/2016 e da Resolução 556 da ANEEL, de 02 de julho de 2013, que tem o objetivo de promover o uso eficiente e racional de energia elétrica, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos e práticas racionais para combater o desperdício, e que a partir de 2016, as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica passam a aplicar obrigatoriamente o valor equivalente a 0,4% de sua receita operacional liquida anual (ROL) para projetos executados em instalações de clientes consumidores e desenvolvimento de programas voltados ao incentivo da eficiência energética no uso final de energia elétrica. Portanto, como não se tem conhecimento de um projeto como o PURE/USP na Universidade Federal Fluminense, objetivou-se buscar a solução do problema deste estudo exatamente na viabilização deste “fundo” que leva a denominação de “Chamadas Públicas de Projetos de Eficiência Energética”.

Estes documentos serão tratados de forma a extrair as informações necessárias para compor o referencial teórico, a metodologia, e o estudo de caso, levando em consideração parte ou todo o material encontrado nesta pesquisa bibliométrica.

A seguir será abordado a Lei da Eficiência Energética no Brasil, o Programa de Eficiência Energética (PEE), onde será abordado o assunto sobre os objetivos e as etapas do PROPEE, envolvendo o conceito das Chamadas Públicas de Projetos de Eficiência Energética.

2.2 Lei 10.295/2001 – A Lei da Eficiência energética

De acordo com Nascimento (2015), “a eficiência energética corresponde à implantação de medidas que culminam na redução da energia necessária para atender as demandas da sociedade por serviços de energia. Em síntese, atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, via de regra, menor impacto no meio ambiente”.

A Lei nº 10.295, de 2001, denominada Lei de Eficiência Energética é um instrumento importante para a indução da eficiência energética no Brasil. A concepção da lei, que incentiva o desenvolvimento tecnológico, a preservação ambiental e a inserção de produtos mais eficientes no mercado, ocorreu na

perspectiva de que a conservação de energia deve ser a finalidade da Política Energética Nacional.

A Lei de Eficiência Energética “é o instrumento que determina a existência de níveis mínimos de eficiência energética (ou máximos de consumo específico de energia) de máquinas e aparelhos consumidores de energia (elétrica, derivados de petróleo ou outros insumos energéticos) fabricados ou comercializados no país, bem como de edificações construídas, com base em indicadores técnicos pertinentes e de forma compulsória” (PROCEL, 2014).

A sanção da Lei 10.295/2001 foi um marco importante para a eficiência energética, que prevê em seu artigo 2º que o poder executivo estabelecerá “níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados e comercializados no país” (VIANA *et al*, 2012).

Ainda de acordo com Viana *et al* (2012) como consequência os seguintes fatos serão produzidos com a consolidação da implementação dessa Lei:

a) Retirar do mercado, no médio e longo prazo, os equipamentos menos eficientes energeticamente;
b) Obter economia de energia ao longo do tempo;
c) Promover o desenvolvimento tecnológico, através da fabricação de equipamentos energeticamente mais eficientes;
d) Promover o aumento da competitividade industrial do país;
e) Reduzir os gastos dos consumidores;
f) Contribuir para a redução dos impactos sócio-ambientais através do uso de equipamentos que consomem menos energia.

Segundo Nascimento (2015), a edição do Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001 regulamentou a Lei nº 10.295/2001 e instituiu o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) que, entre outras, teve a função de elaborar a regulamentação específica para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia e o estabelecimento do Programa de Metas com indicação dos níveis a serem alcançados por cada equipamento regulamentado.

Ainda de acordo com Nascimento (2015), Os seguintes produtos principais, foram desenvolvidos inicialmente:

a) Plano de Trabalho para implementação da Lei;

b) Regulamentação específica de motores;
c) Decreto Presidencial nº 4.508 de 11 de dezembro de 2002 que dispõe sobre a regulamentação específica que define os níveis mínimos de eficiência energética de motores elétricos trifásicos de indução.

Segundo Gomes (2017), no que diz respeito a programas de eficiência energética, o Brasil é referência internacional, porque conta com o suporte proporcionado pelos recursos decorrentes das concessionárias, além de contar também com a consistência dos programas nacionais combinadas com adesões voluntárias e uma legislação compulsória.

Viana *et al*. (2012), lembra que em paralelo a aplicação da Lei de Eficiência Energética, de natureza compulsória, tem-se o suporte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) que estabelece padrões e /ou etiquetas de eficiência energética dos equipamentos, de forma voluntária.

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) é o Selo de Conformidade que evidencia o atendimento a requisitos de desempenho estabelecidos em normas e regulamentos técnicos e, em alguns casos, adicionalmente, também de segurança. A ENCE tem como principal informação a eficiência energética do produto cujo desempenho foi avaliado (PROCEL, 2014).

O uso racional dos recursos existentes, mediante pequenos e médios investimentos, ou mesmo, através da adoção de medidas operativas, pode trazer grandes benefícios e reduzir substancialmente os gastos com energia.

Segundo Viana *et al* (2012), a eficiência energética pode trazer diversos benefícios para a sociedade, alcançados com o uso racional dos recursos existentes através da adoção de medidas operativas, com pequenos e médios investimentos para reduzir os gastos de energia. Dentre eles destacam-se:

a) Para o setor elétrico

Lançado em outubro de 2011, o Plano Nacional de Eficiência Energética tem como meta reduzir a demanda em 0,5% ao ano, cerca de 106 terawatt-hora (TWh), até 2030. No Plano Decenal de Energia no horizonte de 2019, os projetos de conservação de energia respondem pela economia de 23,3 terawatt-hora, suficiente para poupar a construção de uma usina com capacidade de 4.800 megawatts (MME, 2011).

b) Para os agentes públicos

Os principais benefícios para os agentes públicos na adoção de medidas de eficiência energética através da Chamada Pública de Projetos (CPP) são:

a) Redução no Consumo e na conta de energia elétrica - É o principal benefício resultante da implantação do Projeto de Eficiência Energética.

Esta redução pode-se dar de duas formas:

- Economia de energia (kWh);
- Redução da Demanda no Horário de Ponta (kW);

b) Possibilidade de inclusão de fonte de geração alternativa;

c) Ação de Sustentabilidade associada à preservação do meio ambiente.

Estas ações estão em consonância com o Procedimento do Programa de Eficiência Energética – PROPEE aprovado pela Resolução Normativa 556 de 02 de julho de 2013 da ANEEL.

2.2.1 Eficiência energética nos prédios Públicos

Segundo o MPOG (2014), considera-se para efeito da Instrução Normativa nº 2, de 04 de junho de 2014 o seguinte: “Edificações públicas federais são os imóveis construídos ou adaptados com recursos públicos para exercício de atividade administrativa ou para a prestação de serviços públicos, tais como edifícios administrativos, escolas, hospitais, postos de saúde, clínicas, museus, instituições de pesquisa e outras instituições ou associações de diversos tipos”.

De acordo com o Plano Nacional Energético do Ministério das Minas e Energia (versão 18/10/2011) “a busca da eficiência energética nas edificações públicas tem um papel fundamental como política tanto como efeito demonstrativo quanto indutor do mercado” (MME, 2011). Os recursos destinados aos projetos de conservação de energia em prédios públicos estão disponíveis em programas anuais de eficiência energética das concessionárias de energia elétrica através da Resolução 300/2008-ANEEL.

Ainda segundo o MME (2011), o Programa de eficiência energética em prédios públicos (PROCEL-EPP) tem os seguintes objetivos:

a) Diminuir os gastos dos prédios públicos através da redução do consumo e demanda de energia elétrica;

b) Melhorar as condições de trabalho, conforto e segurança dos servidores públicos;
c) Capacitar administradores e servidores de prédios públicos em eficiência energética;
d) Promover a capacitação laboratorial em eficiência energética.

A seguir será abordado o PEE, que é o Programa Brasileiro de Eficiência Energética da ANEEL, que elaborou um documento chamado PROPEE, onde se define as diretrizes para a apresentação de projetos de eficiência energética.

2.3 Programa de Eficiência Energética da ANEEL (PEE)

O Objetivo do PEE "é promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia" (ANEEL, 2013).

O valor a ser aplicado no PEE pelas concessionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica vem sofrendo seguidas alterações como decorrência da aplicação das Leis nº 9.991, de 24/07/2000 e nº 11.465, de 28/03/2007. Assim, até o ano de 2010 estava previsto a aplicação em Programas de Eficiência Energética o valor de 0,50% da receita operacional líquida (ROL) das distribuidoras de energia elétrica. Após esse período o valor deveria retornar ao percentual de 0,25% da ROL. Em 20 de janeiro de 2010 foi sancionada e publicada a Lei no 12.212 alterando novamente os percentuais destinados ao PEE pelas empresas distribuidoras de energia elétrica. Assim, até 31 de dezembro de 2015, os percentuais mínimos serão de 0,50% (cinquenta centésimos por cento), tanto para pesquisa e desenvolvimento como para programas de eficiência energética na oferta e no uso final da energia. No entanto, as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica deverão aplicar, no mínimo, 60% (sessenta por cento) dos recursos dos seus programas de eficiência para unidades consumidoras beneficiadas pela Tarifa Social (VIANA *et al*, 2012).

2.3.1 Etapas do PEE

Segundo a ANEEL (2013) Cada projeto de eficiência energética, em linhas gerais, seguirá as etapas (Figura 1):

A) Seleção – inclui as atividades de prospecção, pré-diagnóstico e seleção de projetos, por meio de uma Chamada Pública de Projetos ou diretamente pela distribuidora.

B) Definição – definição das ações de eficiência energética a implantar com respectiva análise técnico-econômica e bases para as atividades de M&V. Em alguns projetos, as fases de Seleção e Definição poderão ser feitas de forma conjunta;

C) SGPEE – carregamento do projeto no SGPEE – Sistema de Gestão do PEE, segundo o disposto no Manual disponível na página da ANEEL na internet. Há um campo específico para cadastrar a data de início do projeto, independente de sua tipologia. Caso seja necessária avaliação inicial, a distribuidora deverá estimar a possível data de início do projeto, considerando o prazo para o parecer e demais providências necessárias;

D) Avaliação Inicial – os projetos que necessitarem de Avaliação Inicial, serão submetidos à apreciação prévia da ANEEL;

E) Execução – elaboração do Plano de M&V e implantação das ações definidas no item “B”, acima;

F) Verificação – comissionamento das ações e etapa inicial do período de determinação da economia das atividades de M&V;

G) Validação da M&V – a critério da ANEEL, a validação do processo de M&V poderá ser feita por instituição devidamente capacitada e isenta;.

H) Auditoria Contábil e Financeira – segundo o Manual de Orientação dos Trabalhos de Auditoria de P&D e PEE;

I) Relatório Final – realizado com o objetivo de apresentar os resultados obtidos, após a conclusão do projeto e da fase inicial do período de determinação da economia das atividades de M&V, devendo ser carregado no SGPEE, junto com o Relatório de M&V (que inclui o Plano de M&V) e o Relatório da Auditoria.

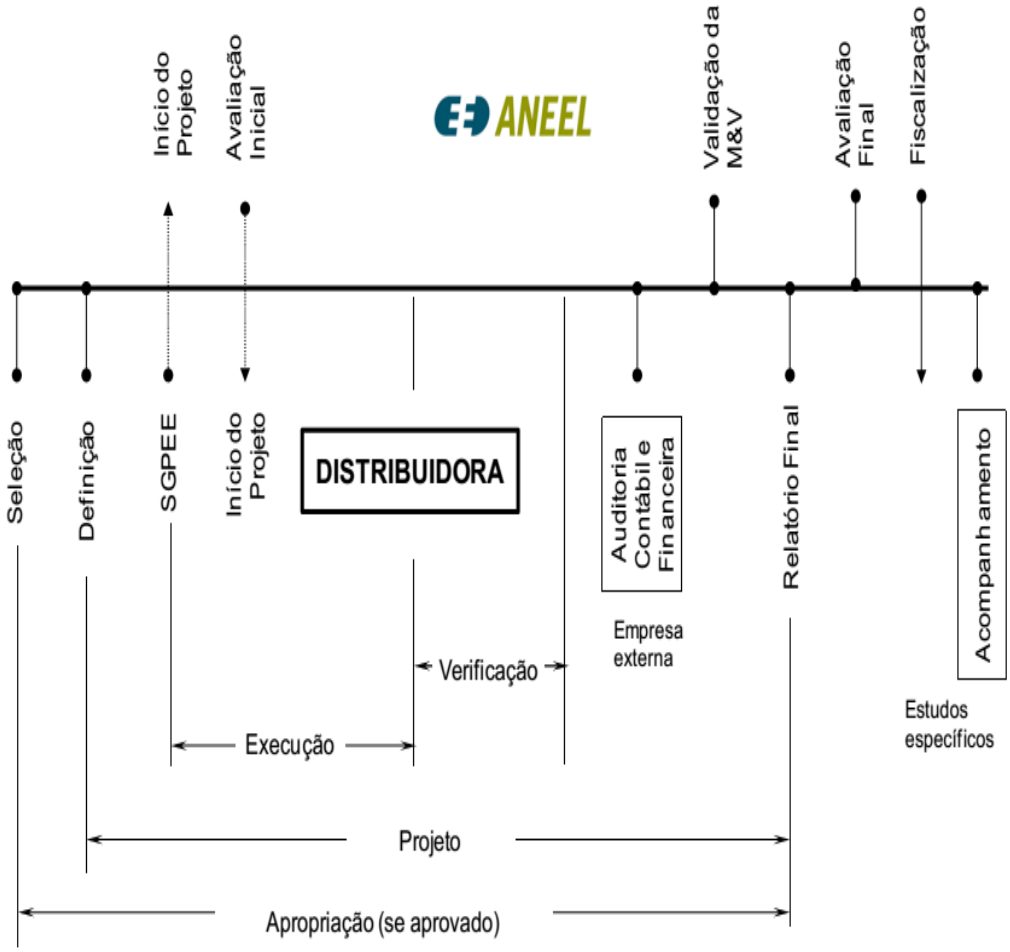


Figura 1 - Etapas do PEE

Fonte: ANEEL (PROPEE)

2.3.2 PROPEE - Resumo

Segundo ANEEL (2013), o PROPEE (Procedimentos do Programa de Eficiência Energética) é um guia determinativo de procedimentos dirigido às distribuidoras, para elaboração e execução de projetos de eficiência energética regulados pela ANEEL.

Definem-se no PROPEE 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. Apresentam-se, também, os procedimentos para contabilização dos custos e apropriação dos investimentos realizados.

O PROPEE é composto de 10 (dez) módulos, que abrangem os diversos aspectos de projetos e do programa PEE, com múltiplas interligações entre eles, as principais indicadas:

1) Introdução;
2) Gestão do Programa;
3) Seleção e Implantação de Projetos;
4) Tipologias do Projeto;
5) Projetos Especiais;
6) Projetos com fontes Incentivadas;
7) Cálculo da Viabilidade;
8) Medição e Verificação dos Resultados;
9) Avaliação de Projetos e Programa;
10) Controle e Fiscalização.

Conforme a Figura 2:

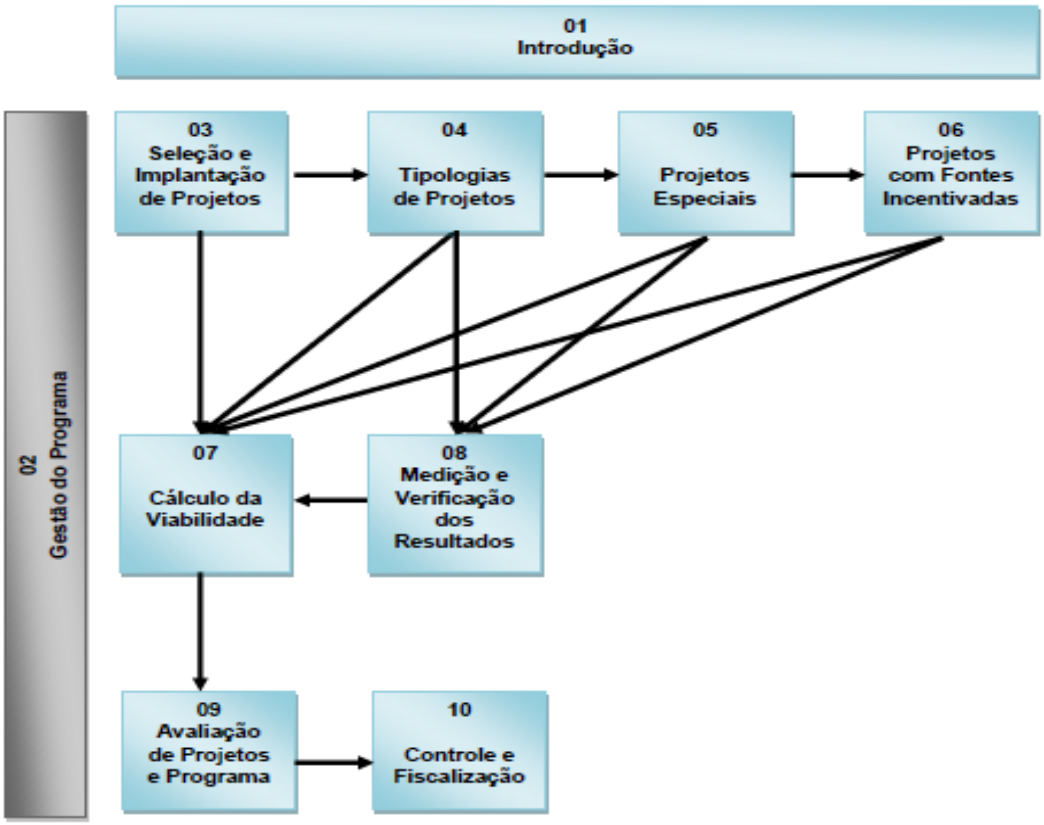


Figura 2 – Módulos do PROPEE

Fonte: ANEEL (PROPEE)

Com o objetivo de tornar o processo de seleção e implantação dos projetos do Programa de Eficiência Energética da ANEEL (PEE) mais abrangente e transparente para a sociedade, o documento “Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE”, aprovado pela Resolução Normativa nº 556, de 02 de julho de 2013, introduziu em seu Módulo 03 a “Chamada Pública de Projetos (CPP)” como forma preferencial de captação de projetos.

2.3.3 Chamadas Públicas de EE da ANEEL

Chamada Pública de Projetos é um mecanismo para implantação de ações de eficiência energética, onde a distribuidora emite um edital convocando para a apresentação de projetos de eficiência energética dentro de critérios técnico-econômicos definidos, para serem selecionados por critérios definidos pela ANEEL (ANEEL, 2013)

Tornar o processo decisório de escolha dos projetos e consumidores beneficiados pelo PEE mais democrático e transparente é o principal objetivo da Chamada Pública, promovendo maior participação da sociedade. Todos os interessados poderão apresentar propostas por meio deste instrumento.

As empresas distribuidoras de energia elétrica deverão realizar Chamadas Públicas para a seleção de projetos como um procedimento anual obrigatório. A concessionária ou permissionária deverá aplicar pelo menos 50% do investimento obrigatório, excluindo-se os valores comprometidos com outras obrigações legais, em unidades consumidoras das duas classes de consumo com maior participação em seu mercado de energia elétrica (ANEEL, 2016).

De acordo com a ANEEL (2013), as Chamadas Públicas serão feitas para as tipologias descritas abaixo, exceto para Baixa Renda, Educacional e Gestão Energética Municipal, ou seja:

1) Industrial;
2) Comércio e Serviços;
3) Poder Público;
4) Serviços Públicos;
5) Rural;
6) Residencial;

A Chamada Pública de Projetos poderá ser realizada por uma única distribuidora ou por grupo de distribuidoras para apresentação de projetos de eficiência energética por ESCOs, consumidores, fabricantes, comerciantes ou outros.

2.3.4 Lâmpadas Fluorescentes e de LED

Uma combinação de lâmpadas, reatores e refletores eficientes, associados a hábitos saudáveis na sua utilização, podem ser aplicados para reduzir o consumo de energia elétrica (VIANA *et al*, 2012).

A seguir serão resumidamente apresentadas 02 (duas) tecnologias de lâmpadas mais comuns utilizados em prédios públicos:

2.3.4.1 Lâmpadas fluorescentes

Lâmpadas Fluorescentes são lâmpadas de descarga de baixa pressão, onde a luz é produzida por pós-fluorescentes que são ativados pela radiação ultravioleta da descarga. As lâmpadas fluorescentes são conhecidas como “luz fria”, pois emitem menos calor para o ambiente que as incandescentes. São constituídas de um tubo de vidro em forma de cilindro, preenchido com argônio, e sua superfície interior é coberta com uma camada de pó fluorescente (fósforo). Contêm vapor de mercúrio e um filamento, cuja função nessas lâmpadas é diferente da função que tem nas lâmpadas incandescentes (Elektro, 2014). Os tipos de lâmpadas fluorescentes mais utilizados são as tubulares que necessitam de reatores para seu funcionamento e as compactas, a seguir:

a) Lâmpadas fluorescentes tubulares

Segundo Viana *et al* (2012), a lâmpada possui, normalmente, o formato do bulbo tubular longo com um filamento em cada extremidade, contendo vapor de mercúrio em baixa pressão com uma quantidade de gás inerte para facilitar a partida. O bulbo é recoberto internamente com um pó fluorescente ou fósforo que, compostos, determinam a quantidade e a temperatura de cor da luz emitida. As lâmpadas fluorescentes tubulares (Figura 3) podem ainda possuir os eletrodos (catodos) quentes com ou sem pré-aquecimento.

