

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA**

**THIAGO MACIEL VIANA**

**PROPOSTA PARA GESTÃO DA ENERGIA ELÉTRICA NA UFES  
CAMPUS SÃO MATEUS**

**São Mateus – ES  
2018**

**THIAGO MACIEL VIANA**

**PROPOSTA PARA GESTÃO DA ENERGIA ELÉTRICA NA UFES  
CAMPUS SÃO MATEUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública do Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Mestre Profissional em Gestão Pública.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marielce de Cássia Ribeiro Tosta

**São Mateus – ES**

**2018**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

V614p Viana, Thiago Maciel, 1987-  
Proposta para gestão da energia elétrica na Ufes campus  
São Mateus / Thiago Maciel Viana. – 2018.  
177 f. : il.

Orientador: Marielce de Cássia Ribeiro Tosta.  
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Pública) –  
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências  
Jurídicas e Econômicas.

1. Universidades e faculdades - São Mateus (ES). 2.  
Administração pública. 3. Energia elétrica - Administração. 4.  
Eficiência energética. I. Tosta, Marielce de Cássia Ribeiro. II.  
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências  
Jurídicas e Econômicas. III. Título.

CDU: 35

**THIAGO MACIEL VIANA**

**PROPOSTA PARA GESTÃO DA ENERGIA ELÉTRICA NA UFES  
CAMPUS SÃO MATEUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública do Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão Pública.

Aprovada em 01 de agosto de 2018.

**COMISSÃO EXAMINADORA**



---

**Prof.ª Dr.ª Marielce de Cassia Ribeiro Tosta**  
Universidade Federal do Espírito Santo  
(Orientadora)



---

**Prof. Dr. Marcos da Cunha Teixeira**  
Universidade Federal do Espírito Santo



---

**Prof.ª Dr.ª Leandra Altoé**  
Universidade Federal do Espírito Santo

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública do Campus São Mateus, pelo pioneirismo na educação institucional e pelas lições importantes para meu desenvolvimento como profissional.

A Professora Dr.<sup>a</sup> Leandra Altoé e ao Professor Dr. Marcos da Cunha Teixeira, por aceitarem prontamente participar da banca para defesa do projeto de dissertação e pelas sugestões de melhorias no projeto.

A Professora Dr.<sup>a</sup> Marielce de Cássia Ribeiro Tosta, não apenas pela orientação e suporte no desenvolvimento desse projeto, mas pelo empenho e por acreditar nas diversas etapas do trabalho desenvolvido.

A UFES por possibilitar o desenvolvimento do programa no Campus São Mateus e a oportunidade de viver essa experiência e, aos servidores da Prefeitura Universitária, sempre acessíveis na disponibilização das informações.

## RESUMO

O aumento no consumo de energia elétrica no mundo e a defasagem nas medidas de eficiência energética demonstram a necessidade da criação de medidas para uma gestão eficiente. Apenas no Brasil, é estimado que o consumo de energia elétrica triplique até 2050. A gestão da energia torna-se cada vez mais importante dentro da gestão organizacional, proporcionando a redução de gastos desnecessários e aumento da eficiência no consumo de energia, além de proporcionar aos usuários confiabilidade e qualidade no suprimento. Apesar de os prédios públicos representarem apenas 8,3% do consumo de eletricidade no Brasil, esse valor é significativo e representa um consumo maior do que o registrado em toda a região Norte ou Centro-Oeste do país no ano de 2015. Apenas em 2015, as Universidades Federais pagaram cerca de R\$ 430 milhões em energia elétrica e, parte considerável desse gasto se refere ao uso de equipamentos ineficientes e altos índices de desperdício, oriundos principalmente da falta de planejamento e gestão. A Universidade Federal do Espírito Santo Campus São Mateus, assim como várias instituições públicas nacionais, não possui plano de gestão da energia elétrica apesar do aumento no número de alunos e instalações prediais desde a sua criação. Buscou-se desenvolver um diagnóstico do perfil de consumo de energia elétrica e construir uma proposta de gestão da energia elétrica para instituição. Uma revisão bibliométrica sobre o uso da ISO 50001 fundamentou a formulação de políticas de gestão pública demonstrando a importância da abordagem multidisciplinar no Sistema de Gestão da Energia e a necessidade do plano de gestão ser construído de acordo com as características da organização. Os resultados mostraram a evolução dos gastos com energia no Campus e revelaram um custo, em 2016, equivalente a 409% do registrado no ano de 2011 e um consumo final 2,55 vezes maior no mesmo período. Da análise detalhada das faturas, foram identificadas perdas contratuais que representavam cerca de 10% do valor total. Foram analisados quatro projetos de acordo com a viabilidade técnico-econômica para redução dos custos: eliminação das perdas contratuais, climatização, iluminação externa e iluminação interna. Os resultados demonstraram melhor relação custo benefício e menor *payback* na eliminação das perdas contratuais. Sugere-se a implantação do conjunto de projetos propostos com investimento de R\$825 mil, retorno de R\$4,23 milhões em 15 anos e *payback* de 2,18 anos. A economia obtida

seria equivalente a 28,93% do custo anual de energia, 25,78% do consumo e 43,92 toneladas de dióxido de carbono a menos na atmosfera por ano. Para desenvolver o plano de ações do sistema de gestão foi aplicado questionário sobre a percepção do consumo numa amostra de 309 alunos, professores e técnicos. Constatou-se associação do conforto ambiental ao consumo de energia, comportamento pró-ambiental e a falta de amplo conhecimento sobre o consumo. Por fim, a criação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia foi sugerida para, em conjunto com os grupos de interesse da comunidade universitária, articular os planos de ação da gestão da energia.

**Palavras-chave:** Gestão de energia. Gestão pública. Energia elétrica. Eficiência energética. Universidade.

## ABSTRACT

The increase energy consumption in world and the lag in energy efficiency measures demonstrate the need to create measures for efficient management. Only in Brazil, it is estimated that electricity consumption will triple by 2050. Energy management becomes increasingly important in the organizational management, providing unnecessary expense reduction and increased efficiency energy consumption, besides providing to users reliability and quality of supply. Although public buildings account only 8.3% of electricity consumption in Brazil, this value is significant and represents a higher consumption than that registered in all the North or Midwest region of the country in 2015. Only in 2015, Federal Universities paid about R \$ 430 million in electricity, and a considerable part of this expenditure refers to the use of inefficient equipment and high rates of waste, mainly due to lack of planning and management. The Federal University of Espírito Santo Campus São Mateus, as well as several national public institutions, doesn't have electric energy management plan despite the increase in the number of students and buildings since its inception. A diagnosis of the profile of electric energy consumption was developed and a proposal for the management of electric energy for the institution was developed. A bibliometric study about the use of ISO 50001 based the formulation of public management policies demonstrating the importance of the multidisciplinary approach in the Energy Management System and the need for the management plan to be made according to the organization characteristics. The results showed the evolution of the energy expenditures in the Campus and revealed a cost in 2016 equivalent to 409% of the one registered in the year of 2011 and a final consumption 2.55 times greater in the same period. From the invoices detailed analysis, they were identified contractual losses that represent about 10% of the total value. There were four projects according to the technical feasibility to reduce costs: elimination of contractions, air conditioning, external lighting and internal lighting.

The results showed a better cost-benefit ratio and lower payback in eliminating contractual losses. It was suggested to implement the set of proposed projects with an investment of R\$825 thousand, a return of R\$4.23 million in 15 years and a payback of 2.18 years. The economy obtained would equivalent to 28.93% of the annual cost of energy, supply, 25.78% of consumption and 43.92 tons of carbon dioxide less in the atmosphere per year. To develop the action plan of the



management system, a questionnaire on the perception of consumption was applied to a sample of 309 students, teachers and technicians. It was found an association of environmental comfort with energy consumption, pro-environmental behavior and the lack of extensive knowledge about consumption. Finally, the creation of an Internal Energy Conservation Commission was suggested to articulate the energy management action plans with the interest groups of the university community.

**Keywords:** Energy management. Public management. Electricity. Energy efficiency. University.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espaço educador sustentável – eixos de atuação .....	24
Figura 2 – Modelo de sistema de gestão da energia.....	30
Figura 3 – O processo que ilustra a concepção do planejamento energético .....	32
Figura 4 – Palavras chave mais citadas na base de dados pesquisada .....	40
Figura 5 – Comparativo entre alto e baixo fator de potência.....	55
Figura 6 – Planta baixa do Campus .....	18
Figura 7 – Esquema do processo de planejamento para o Campus.....	18
Figura 8 – Estrutura sugerida da Comissão de Conservação de Energia.....	137

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Oferta interna de energia elétrica por fonte no Brasil.....	19
Gráfico 2 – Consumo de eletricidade por uso final no setor público no Brasil.....	22
Gráfico 3 – Natureza e abordagem metodológica dos artigos.....	41
Gráfico 4 – Valor gasto com energia elétrica pela UFES no ano de 2016 .....	81
Gráfico 5 – Consumo total de energia elétrica no Campus de 2011 a 2016 .....	83
Gráfico 6 – Custo total de energia elétrica no Campus de 2011 a 2016 .....	83
Gráfico 7 – Consumo mensal de energia elétrica do Campus para os anos de 2011 a 2016 .....	84
Gráfico 8 – Média mensal da temperatura máxima e mínima no período de 1984 a 2014 no município de São Mateus/ES .....	85
Gráfico 9 – Consumo de energia por dias letivos 2015/ 2016.....	18
Gráfico 10 – Consumo de energia por temperatura média 2015/ 2016 no Campus .	18
Gráfico 11 – Gastos com energia elétrica 2015/2016 no Campus .....	89
Gráfico 12 – Eficiência dos gastos com energia elétrica 2015/2016 no Campus.....	90
Gráfico 13 – Gastos excedentes com energia elétrica 2015/2016 no Campus.....	91
Gráfico 14 – Curva de demanda contratada x registrada no Campus.....	18
Gráfico 15 – Comparação entre gastos para diferentes demandas .....	18
Gráfico 16 – Comparativo para escolha da demanda contratada .....	18
Gráfico 17 – Comparação entre gastos para diferentes modalidades tarifárias .....	97
Gráfico 18 – Índice percentual de consumo na ponta em relação ao total (PCR) ...	100
Gráfico 19 – Índice de consumo médio anual por m <sup>2</sup> (CMM) .....	100
Gráfico 20 – Índice de consumo médio anual por colaborador (CMF) .....	101
Gráfico 21 – Índice de consumo médio anual por aluno (CMA) .....	102
Gráfico 22 – Índice de demanda média anual por m <sup>2</sup> (DMM).....	102
Gráfico 23 – Índice de demanda média anual por colaborador (DMF).....	103
Gráfico 24 – Índice de demanda média anual por aluno (DMA).....	104
Gráfico 25 – Fator de carga médio do Campus.....	104
Gráfico 26 – Fluxo de caixa do projeto de eliminação das perdas contratuais.....	106
Gráfico 27 – Fluxo de caixa do projeto de climatização proposto .....	110
Gráfico 28 – Fluxo de caixa do projeto de iluminação externa proposto .....	114
Gráfico 29 – Fluxo de caixa do projeto de iluminação interna proposto .....	117
Gráfico 30 – Fluxo de caixa do conjunto de propostas.....	118

Gráfico 31 – Análise de viabilidade econômica de todos os projetos propostos .....	120
Gráfico 32 – Relação percentual do perfil dos participantes (Q <sub>1</sub> ).....	122
Gráfico 33 – Percentual da percepção da Iluminação natural do local de trabalho/estudo (Q <sub>2</sub> ) .....	123
Gráfico 34 – Percentual da percepção da ventilação natural do local de trabalho/estudo (Q <sub>3</sub> ) .....	123
Gráfico 35 – Percentual de pessoas que consideram o ambiente confortável sem o ar condicionado (Q <sub>4</sub> ).....	124
Gráfico 36 – Percentual de utilização da ventilação natural do local de trabalho/estudo (Q <sub>5</sub> ) .....	125
Gráfico 37 – Percentual de pessoas que desligam as lâmpadas quando o ambiente está vazio (Q <sub>6</sub> ).....	126
Gráfico 38 – Percentual de pessoas que desligam o ar condicionado quando o ambiente está vazio (Q <sub>7</sub> ).....	126
Gráfico 39 – Percentual de pessoas que utilizam computadores programados para desligar automaticamente (Q <sub>8</sub> ).....	127
Gráfico 40 – Percentual de pessoas que costumam desligar o computador quando saem do ambiente de trabalho por um tempo maior (reunião, almoço) (Q <sub>9</sub> ).....	128
Gráfico 41 – Percentual de pessoas que possuem hábitos de economia de energia em sua residência (Q <sub>10</sub> ) .....	129
Gráfico 42 – Percentual de pessoas que possuem em sua residência hábitos de economia similares aos do local de trabalho/ estudo (Q <sub>11</sub> ) .....	129
Gráfico 43 – Percentual de pessoas que consideram que os hábitos de consumo de energia estão relacionados à consciência ambiental e a utilização sustentável dos recursos naturais (Q <sub>12</sub> ).....	131
Gráfico 44 – Percentual da percepção dos equipamentos responsáveis pelo maior consumo de energia (Q <sub>13</sub> ) .....	132
Gráfico 45 – Percentual do conhecimento do gasto e consumo de energia elétrica do Campus (Q <sub>14</sub> ).....	132
Gráfico 46 – Percentual de meios sugeridos para realização de uma campanha institucional para conscientização do uso racional de energia (Q <sub>15</sub> ).....	133
Gráfico 47 – Percentual de pessoas que observaram alguma situação de desperdício de energia elétrica no Campus (Q <sub>16</sub> ) .....	134

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Mecanismos presentes nos prédios públicos no Brasil .....	21
Quadro 2 – Principais políticas e medidas de eficiência energética relacionadas às instituições públicas .....	26
Quadro 3 – Conceitos importantes na micro e mini geração distribuída .....	27
Quadro 4 – Análise SWOT .....	45
Quadro 5 – Critérios econômicos de avaliação em processos de eficiência energética.....	46
Quadro 6 – Subgrupos do Grupo A.....	50
Quadro 7 – Subgrupos do Grupo B.....	51
Quadro 8 – Cobrança de demanda e energia para clientes do Grupo A.....	52
Quadro 9 – Dados contratuais.....	60
Quadro 10 – Requisitos legais aplicáveis no plano de gestão .....	63
Quadro 11 – Custos das bandeiras tarifárias .....	80
Quadro 12 – Bandeiras tarifárias acionadas por mês nos anos de 2015 a 2017 .....	80
Quadro 13 – Plano de ação para eliminação das perdas contratuais .....	139
Quadro 14 – Plano de ação para eficiência do sistema de climatização.....	140
Quadro 15 – Plano de ação para eficiência do sistema de iluminação externa .....	141
Quadro 16 – Plano de ação para eficiência do sistema de iluminação interna .....	142
Quadro 17 – Relação de objetivos energéticos, metas e requisitos associados.....	143
Quadro 18 – Levantamento dos aparelhos de ar condicionado .....	165

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo setorial de eletricidade 2012-2016 no Brasil .....	20
Tabela 2 – Número de certificados válidos no mundo para as ISO 9001, 14001 e 50001 em 2014 e 2015 .....	33
Tabela 3 – Seleção dos dados identificados .....	34
Tabela 4 – Período de publicação dos artigos na base de dados .....	35
Tabela 5 – Área temática principal dos artigos na base de dados .....	36
Tabela 6 – Frequência dos principais periódicos .....	37
Tabela 7 – Nacionalidade do autor principal .....	39
Tabela 8 – Valores das tarifas.....	54
Tabela 9 – Análise dos reajustes tarifários de energia no Campus.....	78
Tabela 10 – Análise dos reajustes tarifários de demanda no Campus.....	79
Tabela 11 – Análise do público usuário do Campus .....	82
Tabela 12 – Aumento da área construída no Campus .....	82
Tabela 13 – Consumo medido e variáveis independentes.....	86
Tabela 14 – Escolha da demanda contratada baseada no custo.....	93
Tabela 15 – Valores medidos de consumo e de demanda extraídos das faturas mensais de energia (2015/ 2016).....	96
Tabela 16 – Usos significativos de energia do Campus.....	98
Tabela 17 – Viabilidade econômica da eliminação das perdas contratuais .....	107
Tabela 18 – Consumo de energia elétrica do sistema de climatização atual .....	108
Tabela 19 – Consumo de energia elétrica do sistema de climatização proposto ....	109
Tabela 20 – Redução do consumo e demanda do sistema de climatização proposto .....	109
Tabela 21 – Viabilidade econômica da proposta de climatização .....	111
Tabela 22 – Consumo de energia elétrica do sistema de iluminação externa atual	112
Tabela 23 – Consumo de energia elétrica do sistema de iluminação externa proposto .....	112
Tabela 24 – Redução do consumo e demanda do sistema de iluminação externa proposto .....	113
Tabela 25 – Custo do sistema de iluminação externa proposto.....	114
Tabela 26 – Viabilidade econômica da proposta de iluminação externa.....	115

Tabela 27 – Redução do consumo e demanda do sistema de iluminação interna proposto .....	116
Tabela 28 – Viabilidade econômica da proposta de iluminação interna.....	117
Tabela 29 – Viabilidade econômica do conjunto de propostas .....	119
Tabela 30 – Redução do consumo e demanda do conjunto de propostas.....	121
Tabela 31 – Histórico de consumo de energia .....	157
Tabela 32 – Histórico de consumo de energia continuação.....	159
Tabela 33 – Histórico de custos de energia .....	161
Tabela 34 – Histórico de custos de energia continuação .....	163
Tabela 35 – Levantamento iluminação externa.....	166
Tabela 36 – Consumo de energia elétrica do sistema de iluminação interna atual.	167
Tabela 37 – Consumo de energia elétrica do sistema de iluminação interna proposto .....	168
Tabela 38 – Custo do sistema de iluminação interna proposto.....	169
Tabela 39 – Viabilidade econômica da eliminação das perdas contratuais .....	170
Tabela 40 – Viabilidade econômica do sistema de climatização proposto.....	171
Tabela 41 – Viabilidade econômica do sistema de iluminação externa proposto ...	172
Tabela 42 – Viabilidade econômica do sistema de iluminação interna proposto ....	173
Tabela 43 – Viabilidade econômica do conjunto de projetos propostos.....	174

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica  
CEUNES – Centro Universitário Norte do Espírito Santo  
CICE – Comissão Interna de Conservação de Energia  
COSIP – Custeio dos Serviços de Iluminação Pública  
FP – Fator de Potência  
Fp – Fora Ponta  
GD – Geração Distribuída  
IDE – Indicar de Desempenho Energético  
IES – Instituições de Ensino Superior  
ISO – *International Organization for Standardization*  
LBE – Linha de Base Energética  
NBR – Norma Brasileira Regulamentadora  
PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem  
*PDCA – Plan-Do-Check-Act*  
PDI – Plano de Desenvolvimento Institucional  
PEE – Programa de Eficiência Energética  
PLS – Plano de Logística Sustentável  
PNEf – Programa Nacional de Eficiência Energética  
PU – Prefeitura Universitária  
PURE-USP – Programa Permanente de Uso Eficiente de Energia na Universidade de São Paulo  
RCB – Relação Custo Benefício  
SGE – Sistemas de Gestão da Energia  
*SWOT – Strengths-Weakness-Opportunities-Threats*  
TE – Tarifa de Energia  
TIR – Taxa Interna de Retorno  
TMA – Taxa Mínima de Atratividade  
TUSD – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição  
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo  
USE – Uso Significativo de Energia  
VPL – Valor Presente Líquido