Figura 3 – Lâmpadas fluorescentes

Fonte: JORDAN (2017)

Com alta eficiência e longa durabilidade, essas lâmpadas representam a forma clássica de iluminação econômica, utilizada nos mais diversos ambientes. A descarga elétrica em seu interior emite quase que totalmente a radiação ultravioleta (visível ao olho humano), gerada pelo vapor de mercúrio, que é convertida em luz pelo pó fluorescente que reveste a superfície interna do bulbo (Elektro, 2014).

b) Reator eletrônico

O reator é um equipamento auxiliar utilizado em conjunto com as lâmpadas de descarga (lâmpadas fluorescentes) que tem como principal objetivo limitar a corrente nas lâmpadas e com isso garantir as características elétricas adequadas. Conforme a Figura 4, a seguir:

Figura 4 – Reator Eletrônico AFP

Fonte: ECP

Este equipamento é composto por capacitores, indutores para alta freqüência, resistores, circuitos integrados e outros componentes eletrônico, são feitos para operar em alta freqüência (de 20 a 50kHz). Trabalhando nessas faixas de freqüência

o reator poderá proporcionar maior fluxo luminoso com menor consumo de potência. Ou seja, a utilização de reatores eletrônicos se traduz em economia e praticidade, garantindo ambientes de trabalho agradáveis e produtivos, bem como ambientes de lazer confortáveis e descontraídos. Se os reatores eletrônicos forem aplicados corretamente irão garantir melhor eficiência em projetos elétricos e luminotécnicos, contribuindo diretamente para o aumento da vida útil das lâmpadas e manutenção do fluxo luminoso (ECP/2017).

c) Lâmpadas fluorescentes compactas

São lâmpadas fluorescentes de tamanho reduzidas, criadas para substituir com vantagens as lâmpadas incandescentes em várias aplicações, conforme Figura 5:

Figura 5 – Lâmpadas fluorescentes compactas

Fonte: Casa Sustentável

Estão disponíveis em várias formas e tamanhos, podendo vir com o conjunto de controle incorporado ou não, e ainda com bases tipo rosca ou pino. Suas vantagens, em relação às incandescentes, estão, principalmente, no fato de apresentarem o mesmo fluxo luminoso com potências menores, o que gera uma economia de energia de até 80 %, uma vida mediana maior, além de possuírem uma boa definição de cores (VIANA *et al*, 2012).

2.3.4.2 Lâmpadas de LED

De acordo com INMETRO (2016), os diodos emissores de luz (são componentes semicondutores que convertem corrente elétrica em luz visível). Com tamanho

reduzido, o LED oferece vantagens através de seu desenvolvimento tecnológico, tornando-o numa alternativa real na substituição das lâmpadas convencionais. Conforme Figura 6:

Figura 6 - T8-LED-TUBE-120cm-18w-bivolt

Fonte: Starlamp

Diferentemente do que ocorre com a lâmpada incandescente, que abrange todo espectro de cores, o LED gera apenas uma única cor, que depende do tipo de material utilizado, como por exemplo, galênio, arsênio e fósforo. Os LEDs de alto brilho mais encontrados no mercado são azul, branco, vermelho e verde. A eficiência luminosa do LED tem aumentado consideravelmente nos tempos atuais devido às melhorias no processo produtivo e ao avanço tecnológico. A tecnologia LED está sendo produzida com custos cada vez menores e está sendo utilizada em iluminação para diversas aplicações, como por exemplo, sinalização e orientação (degraus e escadas), letreiros luminosos, iluminação de piso, balizamento, segmento automotivo, etc. (INMETRO, 2016).

Os LEDs apresentam alguns benefícios, como por exemplo: longa durabilidade (pode-se obter até 50.000 horas de funcionamento); alta eficiência luminosa; variedade de cores; dimensões reduzidas; alta resistência a choques e vibrações; não gera radiação ultravioleta e infravermelha; baixo consumo de energia e pouca dissipação de calor; redução nos gastos de manutenção, permitindo a sua utilização em locais de difícil acesso; possibilidade de utilização com sistemas fotovoltaicos em locais isolados; etc. (VIANA *et al*, 2012).

As lâmpadas disponíveis no mercado terão que ostentar a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (Figura 7). As lâmpadas LED devem atender a um valor mínimo de eficiência para serem certificadas (INMETRO, 2016).

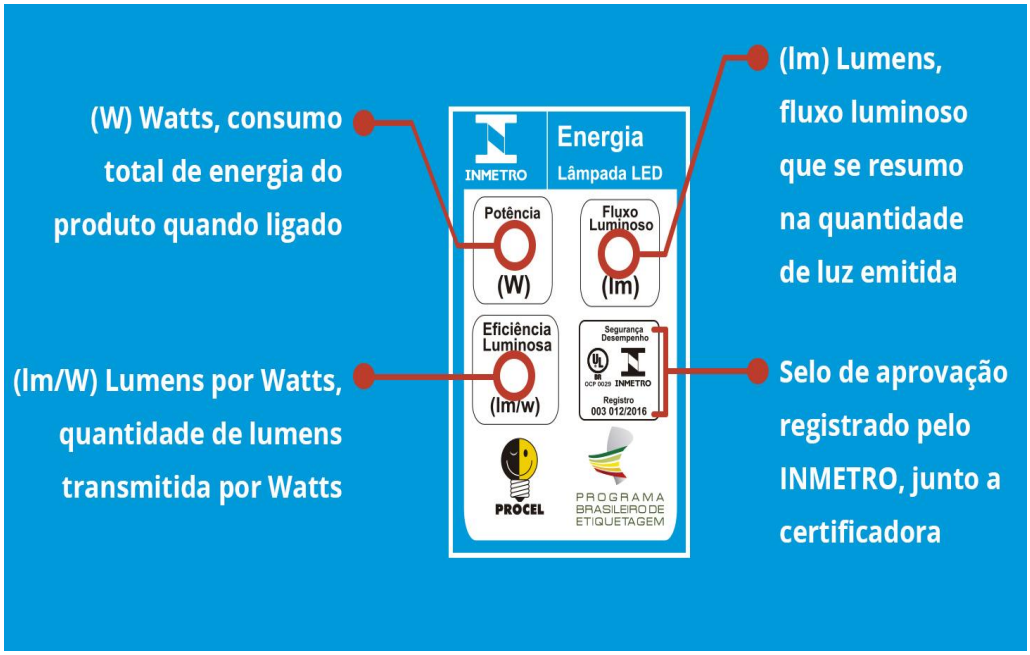


Figura 7 – Etiqueta para lâmpadas de LED

Fonte: Blinkieled

Ao usar a informação da etiqueta, o consumidor deve observar a equivalência entre as diferentes tecnologias de lâmpadas. Por exemplo: uma incandescente de 60 W corresponde a uma fluorescente compacta de 15 W, que por sua vez equivale a uma LED de 09 W. Como todas proporcionam fluxo luminoso semelhante, é justamente a menor potência que faz com que as LED tenham a melhor eficiência luminosa (INMETRO, 2016).

3 METODOLOGIA

Segundo Marconi e Lakatos (2003, p.83), “o método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”.

Neste capítulo será apresentado o tipo de pesquisa realizado, quanto à sua natureza, seu objetivo, sua abordagem, o método utilizado e seus procedimentos. O universo e amostra, Levantamento e tratamento de dados.

3.1 Tipo de pesquisa

Quanto à natureza da pesquisa trata-se de uma pesquisa aplicada, porque estuda um modelo de financiamento de projetos de eficiência energética por meio de Chamada Pública de Projetos de eficiência energética das empresas de distribuição de energia elétrica visando sua aplicação na solução de problemas relativos à diminuição de verbas tanto no setor público quanto no setor privado. Portanto de acordo Gil (2008, p. 27) esta pesquisa tem como “característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos”.

Esta pesquisa quanto aos seus fins é descritiva, porque expõe, classifica e interpreta o tema escolhido para este estudo. Pois “o objetivo primordial de uma pesquisa descritiva é expor as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 2008 p. 28).

Quanto aos seus meios realizou-se uma abordagem qualitativa, porque segundo Gil (2008 p.177), “Na pesquisa qualitativa importante papel é conferido à interpretação”, pois apesar de lidar com dados estatísticos estes não foram criados pelo pesquisador e têm como foco explicar um fenômeno abordando suas causas, efeitos e variáveis, e podendo ser classificada como bibliográfica, no sentido de que os dados foram coletados artigos, livros, teses, dissertações e revistas para se obter os conceitos e o significado da eficiência energética e das chamadas públicas, onde se buscou não interferir nos dados existentes nas fórmulas e cálculos realizados na comparação das tecnologias em relação às potências dos sistemas de iluminação relatando apenas os dados obtidos no projeto de eficientização.

Utilizou-se o método hipotético-dedutivo, pois esta pesquisa levará em consideração a hipótese exposta no capítulo 1.2, à qual poderá ou não ser falseada

a partir dos resultados obtidos (MARCONI e LAKATOS, 2003, p.95) (GIL, 2008, p.12).

3.2 Universo e Amostra

3.2.1 Universo

O Universo desta pesquisa é a Chamada Publica de Projetos de eficiência energética da Empresa de ENEL Distribuidora de Energia Elétrica (CPP 001/2016).

O Programa de Eficiência Energética - PEE da ENEL DISTRIBUIÇÃO CEARÁ e da ENEL DISTRIBUIÇÃO RIO são executados anualmente em atendimento às Leis n° 9.991/2000, n° 13.203/2015 e n° 13.280/2016 e da Resolução 556 da ANEEL, de 02 de julho de 2013, que objetiva promover o uso eficiente e racional de energia elétrica, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos e práticas racionais para combater o desperdício.

3.2.2 Amostra

A amostra desta pesquisa é o conjunto dos 09 (nove) sistemas de iluminação do prédio do Instituto de Ciência e Tecnologia do Campus de Rio das Ostras da Universidade Federal Fluminense que foi criado em 10 de fevereiro de 2010 pelo Conselho de Ensino e Pesquisa da Universidade Federal Fluminense (UFF), através da Resolução n° 049/10. O Instituto de Ciências e Tecnologia (ICT) compõe junto ao Instituto de Humanidades e Saúde (IHS) o Campus Universitário de Rio das Ostras (CURO) da UFF, que está localizado na Rua Recife, s/nº, Bairro Jardim Bela Vista, no município de Rio das Ostras, no estado do Rio de Janeiro. No ICT são ministrados cursos de graduação em Engenharia de Produção, graduação em Ciências Computacionais e Curso de Pós-graduação de Mestrado em Engenharia de Produção e Ciências Computacionais. De acordo com dados fornecidos pelo Portal do Sistema de Transparência da UFF (acessado em 10/04/2017) constam nos quadros de pessoal: 39 (trinta e nove) docentes, 20 (vinte) técnicos administrativos e 665 (seiscentos e sessenta e cinco) alunos de graduação.

3.3 Método Proposto

Quanto aos procedimentos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso, que segundo Yin (2001, p.11), “é apenas uma das formas de se fazer pesquisa em ciências sociais com experimentos, levantamentos, pesquisas históricas e análise de informações em arquivos”.

Segundo Gil (2008, p.58), “O estudo de caso pode, pois, ser utilizado tanto em pesquisas exploratórias quanto descritivas e explicativas”. Como estratégia de pesquisa este estudo de caso observará uma situação relacionada à avaliação da participação do ICT na CPP 001/2016.

3.3.1 Levantamento e Tratamento de Dados

Segundo Lakatos e Marconi (2003, p.158), “para a obtenção de dados podem ser utilizados três procedimentos: pesquisa documental, pesquisa bibliográfica e contatos diretos”.

Os dados obtidos em pesquisa bibliográfica, os artigos, a legislação vigente e o material pesquisado em internet, assim como o edital da Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética foram explicitados no referencial teórico para o embasamento deste estudo.

Os dados coletados da planilha da CELESC/NEPEN, elaborada exclusivamente para cálculos em Chamadas Públicas de eficiência energética das empresas distribuidoras de energia elétrica receberão tratamento em forma de quadros, tabelas e gráficos para melhor visualização e percepção do assunto abordado. Foram levantados e analisados em 04 (quatro) etapas da pesquisa de estudo de caso, conforme a Figura 8:

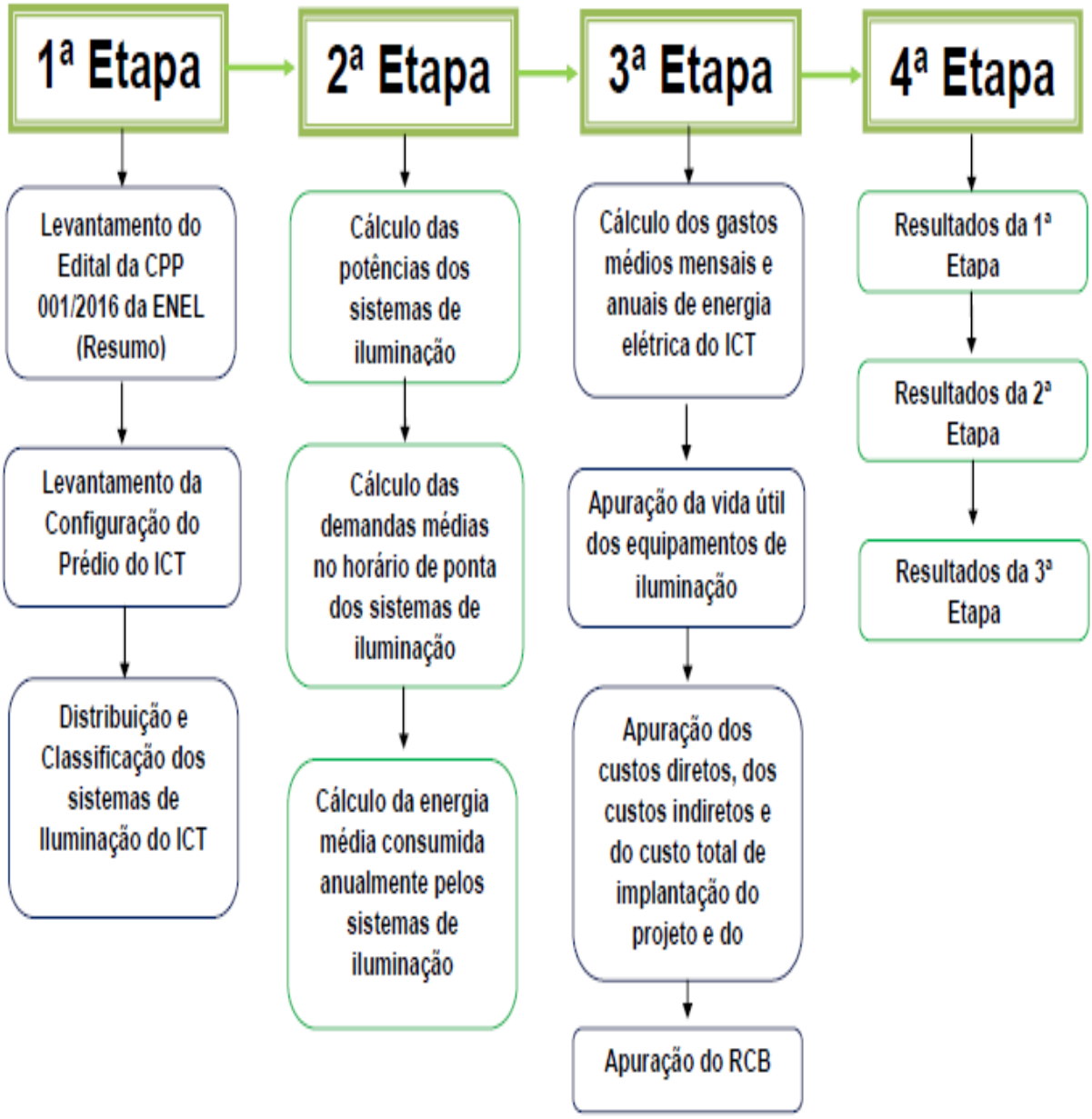


Figura 8 - Etapas do Estudo de Caso

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.1.1 1ª Etapa – Levantamento do Edital da CPP 001/2016 e a Distribuição e Classificação dos sistemas

Nesta etapa foram realizadas as seguintes ações:

a) A leitura e interpretação do edital da CPP 001/2016 da ENEL/RJ, com a finalidade de tomar conhecimento das regras e normas descritas para a participação da Chamada Pública de eficiência energética;

b) O dimensionamento dos setores do ICT através da observação e vistoria aos locais do prédio para se obter um levantamento da quantidade de equipamentos e o tipo de tecnologia utilizada na iluminação;

c) A classificação e realização da distribuição dos setores em um conjunto de 09 (nove) sistemas de iluminação, levando em consideração o tempo estimado de uso diário e de utilização anual de cada sistema de iluminação para o cálculo de potência, consumo anual de energia e demanda de energia em horário de ponta.

3.3.1.2 2ª etapa – Comparações de tecnologias e análise de parâmetros

A comparação dos resultados entre a tecnologia atualmente instalada e a tecnologia proposta para o conjunto de sistemas de iluminação do prédio do ICT foram realizadas através das seguintes ações:

a) Realização dos cálculos da potência dos sistemas de iluminação para dimensionar e comparar o consumo da tecnologia atual em relação à da tecnologia proposta;

b) Realização dos cálculos da demanda média no horário de ponta, que é o horário compreendido entre às 18:00 h e 21:00 h, dos sistemas de iluminação que têm funcionamento neste período, para dimensionar e comparar o consumo da tecnologia atual em relação à da tecnologia proposta;

c) Realização dos cálculos da energia consumida anualmente, dadas em MWh/ano, de cada sistema de iluminação para dimensionar e comparar o consumo da tecnologia atual em relação à da tecnologia proposta.

3.3.1.3 3ª Etapa – Análise das faturas de energia elétrica e custos de implantação do projeto

As seguintes ações foram realizadas na 3ª etapa:

a) Realização do cálculo dos gastos médios mensais e anuais de energia elétrica do ICT com a apuração de valores baseados nas faturas de energia elétrica dos meses entre dezembro/2016 e maio/2017 para a obtenção das tarifas médias cobradas pela distribuidora de energia elétrica durante este período e simula a economia e redução de gastos nas faturas de energia elétrica do prédio do ICT com a implantação da tecnologia proposta;

b) Apuração da vida útil dos equipamentos da tecnologia proposta para cálculo do tempo de duração da nova tecnologia em cada um dos nove sistemas de iluminação;

c) Obtenção na planilha cedida pela CELESC/NEPEN dos custos diretos, indiretos e do custo total da implantação do projeto de eficiência energética na CPP 001/2106 para aplicar no cálculo do "*Payback"* e verificar o tempo de retorno do investimento;

d) Realização do cálculo da Relação Custo Benefício (RCB) que indica a viabilidade do projeto de eficiência energética ao qual se obtém através da divisão entre o custo anualizado total (CA_t) e o benefício anualizado total (BA_t) do conjunto dos sistemas de iluminação onde os dados são extraídos da planilha cedida pela CELESC/NEPEN da CPP 001/2016 da ENEL RJ. Conforme consta no edital da CPP 001/2016 da ENEL o item 6 – Seleção de Propostas de Projetos observa que o projeto deve possuir RCB menor ou igual a 0,75 (zero vírgula setenta e cinco) no caso de propostas de projetos que beneficiem consumidores sem fins lucrativos.

3.3.1.4 4ª Etapa – Resultados e Discussões

Finaliza com a 4ª Etapa exibindo os resultados e discussões geradas com o auxilio de tabelas, quadros e gráficos conforme as ações a seguir:

a) Demonstração dos resultados da 1ª etapa em relação à utilização do conjunto dos nove sistemas de iluminação em horas por dia, dias por mês e meses por ano e em relação aos sistemas que funcionam no horário de ponta;

b) Demonstração dos resultados da 2ª etapa em relação à potência instalada, à demanda média no horário de ponta e à energia consumida anualmente pelo conjunto dos nove sistemas de iluminação;

c) Demonstração dos resultados da 3ª etapa em relação à economia média mensal e anual, ao custo total de implantação do projeto, à vida útil do conjunto dos nove sistemas de iluminação, ao retorno do investimento e ao RCB.