## LISTA DE SÍMBOLOS

GW – Gigawatts

GWh – Gigawatt-hora

Hz - Hertz

kV – Quilovolt

kW – Quilowatt

kWh – Quilowatt-hora

MW – Megawatt

MWh – Megawatt-hora

% – Por cento

tCO<sub>2</sub> – Tonelada de dióxido de carbono

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	28
<b>2 GESTÃO ENERGÉTICA CONFORME A ISO 50001</b> .....	<b>29</b>
2.1 ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE GESTÃO DA ENERGIA A PARTIR DA ISO 50001 .....	33
2.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	45
2.3 ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA .....	49
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>58</b>
3.1 UFES CAMPUS SÃO MATEUS – HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO.....	58
3.2 FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	60
3.3 MÉTODO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO .....	61
<b>3.3.1 Revisão energética</b> .....	<b>63</b>
<b>3.3.2 Viabilidade técnico-econômica</b> .....	<b>68</b>
<b>3.3.3 Percepção da comunidade universitária sobre o uso da energia         elétrica</b> .....	<b>75</b>
<b>3.3.4 Planos de ação</b> .....	<b>77</b>
<b>4 REVISÃO ENERGÉTICA</b> .....	<b>78</b>
4.1 FATURAS DE ENERGIA ELÉTRICA .....	78
4.2 AVALIAÇÃO DOS GASTOS COM ENERGIA .....	89
4.3 ESCOLHA DA DEMANDA CONTRATADA.....	91
4.4 SELEÇÃO DA MELHOR ESTRUTURA TARIFÁRIA.....	95
4.5 CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA (FP) .....	97
4.6 USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGIA (USE) .....	98
4.7 INDICADORES DE DESEMPENHO ENERGÉTICO (IDE) .....	99
<b>5 ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA</b> .....	<b>106</b>
5.1 ELIMINAÇÃO DAS PERDAS CONTRATUAIS.....	106
5.2 SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO .....	107
5.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO EXTERNA .....	111
5.4 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO INTERNA.....	115
5.5 ANÁLISE DO CONJUNTO DE PROPOSTAS.....	118
<b>6 PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE UNIVERSITÁRIA SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA</b> .....	<b>122</b>

6.1 PERFIL DOS PARTICIPANTES .....	122
6.2 ANÁLISE DO CONFORTO AMBIENTAL .....	122
6.3 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO .....	125
6.4 PERCEPÇÃO DO CONSUMO.....	131
<b>7 PLANO DE GESTÃO DA ENERGIA ELÉTRICA .....</b>	<b>136</b>
7.1 PRIMEIRA ETAPA DA IMPLANTAÇÃO (APROVAÇÃO DA DIREÇÃO) .....	136
7.2 CRIAÇÃO DA COMISSÃO INTERNA DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA (CICE) .....	137
7.3 PLANOS DE AÇÃO PARA A GESTÃO DA ENERGIA .....	138
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>145</b>
8.1 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS .....	150
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>151</b>
<b>APÊNDICE A – DADOS DE CONSUMO REGISTRADOS .....</b>	<b>157</b>
<b>APÊNDICE B – HISTÓRICO DE CUSTOS DE ENERGIA .....</b>	<b>161</b>
<b>APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO .....</b>	<b>165</b>
<b>APÊNDICE D – LEVANTAMENTO ILUMINAÇÃO .....</b>	<b>166</b>
<b>APÊNDICE E – FLUXOS DE CAIXA DOS PROJETOS SUGERIDOS .....</b>	<b>170</b>
<b>APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DA PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS SOBRE O USO DA ENERGIA ELÉTRICA .....</b>	<b>175</b>

## 1 INTRODUÇÃO

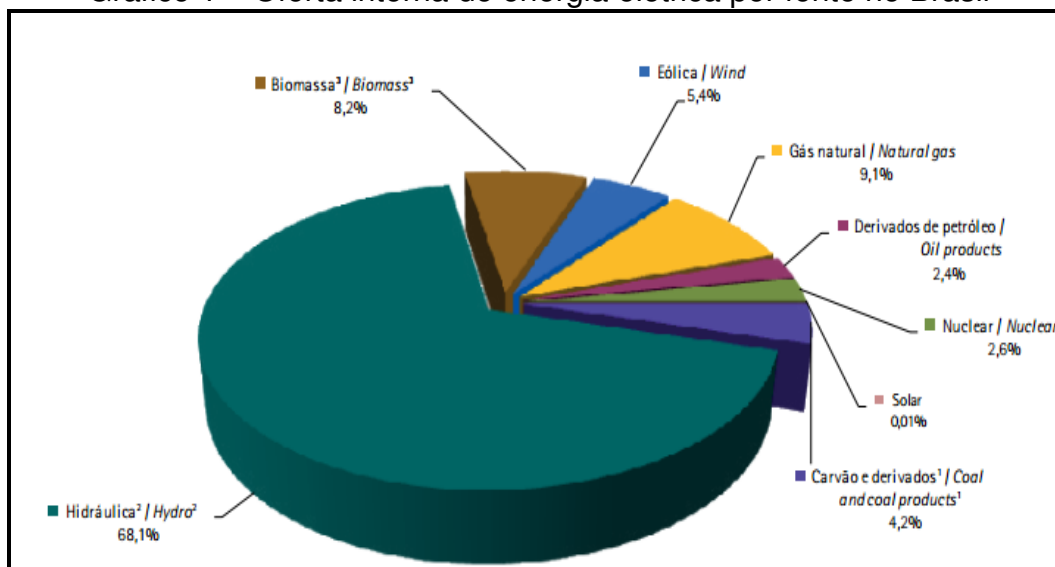
O uso sustentável da energia é considerado um dos grandes desafios da sociedade. Após sucessivas crises em fontes de recursos energéticos finitos, como o petróleo, observa-se grande incentivo pela busca de fontes renováveis e pela eficiência dos sistemas elétricos. Esse incentivo é fundamental para atender as demandas futuras da sociedade. Apenas no Brasil, é estimado que o consumo de energia elétrica triplique até 2050 (EPE, 2016a).

O Brasil possui uma matriz elétrica predominantemente renovável e, nesse contexto, a geração hidráulica nacional é responsável por 68,10% do total. Da oferta interna, que considera à produção nacional mais as importações, 81,7% é representado por fontes renováveis de acordo com os dados divulgados pela EPE (2017).

A capacidade de geração de energia elétrica total instalada no país chegou a 150.338MW em 2016. A expansão de 9.479MW em relação ao ano anterior foi proveniente de centrais hidráulicas (55,6%), térmicas (18,1%), eólicas e solares (23,6%) (EPE, 2017). O Gráfico 1 apresenta a matriz elétrica do Brasil.

Apesar de a matriz elétrica nacional ser renovável e o Sistema Interligado Nacional (SIN) ser considerado robusto, existem alguns pontos questionáveis, como: as perdas técnicas nas linhas de transmissão (LTs) e distribuição; as perdas não-técnicas (comerciais) e o fato de a expansão do sistema elétrico tradicional ser restrito, demorado e dispendioso, além de gerar impacto ambiental. Para reduzir os impactos do aumento da demanda por energia, a eficiência energética e o seu uso racional são objetos de estudos de diversas pesquisas no setor, que buscam incentivar a eficiência e reduzir a quantidade de energia disponibilizada. Entretanto, estas ações devem estar pautadas na relação de custo efetivo/retorno e devem resultar num mesmo nível de qualidade e serviço prestado (BORBA; GASPAR, 2010).

Gráfico 1 – Oferta interna de energia elétrica por fonte no Brasil



Fonte: EPE (2017).

Notas: 1. Inclui gás de coque. 2. Inclui importação de eletricidade. 3. Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

O aumento crescente no consumo de energia elétrica no mundo e a defasagem nas medidas de eficiência energética demonstram a necessidade da criação de medidas para uma gestão eficiente. Estudos na área de gestão da energia tornam-se cada vez mais importantes dentro da gestão organizacional, proporcionando a redução de gastos desnecessários e aumento da eficiência no consumo de energia, além de proporcionar aos usuários confiabilidade e qualidade no suprimento. Todas essas melhorias refletem em sustentabilidade socioambiental e econômica (BORBA; GASPAR, 2010).

Com relação ao setor público, a última publicação do Balanço Nacional de Energia (BEN) demonstrou que o mesmo foi responsável por 8,3% do consumo de eletricidade no Brasil no ano de 2016. Esse percentual representa um consumo maior do que o registrado em toda a região Norte ou Centro-Oeste do país no ano de 2015 (EPE, 2016b). Nesse mesmo ano, os setores residencial, comercial e público utilizaram em conjunto 51,1% de toda eletricidade consumida no Brasil (Tabela 1).

Tabela 1 – Consumo setorial de eletricidade 2012-2016 no Brasil

Setores	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Consumo Final (10<sup>3</sup> tep)</b>	<b>42.861</b>	<b>44.373</b>	<b>46.005</b>	<b>45.096</b>	<b>44.705</b>
Setor energético	5,3%	5,8%	5,8%	6,1%	5,7%
Residencial	23,6%	24,2%	24,7%	25,0	25,6%
Comercial	16,0%	16,4%	16,9%	17,4%	17,2%
Público	8,0%	8,0%	8,5%	8,3%	8,3%
Agropecuário	4,7%	5,0%	5,1%	5,3%	5,3%
Transportes	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
Industrial	42,1%	40,7%	38,7%	37,7%	37,6%
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Adaptado de EPE (2017).

Nota: Tep – Tonelada equivalente de petróleo (1Tep = 11,63 x 10<sup>3</sup> kWh). Consumo final no ano de 2016 equivalente a 519.919,15 GWh.

Os dados da matriz energética dos prédios públicos demonstram que depois da eletricidade, o óleo combustível, derivado originado das frações residuais da destilação do petróleo, é a fonte de energia mais utilizada, citada por 18,6% dos consumidores. O gás natural e o óleo diesel foram informados por respectivamente 11,8% e 13,7% das unidades avaliadas. Em relação às principais informações e mecanismos a serem analisadas quanto a eficiência energética nos prédios públicos ressalta-se as descritas no Quadro 1 com seus respectivos percentuais de aplicação (ELETROBRAS, 2009).