4 ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta na 1ª Etapa um resumo do edital da CPP 001/2016 da ENEL/RJ e a definição do conjunto de sistemas de iluminação de cada setor do prédio para cálculo da eficiência energética, levando em consideração o tempo estimado de uso diário e os dias de utilização anual de cada sistema de iluminação.

Na 2ª Etapa compara os resultados obtidos no cálculo da potência dos sistemas, da demanda média no horário de ponta e a energia anualmente consumida entre a tecnologia atualmente instalada e a tecnologia proposta para o conjunto de sistemas de iluminação do prédio do ICT.

Na 3ª Etapa realiza a apuração de valores baseados nas faturas de energia elétrica dos meses entre dezembro/2016 e maio/2017, simula a economia e redução de gastos nas faturas de energia elétrica do prédio do ICT com a implantação da tecnologia proposta, revela o custo do projeto através da CPP 001/2106, calcula a vida útil da tecnologia proposta e o “Payback” do investimento em anos de utilização do conjunto de sistemas de iluminação.

Finaliza este capítulo a 4ª Etapa com os resultados e discussões relativas à análise dos dados gerados na 1ª, 2ª e 3ª etapa deste estudo de caso.

4.1 1ª etapa – Levantamento do Edital da CPP 001/2016 e a Distribuição e Classificação dos sistemas

4.1.1 Resumo do Edital da CPP 001/2016

A legislação aplicável à matéria determina que as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica devem aplicar, anualmente, a partir de abril 2016, o valor equivalente a 0,4% (zero vírgula quatro por cento) de sua receita operacional líquida anual no desenvolvimento de programas para o incremento da eficiência energética no uso final de energia elétrica, através de projetos executados em instalações de clientes e consumidores.

O objetivo desta CPP é prospectar e selecionar as “propostas de projetos” de eficiência energética no uso final de energia elétrica, para unidades consumidoras pertencentes à área de concessão da ENEL DISTRIBUIÇÃO CEARÁ e da ENEL DISTRIBUIÇÃO RIO, visando o cumprimento de obrigações legais das concessionárias da ENEL BRASIL, perante ANEEL.

Podem participar todos os clientes cativos e livres conectados à rede de distribuição atendidos na área de concessão da ENEL DISTRIBUIÇÃO CEARÁ e da ENEL DISTRIBUIÇÃO RIO, além de empresas legalmente habilitadas para a execução de serviços de conservação de energia, fabricantes e comerciantes de equipamentos. Os clientes deverão estar em dia com as suas obrigações legais e perante cada concessionária. A apresentação de projetos de eficiência energética deverá ser feita por tipologia.

Os valores disponibilizados para esta CPP são de:

- ENEL Distribuição Ceará... R$ 2.000.000,00 (Dois milhões de reais);
- ENEL Distribuição Rio... R$ 2.000.000,00 (Dois milhões de reais).

Poderão ser aprovados, a critério da ENEL DISTRIBUIÇÃO CEARÁ / ENEL DISTRIBUIÇÃO RIO, um conjunto de propostas de projetos que ultrapasse os valores inicialmente disponibilizados, desde que atendam aos critérios de seleção e aos requisitos especificados. As seguintes tipologias serão aceitas nesta CPP:

- Residencial;
- Comercial;
- Industrial;
- Poder Público;
- Serviços Públicos.

Na existência de saldo financeiro disponível na verba alocada na CCP, será dada prioridade, obedecendo aos critérios de pontuação, para projetos na Tipologia de “Poder Público” e “Comercial e Serviços - sem fins lucrativos”, até o limite dos recursos disponíveis, sendo descartados aqueles projetos, mesmo com pontuação, que excedam a verba total disponível.

A seleção das propostas de projetos que irão compor o PEE foi dividida em 02 (duas) fases complementares, sendo a primeira fase de Projeto Simplificado e a segunda fase de Projeto Integral.

a) Primeira fase – Projeto Simplificado

Nesta primeira etapa as empresas proponentes avaliam as ações de eficiência energéticas viáveis através de um PRÉ-DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO. É uma etapa imprescindível que antecede à elaboração do projeto. Deve apresentar um relatório contendo uma estimativa do investimento em ações de eficiência

energética, economia de energia, redução de demanda na ponta, a estratégia de M&V preliminar e o valor do DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO para definição e descrição das ações de eficiência energética que serão implementadas. Os projetos simplificados serão listados em ordem decrescente de pontuação total (ranking) e selecionados, para a segunda fase, as primeiras propostas cuja soma de incentivos totais requeridos cubram o limite do recurso disponível.

a) Segunda fase - Projeto Integral

O Projeto integral está sujeito à aprovação da ENEL Distribuição Ceará / ENEL Distribuição Rio, podendo demandar correções de modo a atender exigências e determinações da “Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL”. Os cronogramas físicos e financeiros apresentados no Projeto Integral e aprovados serão considerados como sendo definitivos, sendo, portanto utilizados como base para estabelecer as obrigações contratuais referentes ao prazo de execução dos projetos de eficiência energética.

4.1.2 Configuração do prédio do ICT

O prédio do ICT (Figura 9 e Figura 10) é composto de 02 (dois) pavimentos com uma área total de aproximadamente 650,93 m².

Figura 9 – Fachada lateral (A) do prédio – ICT

Fonte: O autor

Figura 10 – Fachada lateral (B) do prédio – ICT

Fonte: O autor

a) Configuração do 1º Pavimento

O primeiro pavimento apresenta a seguinte configuração:

1) 05 (cinco) salas de aula (01, 02, 03, 04 e 05);
2) 01 (uma) sala de reuniões;
3) 01 (um) auditório reversível;
4) 01 (uma) biblioteca;
5) 01 (um) setor de protocolo;
6) 01 (uma) sala da Empresa Junior;
7) 01 (um) setor p/ segurança patrimonial;
8) 01 (um) setor da PROAES;
9) 01 (um) Hall / Portaria;
10) 01 (um) banheiro Masculino + PNE;
11) 01 (um) banheiro feminino + PNE;
12) 01 (um) hall dos banheiros;
13) 01 (uma) área de elevadores;
14) 01 (uma) área de escada;
15) 01 (um) depósito de material de limpeza (DML);
16) 05 (cinco) áreas de circulação (corredores).

b) Configuração do 2º Pavimento

O segundo pavimento apresenta a seguinte configuração:

1) 03 (três) salas de aula (n° 06, 07 e 08);
2) 01 (uma) sala de professores;

3) 01 (uma) sala de convivência;
4) 01 (uma) sala da Direção do ICT;
5) 01 (uma) sala das coordenações de cursos (RGC, RGM e MESC);
6) 01 (uma) sala das chefias dos departamentos (RCM e REG);
7) 01 (uma) sala da PREUNI;
8) 01 (uma) sala do Centro Acadêmico;
9) 01 (um) Setor de Finanças/Almoxarifado/TI;
10) 02 (dois) laboratórios de Informática (n°01 e 02);
11) 03 (três) laboratórios de pesquisa (n° 01, 02 e 03);
12) 01 (um) banheiro masculino + PNE;
13) 01 (um) banheiro feminino + PNE;
14) 01 (uma) área de elevadores;
15) 01 (uma) área de escada;
16) 01 (um) hall dos banheiros;
17) 01 (um) depósito de material de limpeza (DML);
18) 05 (cinco) áreas de circulação (corredores).

4.1.3 Distribuição do conjunto de sistemas de iluminação

Os diversos setores do prédio do ICT (

Figura 11) estão distribuídos em um conjunto de 09 (nove) sistemas de iluminação e totalizam 296 (duzentos e noventa e seis) unidades de lâmpadas, aos quais foram determinados de acordo com seu tempo de utilização anual e de utilização no horário de ponta em cada setor do prédio.

Figura 11 – Iluminação do auditório – Sistema 05

Fonte: O autor

4.1.3.1 Tempo de utilização anual

O cálculo do tempo de utilização anual do conjunto de sistemas de iluminação se dá através da seguinte equação:

Equação 1 – Tempo de utilização integral do sistema de iluminação

ha_i = h/dia * dia/ano

onde:

ha_i: Horas de funcionamento anual do sistema (i)

h/dia: Horas de utilização do sistema, em um dia;

dia/ano: Dias de utilização do sistema, em um ano.

a) Sistema de iluminação 01

Os setores que compõem o sistema de iluminação 01 totalizam 42 lâmpadas que funcionam em média 15 horas por dia durante 242 dias por ano, conforme mostra a Tabela 3:

Tabela 3 - Sistema de iluminação 01

Sistema 01			
Setor	Tempo estimado de uso (h)	Dias de utilização do sistema, em um ano (d/a)	QTD
Circulação/Hall/portaria - 1º pavimento	15	242	20
Circulação/Hall - 2º pavimento	15	242	22
		Total	**42**

Fonte: Adaptado planilha CELESC/NEPEN

O tempo de utilização deste sistema é de 3.630 (três mil seiscentos e trinta) horas de funcionamento por ano (h/ano), conforme mostra o Quadro 2:

Quadro 2 – Tempo de utilização Integral – Sistema 01

Tempo de utilização Integral – Sistema 01			
Horas de utilização do sistema, em um dia	h/dia	-	15
Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano	-	242
Funcionamento	h/ano	ha_1	3.630

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

***Cálculo:* ha_1 = h/dia * dia/ano** [1]

ha_1 = 15 * 242

ha_1 = 3.630 h/ano

b) Sistema de iluminação 02

Os setores que compõem o sistema de iluminação 02 totalizam 84 lâmpadas que funcionam em média 14 horas por dia durante 176 dias por ano, conforme mostra a Tabela 4:

Tabela 4 – Sistema de iluminação 02

Sistema 02			
Setor	Tempo estimado de uso (h)	Dias de utilização do sistema, em um ano (d/a)	QTD
Sala 01	14	176	12
Sala 02	14	176	12
Sala 03	14	176	08
Sala 04	14	176	12
Sala 05	14	176	12
Sala 06	14	176	12
Sala 07	14	176	08
Sala 08	14	176	08
		Total	**84**

Fonte: Adaptado planilha CELESC/NEPEN

O tempo de utilização deste sistema é de 2.464 (duas mil quatrocentos e sessenta e quatro) horas de funcionamento por ano (h/ano), conforme mostra o Quadro 3:

Quadro 3 - Tempo de utilização Integral - Sistema 02

Tempo de utilização Integral - Sistema 02			
Horas de utilização do sistema, em um dia	h/dia	-	14
Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano	-	176
Funcionamento	h/ano	ha_2	2.464

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{ha_2 = h/dia * dia/ano}$ [1]

$ha_2 = 14 * 176$

$ha_2 = 2.464$ h/ano

c) Sistema de iluminação 03

Os setores que compõem o sistema de iluminação 03 totalizam 46 lâmpadas que funcionam em média 12 horas por dia durante 176 dias por ano, conforme mostra a Tabela 5:

Tabela 5 – Sistema de iluminação 03

Sistema 03			
Setor	Tempo estimado de uso (h)	Dias de utilização do sistema, em um ano (d/a)	QTD
Lab. Engenharia de Produção	12	176	12
Lab. Sistema de Informação	12	176	06
Lab. Pesquisa Operacional	12	176	08
Lab. Implantação, Gestão e Avaliação de Sistemas de Produção	12	176	08
Lab. Ciências da Computação	12	176	12
		Total	**46**

Fonte: Adaptado planilha CELESC/NEPEN

O tempo de utilização deste sistema é de 2.112 (dois mil cento e doze) horas por ano (h/ano), conforme mostra o Quadro 4:

Quadro 4 - Tempo de utilização Integral - Sistema 03

Tempo de utilização Integral - Sistema 03			
Horas de utilização do sistema, em um dia	h/dia	-	12
Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano	-	176
Funcionamento	h/ano	ha_3	2.112

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $ha_3 = h/dia * dia/ano$ [1]

$ha_3 = 12 * 176$

$ha_3 = 2.112$ h/ano

d) Sistema de iluminação 04

Os setores que compõem o sistema de iluminação 04 totalizam 58 lâmpadas que funcionam em média 12 horas por dia durante 242 dias por ano, conforme mostra a Tabela 6, a seguir:

Tabela 6 – Sistema de iluminação 04

Sistema 04			
Setor	Tempo estimado de uso (h)	Dias de utilização do sistema, em um ano (d/a)	QTD
Sala de Protocolo	12	242	04
Banheiro masculino - 1º pavimento	12	242	04

Sistema 04			
Setor	Tempo estimado de uso (h)	Dias de utilização do sistema, em um ano (d/a)	QTD
Banheiro feminino - 1º pavimento	12	242	04
Banheiro masculino - 2º pavimento	12	242	04
Banheiro feminino - 2º pavimento	12	242	04
Biblioteca	12	242	30
Direção ICT	12	242	08
		Total	**58**

Fonte: Adaptado planilha CELESC/NEPEN

O tempo de utilização deste sistema é de 2.904 (duas mil novecentos e quatro) horas por ano (h/ano), conforme mostra o Quadro 5:

Quadro 5 - Tempo de utilização integral - Sistema 04

Tempo de utilização integral - Sistema 04			
Horas de utilização do sistema, em um dia	h/dia	-	12
Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano	-	242
Funcionamento	h/ano	ha_4	2.904

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{ha_4 = h/dia * dia/ano}$ [1]

$ha_4 = 12 * 242$

$ha_4 = 2.904$ h/ano

e) Sistema de iluminação 05

Os setores que compõem o sistema de iluminação 05 totalizam 16 lâmpadas que funcionam em média 10 horas por dia durante 176 dias por ano, conforme mostra a Tabela 7, a seguir:

Tabela 7 – Sistema de iluminação 05

Sistema 05			
Local	Tempo estimado de uso (h)	Dias de utilização do sistema, em um ano (d/a)	QTD
Auditório	10	176	16
		Total	**16**

Fonte: Adaptado planilha CELESC/NEPEN

O tempo de utilização deste sistema é de 1.760 (hum mil setecentos e sessenta) horas por ano (h/ano), conforme mostra o Quadro 6:

Quadro 6 - Tempo de utilização integral – Sistema 05

Tempo de utilização integral – Sistema 05			
Horas de utilização do sistema, em um dia	h/dia	-	10
Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano	-	176
Funcionamento	h/ano	ha_5	1.760

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $ha_5 = h/dia * dia/ano$ [1]

$ha_5 = 10 * 176$

$ha_5 = 1.760$ h/ano

f) Sistema de iluminação 06

Os setores que compõem o sistema de iluminação 06 totalizam 16 lâmpadas que funcionam em média 10 horas por dia durante 220 dias por ano, conforme mostra a Tabela 8, a seguir:

Tabela 8 – Sistema de iluminação 06

Sistema 06			
Local	Tempo estimado de uso (h)	Dias de utilização do sistema, em um ano (d/a)	QTD
Sala dos Professores	10	220	16
		Total	**16**

Fonte: Adaptado planilha CELESC/NEPEN

O tempo de utilização deste sistema é de 2.200 (dois mil e duzentos) horas por ano (h/ano), conforme mostra o Quadro 7, a seguir:

Quadro 7 - Tempo de utilização integral – Sistema 06

Tempo de utilização integral – Sistema 06			
Horas de utilização do sistema, em um dia	h/dia	-	10
Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano	-	220
Funcionamento	h/ano	ha_6	2.200

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $ha_6 = h/dia * dia/ano$ [1]

$ha_6 = 10 * 220$

$ha_6 = 2.200$ h/ano

g) Sistema de iluminação 07

Os setores que compõem o sistema de iluminação 07 totalizam 16 lâmpadas que funcionam em média 10 horas por dia durante 242 dias por ano, conforme mostra a Tabela 9, a seguir:

Tabela 9 – Sistema de iluminação 07

Sistema 07			
Local	Tempo estimado de uso (h)	Dias de utilização do sistema, em um ano (d/a)	QTD
Finanças/Almoxarifado/TI	10	242	4
Coordenações (RGC, RGM, MESC)	10	242	6
Chefias departamentos (RCM, REG)	10	242	6
		Total	**16**

Fonte: Adaptado planilha CELESC/NEPEN

O tempo de utilização deste sistema é de 2.420 (dois mil quatrocentos e vinte) horas por ano (h/ano), conforme mostra o Quadro 8, a seguir:

Quadro 8 - Tempo de utilização Integral – Sistema 07

Tempo de utilização Integral – Sistema 07			
Horas de utilização do sistema, em um dia	h/dia	-	10
Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano	-	242
Funcionamento	h/ano	ha_7	2.420

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{ha_7 = h/dia * dia/ano}$ [1]

$ha_7 = 10 * 242$

$ha_7 = 2.420$ h/ano

h) Sistema de iluminação 08

Os setores que compõem o sistema de iluminação 08 totalizam 08 lâmpadas que funcionam em média 06 horas por dia durante 220 dias por ano, conforme mostra a Tabela 10, a seguir:

Tabela 10 – Sistema de iluminação 08

Sistema 08			
Local	Tempo estimado de uso (h)	Dias de utilização do sistema, em um ano (d/a)	QTD
PNE masculino – 1º pavimento	06	220	02
PNE feminino - 1º pavimento	06	220	02
PNE masculino - 2º pavimento	06	220	02
PNE feminino - 2º pavimento	06	220	02
		Total	**08**

Fonte: Adaptado planilha CELESC/NEPEN

O tempo de utilização deste sistema é de 1.320 (hum mil trezentos e vinte) horas por ano (h/ano), conforme mostra o Quadro 9:

Quadro 9 - Tempo de utilização integral – Sistema 08

Tempo de utilização integral – Sistema 08			
Horas de utilização do sistema, em um dia	h/dia	-	6
Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano	-	220
Funcionamento	h/ano	ha_8	1.320

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{ha_8 = h/dia * dia/ano}$ [1]

$ha_8 = 6 * 220$

$ha_8 = 1.320$ h/ano

i) Sistema de Iluminação 09

Os setores que compõem o sistema de iluminação 09 totalizam 10 lâmpadas que funcionam em média 06 horas por dia durante 242 dias por ano, conforme mostra a Tabela 11, a seguir:

Tabela 11 – Sistema de iluminação 09

Sistema 09			
Local	Tempo estimado de uso (h)	Dias de utilização do sistema, em um ano (d/a)	QTD
Empresa Junior	06	242	06
Sala de Convivência	06	242	04
		Total	**10**

Fonte: Adaptado planilha CELESC/NEPEN

O tempo de utilização deste sistema é de 1.452 (hum mil quatrocentos e cinquenta e dois) horas por ano (h/ano), conforme mostra o Quadro 10, a seguir:

Quadro 10 - Tempo de utilização integral – Sistema 09

Tempo de utilização integral – Sistema 09			
Horas de utilização do sistema, em um dia	h/dia	-	6
Dias de utilização do sistema, em um ano	dia/ano	-	242
Funcionamento	h/ano	ha_9	1.452

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $ha_9 = h/dia * dia/ano$ [1]

$ha_9 = 6 * 242$

$ha_9 = 1.452$ h/ano

4.1.3.2 Funcionamento no Horário de ponta

Ao longo das 24 horas do dia, o consumo de energia varia, atingindo valores máximos entre as 17 e 22 horas. De acordo com o perfil da carga de cada concessionária, são escolhidas três horas compreendidas neste intervalo, dos dias úteis, definido como Horário de Ponta (Claudio, 2016). A concessionária local de energia elétrica da região do ICT considera o horário de ponta entre ás 18:00h até às 21:00h. Conforme a Figura 12:

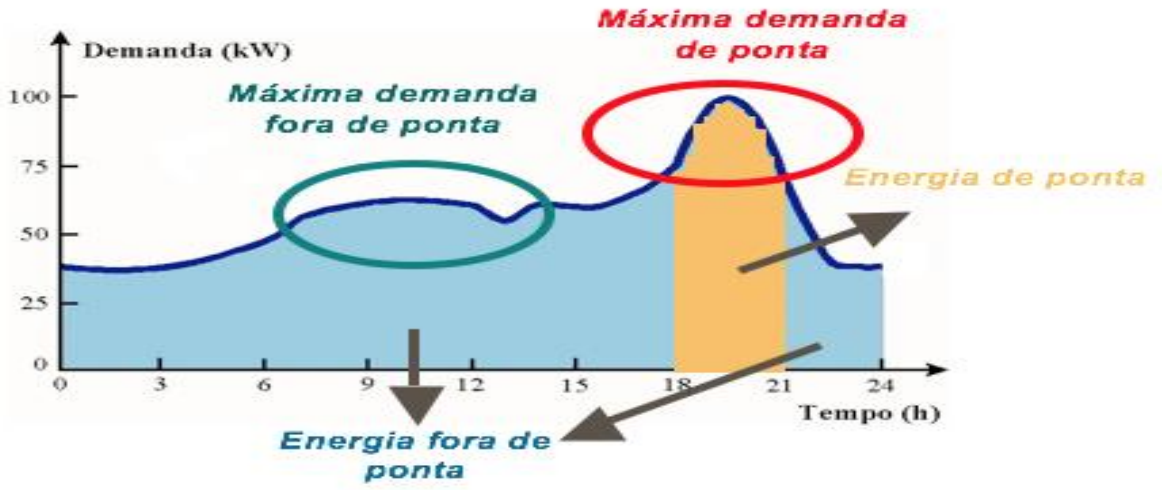


Figura 12 – Horário de Ponta

Fonte: Revista Espacios

O cálculo do tempo de utilização do conjunto de sistemas de iluminação se dá através da seguinte equação:

Equação 2 – Tempo de utilização no horário de ponta

$$hap_i = nm_i * nd_i * nup_i$$

Onde:

hap_i : Horas de utilização anual do sistema (i) no horário de ponta

nm_i : Meses no ano de utilização do Sistema (i) no horário de ponta;

nd_i : Dias úteis no mês de utilização do Sistema (i) no horário de ponta;

nup_i : Horas de utilização anual do sistema (i) no horário de ponta.

a) Horário de ponta Sistema 01

No horário de ponta este sistema é utilizado 11 (onze) meses por ano, 22 (vinte e dois) dias por mês e 03 (três) horas por dia, conforme mostra o Quadro 11:

Quadro 11 - Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 01

Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 01			
Meses no ano de utilização do Sistema no horário de ponta	Meses	nm_1	11
Dias úteis no mês de utilização do Sistema no horário de ponta	Dias	nd_1	22
Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de ponta	Horas	nup_1	3
Horas de utilização anual do sistema no horário de ponta	h/ano	hap_1	726

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $hap_1 = nm_1 * nd_1 * nup_1$ [2]

$hap_1 = 11 * 22 * 3$

$hap_1 = 726$ h/ano

b) Horário de ponta Sistema 02

No horário de ponta este sistema é utilizado 08 (oito) meses por ano, 22 (vinte e dois) dias por mês e 03 (três) horas por dia. Conforme mostra o Quadro 12:

Quadro 12 - Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 02

Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 02			
Meses no ano, de utilização do Sistema no horário de ponta	meses	nm_2	8
Dias úteis no mês, de utilização do Sistema no horário de ponta	dias	nd_2	22
Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de ponta	horas	nup_2	3
Horas de utilização anual do sistema no horário de ponta	h/ano	hap_2	528

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $hap_2 = nm_2 * nd_2 * nup_2$ [2]

$hap_2 = 8 * 22 * 3$

$hap_2 = 528$ h/ano

c) Horário de ponta Sistema 03

No horário de ponta este sistema é utilizado 08 (oito) meses por ano, 22 (vinte e dois) dias por mês e 03 (três) horas por dia, conforme mostra o Quadro 13:

Quadro 13 – Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 03

Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 03			
Meses no ano, de utilização do Sistema no horário de ponta	meses	nm_3	8
Dias úteis no mês, de utilização do Sistema no horário de ponta	dias	nd_3	22
Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de ponta	horas	nup_3	3
Horas de utilização anual do sistema no horário de ponta	h/ano	hap_3	528

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $hap_3 = nm_3 * nd_3 * nup_3$ [2]

$hap_3 = 8 * 22 * 3$

$hap_3 = 528$ h/ano

d) Horário de ponta Sistema 04

No horário de ponta este sistema é utilizado 08 (oito) meses por ano, 22 (vinte e dois) dias por mês e 03 (três) horas por dia, conforme mostra o Quadro 14:

Quadro 14 – Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 04

Tempo de utilização no horário de ponta - Sistema 04			
Meses no ano, de utilização do Sistema no horário de ponta	meses	nm_4	8
Dias úteis no mês, de utilização do Sistema no horário de ponta	dias	nd_4	22
Horas por dia, de utilização do Sistema no horário de ponta	horas	nup_4	3
Horas de utilização anual do sistema no horário de ponta	h/ano	hap_4	528

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $hap_4 = nm_4 * nd_4 * nup_4$ [2]

$hap_4 = 8 * 22 * 3$

$hap_4 = 528$ h/ano

4.2 2ª etapa – Comparações de tecnologias e análise de parâmetros

Consumo de energia elétrica: quantidade de potência elétrica (kW) consumida em um intervalo de tempo, expresso em quilowatt-hora (kW/h) ou em pacotes de 1000 unidades (MWh). No caso de um equipamento elétrico o valor é obtido através do produto da potência do equipamento pelo seu período de utilização e, em uma instalação residencial, comercial ou industrial, através da soma do produto da demanda medida pelo período de integração (CEPEL, 2014).

Nesta etapa serão analisados os parâmetros utilizados para apuração da potência dos sistemas, do consumo médio anual, o fator de coincidência e a demanda média no horário de ponta. Após, serão explícitos os cálculos energéticos do conjunto dos 09 (nove) de sistemas de iluminação, da tecnologia atualmente instalada e da tecnologia proposta para a substituição, para que sejam comparadas e analisadas.

4.2.1 Parâmetros

4.2.1.1 Potência do sistema

Consumo de energia elétrica - Quantidade de potência elétrica (kW) consumida em um intervalo de tempo, expresso em quilowatt-hora (kWh) ou em pacotes de 1000 unidades (MWh). No caso de um equipamento elétrico o valor é obtido através do produto da potência do equipamento pelo seu período de utilização (GUEDES, 2011).

a) Tecnologia atual - Pa_i

Potência elétrica dos equipamentos que pertencem ao sistema (i) de iluminação atual medida em kW. No caso da tecnologia de lâmpadas fluorescentes tipo FT 32 w, soma-se a potência dos reatores de 2,5w.

Equação 3 – Potência instalada do sistema de iluminação atual

$$Pa_i = (pla_i * qla_i + pra_i * qra_i) / 1000$$

Onde:

Pa_i : Potência instalada no sistema (i) atual;

pla_i : potência da lâmpada instalada no sistema (i) atual;

qla_i : quantidade de lâmpadas instaladas no sistema (i) atual;

pra_i : potência do reator instalado no sistema (i) atual;

qra_i : quantidade de reatores instalados no sistema (i) atual.

1.000: 10 W^3 ou unidade para conversão em Kw.

b) Tecnologia proposta - Pp_i

A tecnologia de lâmpadas Tubo LED 18 w não necessita de reatores para seu funcionamento.

Equação 4 – Potência instalada do sistema de iluminação proposto

$$Pp_i = (plp_i * qlp_i) / 1000$$

Onde:

Pp_i : Potência instalada no sistema (i) proposto;

plp_i : potência da lâmpada instalada no sistema (i) proposto;

qlp_i : quantidade de lâmpadas instaladas no sistema (i) proposto;

4.2.1.2 Consumo médio anual de energia elétrica do sistema

a) Tecnologia atual - Ea_i

Toda energia consumida pelo sistema de iluminação atual durante um ano, nos dias de funcionamento, medida em Megawatts hora (MWh).

Equação 5 – Consumo médio anual do sistema de iluminação atual

$$Ea_i = (Pa_i * ha_i) / 1000$$

Onde:

Pa_i : potência instalada no sistema (i) atual;

ha_i : funcionamento anual (dias por ano) do sistema (i) atual.

b) Tecnologia proposta - Ep_i

Toda energia consumida pelo sistema de iluminação proposta durante um ano, nos dias de funcionamento, medida em Megawatts hora (MWh).

Equação 6 – Consumo médio anual do sistema de iluminação proposto

$$Ep_i = (Pp_i * hp_i) / 1000$$

Onde:

Pp_i : potência instalada no sistema (i) proposto;

hp_i : funcionamento anual (dias por ano) do sistema (i) proposto.

4.2.1.3 Fator de coincidência no horário de ponta

Fator a ser considerado para o cálculo da potência média na ponta, que é utilizado para o cálculo de redução de demanda no horário de ponta. O valor do fator de coincidência na ponta deverá ser menor ou igual a 01 (<=1).

Equação 7 – Fator de coincidência no horário de ponta

$$FCP_i = nup_i * nd_i * nm_i / 792$$

Onde:

nup_i: Número de horas por dia de utilização do sistema (i) a ser eficientizado no horário de ponta. Para a CELESC, o horário de ponta a ser considerado deverá ser menor ou igual a 03 (três) horas;

nd_i: Número de dias úteis (segunda-feira a sexta-feira) ao longo do mês em que se utiliza o sistema (i) a ser eficientizado no horário de ponta. Considera-se um mês padrão com 22 (vinte e dois) dias úteis mensais;

nm_i: Número de meses, no período de um ano, em que se utiliza o sistema (i) a ser eficientizado. Considera-se um ano padrão com 12 (doze) meses;

***792*:** Número de horas equivalente às horas de ponta disponíveis ao longo de um ano (3 horas de ponta diárias x 22 dias úteis por mês x 12 Meses por ano). (VALDEVINO, 2016).

4.2.1.4 Demanda média na ponta

A demanda contratada segundo o CEPEL (2014) é a demanda de potência ativa a ser obrigatoriamente e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

Os valores de demanda contratada (em kW) são independentes do consumo registrado (em kW/h). No caso de se verificar demanda que supere em mais de 10% o limite contratado, o consumidor pagará o excesso calculado pela tarifa de ultrapassagem. O valor da tarifa de ultrapassagem é três vezes o valor da tarifa básica, tanto para o horário fora de ponta quanto para o horário de ponta (CLAUDIO, 2003).

a) Tecnologia atual - Da_i

Equação 8 – Demanda média na ponta do sistema de iluminação atual

$$Da_i = Pa_i * FCP_i$$

Onde:

Da_i : Demanda média na ponta no sistema atual;

Pa_i : Potência instalada no sistema atual;

FCP_i : Fator de coincidência no horário de ponta do sistema (i).

b) Tecnologia proposta - Dp_i

Equação 9 – Demanda média do sistema de iluminação proposto

$$Dp_i = Pp_i * FCP_i$$

Onde:

Dp_i: Demanda média na ponta no sistema (i) proposto;

Pp_i: Potência instalada no sistema (i) proposto;

FCP_i: Fator de coincidência no horário de ponta do sistema (i).

4.2.2 Cálculos energéticos dos sistemas de iluminação

4.2.2.1 Cálculo energético do sistema de iluminação 01

a) Tecnologia atual

Este sistema totaliza 42 (quarenta e duas) lâmpadas Fluorescentes do tipo FT 32W, às quais necessitam para seu funcionamento igual quantidade de reatores com potência de 2,5W cada. A potência deste sistema é de 1,45 kW e o consumo de energia anual é de 5,26 MWh/ano, conforme mostra o Quadro 15:

Quadro 15 - Potência e consumo anual – Atual - Sistema 01

Potência e consumo anual – Atual - Sistema 01				
Lâmpadas	Potência	W	pla_1	32
	Quantidade	Un	qla_1	42
Reatores	Potência	W	pra_1	2,5
	Quantidade	Um	qra_1	42
Potência do sistema		kW	Pa_1	1,45
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ea_1	5,26

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $Pa_1 = (pla_1 * qla_1 + pra_1 * qra_1) / 1.000$ [3]

$Pa_1 = (32 * 42 + 2,5 * 42) / 1.000$

Pa_1 = 1.449 / 1.000

Pa_1 = 1,45 kW

Cálculo: $Ea_1 = (Pa_1 * ha_1) / 1.000$ [5]

Ea_1 = (1,45 * 3.630) / 1.000

Ea_1 = 5.263 / 1.000

Ea_1 = 5,26 MWh/ano

No horário de ponta o fator de coincidência na ponta tem valor 0,92 (<1), a demanda média na ponta é de 1,33 kW, conforme o Quadro 16, a seguir:

Quadro 16 - Horário de ponta – Atual – Sistema 01

Horário de ponta – Atual – Sistema 01			
Fator de coincidência na ponta	-	FCP_1	0,92
Demanda média na ponta	kW	Da_1	1,33

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $FCP_1 = nup_1 * nd_1 * nm_1 / 792$ [7]

FCP_1 = 11 * 22 * 3 / 792

FCP_1 = 726 / 792

FCP_1 = 0,92

Cálculo: $Da_1 = Pa_1 * FCP_1$ [8]

Da_1 = 1,45 * 0,92

Da_1 = 1,33 kW

b) Tecnologia proposta

Com a substituição das 42 (quarenta e duas) lâmpadas da tecnologia atual pela tecnologia proposta a potência do sistema é de 0,76 kW e o consumo anual é de 2,76 MWh/ano. No horário de ponta a demanda média é de 0,69 kW, com o mesmo tempo de utilização do sistema atual, conforme mostra o Quadro 17:

Quadro 17 - Potência e consumo anual - Proposta - Sistema 01

Potência e consumo anual - Proposta - Sistema 01				
Lâmpadas	Potência	W	plp_1	18
	Quantidade	Un	qlp_1	42
Potência do sistema		kW	Pp_1	0,76
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ep_1	2,76
Demanda média na ponta		kW	Dp_1	0,69

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $Pp_1 = (plp_1 * qlp_1) / 1.000$ [4]

$Pp_1 = (18 * 42) / 1.000$

$Pp_1 = 756 / 1.000$

$Pp_1 = 0,76$ kW

Cálculo: $Ep_1 = (Pp_1 * hp_1) / 1.000$ [6]

$Ep_1 = (0,76 * 3.630) / 1.000$

$Ep_1 = 2.758,8 / 1.000$

$Ep_1 = 2,76$ MWh/ano

Cálculo: $Dp_1 = Pp_1 * FCP_1$ [9]

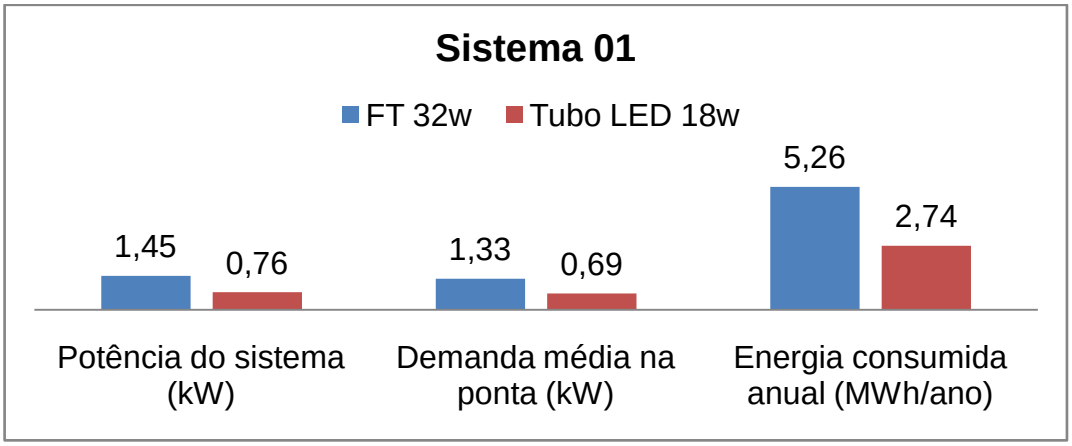
$Dp_1 = 0,76 * 0,92$

$Dp_1 = 0,69$ kW

c) Sistema de iluminação 01 - Comparação

O Gráfico 4, mostra a comparação entre a tecnologia de lâmpadas FT 32W e a tecnologia de lâmpadas Tubo LED 18W no sistema 01:

Gráfico 4 - Comparação - sistema 01



Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

4.2.2.2 Cálculo energético do sistema de iluminação 02

a) Tecnologia atual

Este sistema totaliza 84 (oitenta e quatro) lâmpadas Fluorescentes do tipo FT 32 w, às quais necessitam para seu funcionamento igual quantidade de reatores com potência de 2,5w cada. A potência instalada neste sistema é de 2,90 kW e o consumo de energia anual é de 7,14 MWh/ano, Conforme mostra o

Quadro 18:

Quadro 18 - Potência e consumo anual - Atual - Sistema 02

Potência e consumo anual – Atual - Sistema 02				
Lâmpadas	Potência	W	pla_2	32
	Quantidade	Un	qla_2	84
Reatores	Potência	W	pra_2	2,5
	Quantidade	Un	qra_2	84
Potência do sistema		kW	Pa_2	2,90
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ea_2	7,14

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $Pa_2 = (pla_2 * qla_2 + pra_2 * qra_2) / 1.000$ [3]

Pa_2 = (32 * 84 + 2,5 * 84) / 1.000

Pa_2 = 2.898 / 1.000

Pa_2 = 2,90 kW

Cálculo: $Ea_2 = (Pa_2 * ha_2) / 1.000$ [5]

Ea_2 = (2,90 * 2.464) / 1.000

Ea_2 = 7.145 / 1.000

Ea_2 = 7,14 MWh/ano

No horário de ponta o fator de coincidência na ponta tem valor 0,67 (<1), a demanda média no horário de ponta é de 1,93 kW, conforme mostra o Quadro 19:

Quadro 19 - Horário de ponta – Atual – Sistema 02

Horário de ponta – Atual – Sistema 02			
Fator de coincidência na ponta	-	FCP_2	0,67
Demanda média na ponta	kW	Da_2	1,93

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $FCP_2 = nup_2 * nd_2 * nm_2 / 792$ [7]

FCP_2 = 8 * 22 * 3 / 792

FCP_2 = 528 / 792

FCP_2 = 0,67

Cálculo: $Da_2 = Pa_2 * FCP_2$ [8]

Da_2 = 2,90 * 0,67

Da_2 = 1,93 kW

b) Tecnologia proposta

Com a substituição das 84 (oitenta e quatro) lâmpadas atuais pela tecnologia Tubo LED 18W, a potência do sistema proposto é de 1,51 kW e o consumo anual é

de 3,72 MWh/ano. A demanda média no horário de ponta é de 1,01 kW, conforme mostra o Quadro 20:

Quadro 20 - Potência e consumo anual - Proposta - Sistema 02

Potência e consumo anual - Proposta - Sistema 02				
Lâmpadas	Potência	W	plp_2	18
	Quantidade	Un	plp_2	84
Potência do sistema		kW	Pp_2	1,51
Energia consumida anual		MWh/ano	Ep_2	3,72
Demanda média na ponta		kW	Dp_2	1,01

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $Pp_2 = (plp_2 * qlp_2) / 1.000$ [4]

$Pp_2 = (18 * 84) / 1.000$

$Pp_2 = 1.512 / 1.000$

$Pp_2 = 1,51$ kW

Cálculo: $Ep_2 = (Pp_2 * hp_2) / 1.000$ [6]

$Ep_2 = (1,51 * 2.464) / 1.000$

$Ep_2 = 3,725 / 1.000$

$Ep_2 = 3,72$ MWh/ano

Cálculo: $Dp_2 = Pp_2 * FCPp_2$ [9]

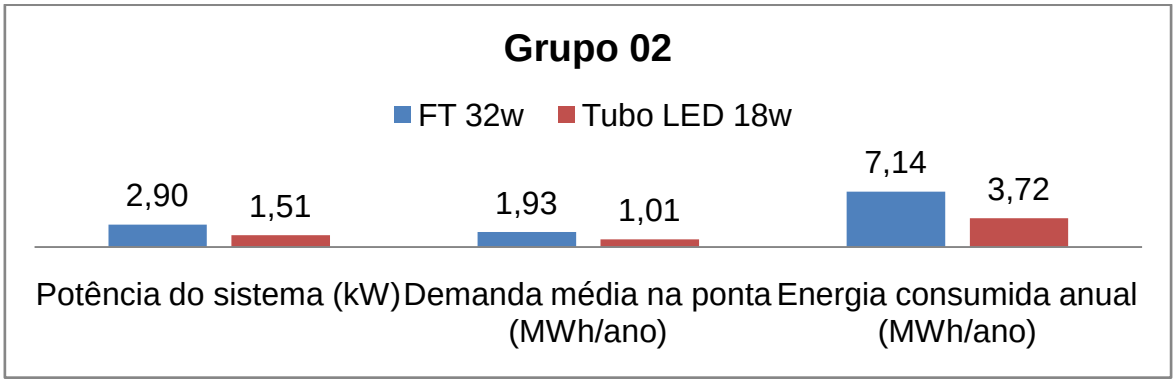
$Dp_2 = 1,51 * 0,67$

$Dp_2 = 1,01$ kW

c) Sistema de iluminação 02 – Comparação

O Gráfico 5 mostra a comparação entre a tecnologia de lâmpadas FT 32W e a tecnologia de lâmpadas Tubo LED 18W no Sistema 02:

Gráfico 5 – Comparação – sistema 02



Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

4.2.2.3 Cálculo energético do sistema de iluminação 03

a) Tecnologia atual

Este sistema totaliza 46 (quarenta e seis) lâmpadas Fluorescentes do tipo FT 32w, às quais necessitam para seu funcionamento igual quantidade de reatores com potência de 2,5w. A potência instalada neste sistema é de 1,59 kW e o consumo de energia anual é de 3,35 MWh/ano, conforme mostra o Quadro 21:

Quadro 21 - Potência e consumo anual – Atual – Sistema 03

Potência e consumo anual – Atual – Sistema 03				
Lâmpadas	Potência	W	pla_3	32
	Quantidade	Un	qla_3	46
Reatores	Potência	W	pra_3	2,5
	Quantidade	Un	qra_3	46
Potência do sistema		kW	Pa_3	1,59
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ea_3	3,35