Quadro 1 – Mecanismos presentes nos prédios públicos no Brasil

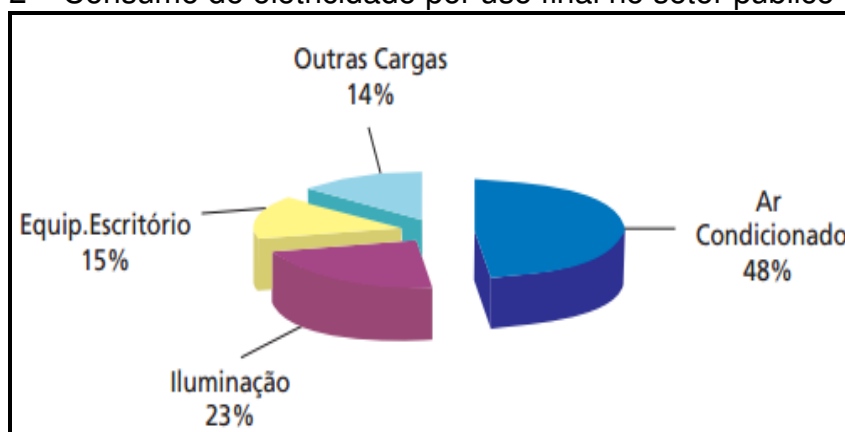
<b>Tipos de mecanismo</b>	<b>Percentual de utilização</b>
Geração de emergência	50%
Geração na ponta	5%
Pagamento de reativos excedentes	45%
Fator de carga médio	40%
Comissão interna de conservação de energia	22%
Realização de avaliação da utilização de energia	48%
Colocam a melhoria da eficiência energética entre prioridades para o prédio	52%

Fonte: Eletrobras (2009).

De acordo com Eletrobras (2009), quase metade do consumo de energia elétrica tradicional de um prédio público está relacionado aos sistemas de climatização (48%). A iluminação também desponta com 23%. Os equipamentos de escritório são responsáveis, por cerca de 15%. O consumo de energia restante (14%) está associado à energia consumida principalmente nos sistemas de bombeamento de água e de transporte vertical (Gráfico 2).

No contexto das Universidades Federais, através de levantamento realizado no site das instituições no mês de junho de 2018, observou-se que apenas 13 das 63 instituições (20,6%) possuíam Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) ou programa de eficiência e racionalização no uso de energia.

Gráfico 2 – Consumo de eletricidade por uso final no setor público no Brasil



Fonte: ELETROBRAS (2009).

Dentro da análise do setor público, cabe ressaltar o papel das Universidades. Saidel, Silva e Nascimento (2014) relataram que apesar da Universidade por eles pesquisada oferecer cursos relacionados a questões energéticas, não apresentava ações de gerenciamento de energia. As atividades de planejamento e gestão acabavam ocupando baixa prioridade e buscava-se atender as questões operacionais. Com o tempo e as expansões, o cenário de perdas energéticas das instalações era intensificado, uma realidade comum em instituições públicas.

De modo a minimizar estes problemas foi desenvolvida em 1997 uma iniciativa pioneira denominada "Programa Permanente de Uso Eficiente de Energia na Universidade de São Paulo" (PURE-USP). No início do programa, preocupou-se em analisar e sistematizar as contas de energia (único elemento para fornecer dados sobre o consumo de energia na Universidade naquele momento), incentivar a compra de equipamentos eficientes e em divulgar as ações do programa na comunidade universitária. Quanto aos resultados alcançados, ressalta-se a economia de cerca de 25% (36.000MWh) no consumo de energia, equivalente a R\$9 milhões (€2,91 milhões) até o ano de 2012, com um aporte de investimento de R\$1,73 milhão (€560.000) (SAIDEL; SILVA; NASCIMENTO, 2014).

As atividades desenvolvidas pelo PURE-USP buscaram integrar a gestão através de três eixos: administrativo, tecnológico e comportamental. A gestão administrativa procurou gerir os contratos e faturas de energia elétrica para eliminar multas, atrasos de pagamento e realizar adequação tarifária. A gestão tecnológica buscou criar um sistema de gerenciamento de energia,



especificar equipamentos e desenvolver projetos de eficiência energética procurando captar recursos para implementar novas tecnologias. A gestão comportamental buscou, através de treinamentos, divulgação e capacitação, integrar os funcionários e toda a comunidade acadêmica às ações e importância do uso racional de energia na Universidade (SAIDEL; SILVA; NASCIMENTO, 2014).

Em novembro de 2012 foram estabelecidas as regras para elaboração dos Planos de Logística Sustentável (PLS) da Administração Pública Federal, através da Instrução Normativa nº 10 (BRASIL, 2012b). Os órgãos tinham o prazo de 180 dias para elaborar e divulgar os planos que deveriam conter diversas práticas de sustentabilidade e racionalização no uso dos recursos, inclusive de energia elétrica. Através da normativa, foram sugeridas práticas como a elaboração do diagnóstico da situação das instalações elétricas e proposta de alterações necessárias a redução do consumo, monitorar o consumo e promover campanhas de conscientização do uso da energia elétrica (BRASIL, 2012b). Apesar disso, as ações de eficiência e racionalização do uso da energia elétrica ocorrem de forma heterogênea nas Universidades Federais. Em geral, as ações de economia de energia que tem conquistado resultados são desenvolvidas através de CICE presente na instituição ou por programas de eficiência energética que se consolidaram ao longo dos anos.

Algumas Universidades Federais se destacaram, entre estas, a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) por desenvolver ações para redução do consumo de energia através do Programa de Bom Uso Energético (PROBEN). Desde 2006, esse programa permanente tem promovido a educação do usuário e o uso de tecnologias mais eficientes a fim de proporcionar redução do consumo energético nos campi da universidade, o que promoveu de setembro de 2006 a abril de 2016 uma economia de R\$3.495.924,80 (UFPEL, 2018).

Já a Universidade Federal de Lavras (UFLA) tem se destacado há alguns anos na rede mundial de universidades comprometidas com a sustentabilidade. Em 2017, a UFLA obteve o 35º lugar mundial e foi a Universidade Federal brasileira com a melhor classificação no *UI GreenMetric World University Ranking*. Com o 28º lugar geral, a USP ficou em

primeiro lugar entre as instituições nacionais e da América Latina. Participaram 619 universidades e a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) não esteve entre as 17 instituições brasileiras representadas no ranking.

A avaliação é organizada sob seis categorias principais: estrutura do campus e áreas verdes, consumo de energia, gestão de resíduos, uso e tratamento de água, políticas sobre transportes e atividades acadêmicas relacionadas ao meio ambiente. No topo do ranking estão a *Wageningen University & Research*, Países Baixos, em primeiro lugar, seguida pela *University of Nottingham*, no Reino Unido, em segundo, e pela *University of California Davis*, nos EUA, em terceiro (CAETANO, 2017).

Dentro do contexto da gestão e educação, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental estabeleceram que as Instituições de Ensino Superior (IES) devem promover o estímulo à constituição de espaços educadores sustentáveis, integrando proposta curricular, gestão democrática, edificações, tornando-as referências de sustentabilidade socioambiental (BRASIL, 2012a).

Figura 1 – Espaço educador sustentável – eixos de atuação



Fonte: Silva et al. (2016).

Segundo Silva et al. (2016), os três eixos de atuação dos "espaços educadores sustentáveis", são: edificações, currículo e gestão (Figura 1). Os eixos destacam a importância de se considerar a diversidade e complexidade das Universidades para apresentar técnicas e métodos de melhorar o desempenho ambiental e controlar os resultados, conscientizando a

comunidade acadêmica, tendo em vista que ações desse tipo devem objetivar mais do que a verificação de indicadores gerenciais.

No que diz respeito ao tema eficiência energética, observa-se que o mesmo é tratado como política pública e por este motivo vem sendo introduzido ao longo dos anos por diferentes governos. Devido à diversidade das ações e suas ramificações, Barros, Borelli e Gedra (2015) destacaram o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), a Lei da Eficiência Energética e o Plano de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL. Cabe ressaltar que a Lei Federal n. 9.991 de 2000 (BRASIL, 2000) regulamentou que as distribuidoras de energia devem aplicar 0,5% de sua receita operacional líquida em ações de eficiência energética no uso final de energia elétrica dos consumidores. No Quadro 2 podem ser observadas algumas iniciativas que estão em vigor no Brasil relacionadas às instituições públicas.

Dados da Secretaria de Ensino Superior (SESu) do Ministério da Educação apresentados pela ANEEL (2017), demonstraram que o valor de energia elétrica pago, em 2015, apenas pelas Universidades Federais, foi cerca de R\$ 430 milhões, o que representa cerca de 9% dos gastos do referido ano, sendo o 3º maior grupo de gastos. Parte considerável desse gasto se refere ao uso de equipamentos ineficientes e altos índices de desperdício de energia. Segundo a ANEEL parte dessa despesa poderia ser evitada por meio de ações de eficiência energética e da implantação de sistemas de geração própria de energia, através da micro e mini Geração Distribuída (GD) (ANEEL, 2017).

Em abril de 2012 foi regulamentada pela Resolução Normativa n.º 482 a microgeração e minigeração distribuída de energia elétrica, com a intenção de reduzir barreiras de geração através de sistemas de pequeno porte instalados em unidades consumidoras. Trata-se de um sistema de compensação de energia no qual a energia ativa injetada pela unidade consumidora é cedida a distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa (ANEEL, 2012).

A Geração Distribuída (GD) dispensa a expansão do sistema de transmissão e distribuição, evitando dessa maneira diversos impactos socioambientais. O Quadro 3 resume o conceito de micro e mini GD.

Quadro 2 – Principais políticas e medidas de eficiência energética relacionadas às instituições públicas

POLÍTICAS E MEDIDAS	DESCRIÇÃO/OBJETIVO DO MECANISMO/METAS
<b>TRANSVERSAIS</b>	
Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf)	O PNEf tem como objetivo, orientar as ações a serem implementadas no sentido de se atingir metas de economia de energia no contexto do Planejamento Energético Nacional. A meta adotada no PNEf é a redução de 10% (106.623GWh) do consumo de energia elétrica no ano 2030
Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)	O PBE é um programa de etiquetagem de desempenho. A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) classifica os equipamentos, veículos e edifícios em faixas coloridas, em geral de "A" (mais eficiente) a "E" (menos eficiente), e fornece outras informações relevantes, como, por exemplo, o consumo de combustível dos veículos e a eficiência de centrifugação e uso da água em lavadoras de roupa
Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL)	Combater o desperdício de energia elétrica, estimular o uso eficiente e racional de energia elétrica e fomentar e apoiar a formulação de leis e regulamentos voltados para as práticas de eficiência energética. O PROCEL atua nas áreas: Educação, Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética (Procel Info), Selo Procel, Edificações, Prédio públicos, Gestão Energética Municipal, Indústria, RELUZ e SANEAR. Os resultados alcançados em 2012 foram: 9.097GWh de energia economizada, que equivale a uma usina equivalente a 2.182MW
Selo PROCEL	O Selo Procel tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria. Os produtos contemplados com o Selo Procel, normalmente são caracterizados pela faixa "A"
PROESCO	O objetivo do PROESCO é apoiar os projetos de eficiência energética no país. Abrange as áreas que contribuem para a economia de energia: iluminação, motores, otimização de processos, ar comprimido, bombeamento, ar-condicionado e ventilação, refrigeração e resfriamento, produção e distribuição de vapor, aquecimento, automação e controle, distribuição de energia e gerenciamento energético
Compras Públicas Sustentáveis	Medidas para a Administração Pública Federal adquirir equipamentos com Selo Procel ou com etiqueta nível "A" no PBE
Lei de eficiência energética	Estabelece níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes
Plano Inova Energia	O plano abrange quatro linhas de inovação: redes inteligentes, que distribuem a energia de maneira mais eficiente; melhoria na transmissão de longa distância em alta tensão; energias alternativas, como a solar e termossolar; e desenvolvimento de dispositivos eficientes para veículos elétricos, que possam contribuir para a redução na emissão de poluentes nas cidades. Orçamento de R\$3 bilhões no desenvolvimento
<b>EDIFICAÇÕES</b>	
Etiquetagem de Edificações Comerciais, Públicas e Residenciais	A etiqueta tem o objetivo de informar ao consumidor o nível de eficiência energética do produto adquirido

Fonte: Adaptado de EPE (2016a).

Quadro 3 – Conceitos importantes na micro e mini geração distribuída

<b>Termo</b>	<b>Conceito</b>
Geração Distribuída (GD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fontes renováveis (solar, eólica, biomassa) ou cogeração qualificada</li> <li>▪ Conectada na rede de distribuição por meio de uma unidade consumidora</li> </ul>
Micro GD	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ &lt; 75kW</li> </ul>
Mini GD	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 75 – 5.000kW</li> <li>▪ Hídrica até 3.000kW</li> </ul>
Sistema de compensação	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Net metering</i>;</li> <li>▪ Não é comercialização de energia</li> </ul>

Fonte: Adaptado de ANEEL (2012).

Como pode ser visto, o desenvolvimento de estudos sobre eficiência em instituições públicas pode proporcionar o aumento do nível de controle e transparência da administração pública além de fornecer bases para melhoria dos processos. A política de corte de gastos imposta a diversas instituições públicas gera a escassez de recursos para o desempenho do serviço público com qualidade. Dessa maneira, o aumento na eficiência das atividades é cada vez mais relevante (MESQUITA; SANTOS, 2015).

Nesse sentido, a adoção de métodos e padrões reconhecidos de gestão auxiliam as organizações na melhoria de desempenho das atividades. Em 2011, surgiu mais um padrão de qualidade, a NBR ISO 50001 (Sistemas de gestão da energia – requisitos com orientações para uso) com o objetivo de preparar as organizações para seguir critérios que visam melhorar o desempenho energético, incluindo eficiência energética, uso e consumo final (ABNT, 2011).

Desta forma, dada a importância cada vez maior dos sistemas de energia elétrica para a sociedade e a falta de estudos sobre o assunto em Universidades, tornou-se relevante a realização deste estudo. A Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) Campus São Mateus, assim como várias outras instituições públicas nacionais, não possui plano de gestão da energia elétrica, apesar de o número de alunos e instalações prediais crescer desde a sua criação em 2006.

Por este e outros motivos que serão descritos neste trabalho, justifica-se a necessidade de avaliação da eficiência do consumo do Campus por meio de uma revisão energética com o qual se pretende identificar os pontos passíveis de melhorias, além da necessidade de criação de proposta de gestão da energia elétrica aplicada ao Campus.

Espera-se que a realização deste trabalho possa gerar benefícios para gestão pública, já que fornecerá elementos para aumentar a eficiência na utilização dos recursos. Além disso, possibilitará à comunidade acadêmica uma maior integração com os conceitos de eficiência energética e custos de energia, bem como ter maior qualidade no suprimento de eletricidade. Os pesquisadores, por sua vez, contarão com um modelo para desenvolvimento de pesquisa e inovação tecnológica. Todas essas melhorias refletirão em sustentabilidade socioambiental e econômica.

## 1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

Desenvolver um diagnóstico do perfil de consumo de energia elétrica no Campus Universitário Norte do Espírito Santo e construir uma proposta de gestão da energia elétrica para o mesmo. Especificamente:

- Realizar revisão bibliométrica sobre o uso da ISO 50001 para fundamentar a formulação de políticas de gestão pública;
- Analisar a evolução dos gastos com energia no campus;
- Identificar as perdas contratuais;
- Propor adequações contratuais para redução dos custos excedentes;
- Analisar a viabilidade de adequações tecnológicas através de indicadores econômicos;
- Analisar a percepção da comunidade universitária sobre o consumo de energia elétrica;
- Propor um plano de gestão da energia elétrica seguindo os parâmetros da ISO 50001.

## 2 GESTÃO ENERGÉTICA CONFORME A ISO 50001

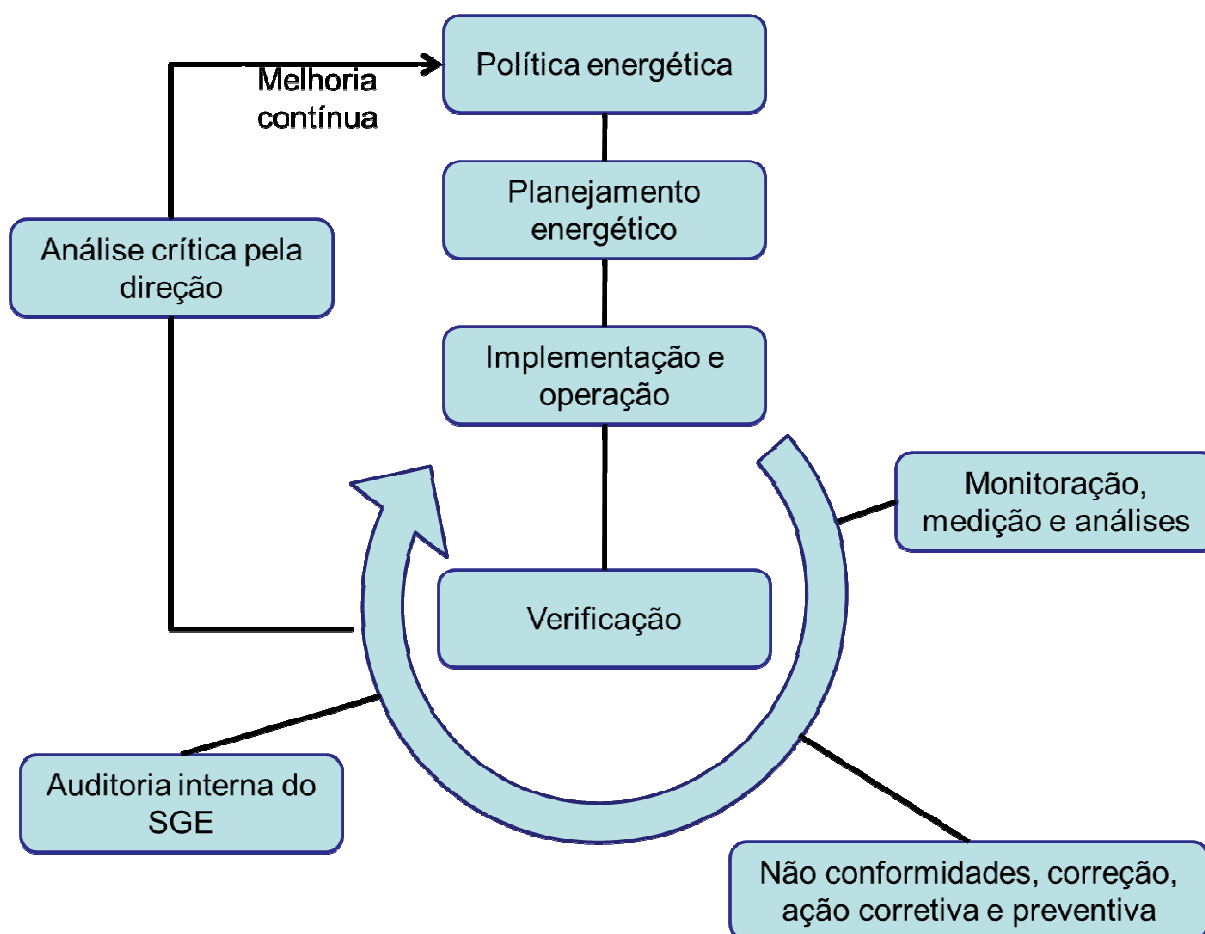
A gestão de energia é caracterizada por atividades de medida, monitoramento, controle e aperfeiçoamento sistemático de modelos que visam reduzir o desperdício em seu uso. Cada vez mais, as iniciativas de eficiência energética colocam países e organizações no caminho para cumprir objetivos ambientais, sociais ou econômicos. Os padrões nacionais ou internacionais definem critérios para facilitar o processo de implantação de um sistema de gestão dentro de uma organização (LASKURAIN; HERAS-SAIZARBITORIA; CASADESÚS, 2015).

Os padrões internacionais são a princípio de caráter voluntário e podem ser aderidos por organizações públicas e particulares de todo o mundo, mas muitas vezes são incluídos na legislação, tornando-se obrigatórios. Os países buscam assim, promover a igualdade em torno dos requisitos seguidos de modo a facilitar o comércio de bens, serviços e tecnologia (DU PLESSES, 2015).