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{Pa_3 = (pla_3 * qla_3 + pra_3 * qra_3) / 1.000}$ [3]

Pa_3 = (32 * 46) + (2,5 * 46) / 1.000

Pa_3 = 1.587 / 1.000

Pa_3 = 1,59

Cálculo: $\boldsymbol{Ea_3 = (Pa_3 * ha_3) / 1.000}$ [5]

Ea_3 = (1,59 * 2.112) / 1.000

Ea_3 = 3.358 / 1.000

Ea_3 = 3,35

No horário de ponta o fator de coincidência na ponta tem valor 0,67 (<1), e a demanda média no horário de ponta é de 1,06 kW, conforme mostra o Quadro 22:

Quadro 22 – Horário de ponta – Atual – Sistema 03

Horário de ponta – Atual – Sistema 03			
Fator de coincidência na ponta	-	FCP_3	0,67
Demanda média na ponta	kW	Da_3	1,06

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{FCP_3 = nup_3 * nd_3 * nm_3 / 792}$ [7]

FCP_3 = 8 * 22 * 3 / 792

FCP_3 = 528 / 792

FCP_3 = 0,67

Cálculo: $Da_3 = Pa_3 * FCP_3$ [8]

Da_3 = 1,59 * 0,67

Da_3 = 1,06 MWh/ano

b) Tecnologia proposta

Com a substituição das 46 (quarenta e seis) lâmpadas atuais pela tecnologia Tubo LED 18W a potência do sistema proposto é de 0,83 kW, o consumo anual é de 1,75 MWh/a. A demanda média no horário de ponta é de 0,55 kW, conforme mostra o Quadro 23:

Quadro 23 - Potência e consumo anual - Proposto – Sistema 03

Potência do sistema e consumo anual - Proposto – Sistema 03				
Lâmpadas	Potência	W	plp_3	18
	Quantidade	Un	qlp_3	46
Potência do sistema		kW	Pp_3	0,83
Energia consumida		MWh/ano	Ep_3	1,75
Demanda média na ponta		kW	Dp_3	0,55

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $Pp_3 = (plp_3 * qlp_3) / 1.000$ [4]

Pp_3= (18 * 46) / 1.000

Pp_3 = 828 / 1.000

Pp_3 = 0,83

Cálculo: $Ep_3 = (Pp_3 * hp_3) / 1.000$ [6]

Ep_3 = (0,83 * 2.112) / 1.000

Ep_3 = 1.752 / 1.000

Ep_3 = 1,75

Cálculo: $Dp_3 = Pp_3 * FCPp_3$ [9]

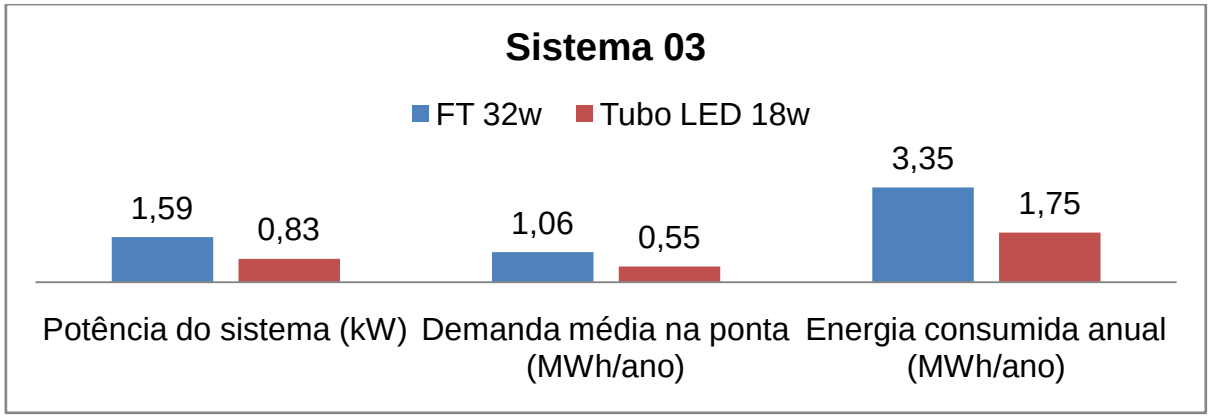
Dp_3 = 0,83 * 0,66

Dp_3 = 0,55

c) Sistema de iluminação 03 – Comparação

O Gráfico 6 mostra a comparação entre a tecnologia de lâmpadas FT 32W e a tecnologia de lâmpadas Tubo LED 18W no sistema 03:

Gráfico 6 - Comparação - sistema 03



Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

4.2.2.4 Cálculo energético do sistema de iluminação 04

a) Tecnologia atual

Este sistema totaliza 58 (cinquenta e oito) lâmpadas Fluorescentes do tipo FT 32W, às quais necessitam para seu funcionamento igual quantidade de reatores com potência de 2,5w. A potência instalada neste sistema é de 2,00 kW e o consumo anual é de 5,81 MWh/ano, conforme mostra o Quadro 24:

Quadro 24 - Potência e consumo anual - Atual – Sistema 04

Potência do sistema e consumo anual - Atual – Sistema 04				
Lâmpadas	Potência	(W)	pla_4	32
	Quantidade	(Un)	qla_4	58
Reatores	Potência	(W)	pra_4	2,5
	Quantidade	(Un)	qra_4	58
Potência do sistema		(kW)	Pa_4	2,00
Consumo de energia anual		(MWh/ano)	Ea_4	5,81

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{Pa_4 = (pla_4 * qla_4 + pra_4 * qra_4) / 1.000}$ [3]

$Pa_4 = (32 * 58) + (2,5 * 58) / 1.000$

$Pa_4 = 2.001 / 1.000$

$Pa_4 = 2,00$ kW

Cálculo: $\boldsymbol{Ea_4 = (Pa_4 * ha_4) / 1.000}$ [5]

$Ea_4 = (2,00 * 2.904) / 1.000$

$Ea_4 = 5.808 / 1.000$

$Ea_4 = 5,81$ MWh/ano

No horário de ponta o fator de coincidência na ponta tem valor 0,67 (<1), a demanda média no horário de ponta é de 1,33 kW, conforme mostra o Quadro 25:

Quadro 25 – Horário de ponta – Atual – Sistema 04

Horário de ponta – Atual – Sistema 04			
Fator de coincidência na ponta	-	FCP_4	0,67
Demanda média na ponta	kW	Da_4	1,33

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $FCP_4 = nup_4 * nd_4 * nm_4 / 792$ [7]

FCP_4 = 8 * 22 * 3 / 792

FCP_4 = 528 / 792

FCP_4 = 0,67

Cálculo: $Da_4 = Pa_4 * FCP_4$ [8]

Da_4 = 2,00 * 0,67

Da_4 = 1,33 kW

b) Tecnologia proposta

Com a substituição das 58 (cinqüenta e oito) lâmpadas atuais pela tecnologia Tubo LED 18W a potência do sistema proposto é de 1,04 kW e o consumo anual é de 3,02 MWh/ano. A demanda média no horário de ponta é de 0,69 kw, conforme mostra o Quadro 26:

Quadro 26 - Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 04

Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 04				
Lâmpadas	Potência	W	plp_4	18
	Quantidade	Un	qlp_4	58
Potência do sistema		kW	Pp_4	1,04
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ep_4	3,02
Demanda média na ponta		kW	Dp_4	0,70

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $Pp_4 = (plp_4 * qlp_4) / 1.000$ [4]

Pp_4= (18 * 58) / 1.000

Pp_4 = 1.044 / 1.000

Pp_4 = 1,04 kW

Cálculo: $Ep_4 = (Pp_4 * hp_4) / 1.000$ [6]

Ep_4 = (1,04 * 2.904) / 1.000

Ep_4 = 3.020 / 1.000

Ep_4 = 3,02 MWh/ano

Cálculo: $Dp_4 = Pp_4 * FCP_4$ [9]

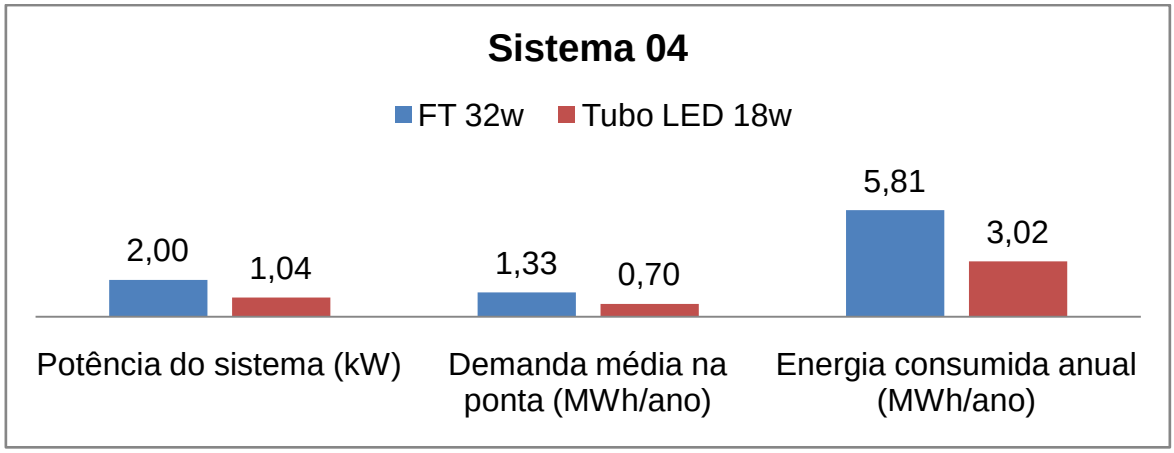
Dp_4 = 1,04 * 0,67

Dp_4 = 0,70 kW

c) Sistema de iluminação 04 – Comparação

O Gráfico 7 mostra a comparação entre a tecnologia de lâmpadas FT 32W e a tecnologia de lâmpadas Tubo LED 18W no Sistema 04:

Gráfico 7 – Comparação - sistema 04



Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

4.2.2.5 Cálculo energético do sistema de iluminação 05

a) Tecnologia atual

Este sistema totaliza 16 (dezesseis) lâmpadas Fluorescentes do tipo FT 32w, às quais necessitam para seu funcionamento igual quantidade de reatores com potência de 2,5w. A potência instalada neste sistema é de 0,55 kW e o consumo anual é de 0,97 MWh/ano, conforme mostra o Quadro 27:

Quadro 27 - Potência e consumo anual - Atual – Sistema 05

Potência e consumo anual – Atual – Sistema 05				
Lâmpadas	Potência	W	pl_5	32
	Quantidade	Un	qla_5	16
Reatores	Potência	W	pra_5	2,5
	Quantidade	Un	qra_5	16
Potência do sistema		kW	Pa_5	0,55
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ea_5	0,97

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $Pa_5 = (pla_5 * qla_5 + pra_5 * qra_5) / 1.000$ [3]

Pa_5 = (32 * 16) + (2,5 * 16) / 1.000

Pa_5 = 552 / 1.000

Pa_5 = 0,55

Cálculo: $Ea_5 = (Pa_5 * ha_5) / 1.000$ [5]

Ea_5 = (0,55 * 1.760) / 1.000

Ea_5 = 968 / 1.000

Ea_5 = 0,97 MWh/ano

Este sistema não funciona no horário de ponta, portanto o fator de coincidência na ponta e a demanda média no horário de ponta tem valor 0 (zero). Conforme mostra o Quadro 28:

Quadro 28 - Horário de ponta – Atual – Sistema 05

Horário de ponta – Atual – Sistema 05			
Fator de coincidência na ponta	-	$FCPa_5$	0
Demanda média na ponta	MWh/ano	Da_5	0

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $FCP_5 = nup_5 * nd_5 * nm_5 / 792$ [7]

FCP_5 = 0 / 792

FCP_5 = 0

Cálculo: $Da_5 = Pa_5 * FCP_5$ [8]

Da_5 = 0,55 * 0

Da_5 = 0

b) Tecnologia proposta

Com a substituição das 16 (dezesseis) lâmpadas atuais pela tecnologia Tubo LED 18W a potência do sistema proposto é de 0,29 kW e o consumo anual é de 0,51 MWh/a. Este sistema não é utilizado no horário de ponta, portanto não tem demanda média na ponta, conforme mostra o Quadro 29:

Quadro 29 - Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 05

Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 05				
Lâmpadas	Potência	W	plp_5	18
	Quantidade	Un	qlp_5	16
Potência do sistema		kW	Pp_5	0,29
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ep_5	0,51
Demanda média na ponta		kW	Dp_5	0

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $Pp_5 = (plp_5 * qlp_5) / 1.000$ [4]

$Pp_5 = (18 * 16) / 1.000$

$Pp_5 = 288 / 1.000$

$Pp_5 = 0,29$

Cálculo: $Ep_5 = (Pp_5 * hp_5) / 1.000$ [6]

$Ep_5 = (0,29 * 1.760) / 1.000$

$Ep_5 = 510,4 / 1.000$

$Ep_5 = 0,51$

Cálculos: $Dp_5 = Pp_5 * FCP_5$ [9]

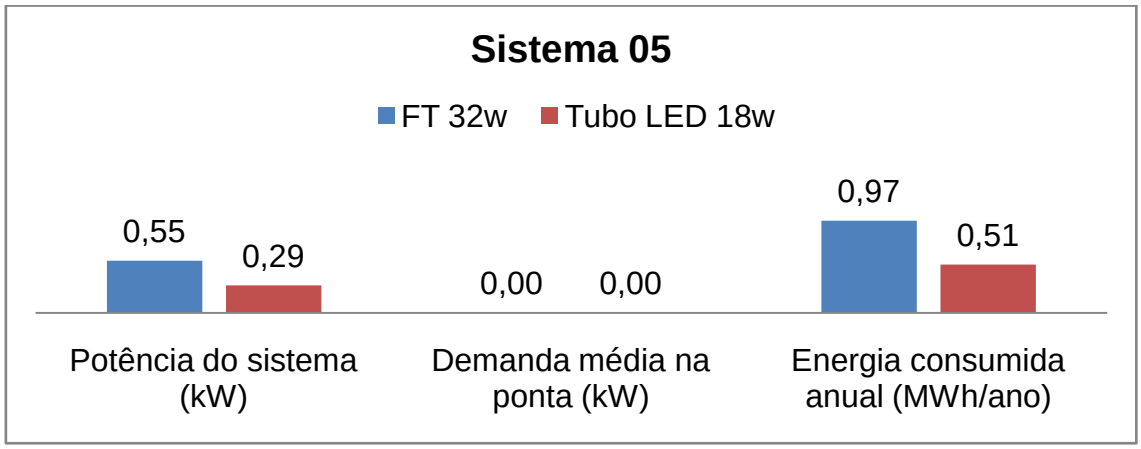
$Dp_5 = 1,04 * 0$

$Dp_5 = \mathbf{0}$ kW

c) Sistema de iluminação 05 - Comparação

O Gráfico 8 mostra a comparação entre a tecnologia de lâmpadas FT 32W e a tecnologia de lâmpadas Tubo LED 18W no sistema 05:

Gráfico 8 – Comparação - sistema 05



Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

4.2.2.6 Cálculo energético do sistema de iluminação 06

a) Tecnologia atual

Este sistema totaliza 16 (dezesseis) lâmpadas Fluorescentes do tipo FT 32W, às quais necessitam para seu funcionamento igual quantidade de reatores com potência de 2,5w. A potência deste sistema é de 0,55 kW e o consumo anual é de 1,21 MWh/ano, conforme mostra o Quadro 30:

Quadro 30 - Potência e consumo anual – Atual – Sistema 06

Potência e consumo anual – Atual – Sistema 06				
Lâmpadas	Potência	W	pla_6	32
	Quantidade	Un	qla_6	16
Reatores	Potência	W	pra_6	2,5
	Quantidade	Un	qra_6	16
Potência do sistema		kW	Pa_6	0,55
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ea_6	1,21

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $Pa_6 = (pla_6 * qla_6 + pra_6 * qra_6) / 1.000$ [3]

$Pa_6 = (32 * 16 + 2,5 * 16) / 1.000$

$Pa_6 = 552 / 1.000$

$Pa_6 = 0,55$ kW

Cálculo: $Ea_6 = (Pa_6 * ha_6) / 1.000$ [5]

$Ea_6 = (0,55 * 2.200) / 1.000$

$Ea_6 = 1.210 / 1.000$

$Ea_6 = 1,21$

Este sistema não é utilizado no horário de ponta, portanto o fator de coincidência na ponta e a demanda média no horário de ponta tem valor 0 (zero). Conforme mostra o Quadro 31:

Quadro 31 - Horário de ponta – Atual – Sistema 06

Horário de ponta – Atual – Sistema 06			
Fator de coincidência na ponta	-	FCP_6	0
Demanda média na ponta	MWh/ano	Da_6	0

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $FCP_6 = nup_6 * nd_6 * nm_6 / 792$ [7]

$FCP_6 = 0 / 792$

$FCP_6 = 0$

Cálculo: $Da_6 = Pa_6 * FCP_6$ [8]

$Da_6 = 0,55 * 0$

$Da_6 = 0$

b) Tecnologia proposta

Com a Substituição das 16 (dezesseis) lâmpadas atuais pela tecnologia Tubo LED 18W a potência do sistema é de 0,29 kw e o consumo anual é de 0,51 MWh/a. Este sistema não é utilizado no horário de ponta, portanto não tem demanda média na ponta, conforme mostra o Quadro 32:

Quadro 32 - Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 06

Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 06				
Lâmpadas	Potência	W	plp_6	18
	Quantidade	Un	qlp_6	16
Potência do sistema		kW	Pp_6	0,29
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ep_6	0,64
Demanda média na ponta		kW	Dp_6	0

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{Pp_6 = (plp_6 * qlp_6) / 1.000}$ [4]

$Pp_6 = (18 * 16) / 1.000$

$Pp_6 = 288 / 1.000$

$Pp_6 = 0,29$ kW

Cálculo: $\boldsymbol{Ep_6 = (Pp_6 * hp_6) / 1.000}$ [6]

$Ep_6 = (0,29 * 2.200) / 1.000$

$Ep_6 = 638 / 1.000$

$Ep_6 = 0,64$ MWh/ano

Cálculo: $\boldsymbol{Dp_6 = Pp_6 * FCP_6}$ [9]

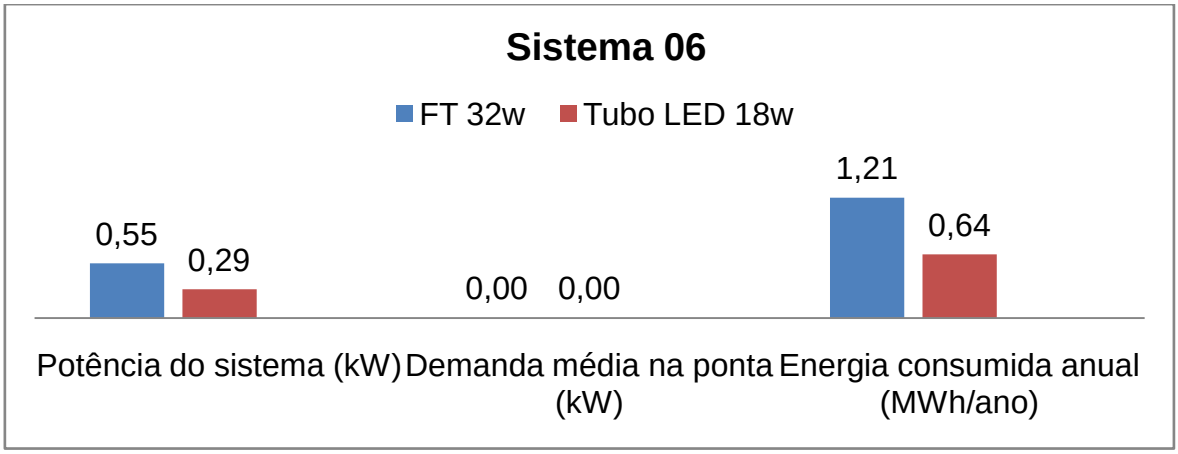
$Dp_6 = 0,29 * 0$

$Dp_6 =$ **0** kW

c) Sistema de iluminação 06 - Comparação

O Gráfico 9 mostra a comparação entre a tecnologia de lâmpadas FT 32W e a tecnologia de lâmpadas Tubo LED 18W no sistema 06:

Gráfico 9 – Comparação – sistema 06



Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

4.2.2.7 Cálculo energético do sistema de iluminação 07

a) Tecnologia atual

Este sistema totaliza 16 (dezesseis) lâmpadas Fluorescentes do tipo FT 32w, às quais necessitam para seu funcionamento igual quantidade de reatores com potência de 2,5w. A potência deste sistema é de 0,55 kW e o consumo anual é de 1,33 MWh/a, conforme mostra o Quadro 33:

Quadro 33 - Potência e consumo anual – Atual – Sistema 07

Potência e consumo anual – Atual – Sistema 07				
Lâmpadas	Potência	W	pla_7	32
	Quantidade	Un	qla_7	16
Reatores	Potência	W	pra_7	2,5
	Quantidade	Un	qra_7	16
Potência do sistema		kW	Pa_7	0,55
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ea_7	1,33

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{Pa_7 = (pla_7 * qla_7 + pra_7 * qra_7) / 1.000}$ [3]

$Pa_7 = (32 * 16) + (2,5 * 16) / 1.000$

$Pa_7 = 552 / 1.000$

$Pa_7 = 0,55$ kW

Cálculo: $\boldsymbol{Ea_7 = (Pa_7 * ha_7) / 1.000}$ [5]

$Ea_7 = (0,55 * 2.420) / 1.000$

$Ea_7 = 1.331 / 1.000$

$Ea_7 = 1,33$ MWh/ano

Este sistema não é utilizado no horário de ponta, portanto o fator de coincidência na ponta e a demanda média no horário de ponta tem valor 0 (zero). Conforme mostra o Quadro 34:

Quadro 34 - Horário de ponta – Atual – Sistema 07

Horário de ponta – Atual – Sistema 07			
Fator de coincidência na ponta	-	FCP_7	0
Demanda média na ponta	MWh/ano	Da_7	0

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $FCP_7 = nup_7 * nd_7 * nm_7 / 792$ [7]

$FCP_7 = 0 / 792$

$FCP_7 = 0$

Cálculo: $Da_7 = Pa_7 * FCP_7$ [8]

$Da_7 = 0{,}55 * 0$

$Da_7 = 0$

b) Tecnologia proposta

Com a substituição das 16 (dezesseis) lâmpadas atuais pela tecnologia Tubo LED 18W, a potência do sistema é de 0,29 kw e o consumo anual é de 0,70 MWh/a. Este sistema não é utilizado no horário de ponta, portanto não tem demanda média na ponta, conforme mostra o Quadro 35:

Quadro 35 - Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 08

Potência e consumo anual - Proposta – Sistema 08				
Lâmpadas	Potência	W	plp_7	18
	Quantidade	Un	qlp_7	16
Potência do sistema		kW	Pp_7	0,29
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ep_7	0,70
Demanda média na ponta		kW	Dp_7	0

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $Pp_7 = (plp_7 * qlp_7) / 1.000$ [4]

$Pp_7 = (18 * 16) / 1.000$

$Pp_7 = 288 / 1.000$

$Pp_7 = 0{,}29$ kW

Cálculo: $Ep_7 = (Pp_7 * hp_7) / 1.000$ [6]

$Ep_7 = (0{,}29 * 2.420) / 1.000$

$Ep_7 = 701{,}8 / 1.000$

$Ep_7 = 0{,}70$

Cálculo: $Dp_7 = Pp_7 * FCP_7$ [9]

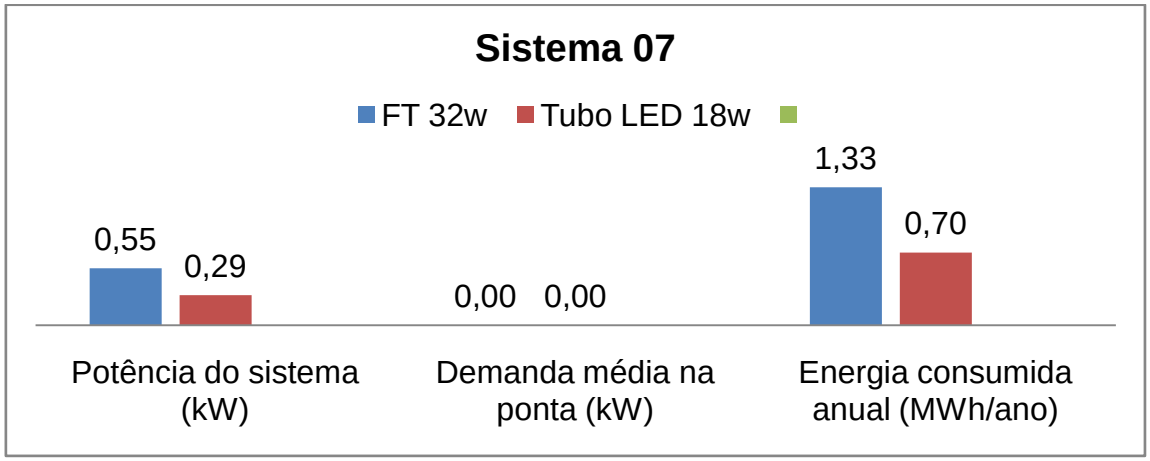
$Dp_7 = 0{,}29 * 0$

$Dp_7 = 0$

c) Sistema de iluminação 07 - Comparação

O Gráfico 10 mostra a comparação entre a tecnologia de lâmpadas FT 32W e a tecnologia de lâmpadas Tubo LED 18W no Sistema 07:

Gráfico 10 – Comparação - sistema 07



Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

4.2.2.8 Cálculo energético do sistema de iluminação 08

a) Tecnologia atual

Este sistema totaliza 08 (oito) lâmpadas Fluorescentes do tipo FT 32w, às quais necessitam para seu funcionamento igual quantidade de reatores com potência de 2,5w. A potência deste sistema é de 0,28 kW e o consumo de energia anual é de 0,37 MWh/ano, conforme mostra o Quadro 36:

Quadro 36 - Potência e consumo anual – Atual – Sistema 08

Potência e consumo anual – Atual – Sistema 08				
Lâmpadas	Potência	W	pla_8	32
	Quantidade	Un	qla_8	8
Reatores	Potência	W	pra_8	2,5
	Quantidade	Un	qra_8	8
Potência do sistema		kW	Pa_8	0,28
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ea_8	0,37

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculos: $Pa_8 = (pla_8 * qla_8 + pra_8 * qra_8) / 1.000$ [3]

Pa_8 = (32 * 8) + (2,5 * 8) / 1.000

Pa_8 = 276 + 1.000

Pa_8 = 0,28 kW

Cálculo: $Ea_8 = (Pa_8 * ha_8) / 1.000$ [5]

Ea_8 = (0,28 * 1.320) / 1.000

Ea_8 = 368,6 / 1.000

Ea_8 = 0,37 MWh/ano

Este sistema não é utilizado no horário de ponta, portanto o fator de coincidência na ponta e a demanda média no horário de ponta tem valor 0 (zero). Conforme mostra o Quadro 37:

Quadro 37 - Horário de ponta – Atual – Sistema 08

Horário de ponta – Atual – Sistema 08			
Fator de coincidência na ponta	-	FCP_8	0
Demanda média na ponta	MWh/ano	Da_8	0

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $FCP_8 = nup_8 * nd_8 * nm_8 / 792$ [7]

FCP_8 = 0 / 792

FCP_8 = 0

Cálculo: $Da_8 = Pa_8 * FCP_8$ [8]

Da_8 = 0,27 * 0

Da_8 = 0

b) Tecnologia proposta

Com a substituição das 08 (oito) lâmpadas atuais pela tecnologia Tubo LED 18W. A potência do sistema proposto é de 0,29 kW. O consumo anual é de 0,70 MWh/a. Este sistema não é utilizado no horário de ponta, portanto não tem demanda média na ponta, conforme mostra o Quadro 38:

Quadro 38 - Potência e consumo anual – Proposta – Sistema 08

Potência e consumo anual – Proposta – Sistema 08				
Lâmpadas	Potência	W	plp_8	18
	Quantidade	Un	qlp_8	8
Potência do sistema		kW	Pp_8	0,14
Energia consumida		MWh/ano	Ep_8	0,18
Demanda média na ponta		kW	Dp_8	0

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $Pp_8 = (plp_8 * qlp_8) / 1.000$ [4]

$Pp_8 = (18 * 8) / 1.000$

$Pp_8 = 144 / 1.000$

$Pp_8 = 0,14$

Cálculo: $Ep_8 = (Pp_8 * hp_8) / 1.000$ [6]

$Ep_8 = (0,14 * 1.320) / 1.000$

$Ep_8 = 184,8 / 1.000$

$Ep_8 = 0,18$

Cálculo: $Dp_8 = Pp_8 * FCP_8$ [9]

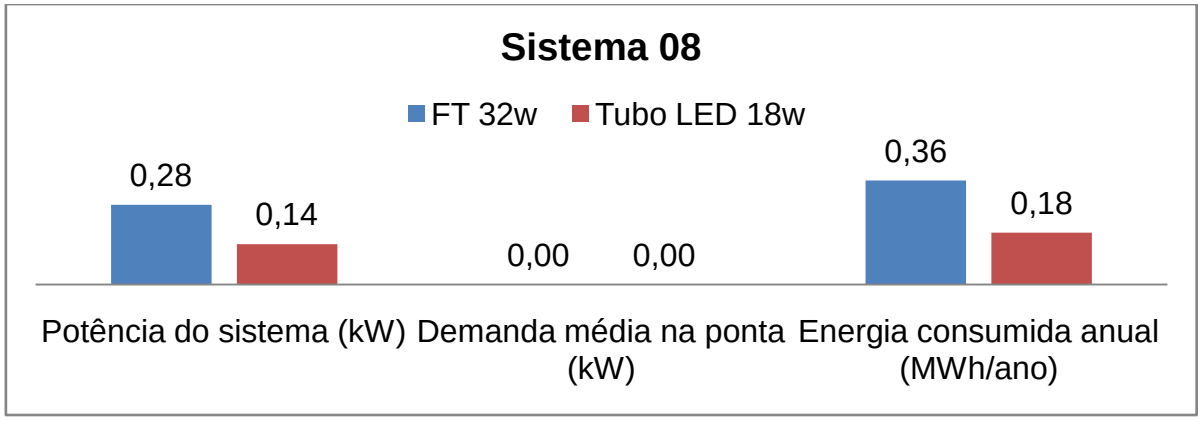
$Dp_8 = 0,14 * 0$

$Dp_8 = 0$

b) Sistema de iluminação 08 - Comparação

O Gráfico 11 mostra o resultado esperado em redução no consumo de energia entre o sistema atual e o sistema proposto nas suas distintas tecnologias de lâmpadas utilizadas.

Gráfico 11 – Comparação - sistema 08



Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

4.2.2.9 Cálculo energético do sistema de iluminação 09

a) Tecnologia atual

Este sistema totaliza 10 (dez) lâmpadas Fluorescentes do tipo FT 32w, às quais necessitam para seu funcionamento igual quantidade de reatores com potência de 2,5w. A potência deste sistema é de 0,35 kW. O consumo anual é de 0,50 MWh/ano, conforme mostra o Quadro 39:

Quadro 39 - Potência e consumo anual – Atual – Sistema 09

Potência e consumo anual – Atual – Sistema 09				
Lâmpadas	Potência	W	pla_9	32
	Quantidade	Un	qla_9	10
Reatores	Potência	W	pra_9	2,5
	Quantidade	Un	qra_9	10
Potência do sistema		kW	Pa_9	0,35
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ea_9	0,50

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{Pa_9 = (pla_9 * qla_9 + pra_9 * qra_9) / 1.000}$ [3]

$Pa_9 = (32 * 10) + (2,5 * 10) / 1.000$

$Pa_9 = 345 + 1.000$

$Pa_9 = 0,35$ kW

Cálculo: $\boldsymbol{Ea_9 = (Pa_9 * ha_9) / 1.000}$ [5]

$Ea_9 = (0,35 * 1.452) / 1.000$

$Ea_9 = 508,2 / 1.000$

$Ea_9 = 0,50$ MWh/ano

Este sistema não é utilizado no horário de ponta, portanto o fator de coincidência na ponta e a demanda média no horário de ponta tem valor 0 (zero). Conforme mostra o Quadro 40:

Quadro 40 - Horário de ponta - Atual – Sistema 09

Horário de ponta - Atual – Sistema 09			
Fator de coincidência na ponta	-	FCP_9	0
Demanda média na ponta	MWh/ano	Da_9	0

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{FCP_9 = nup_9 * nd_9 * nm_9 / 792}$ [7]

$FCP_9 = 0 / 792$

$FCP_9 = 0$

Cálculo: $\boldsymbol{Da_9 = Pa_9 * FCP_9}$ [8]

$Da_9 = 0,35 * 0$

$Da_9 = 0$

b) Tecnologia proposta

Com a substituição das 08 (oito) lâmpadas atuais pela tecnologia Tubo LED 18W, a potência do sistema proposto é de 0,18 kW e o consumo de energia anual é de 0,26 MWh/ano. Este sistema não é utilizado no horário de ponta, portanto não tem demanda média na ponta conforme o Quadro 41:

Quadro 41 - Potência e consumo anual – Proposta – Sistema 09

Potência e consumo anual – Proposta – Sistema 09				
Lâmpadas	Potência	W	plp_9	18
	Quantidade	Un	qlp_9	10
Potência do sistema		kW	Pp_9	0,18
Consumo de energia anual		MWh/ano	Ep_9	0,26
Demanda média na ponta		kW	Dp_9	0

Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Cálculo: $\boldsymbol{Pp_9 = (plp_9 * qlp_9) / 1.000}$ [4]

$Pp_9 = (18 * 10) / 1.000$

$Pp_9 = 180 / 1.000$

$Pp_9 = 0,18$

Cálculo: $\boldsymbol{Ep_9 = (Pp_9 * hp_9) / 1.000}$ [6]

$Ep_9 = (0,18 * 1.452) / 1.000$

$Ep_9 = 261,3 / 1.000$

$Ep_9 = 0,26$

Cálculo: $\boldsymbol{Dp_9 = Pp_9 * FCP_9}$ [9]

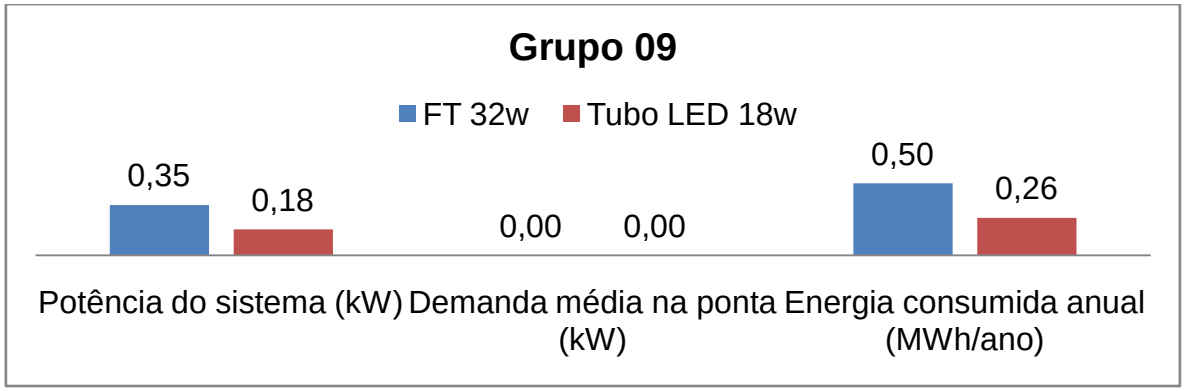
$Dp_9 = 0,18 * 0$

$Dp_9 = 0$

c) Sistema de iluminação 09 - Comparação

O Gráfico 12 mostra o resultado esperado em redução no consumo de energia entre o sistema atual e o sistema proposto nas suas distintas tecnologias de lâmpadas utilizadas.

Gráfico 12 – Comparação - sistema 09



Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

4.3 3ª etapa – Gastos, Custos e Economia

Nesta etapa serão apurados os resultados econômicos (simulação) através da verificação das faturas mensais de energia elétrica, calculando-se os valores médios mensais das contas que foram disponibilizadas pelo ICT para contribuir com esta pesquisa, os custos diretos e indiretos da implementação do projeto de eficiência energética fornecido pela ESCO, responsável pelo levantamento desses dados, e disponibilizados na planilha elaborada pela CELESC/NEPEN. Será apurada também, a vida útil da tecnologia proposta para a eficiência energética, o RCB para verificação da viabilidade do projeto junto a CPP e seu *payback* para verificação do retorno do capital empregado se houver a concretização do projeto.

4.3.1 Faturas mensais energia elétrica – Valores

Fatura de energia elétrica: nota fiscal que apresenta a quantia total que deve ser paga pela prestação do serviço público de energia elétrica, referente a um período especificado, discriminando as parcelas correspondentes (CEPEL, 2014).

Foram apurados nas faturas mensais, em anexo, os dados referentes às médias das medições realizadas e as médias das tarifas cobradas no funcionamento dos sistemas no horário de ponta, fora do horário de ponta e na demanda faturada fora do horário de ponta do consumo de eletricidade. Conforme os dados descritos no Quadro 42:

Quadro 42 – Faturas mensais de energia elétrica - ICT

Mês de referência		Consumo faturado no horário de ponta (kW/h)	Consumo faturado fora do horário de ponta (kW/h)	Demanda faturada fora do horário de ponta (kW)	Consumo energia reativa excedente no horário de ponta (kWhr)	Consumo energia reativa excedente fora do horário de ponta (kWhr)	Crédito consumo energia reativa excedente no horário de ponta (kWhr)	Crédito consumo energia reativa excedente fora do horário de ponta (kWhr)	Multa (R$)	Retenção de tributos federais (R$)	Valor da fatura (R$)
Dez/16	Medição	**965**	**6.132**	**60**	**12**	**478**	**12**	**478**	0,00	436,86	**7.030,81**
	Tarifa	2,52238	0,55404	27,27	0,40828	0,40828	0,40828	0,40828			
	Valor	2.434,10	3.397,37	1.636,20	4,90	195,16	4,90	195,16			
Jan/17	Medição	**562**	**4.754**	**51**	**46**	**512**	**46**	**512**	0,00	313,00	**5.037,44**
	Tarifa	2,5051	0,53677	27,27	0,40828	0,40828	0,40828	0,40828			
	Valor	1.407,87	2.551,80	1.390,77	18,78	209,04	18,78	209,04			
Fev/17	Medição	**530**	**6644**	**150**	**47**	**428**	**0**	**0**	107,00	557,20	**8.967,55**
	Tarifa	2,57051	0,55078	27,98	0,41894	0,41894	0	0			
	Valor	1.362,37	3.659,38	4.197,00	19,69	179,31	0,00	0,00			
Mar/17	Medição	**349**	**5317**	**150**	**48**	**369**	**0**	**0**	188,35	489,19	**7.873,09**
	Tarifa	2,55727	0,55401	27,75	0,41552	0,41552	0	0			
	Valor	892,49	2.945,67	4.162,50	19,94	153,33	0,00	0,00			
Médias	**Medição**	**602**	**5.712**	**102,75**	**38**	**447**	**15**	**248**	**147,68**	**449,00**	**7.227,22**
	Tarifa	**2,538815**	**0,5489**	**27,5675**	**0,412755**	**0,412755**	**0,40828**	**0,27218**			

Fonte: Elaborado pelo autor

Diferentes tarifas são estipuladas de acordo a estrutura tarifaria do Brasil e conforme o estipulado em contrato entre o consumidor e a distribuidora de energia elétrica responsável pela região. As medições das faturas do prédio do ICT são realizadas em diferentes situações de consumo, a seguir:

a) Consumo faturado no horário de ponta (kW/h);
b) Consumo faturado fora do horário de ponta (kW/h);
c) Demanda faturada fora do horário de ponta (kW);
d) Consumo energia reativa excedente no horário de ponta (kWhr);
e) Consumo energia reativa excedente fora do horário de ponta (kWhr);

Ainda conforme o contrato realizado entre o consumidor e a distribuidora de energia, pode ser concedido créditos para algum tipo de consumo, a seguir:

a) Crédito consumo energia reativa excedente no horário de ponta (kWhr);
b) Crédito consumo energia reativa excedente fora do horário de ponta (kWhr).

Os valores referentes a multas e retenção de tributos federais, também compõem o valor final das faturas mensais.

4.3.2 Gastos e economia mensal e anual

Com base nos dados da Tabela 20 - Economia de energia mensal (simulação), a energia economizada no horário de ponta é de 0,14 MWh/mês, ou seja 140 kWh/mês, fora do horário de ponta é de 0,89 MWh/mês, ou seja 890 kWh/mês e na demanda faturada fora do horário de ponta é de 4,89 KW/mês, portanto apurou-se uma economia média mensal de R$ 978,76 e uma economia média anual de R$ 11.745,12, conforme mostra a Tabela 12. Uma economia anual em torno de 13,54% do gasto total em energia elétrica no prédio do ICT.