No Brasil, foi publicada no ano de 2011, a ABNT NBR ISO 50001, "*Sistemas de gestão da energia – requisitos com orientações para uso*", que possui como objetivo preparar as organizações para seguir critérios que visam melhorar o desempenho energético, incluindo eficiência energética, uso e consumo final, através de ações e objetivos a serem alcançados dentro de padrões estabelecidos de modo a reduzir os gastos e impactos ambientais em qualquer organização independente do tipo, tamanho, condição geográfica, cultural ou social (ABNT, 2011).

A ISO 50001 utiliza como ferramenta de gestão o modelo conhecido por *Plan-Do-Check-Act* (PDCA). A gestão da energia é incorporada à rotina diária da organização de acordo com o ciclo representado na Figura 2.

Figura 2 – Modelo de sistema de gestão da energia



Fonte: ABNT (2011).

O processo *PDCA* tem de ser cumprido de maneira cíclica para conquista da melhoria contínua. Aplicado à gestão da energia pode ser descrito da seguinte maneira (ABNT, 2011):

- **Plan** (Planejar): realizar uma revisão energética para determinar uma linha de base (*baseline*), indicadores de desempenho (IDE), objetivos, metas e planos de ação alinhados na busca por melhoria do desempenho energético conforme a política da organização;
- **Do** (Fazer): executar os planos de ação de gestão da energia;
- **Check** (Verificar): medir e acompanhar os processos e características que determinam o desempenho energético alinhados à política e objetivos, além de divulgar os resultados;
- **Act** (Agir): atitudes para melhorar de forma contínua o desempenho do SGE.

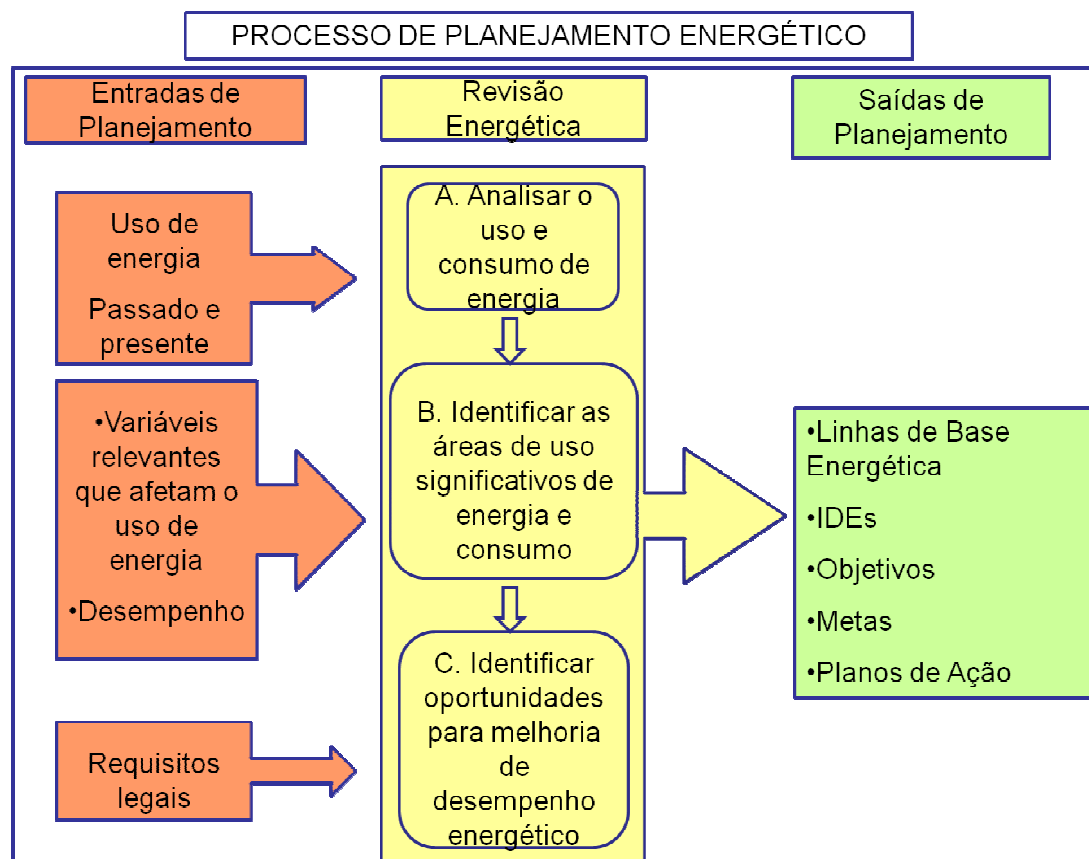


Além do cumprimento das condições gerais são exigidos outros requisitos, sintetizados a seguir (ABNT, 2011):

- **Responsabilidade da alta direção** (gestão de topo): demonstrar o seu total compromisso e responsabilidade no apoio ao SGE, definir uma política energética, designar uma equipe de gestão de energia e o seu representante;
- **Política energética**: compromisso da organização para melhoria contínua do desempenho energético, sendo o propulsor do SGE;
- **Planejamento energético**: deve ser um processo documentado e de acordo com a política energética com atividades que melhorem continuamente o desempenho energético;
- **Implementação e operação**: requer sensibilizar e formar pessoal que colabore com a instituição, além de estabelecer o processo de comunicação dos resultados do SGE, definir um plano de gestão da documentação que garanta e controle a os documentos produzidos dentro do SGE;
- **Verificação**: a organização deverá garantir que as características que determinam o desempenho energético sejam monitorados e analisados de forma periódica;
- **Revisão pela gestão**: a direção deverá rever o SGE em intervalos planejados.

Entre as etapas do desenvolvimento do SGE, o planejamento energético corresponde à etapa “Planejar” do ciclo *PDCA*. Esta etapa é de extrema importância para a compreensão do desempenho energético da organização. A análise dos dados de energia juntamente com outras informações sobre o uso e consumo são fundamentais para desenvolver ações conscientes de melhoria do desempenho energético (ABNT, 2016b) (Figura 3).

Figura 3 – O processo que ilustra a concepção do planejamento energético



Fonte: Adaptado de ABNT (2011).

Os critérios presentes na NBR ISO 50001: 2011 possuem alto índice de correspondência e semelhança com os existentes nos sistemas de gestão da qualidade (NBR ISO 9001:2008) e gestão ambiental (NBR ISO 14001:2004). Nessa perspectiva, torna-se possível alinhar os requisitos dentro de uma abordagem semelhante (ABNT, 2011).

A norma ISO 9001 é a que possui maior representatividade em nível mundial, com cerca de 68% do número total de certificados de sistemas de gestão, que incluem entre outros padrões a ISO 14001 e ISO 50001. A certificação ISO 50001 possui notória capacidade de expansão que pode ser constatada ao comparar o grau de aplicação dos padrões similares disponíveis a mais tempo, conforme verificado na Tabela 2 (ISO SURVEY, 2016).

Tabela 2 – Número de certificados válidos no mundo para as ISO 9001, 14001 e 50001 em 2014 e 2015

<b>Padrão</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Variação (%)</b>
<b>ISO 9001</b>	1.036.321	1.033.936	-0,2%
<b>ISO 14001</b>	296.736	319.324	8%
<b>ISO 50001</b>	6.765	11.985	77%

Fonte: ISO SURVEY (2016).

Além da NBR ISO 50001: 2011, dentro do contexto de gestão da energia foi lançada em 2014 a NBR ISO 50002 que busca definir o conjunto de requisitos para identificar oportunidades de melhoria do desempenho energético. Esta norma procura tornar o diagnóstico energético mais claro e transparente (ABNT, 2014). Já a NBR ISO 50004: 2016, busca fornecer orientações práticas e exemplos para implementar, manter e aperfeiçoar um SGE, segundo a abordagem da ISO 50001 (ABNT, 2016a). Ainda em 2016 foram publicadas as seguintes normas:

- NBR ISO 50006 – princípios gerais e orientações para medição do desempenho energético utilizando linhas de base energética (LBE) e indicadores de desempenho energético (IDE) (ABNT, 2016b);
- NBR ISO 50003 – requisitos para os organismos de auditoria e certificação de SGE, que aborda o processo de auditoria e as competências do pessoal envolvido (ABNT, 2016c).

## 2.1 ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE GESTÃO DA ENERGIA A PARTIR DA ISO 50001

Para fundamentar a elaboração do plano de gestão foi necessário aprofundar o estudo do estado da arte sobre a gestão da energia a partir da ISO 50001. Com esta finalidade foi desenvolvido um estudo bibliométrico de modo a levantar dados e verificar quais as principais características dos artigos científicos com o tema ISO 50001 – Sistemas de Gestão da Energia. Foi utilizada abordagem qualitativa e quantitativa, com o objetivo de analisar os conhecimentos gerados através de ferramentas da estatística descritiva (GIL, 2002).

Para a busca e seleção dos artigos foram utilizadas as bases da *Scientific Eletronic Library Online (Scielo)*, *Scopus* e *Web of Science* (produzida pelo *ISI – Institute for Scientific Information*). Neste se utilizou as palavras chave ISO 50001, optando por pesquisar em todos os campos do texto, expressão presente em artigos nos idiomas português, espanhol e inglês, já que a expressão é a mesma nos três idiomas. De modo a dar validade e melhor contribuição para a pesquisa, na base de dados *Scopus*, para as palavras chave, delimitou-se como forma de seleção a captura de artigos produzidos em *Journals*, reduzindo a sua amostra inicial para 44 artigos. O levantamento foi realizado no mês de junho de 2017

A partir da primeira coleta, foram identificados um total de 77 artigos para todas as fontes de dados. As outras formas de refinamento realizadas foram eliminação dos artigos não disponíveis para *download* e seleção através da leitura dos títulos e dos resumos. Logo, seguidas de uma seleção por meio dos artigos repetidos. A partir deste método, foram selecionados um total de 42 artigos que contemplassem uma contribuição teórica efetiva à temática da ISO 50001 (Tabela 3).

Tabela 3 – Seleção dos dados identificados

Base de dados	Primeira seleção	Eliminação por tipo de publicação	Não disponíveis (download)	Eliminação por título/resumo	Repetidos
<i>Scielo</i>	4	4	4	4	4
<i>Scopus</i>	50	44	39	38	37
<i>Web of Science</i>	23	23	22	22	1
Total	77	71	65	64	42

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Levantamento realizado em Junho/2017.

Entre os 42 artigos selecionados não foram encontradas publicações em português, sendo 90,5% escritos em inglês e 9,5% em espanhol. Esse fato pode ser justificado pela base de dados da pesquisa. A seguir serão identificados os anos com maior frequência de publicação, as áreas temáticas trabalhadas, a frequência dos periódicos identificados e da nacionalidade dos autores principais. Ainda, observou-se os termos mais utilizados como palavras chave e por fim, a natureza da abordagem metodológica trabalhada.

A Tabela 4 apresenta a quantidade de publicações por ano. Foi constatado um crescimento gradual do número de publicações a partir de 2012 até 2014, ano no qual o número de publicações se mantém quase inalterado. Por se tratar de um padrão internacional que passou a vigorar no ano de 2011, a evolução de pesquisas nesta área pode ser justificada pelo maior interesse dos pesquisadores frente às necessidades de padronização e busca por melhorias na gestão da energia. Além disso, cada vez mais as questões ambientais fazem parte das discussões no nível estratégico em diversas organizações.

Tabela 4 – Período de publicação dos artigos na base de dados

Ano	Quantidade	Percentual
2011	1	2,38%
2012	3	7,14%
2013	7	16,67%
2014	9	21,43%
2015	8	19,05%
2016	10	23,81%
2017*	4	9,52%
Total	42	100%

Fonte: Base de dados *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science*.

\*Período até junho/2017.

Conforme apresentado na Tabela 5, a área temática “multidisciplinar”, que engloba a tema energia e Engenharias concentram o maior número de publicações sobre o tema com 40,86% e 33,33%, respectivamente. O tema em questão exige uma abordagem multidisciplinar para aplicar os sistemas de gestão de energia, já que são desenvolvidas atividades de engenharia, estatística, gestão, contabilidade, auditoria, entre outras. A abordagem interdisciplinar colabora para que os objetivos de eficiência energética sejam alcançados mais facilmente (DU PLESSES, 2015).

Tabela 5 – Área temática principal dos artigos na base de dados

Área temática	Quantidade	Percentual
Multidisciplinar	18	40,86%
Engenharias	14	33,33%
Ciências Sociais Aplicadas	9	21,43%
Ciências Exatas e da Terra	1	2,38%
Total	42	100%

Fonte: Base de dados *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science*.

Quanto aos periódicos internacionais que tiveram publicações a partir deste estudo, destaca-se: *Strategic Planning for Energy and the Environment*, publicação da *Association of Energy Engineers (AEE)* com autores principais dos Estados Unidos concentra 11,90% das publicações. No continente americano, os Estados Unidos possuem o maior número de certificações ISO 50001 emitidas, entretanto não figuram entre os 10 países que mais emitiram certificações (ISO SURVEY, 2016). *Journal of Cleaner Production* (9,52%), *Energy* (7,14%), *Applied Energy* e *Energy Policy* (4,76%) todos da editora Elsevier completam a relação dos que mais publicaram (Tabela 6).

Tabela 6 – Frequência dos principais periódicos

<b>Periódico</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Percentual</b>
<i>Strategic Planning for Energy and the Environment</i>	5	11,90%
<i>Journal of Cleaner Production</i>	4	9,52%
<i>Energy</i>	3	7,14%
<i>Applied Energy</i>	2	4,76%
<i>Energy Policy</i>	2	4,76%
...	...	...
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

Fonte: Base de dados Scielo, Scopus e Web of Science.

Com apenas um artigo publicado sobre o assunto, cita-se: *Chimia*, *DYNA*, *Economic Modelling*, *El Hombre y la Maquina*, *Energies*, *Energy Efficiency*, *Energy Sources - Part B: Economics, Planning and Policy*, *European Research Studies Journal*, *IEEE Latin America Transactions*, *Ingeniería Energética*, *International Business Management*, *International Energy Journal*, *International Journal of Engineering Business Management*, *International Journal of Technology, Policy and Management*, *Management and Marketing*, *Mathematical Problems in Engineering*, *Metallurgist*, *Middle-East Journal of Scientific Research*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *SAE International Journal of Materials and Manufacturing*, *South African Journal of Science*, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *Tecnología Química*, *TQM Journal*, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, *World Applied Sciences Journal*.

Quanto às nacionalidades dos autores principais dos artigos tem-se os Estados Unidos com o número mais expressivo de autores principais (21,43%) seguido por 50% de autores principais de países europeus (Tabela 7). Pode-se identificar que as oportunidades de pesquisa no Brasil são promissoras, já que o tema ainda não é muito abordado a partir das palavras ISO 50001. Existem possibilidades de ampliar o número de pesquisas e publicações relacionadas ao assunto, pois, os dados levantados apontam que os estudos provêm de periódicos internacionais. Apesar disso, torna-se necessário destacar que as bases de dados *Web of Science* e *Scopus* são ambas de países europeus, então existe uma explicação para os resultados terem maior alcance para pesquisas estrangeiras.

Evidencia-se também que os estudos acadêmicos internacionais estão mais integrados à temática gestão e energia se comparado ao Brasil. Na América Latina, foram encontrados autores do Brasil, Colômbia e Cuba na seleção final realizada no mês de Junho/2017, porém, em apenas 5 trabalhos.



Tabela 7 – Nacionalidade do autor principal

<b>Nacionalidade autor principal</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Percentual</b>
Estados Unidos	9	21,43%
Rússia	5	11,90%
Alemanha	3	7,14%
Espanha	3	7,14%
Colômbia	2	4,76%
Cuba	2	4,76%
França	2	4,76%
Itália	2	4,76%
Portugal	2	4,76%
África do Sul	1	2,38%
Austria	1	2,38%
Brasil	1	2,38%
China	1	2,38%
Egito	1	2,38%
Grécia	1	2,38%
Irã	1	2,38%
Jordânia	1	2,38%
Romênia	1	2,38%
Servia	1	2,38%
Taiwan	1	2,38%
Zimbabwe	1	2,38%
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>

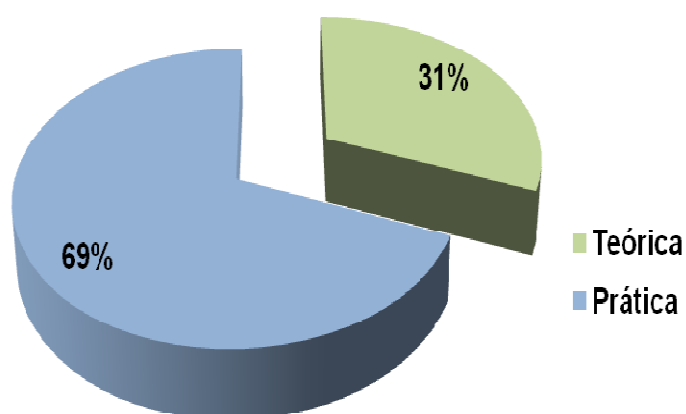
Fonte: Base de dados Scielo, Scopus e Web of Science.



Para conhecer a abordagem adotada na metodologia dos trabalhos pesquisados, buscou-se analisar os artigos e classificá-los em práticos ou teóricos. Essa classificação foi realizada de acordo com a natureza de cada um dos artigos. Foram consideradas com abordagem prática, as publicações que trabalharam estudos de caso, *survey*, experimentos ou que desenvolveram os temas de maneira não apenas de cunho teórico.

As publicações consideradas teóricas, por sua vez, foram aquelas com abordagem de pesquisa apenas bibliográfica ou de revisão de literatura. Seguindo o critério citado observou-se que dos 42 artigos analisados, 69% possuíam abordagem prática. Esses números sugerem que os estudos desenvolvidos na área da ISO 50001 buscam fomentar melhorias práticas aplicáveis às organizações (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Natureza e abordagem metodológica dos artigos



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da análise dos artigos com abordagem metodológica com características práticas ou aplicadas, foi possível apontar as principais tendências entre os estudos no que tange a gestão da energia a partir da ISO 50001. Entre os fatores que colocam a temática energia como prioridade estão as crises econômicas e financeiras, aliadas as pressões ambientais e a segurança do suprimento de energia. Busca-se cada vez mais uma energia segura, competitiva e sustentável (MARINAKIS et al., 2013).

Identificar os impactos que são maiores é a questão vista como fundamental para otimizar a abordagem do SGE no gerenciamento ambiental e energético. A gestão de topo geralmente identifica questões ambientais

fundamentais devido a problemas de conformidade regulamentar. Porém, através dos requisitos do SGE, a organização identifica e gerencia os outros aspectos não-regulatórios (EGBUE; BARNES, 2013).

Apesar da proposta de melhoria da eficiência energética nas organizações, com destaque para medição, monitoramento e redução do consumo de energia, a ISO 50001 não estabeleceu de forma explícita o incentivo ao uso de Energias Renováveis (ER). O mesmo ocorre com o principal padrão ambiental global, a ISO 14001, que também não incentiva a utilização desse tipo de fonte de energia. Esses padrões possuem como ponto fraco a ausência de um conjunto obrigatório de indicadores de desempenho que permitem a diferenciação entre as organizações que adotam ou não o uso de energias renováveis (LASKURAIN; HERAS-SAZARBITORIA; CASADESÚS, 2015).

Os aspectos relacionados ao retorno financeiro, com a economia de custos relacionados à energia, parecem ser determinantes para a operação de um SGE. Apesar disso, o apoio do governo, a partir de incentivos fiscais ou financiamentos, representa mais um meio de motivação para disseminar o uso racional e a gestão da energia (KARCHER, 2015).

Programas nacionais desenvolvidos nos Estados Unidos, Japão e Suécia indicam que programas obrigatórios e incentivos são meios de gerar rápida aceitação de um SGE. Os países que se concentram em desenvolver habilidades e promover a implantação de SGEs podem desafiar os participantes a fortalecer suas ferramentas e recursos. Dessa maneira, promovem a melhoria contínua da energia nos diversos setores e atingem os objetivos nacionais de redução de consumo de energia (SICILIANO et al., 2015).