Tabela 12 - Gastos e economia mensal e anual - Simulação

Consumo e Economia	Média Mensal			
	Medição	Tarifa	Valor	
Consumo faturado no horário de ponta (kW/h)	602	2,538815	R$	1.527,10
Economia em horário de ponta (kW/h)	140		R$	355,43
Diferença	**461,5**		**R$**	**1.171,66**
Consumo faturado fora do horário de ponta (kW/h)	5.712	0,54890	R$	3.135,18
Economia em horário fora de ponta (kW/h)	890		R$	488,52
Diferença	**4821,75**		**R$**	**2.646,66**
Demanda faturada fora do horário de ponta (kW)	102,75	27,56750	R$	2.832,56

Consumo e Economia	Média Mensal		
	Medição	Tarifa	Valor
Economia de Demanda em horário fora de ponta (kW/h)	4,89		R$ 134,81
Diferença	**97,86**		**R$ 2.697,76**
Gasto mensal (média)			**R$ 7.227,22**
Economia mensal (média)			**R$ 978,76**
Gasto anual (média)			**R$ 86.726,67**
Economia anual (média)			**R$ 11.745,12**
Redução anual (média) de **13,54%**			

Fonte: Elaborada pelo autor

4.3.3 Custo do projeto – CPP 001/2016

O custo do projeto de eficiência energética do conjunto de sistemas de iluminação proposto está baseado no orçamento elaborado em uma simulação de valores orçados com três fornecedores distintos pesquisados na CPP 001/2016. O menor valor unitário da tecnologia Tubo LED 18W é de R$ 24,29 (vinte e quatro reais e vinte e nove centavos), o total dos custos diretos é de R$ 26.048,94 (vinte e seis mil, quarenta e oito reais e noventa e quatro centavos) e dos custos indiretos é de R$ 4.751,21 (quatro mil setecentos e cinquenta e um reais e vinte e um centavos). O custo total da implantação é de R$ 30.764,15 (trinta mil setecentos e sessenta e quatro reais e quinze centavos). Os dados dos custos de implantação e viabilização do projeto são mostrados na Tabela 13:

Tabela 13 - Custos de implantação da tecnologia proposta

Custo da tecnologia proposta									
Tubo LED 18W - Menor valor unitário: R$ 24,29									
Sistemas	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Quantidade	42	84	46	58	16	16	16	8	10
Valor (R$)	1020,18	2040,36	1117,34	1408,82	388,64	388,64	388,64	194,32	242,90

Materiais e equipamentos	R$	7.189,84
Assessórios	R$	100,00
Transporte e outros	R$	1.503,82
Mão de obra	R$	17.255,28
Total de custos diretos	R$	26.048,94
Total de custos indiretos	R$	4.715,21
Custos Totais	**R$**	**30.764,15**

Fonte: Adaptado da planilha CELESC/NEPEN (CPP 01/2016 - ENEL)

4.3.4 Vida útil da tecnologia proposta

De acordo com informações do INMETRO (2016), as lâmpadas Tubo LED 18W têm uma vida útil de 25.000 horas em média, portanto esse valor dividido pela quantidade de horas de utilização de cada sistema, mostrado na

Tabela 15, se obtém o tempo de vida útil de cada sistema de iluminação e a média de 12,17 anos no conjunto de sistemas, conforme a Tabela 14, a seguir:

Tabela 14 - Vida útil do conjunto de sistemas de iluminação proposto

Vida útil - Tubo LED 18W										
Sistemas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	Média
Vida útil (anos)	6,89	10,15	11,84	8,61	14,2	11,36	10,33	18,94	17,22	12,17

Fonte: Adaptado da planilha CELESC/NEPEN (CPP 01/2016 - ENEL)

4.3.5 *Payback*

O investimento de R$ 30.764,15, levaria aproximadamente 31,43 meses, ou seja, 02 anos e 08 meses para atingir seu retorno. Ao final da média de vida útil do conjunto dos nove sistemas de iluminação, que será de aproximadamente 12,17 anos com uma economia média anual de R$ 11.745,12, deverá ser de R$ 110.177,29. Conforme mostra o Quadro 43:

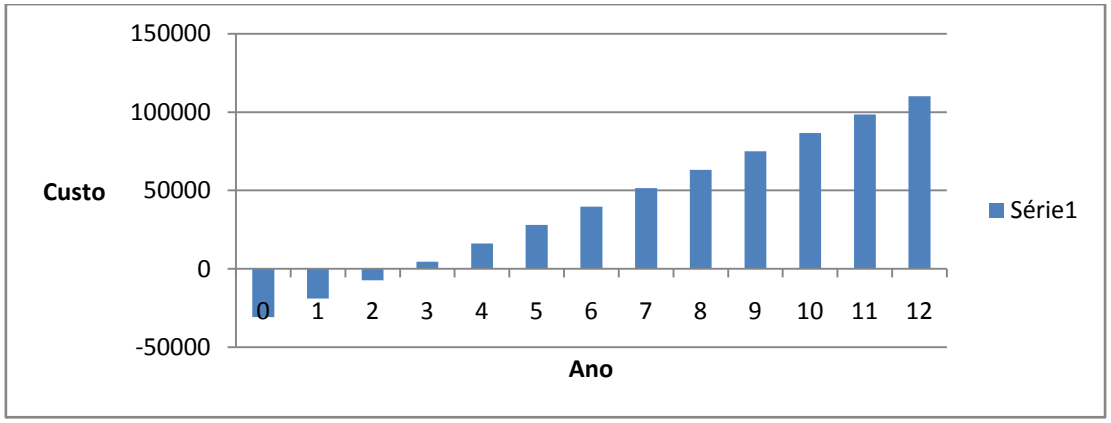
Quadro 43 - *Payback*

Payback				
Tempo	**Valor**	**Tempo**	**Valor**	
Ano 00	-R$ 30.764,15	Ano 07	R$	51.451,69
Ano 01	-R$ 19.019,03	Ano 08	R$	63.196,81
Ano 02	-R$ 7.273,91	Ano 09	R$	74.941,93
Ano 03	R$ 4.471,21	Ano 10	R$	86.687,05
Ano 04	R$ 16.216,33	Ano 11	R$	98.432,17
Ano 05	R$ 27.961,45	Ano 12	R$	110.177,29
Ano 06	R$ 39.706,57	X		X

Fonte: Elaborado pelo autor

O investimento com a implantação do plano de eficiência energética teria um "*payback*" de aproximadamente 2,61 anos, conforme mostra o Gráfico 13, a seguir:

Gráfico 13 – *Payback*



Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.6 Relação Custo-Benefício – RCB

Para cálculo da relação custo-benefício (RCB) das PROPOSTAS DE PROJETO, deverão ser utilizados os valores de CEE e CED (ENEL, 2016). A seguir:

4.3.6.1 CEE e CED

Valores definidos pela Resolução ANEEL Nº 2.023 de 08 de março de 2016, para FC = 70%.

a) Custo da energia evitada (CEE)

R$ 360,8854057 por MWh

b) Custo evitado de demanda (CED)

R$ 667,036032 por MWh

4.3.6.2 Cálculo do FRC - Fator de Recuperação de Capital

A taxa de desconto a considerar será a de 8 % (oito por cento), ou seja, a mesma especificada no Plano Nacional de Energia vigente na data de submissão do projeto, conforme publicado pela EPE.

A vida útil deverá ser definida com base nos dados fornecidos pelo fabricante do equipamento ou estudo que apure de forma confiável este tempo de vida (ANEEL, 2016).

Equação 10 – Fator de recuperação de capital

$$FRC_u = i\,(1 + i)^u / (1 + i)^u - 1$$

Onde:

u = vida útil do sistema (i)

i = Sistema de iluminação

4.3.6.3 Cálculo do Custo Anualizado – CA_t

Apuração do custo anualizado do conjunto de sistemas de iluminação.

Equação 11 – Custo anualizado dos sistemas de iluminação (i)

$$CA_i = CE_i * FRC_i * CT / CE_t$$

Onde:

CE_i = Custo da eficientização do sistema (i)

FRC_i = Fator de redução de capital do sistema (i)

CT = Custo total do projeto

CE_t = Custo total da eficientização dos sistemas

Equação 12 – Custo anualizado total dos sistemas de iluminação

$$CA_t = CA_1 + ...CA_n$$

Onde:

CA_1 = Custo anualizado do sistema 1

CA_n = Custo anualizado do sistema n

Apurou-se o valor de R$ 4.579,73 no cálculo do custo anualizado no total do conjunto de sistemas de iluminação, conforme Quadro 44:

Quadro 44 - Cálculo do Custo Anualizado - Iluminação

Custo Anualizado - CA_t					
Sistemas	**Vida útil**	**Quantidade**	**Custo total**	**FRC**	**CA**
01	6,89	42,00	R$ 1.020,18	0,1944506	R$ 837,17
02	10,15	84,00	R$ 2.040,36	0,1476054	R$ 1.270,97
03	11,84	46,00	R$ 1.117,34	0,1338068	R$ 630,94
04	8,61	58,00	R$ 1.408,82	0,1651318	R$ 981,78
05	14,20	16,00	R$ 388,64	0,1203267	R$ 197,35
06	11,36	16,00	R$ 388,64	0,1372322	R$ 225,08
07	10,33	16,00	R$ 388,64	0,1458677	R$ 239,24
08	18,94	8,00	R$ 194,32	0,1042747	R$ 85,51
09	17,22	10,00	R$ 242,90	0,1089592	R$ 111,69
Soma			**R$ 7.189,84**		**R$ 4.579,73**

Fonte: Adaptado planilha CELESC/ NEPEN

4.3.6.4 Cálculo do Benefício Anualizado – BA_t

Apuração do benefício anualizado no conjunto de sistemas de iluminação.

Equação 13 – Beneficio anualizado dos sistemas de iluminação

$$BA_i = (RDP_i * CED) + (EE_i * CEE)$$

Onde:

RDP_i = Redução de demanda na ponta do sistema (i)

CED = Custo evitado de demanda

EE_i = Eficiência energética no sistema (i)

CEE = Consumo de energia evitada

Apurou-se o valor de R$ 6.278,16 no cálculo do benefício anualizado no total do conjunto de sistemas de iluminação, conforme o Quadro 45:

Quadro 45 - Cálculo Benefício Anualizado - Iluminação

Benefício Anualizado - BA_t					
Sistemas	**RDP_i (kW)**	**RDP_i (%)**	**Ee_i (MWh/ano)**	**Ee_i (%)**	**Benefício Iluminação (R$)**
01	0,64	47,83	2,52	47,83	R$ 1.331,57
02	0,92	47,72	3,42	47,90	R$ 1.849,48
03	0,50	47,07	1,60	47,79	R$ 910,23
04	0,63	48,00	2,79	48,03	R$ 1.430,10
05	0,00	0,00	0,46	47,50	R$ 166,56
06	0,00	0,00	0,57	47,30	R$ 207,29
07	0,00	0,00	0,64	47,60	R$ 229,47
08	0,00	0,00	0,18	50,59	R$ 66,52
09	0,00	0,00	0,24	48,10	R$ 86,95
TOTAL					
Redução de demanda na ponta			kW	RDPi	2,69
Custo evitado de demanda (CED)		**667,03603**	%	RDPi%	47,58%
Energia economizada			MWh/ano	EEi	12,43
Custo da energia evitada (CEE)		**360,88541**	%	EEi%	47,88%
Benefício anualizado iluminação			R$	BILUM	**R$ 6.278,16**

Fonte: Fonte: Adaptado planilha CELESC/ NEPEN

4.3.6.5 Cálculo da Relação Custo benefício - RCB

De acordo com o resultado do RCB apresentado, o projeto de eficiência energética do ICT/UFF concorrente na CPP 001/2016 terá ou não viabilidade.

Equação 14 – Relação Custo Benefício - RCB

$RCB = CA_t / BA_t$

RCB = 4.579,73 / 6.278,16

RCB = 0,7294 ou **0,73**

Onde:

CA_t = Custo anualizado total

BA_t = Benefício anualizado total

4.4 4ª Etapa - Resultados da 1ª, 2ª e 3ª etapa do estudo de caso

4.4.1 Resultados da 1ª etapa

Na 1ª etapa, foram identificados e classificados 09 (nove) sistemas de iluminação nos diversos setores do prédio do ICT que totalizam 296 (duzentos e noventa e seis) unidades de lâmpadas, aos quais tem os seguintes parâmetros que os diferenciam:

a) Tempo de utilização dos sistemas de iluminação

O conjunto dos nove sistemas de iluminação funciona em média 11 (onze) horas por dia, aproximadamente 215 (duzentos e quinze) dias por ano e 2.251 (duas mil duzentos e cinquenta e uma) horas por ano em média, conforme a

Tabela 15:

Tabela 15 - Utilização do conjunto de sistemas de iluminação

Sistema	01	02	03	04	05	06	07	08	09	**Médias**
Tempo de utilização do sistema (h/dia)	15	14	12	12	10	10	10	6	6	**11**
Dias de utilização do sistema (d/ano)	242	176	176	242	176	220	242	220	242	**215**

Sistema	01	02	03	04	05	06	07	08	09	**Médias**
Horas de utilização por ano - ha_i	3.630	2.464	2.112	2.904	1.760	2.200	2.420	1.320	1.452	**2.251**

Fonte: Adaptado da planilha CELESC/NEPEN

b) Funcionamento dos sistemas no horário de ponta

Os sistemas 01, 02, 03 e 04 funcionam no horário de ponta, aos quais têm uma demanda de energia diferenciada em relação aos sistemas 05, 06, 07, 08 e 09 aos quais têm funcionamento nulo neste horário, conforme a Tabela 16:

Tabela 16 - Conjunto de sistemas de iluminação no horário de ponta

Funcionamento no horário de ponta									
Sistemas	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Meses no ano, de utilização do Sistema (i) no horário de ponta - nm_i	11	8	8	8	0	0	0	0	0
Dias úteis no mês, de utilização do Sistema (i) no horário de ponta - nd_i	22	22	22	22	0	0	0	0	0
Horas por dia, de utilização do Sistema (i) no horário de ponta - nup_i	3	3	3	3	0	0	0	0	0
Horas de utilização anual do sistema no horário de ponta - hap_i	726	528	528	528	0	0	0	0	0

Fonte: Adaptado da planilha CELESC/NEPEN (CPP 01/2016 - ENEL)

4.4.2 Resultados da 2ª etapa

Na 2ª etapa foram calculados os parâmetros aos quais diferenciaram a tecnologia de lâmpadas fluorescentes FT 32W e a tecnologia de lâmpadas de LED 18W, a seguir:

a) Potência do sistema

O conjunto de sistemas de iluminação demanda uma potência de 10,22 kW na tecnologia atual, enquanto a demanda na tecnologia proposta é de 5,33 kW,

gerando uma redução de 4,89 kW de potência entre as tecnologias, resultando em uma diminuição de 47,85% no total da potência instalada, conforme a Tabela 17:

Tabela 17 – Potência instalada

Potência mensal – Kw										
Sistemas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	**Total**
Pa_i	1,45	2,90	1,59	2,00	0,55	0,55	0,55	0,28	0,35	**10,22**
Pp_i	0,76	1,51	0,83	1,04	0,29	0,29	0,29	0,14	0,18	**5,33**
Redução	0,69	1,39	0,76	0,96	0,26	0,26	0,26	0,14	0,17	**4,89**
Resultado (%)	47,59	47,93	47,80	48,00	47,27	47,27	47,27	50,00	48,57	**47,85**

Fonte: Adaptado da planilha CELESC/NEPEN (CPP 01/2016 - ENEL)

b) Demanda média de energia no horário de ponta

As demandas de energia no horário de ponta pelos sistemas 01, 02, 03 e 04 totalizam 5,65 kW/mês na tecnologia atual, enquanto na tecnologia proposta é de 2,95 kW/mês, gerando uma redução de 2,70 kW/mês, resultando em uma diminuição de 47,79% no total da demanda na ponta. A utilização dos sistemas 05, 06, 07, 08 e 09 é nula neste horário, portanto não são comparados nesse parâmetro, conforme a Tabela 18:

Tabela 18 - Demanda média no horário de ponta

Demanda média no horário de ponta mensal – kW/mês										
Sistemas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	**Total**
Daí	1,33	1,93	1,06	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**5,65**
Dp_i	0,69	1,01	0,55	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**2,95**
Redução	0,64	0,92	0,51	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**2,70**
Resultado (%)	48,12	47,67	48,11	47,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**47,79**

Fonte: Adaptado da planilha CELESC/NEPEN (CPP 01/2016 - ENEL)

c) Energia consumida anual

A energia consumida anualmente pela tecnologia atual é de 25,94 MWh/ano, enquanto na tecnologia proposta é de 13,54 MWH/ano, gerando uma redução de 12,40 MWh/ano, resultando em uma diminuição de 47,80% no total da energia consumida anualmente pelo conjunto de sistemas de iluminação, conforme a Tabela 19:

Tabela 19 - Energia consumida anualmente

Energia consumida anual (MWh)										
Sistemas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	**Total**
Ea_i	5,26	7,14	3,35	5,81	0,97	1,21	1,33	0,37	0,50	**25,94**
Ep_i	2,76	3,72	1,75	3,02	0,51	0,64	0,70	0,18	0,26	**13,54**
Redução	2,50	3,42	1,60	2,79	0,46	0,57	0,63	0,19	0,24	**12,40**
Resultado (%)	47,53	47,90	47,76	48,02	47,42	47,11	47,37	51,35	48,00	**47,80**

Fonte: Adaptado da planilha CELESC/NEPEN (CPP 01/2016 - ENEL)

d) Redução de demanda e economia da tecnologia proposta

Comparando a tecnologia atual pela tecnologia proposta apura-se uma economia mensal de 4,89 kW de potência instalada, de 2,70 kW/mês em demanda média na ponta e 1,04 MWh/mês de energia consumida no conjunto de sistemas de iluminação conforme a Tabela 20:

Tabela 20 - Economia de energia mensal (simulação)

Redução de energia mensal (simulação)										
Sistema	01	02	03	04	05	06	07	08	09	**Total**
Redução de Demanda mensal (kW/mês)	0,69	1,39	0,76	0,96	0,26	0,26	0,26	0,14	0,17	**4,89**
Redução de Demanda em horário de ponta (kW/mês)	0,64	0,92	0,51	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**2,70**

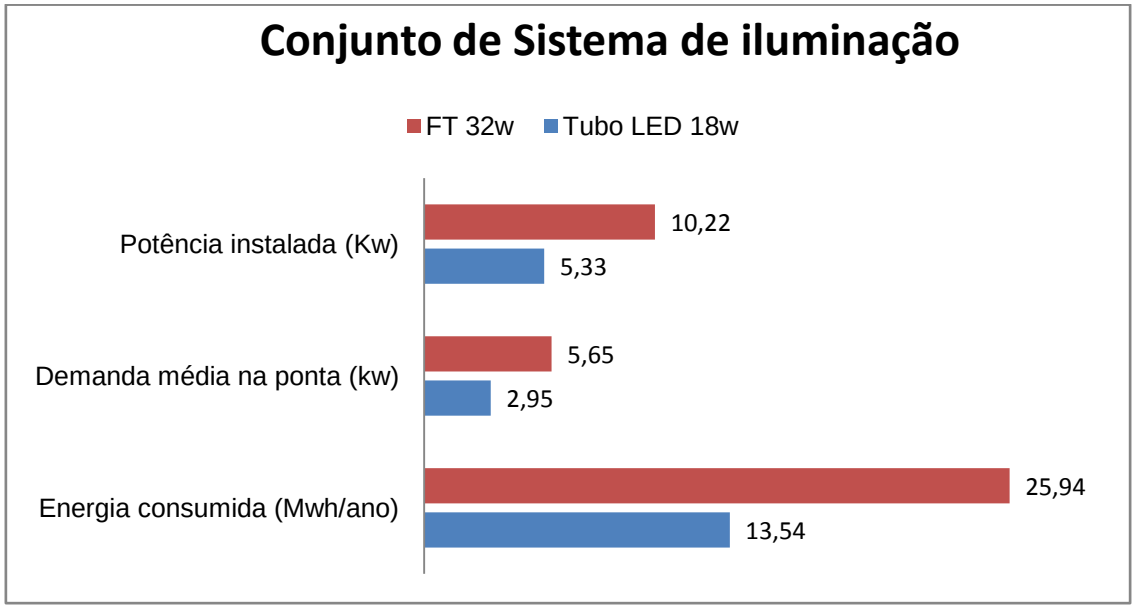
Redução de energia mensal (simulação)										
Energia economizada mensal (MWh/mês)	0,21	0,29	0,13	0,23	0,04	0,05	0,05	0,02	0,02	**1,04**

Fonte: Adaptado da planilha CELESC/NEPEN (CPP 01/2016 - ENEL)

e) Comparação gráfica

O Gráfico 14 mostra a comparação entre as duas tecnologias e aponta a diferença da potência energética do conjunto de sistemas de 10,22 W na tecnologia atual, para 5,33 W na tecnologia proposta, assim como a diferença na demanda de energia no horário de ponta pelos sistemas 01, 02, 03 e 04 que totalizam 5,65 kW/mês na tecnologia atual, enquanto na tecnologia proposta totalizam 2,95 kW/mês e a diferença da energia consumida por ano de 25,94 MWh/ano pela tecnologia atual, enquanto que na tecnologia proposta de 13,54 MWH/ano, a seguir:

Gráfico 14 - Comparação das tecnologias



Fonte: Adaptado planilha CELESC / NEPEN

Na 3ª etapa apurou-se que o valor médio das faturas mensais de energia elétrica no prédio do ICT gira em torno de R$ 7.227,22 (sete mil duzentos e vinte e sete reais e vinte e dois centavos) utilizando a tecnologia atual de lâmpadas, mas que com a substituição pela tecnologia de lâmpadas proposta pode chegar a uma economia média mensal de R$ 978,76 (novecentos e setenta e oito reais e setenta e seis centavos) e uma economia média anual de R$ 11.745,12 (onze mil setecentos e quarenta e cinco reais e doze centavos) resultando em uma redução anual em torno de 13,54% do gasto total em energia elétrica no prédio do ICT. De acordo com

dados da planilha cedida pela CELESC/NEPEN, o total dos custos diretos para a implantação do projeto é de R$ 26.048,94 (vinte e seis mil, quarenta e oito reais e noventa e quatro centavos) e o total dos custos indiretos é de R$ R$ 4.715,21 (quatro mil setecentos e quinze reais e vinte e um centavos) resultando em um custo total para a implantação do projeto de R$ 30.764,15 (trinta mil setecentos e sessenta e quatro reais e quinze centavos), sendo que a vida útil da tecnologia proposta chega a 12,17 anos na média do conjunto de sistemas de iluminação, determinando assim um retorno total de R$ 110.177,29 (cento e dez mil cento e setenta e sete reais e vinte e nove centavos) aproximadamente ao final desse prazo. Apurou-se que o custo anualizado (CA_t) do conjunto dos nove sistemas de iluminação é de R$ 4.579,73 (quatro mil quinhentos e setenta e nove reais e setenta e três centavos) e do benefício anualizado (BA_t) é de R$ 6.278,16 (seis mil duzentos e setenta e oito reais e dezesseis centavos). A divisão desses dois valores resulta no valor do RCB, que é o fator decisivo para a continuação do processo de implantação de projetos de eficiência energética, que ficou em 0,73 (zero vírgula setenta e três décimos), estando assim dentro do padrão exigido pela em Chamadas Públicas de projetos de eficiência energética da ANEEL. Conforme a Tabela 21:

Tabela 21 – Demonstração de resultados 3ª fase

Resultados obtidos na 3ª fase	
Valor médio mensal das faturas	**R$ 7.227,22**
Economia mensal (média)	R$ 978,76
Economia anual (média)	R$ 11.745,12
Redução anual (média)	**13,54%**
Total de custos diretos	R$ 26.048,94
Total de custos indiretos	R$ 4.715,21
Custos Totais	**R$ 30.764,15**
Vida útil (anos)	12,17
Payback (12º ano)	R$ 110.177,29
Custo Anualizado - CA_t	R$ 4.579,73
Benefício Anualizado - BA_t	R$ 6.278,16
Relação Custo benefício - RCB	**0,73**

Fonte: elaborado pelo autor

5 CONCLUSÕES

Em relação ao objetivo principal pôde-se verificar através dos resultados relatados na 4ª fase do estudo de caso que a participação do Instituto de Ciência e Tecnologia na Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética da ENEL Distribuidora Rio (CPP 001/2016) corroborou na afirmação da hipótese, pois a substituição da tecnologia de lâmpadas fluorescentes pela tecnologia de lâmpadas de LED em seu conjunto de sistemas de iluminação terá grande impacto na minimização do consumo e consequentemente nos gastos das faturas mensais com energia elétrica, provando ser vantajosa em termos financeiros e tecnológicos.

Quanto aos objetivos específicos, estes foram alcançados, pois se obteve através de artigos, legislação e livros o conhecimento das leis, resoluções e as definições sobre os equipamentos de iluminação envolvidos no projeto de eficientização. Os estudos realizados na planilha elaborada pela CELES/NEPEN ofereceram todo o material necessário para a identificação e classificação dos sistemas de iluminação, além dos dados relativos aos cálculos de energia, dos custos do projeto e principalmente da Relação Custo Benefício (RCB). São estes dados que proporcionaram o dimensionamento do conjunto de sistemas de iluminação do prédio, assim como a comparação entre as tecnologias de lâmpadas que são mais eficientes energeticamente e a economia monetária que se pode obter com sua substituição.

A participação do ICT/UFF atendeu os requisitos solicitados na Fase I (Anexo I), porém não atendeu os requisitos solicitados para seguir para fase II (Anexo “II”) da Chamada Pública (CPP - 01/2016) da ENEL/RJ, pois não possuía 12 (doze) meses de consumo de energia elétrica, por ser um prédio recém-inaugurado à época da realização da CPP. No entanto, muitos dados foram extraídos através da leitura da planilha elaborada para esse fim.

Esta foi a primeira participação do ICT/UFF neste tipo de processo licitatório, portanto notou-se que a experiência terá validade para futuras participações em outras Chamadas Públicas de Eficiência Energética, sendo para eficientizar o próprio conjunto de sistemas de iluminação, assim como o sistema de refrigeração ou até mesmo para um projeto de energia renovável, como a eólica ou a de energia solar.

5.1 Trabalhos futuros

Os prédios públicos das universidades demandam normalmente um consumo de energia elétrica bastante significativa para os gastos do governo federal.

A preocupação na diminuição de gastos na administração pública é uma das medidas que o país precisa tomar para atravessar a crise econômica atual. Projetos de eficiência energética voltados para prédios públicos são elaborados, mas por vezes não executados pela falta de recursos públicos ou no desconhecimento de meios de financiamento que podem ser viabilizados através de parcerias junto ao setor privado.

Portanto trabalhos futuros podem ser elaborados aproveitando esse modelo de financiamento para viabilização de outros projetos de eficiência energética em prédios públicos, como exemplo, a micro geração de energia renovável fotovoltaica ou eólica. Projetos que viabilizem investimentos em novas tecnologias energéticas que tenham responsabilidade ambiental, confiabilidade, rentabilidade e que visem um futuro mais confortável e promissor para toda a sociedade.

6 BIBLIOGRAFIA

ANEEL, **Resolução Normativa Nº556, DE 18 DE JUNHO DE 2013**, 2016. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2013556.pdf>. Acesso em: 8 set. 2016..

_____ **Procedimentos do Programa de Eficiência Energética - PROPEE**, 2013. Disponível em: <http://www.light.com.br/Repositorio/Eficiencia-Energetica/PROPEE 2013.pdf> acesso em 05 jun 2017

_____ **Resolução Normativa nº 482, de 17 de Abril de 2012**, 2012 Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2017.

_____**Revista De Eficiência Energética**, 2017, Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/15495819/Revista+de+Eficiência+Energética+PEE+-+2017.pdf/ec81860f-4f80-f2d3-3692-1dc24f556e17?version=1.1>.Acesso em 12 dez 2017.

ASTE, N.; CAPUTO, P.; BUZZETTI, M.; FATTORE, M.. **Energy efficiency in buildings: What drives the investments? the case of Lombardy Region**. Sustainable Cities and Society, v. 20, p. 27–37, 2016.

BERG, S. V. **Energy efficiency in developing countries: Roles for sector regulators.** Energy for Sustainable Development, v. 29, p. 72–79, 2015.

BLINKIELED - **Etiqueta para Lâmpadas de LED** – Disponível em: <http://blinkieled.com.br/> acesso em 22/11/2017.

BRITO, P. E. F. **Chamada pública para a formação de parcerias societárias entre os setores público e privado : superando incertezas e promovendo a transparência Chamada pública para a formação de parcerias societárias entre os setores público e privado : superando incertezas**. [Dissertação de Mestrado] Escola de Direito de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, 2017.

CASA SUSTENTÁVEL – **Viva as Lâmpadas Fluorescentes**! - Disponível em: <http://casasustentavelddcs.blogspot.com.br/2010/09/viva-as-lampadas-fluorescentes.html> acesso em 18/11/2017.

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - **Guia para eficientização energética nas edificações públicas** Versão 1.0 outubro 2014 / Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL; coordenador Ministério de Minas e Energia - MME — Rio de Janeiro: CEPEL, 2014. 229 p.; il.

CHRISTOPOULOS, S.; DEMIR, C.; KULL, M. **Cross-sectoral coordination for sustainable solutions in Croatia: The (meta) governance of energy efficiency**. **Energy** Policy, v. 99, p. 57–87, 2016.

CLAUDIO, J. **Tarifa horo-sazonal**., 2003, Disponível em: <http://www.joseclaudio.eng.br/energia/tarifa_horo>. Acesso em: 10 nov. 2016.

ECP **Reator**, 2016 <disponível em: http://www.ecp.com.br/produto-detalhes/371?locale=pt-br> Acesso em 18/11/2017.

ELEKTRO - **Manuais Elektro de Eficiência Energética - Segmento Industrial - Eletricidade e Serviços S.A**., 2014, Disponível em: <https://www.elektro.com.br/Media/Default/DocGalleries/Eficientiza%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica/manualIluminacao_novo.pdf> acesso em 19/11/2017.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise Energética e Dados Agregados**. Balanço Energético Nacional 2015: Ano base 2014, p. 16, 18, 2015.

FREITAS, R. D. E.; PETENATTI, O. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS INSTALAÇÕES DO**. [Dissertação de Mestrado] Universidade Federal de Alagoas, 2015.

GHEZLOUN, A.; SAIDANE, A.; OUCHER, N. **Energy policy in the context of sustainable development: Case of Morocco and Algeria**. Energy Procedia, v. 50, p. 536–543, 2014.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008. 207 p.

GOMES, A. F. **Eficiência energética em edificações públicas do Poder Executivo Federal: Oportunidades e Desafios no Contexto do Programa Brasileiro de Etiquetagem** (PBE - EDIFICA). p. 222, 2017.

GUEDES, J. C. DE S. **Manual de Tarifação da Energia Elétrica**. p. 56, 2011.

HOWARD, A. J.; HOLMES, J. **Addressing data center efficiency: Lessons learned from process evaluations of utility energy efficiency programs**. Energy Efficiency, v. 5, n. 1, p. 137–148, 2012.

INMETRO. **Lâmpadas LED**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/cartilhas/lampada-led/lampadaled.pdf>. Acesso em 20 ago 2017

JORDAN, Maxini - **Mitsidi – Por que trocar a iluminação por LED pode ser mais barato que se pensa?** , 2017 - disponível em: <http://mitsidi.com/porque-trocar-

iluminacao-por-led-pode-ser-mais-barato-que-se-pensa/?lang=pt-br> acesso em 18/11/2017,

MALLABURN, P. S.; EYRE, N. **Lessons from energy efficiency policy and programmesin the UK from 1973 to 2013**. Energy Efficiency, v. 7, n. 1, p. 23–41, 2014.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003. 5. Ed. Pg.185

MEDEIROS, I. DE F. **AVALIAÇÃO E MELHORIA DA QUALIDADE NO SERVIÇO PÚBLICO: um estudo de caso em uma biblioteca universitária por meio do modelo SERVQUAL**. [Dissertação de Mestrado] Universidade Federal Fluminense, 2015.

MME. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Eficiência Energética Premissas e Diretrizes Básicas**, 2011.

MPOG. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Instrução Normativa nº 2. de 4 de junho de 2014**. Disponível em: <https://www.comprasgovernamentais.gov.br/index.php/legislacao/instrucoes-normativas/304-instrucao-normativa-n-2-de-04-de-junho-de-2014>. Acesso em: 23 ago. 2017.

NASCIMENTO, R. L. **POLÍTICA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL** Brasilia, Câmara dos Deputados, 2015.

PROCEL. **Lei de Eficiência Energética**. ProcelInfo, p. 49–51, 2014.

REVISTA ESPACIOS, **Auto-suficiência energética no horário de ponta: Análise técnico-econômica de geradores operados com diesel e biodiesel obtido através do óleo de fritura usado**. Disponível em: http://www.revistaespacios.com/a15v36n19/15361910.html - Acesso em: 16/11/2017.

SAIDEL, M.; SOUZA DA SILVA, R.; MARCOS DO NASCIMENTO, **L. The permanent program for efficient use of energy at university of São Paulo** – PURE-USP. Management of Environmental Quality: An International Journal, v. 25, n. 3, p. 361–372, 2014.

SHIH, C. H.; LATHAM, W.; SARZYNSKI, A. **A collaborative framework for U.S. state-level energy efficiency and renewable energy governance**. Electricity Journal, v. 29, n. 9, p. 21–26, 2016.

SICSÚ, J.; CASTELAR A. **Sociedade e economia : estratégias de crescimento e desenvolvimento**. Brasília: IPEA, 2009. 252 p.

SOUZA, H. M. DE; LEONELLI, P. A.; PIRES, C. A. P.; JÚNIOR, V. B. S.; PEREIRA, R. W. L. **Reflexões sobre os principais programas em eficiência energética existentes no Brasil**. v. 15, n. 1, p. 7–26, 2009.

STAMENIC, M.; TANASIC, N.; SIMONOVIC, T.; NIKOLIC, **A. Energy management system for energy efficiency improvement in the industrial sector of the republic of Serbia**. 4th International Symposium on Environmental Friendly Energies and Applications (EFEA**)**, p. 1–4, 2016.

STARLAMP, **T8-LED-TUBE-120cm-18W-bivolt**, Disponivel em: <http://www.starlamp.com.br/produto/T8-LED-TUBE-120cm-18W-bivolt.html>. Acesso em: 20 ago. 2017.

STREITFERDT, V.; CHIRARATTANANON, S.; DU PONT, **P. Lessons learned from studying public initiatives to support energy efficiency finance in Thailand from 1992 to 2014**. Energy Efficiency, v. 10, n. 4, p. 905–923, 2017.

TEIXEIRA, F., **UFF tem orçamento reforçado com emendas e investirá menos em 2017** – Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/bairros/uff-tem-orcamento-reforcado-com-emendas-investira-menos-em-2017-20713013> acesso em 10/09/2017.

THOLLANDER, P.; KIMURA, O.; WAKABAYASHI, M.; ROHDIN, P. **A review of industrial energy and climate policies in Japan and Sweden with emphasis towards SMEs**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 50, p. 504–512, 2015.

VALDEVINO, R. P. **CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS,** Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://enel-rj.chamadapublica.com.br/> Acesso em 10 dez 2016

VIANA, A.; BORTONI, E. C.; NOGUEIRA, F. J. H.; HADDAD, J.; NOGUEIRA, L. A. H.; VENTURINI, O. J.; YAMACHITA, R. A.. **Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações**. 1a. ed. Campinas, SP: PEE - Programa de Eficiência Energética ANEEL, 2012.

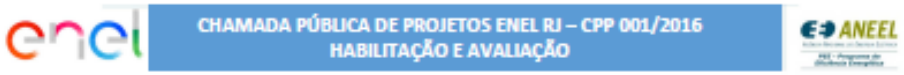
VIEIRA, V. **Universidades Federais devem ter cortes de até 45% nos investimentos**. O Estadão.Edu de 11 ago. 2016. Disponivel em: <http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,federais-devem-ter-corte-de-ate-45-nos-investimentos,10000068526>. Acesso em: 12 dez. 2016

YIN, ROBERT K. **Estudo de caso: plane]amento e métodos** - 2.ed.- Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXO I

Participação do ICT (UFF-RDO) na CPP 001/2016

A) Primeira fase – Projeto Simplificado



RESULTADO FINAL – FASE I
(APÓS INTERPOSIÇÃO DE RECURSO)
CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS ENEL RIO – CPP 001/2016

31 DE MARÇO DE 2016

As ENEL RIO DISTRIBUIDORA S.A., concessionária do serviço público de distribuição de energia elétrica, doravante denominada simplesmente de ENEL RJ, comunica que, na CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS ENEL RIO – CPP 001/2016, foram habilitados os seguintes "pré-diagnóstico energético" (parte integrante da "proposta de projeto" de eficiência energética no uso final de energia elétrica) de consumidores pertencentes à área de concessão desta distribuidora, conforme relacionado a seguir:

POS	PROPOSTAS DE PROJETOS APROVADAS	MUNICÍPIO	CNPJ	TIPOLOGIA	PONTUAÇÃO FINAL	VALOR SOLICITADO CPP 001/2016 – ENEL RJ	RESULTADOS FASE I
01	IFF - Campos	Campos dos Goytacazes	10.779.511/0002-98	Poder Público	71,20	R$ 834.095,91	Habilitado para Fase II
02	Pré-Diagnóstico Energético e Proposta de Programa de Eficiência Energética com Microgeração de Energia	Armação dos Búzios	01.616.171/0001-02	Poder Público	64,30	R$ 357.186,05	Habilitado para Fase II
03	Hospital Santa Tereza	Petrópolis	60.922.168/0004-29	Comércio e Serviços	52,98	R$ 257.139,26	Habilitado para Fase II
04	UFF - Biomédica	Niterói	28.523.215/0001-06	Poder Público	41,88	R$ 338.463,24	Habilitado para Fase II
05	UFF - RDO	Niterói	28.523.215/0001-06	Poder Público	37,14	R$ 30.764,15	Habilitado para Fase II
Valor total solicitado na CPP 001/2016 – ENEL RJ						**R$ 1.817.648,62**	

O total de recursos disponibilizado na CPP 001/2016 da ENEL RJ foi de R$ **2.000.000,00 (dois milhões de reais)**. Deverão ser consumidos R$ 1.817.648,62 (um milhão, oitocentos e dezessete mil, seiscentos e quarenta e oito reais e sessenta e dois centavos) com as propostas de projetos **habilitadas para a segunda fase da CPP 001/2016 da ENEL Rio.**

Conforme definido na CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS ENEL RJ – CPP 001/2016, após a data de divulgação da seleção dos "pré-diagnósticos energéticos", os consumidores contemplados deverão apresentar à ENEL RJ os documentos relacionados ao "diagnóstico energético" das suas respectivas instalações, observando, em especial, o disposto nos itens 4.3 – RISCO 01, 9 e 10.2 da CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS ENEL RJ – CPP 001/2016.

No quadro a seguir está disposto o cronograma da Fase II da CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS ENEL RJ – CPP 001/2016, referente à apresentação da documentação de "diagnóstico energético".

ANEXO II

B) Segunda Fase – Projeto Integral

RESULTADO FINAL – FASE II
CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS ENEL RIO – CPP 001/2016
19 DE MAIO DE 2017

A ENEL DISTRIBUIÇÃO RIO, concessionária do serviço público de distribuição de energia elétrica, doravante denominada simplesmente de ENEL RJ, comunica que, na CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS ENEL RIO – CPP 001/2016, foram APROVADOS os seguintes "diagnósticos energéticos" (parte integrante da "proposta de projeto" de eficiência energética no uso final de energia elétrica) de consumidores pertencentes à área de concessão desta distribuidora, conforme relacionado a seguir:

POS	PROPOSTAS DE PROJETOS APROVADAS	MUNICÍPIO	CNPJ	TIPOLOGIA	VALOR SOLICITADO CPP 001/2016 – ENEL RJ
01	IFF - Campos	Campos dos Goytacazes	10.779.511/0002-98	Poder Público	R$ 862.958,59
02	Hospital Santa Tereza	Petrópolis	60.922.168/0004-29	Comércio e Serviços	R$ 275.175,79
03	UFF - Biomédica	Niterói	28.523.215/0001-06	Poder Público	R$ 347.972,43
Valor total solicitado na CPP 001/2016 – ENEL RJ					***R$ 1.486.106,81***

Conforme regras e metodologia de enquadramento, qualificação, classificação e aprovação, previstas no **EDITAL ENEL RIO CPP 001/2016**, os projetos de eficientização apresentados foram todos **APROVADOS** para a contratação junto ao Programa de Eficiência Energética (PEE) da **ENEL RIO,** em um valor total de **R$ 1.486.106,81 (um milhão, quatrocentos e oitocentos e seis mil, cento e seis reais e oitenta e um centavos).**

Em função da variação natural dos preços do mercado, no momento da aquisição dos materiais/equipamentos e serviços, os mesmos deverão ser revistos e acordados entre os clientes, escos/empresas de engenharia e a ENEL, afim de se atender aos itens 4.2.3 – Requisitos sobre os Custos e Orçamentos, sub-item b) e 5.3 – Forma de Apresentação da Segunda Fase – PROJETO INTEGRAL, sub-item b), observando-se os critérios do RCB previstos no PROPEE da ANEEL, , bem como, será revisto se o cliente estar adimplente com todas as obrigações legais com a **ENEL DISTRIBUIÇÃO RIO** até a data limite da divulgação final da relação de projetos aprovados e reprovados estabelecida na seção 3.5 deste regulamento. Viabilizando no período que antecede a assinatura do contrato, um processo de negociação para os clientes que ainda não estejam adimplentes com a ENEL DISTRIBUIÇÃO RIO.

Agradecemos a todos pela participação no processo da **CPP ENEL RIO 001/2016**.

Atenciosamente;

NEPEN - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS DO NORDESTE
CHAMADA PÚBLICA ENEL RIO 001/2016