As políticas de governo para ampliar a adoção dos SGEs possuem papel fundamental para atingir os objetivos de redução do consumo de energia e das emissões de gases de efeito estufa. Apesar da mudança de cultura organizacional ser necessária para o sucesso do ISO 50001, políticas públicas podem tornar a implementação mais eficiente e ajudar a garantir que a economia de energia seja alcançada e sustentada ao longo do tempo (MCKANE et al., 2017).

Apesar da gestão da energia representar uma oportunidade significativa para que as organizações reduzam o uso de energia enquanto mantêm ou aumentam a produtividade, existem barreiras à eficiência energética que incluem desafios financeiros, técnicos, comportamentais, organizacionais e outros (SICILIANO et al., 2015).

A promoção da gestão de energia corporativa torna-se assim grande desafio e, boa parte das organizações não desenvolve essa prática. Em geral, são identificadas barreiras como a falta de sinergia entre as partes interessadas, conscientização inadequada e a falta de apoio financeiro para atividades de gerenciamento de energia (ATES; DURAKBASA, 2012).

Existe a necessidade das organizações desenvolverem seu próprio plano de gestão de energia, alinhando o crescimento da organização à difusão da cultura de eficiência energética. Esse é um objetivo desafiador em muitas organizações que possuem prioridade baixa em relação ao gerenciamento de energia (INTRONA et al., 2014). Nesse contexto, o apoio da alta direção é fundamental, por isso, ela deve entender a importância do desempenho energético e se comprometer com a implementação do SGE. Além disso, a identificação dos usos significativos de energia e suas variáveis relevantes é um elemento crucial (HAERI; REZAIE, 2016).

O respaldo da gestão de topo comprometida com o desempenho energético permite que a equipe de gestão da energia gerencie o sistema e mais rápido o programa se integra a cultura da organização (COOPER, 2016). A economia de energia pode ser resultado da gestão de sistemas existentes ou da adoção de novas tecnologias. Desenvolver o plano de gerenciamento de energia e aplicá-lo com o apoio de uma equipe local de gerenciamento de energia torna-se essencial (LEE et al., 2014).

A medida da eficiência energética de um sistema ou processo é um passo essencial para o controle do consumo e dos custos de energia. Diferentes variáveis podem afetar a eficiência energética de uma instalação, por isso, as peculiaridades de cada sistema devem ser levadas em consideração quando se determina os indicadores de desempenho (GIACONE; MANCÒ, 2012).

Apesar das novas tecnologias, muitas vezes caras, oferecerem suporte para redução no consumo de energia, estudos em áreas de fabricação

realizados em países desenvolvidos demonstraram que a eficiência energética é alcançada não apenas pela implementação dessas tecnologias, mas através de mudanças de hábitos, nos métodos e abordagens de gerenciamento (FEDOSKINA, 2016).

Dessa maneira, o planejamento energético estruturado através de um padrão é uma ferramenta útil para qualquer organização que deseja aprimorar seu modelo de consumo. A energia deve ser encarada como um recurso e a eficiência na gestão deste recurso permite melhorias em toda gestão organizacional (SOTO et al., 2014).

Para promover melhor apresentação das potencialidades e vulnerabilidades encontradas no uso da ISO 50001, foi elaborada uma Matriz *SWOT*, ferramenta importante na organização de planos e na definição de estratégias de tomada de decisão (VIEGAS; MONIZ; SANTOS, 2014). Segundo Chiavenato (2003), essa matriz, apresenta-se como uma análise de cenário e divide-se em ambiente interno (Forças/ *Strengths* e Fraquezas/ *Weakness*) e ambiente externo (Oportunidades/ *Opportunities* e Ameaças/ *Threats*) (Quadro 4).

O problema do aumento crescente no consumo de energia no mundo pode ser mitigado através da adoção de sistemas de gestão de energia. Como consequência, benefícios na melhoria da gestão organizacional, redução no consumo e nos custos associados a energia, segurança no suprimento e melhoria da imagem da organização também são conquistados.

Os estudos de gestão da energia possuem características que mudam de acordo com o tipo de organização. Dessa maneira, para conquista dos objetivos propostos pela ISO 50001 é importante realizar o planejamento energético de acordo com as particularidades de cada organização e não apenas uma adaptação de um padrão.

Foi discutida a temática da gestão da energia a partir da ISO 50001 com o intuito de fornecer bases para a possibilidade de aplicação dos conceitos estudados em organizações públicas e particulares. Além disso, os resultados demonstraram a carência de estudos sobre o tema em instituições brasileiras, o que revelou oportunidades.

Quadro 4 – Análise SWOT

	<b>Forças</b>	<b>Fraquezas</b>
<b>Análise Interna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Padrão reconhecido;</li> <li>▪ Aplicável em qualquer organização;</li> <li>▪ Proposta de planejamento; discutido;</li> <li>▪ Melhoria contínua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Depende da Política institucional;</li> <li>▪ Falta de comunicação;</li> <li>▪ Falta de estrutura;</li> <li>▪ Alterações culturais;</li> <li>▪ Não continuidade</li> </ul>
<b>Análise Externa</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Ameaças</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Redução consumo;</li> <li>▪ Redução custos;</li> <li>▪ Retorno rápido dos investimentos;</li> <li>▪ Melhoria na gestão;</li> <li>▪ Segurança no suprimento;</li> <li>▪ Reconhecimento e melhoria na imagem;</li> <li>▪ Redução de impactos ambientais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crises econômicas;</li> <li>▪ Atraso tecnológico;</li> <li>▪ Falta de apoio do governo.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A ISO 50001 apresenta modelo de gestão da energia compreendido e aplicado por várias organizações em diferentes partes do mundo. Estima-se que os efeitos desta norma sejam mais relevantes nos setores industrial e comercial, dado que juntos consomem cerca de 60% da demanda mundial de energia (ISO, 2017). Quanto aos conceitos previstos pela norma é importante destacar os relacionados à viabilidade econômica de sua implantação. Cada oportunidade de melhoria no desempenho energético deve ser avaliada por meio dos critérios descritos no Quadro 5 (ABNT, 2014).

Quadro 5 – Critérios econômicos de avaliação em processos de eficiência energética

Nº	Descrição
1	Economia de energia durante um período de tempo acordado ou durante a vida útil de operação esperada. Por exemplo: economia de energia, melhoria em consumo específico de energia etc
2	Economia financeira esperada para cada oportunidade de melhoria
3	□ Investimentos necessários
4	Critérios econômicos acordados e outros identificados no planejamento do diagnóstico energético
5	Outros ganhos não energéticos (como produtividade ou manutenção)
6	Priorização das oportunidades de desempenho energético
7	Potenciais interações entre as várias oportunidades

Fonte: ABNT (2014).

As técnicas utilizadas para redução nos custos com energia elétrica podem requerer ou não investimento inicial. No caso de iniciativas que necessitem de recursos financeiros torna-se necessário comprovar se este resultará em retorno na obtenção de economia e eficiência energética com base na avaliação de viabilidade de implantação. Além disso, a comprovação do retorno do investimento é uma forma de auxiliar na gestão e até na busca de agentes financiadores (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2016).

As ações de eficiência energética devem ser implantadas com base no diagnóstico energético e fundamentadas por uma avaliação técnica e financeira que justifiquem o desempenho do projeto proposto. Barros, Borelli e Gedra (2015) descrevem que a avaliação deve contemplar, entre outros, os seguintes itens:

- O montante de investimentos e a disponibilidade dos recursos;
- Os custos envolvidos na aquisição e manutenção futura;
- A disponibilidade de recursos próprios ou financiamentos;
- O tempo de retorno do capital.



Com estes valores definidos é possível elaborar o fluxo de caixa da proposta com as respectivas entradas e saídas de capital nos períodos determinados. No caso dos projetos de eficiência energética os investimentos dizem respeito à troca de equipamentos e a sua instalação; os custos anuais são relativos às manutenções necessárias e a receita corresponde à redução no valor de uso da energia (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2016).

Uma vez determinados os parâmetros do fluxo de caixa pode-se passar a análise de viabilidade econômica feita por meio dos modelos do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *payback* e análise da Relação Custo Benefício (RCB) (ABNT, 2014). O VPL calcula o quanto as receitas e, ou pagamentos futuros, somados a um custo inicial, valeriam no tempo presente (Equação 1).

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{F_c}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Onde:

- $I$  – custo do investimento;
- $F_c$  – fluxo de caixa do período  $t$ ;
- $t$  – número de períodos em que foi determinado o fluxo de caixa;
- $i$  – taxa de juros (custo de oportunidade) ou taxa de desconto;
- $n$  – vida útil do projeto.

O VPL será positivo se a soma dos presentes dos retornos do projeto for maior que o investimento inicial, caso contrário, o VPL será negativo. Para decidir se o projeto é viável este deve ser comparado como o valor de referência zero. Se o  $VPL > 0$ , o custo inicial do projeto será recuperado e remunerado a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e criará valor para a organização, logo o projeto deve ser aceito; se o  $VPL < 0$ , o custo inicial do projeto não será recuperado nem remunerado com a taxa requerida, e o projeto deve ser recusado. Quando o  $VPL = 0$  indica que o investimento inicial será recuperado na taxa requerida, porém não criará nem destruirá valor da organização.

Em algumas situações pode ocorrer de não se ter benefícios ou receitas no projetos, como por exemplo, análise de substituição de equipamentos. Nestes casos disse-se que o VPL possui predominância de custos e pode-se inverter a convenção de sinais e todos os custos serem tratados com sinais positivos e os benefícios com sinais negativos. Ou caso não seja feita a troca de sinais, deverá ser considerado como projeto viável o que apresentar o menor custo.

A TIR corresponde à taxa que anula o investimento, ou seja, é o valor monetário que anula o VPL (Equação 2). Assim sendo, pode-se afirmar que o VPL será positivo para taxas de desconto inferiores à TIR, e negativo para taxas de desconto superiores à TIR. Isto significa que deve-se aceitar o projeto quando este apresentar TMA inferior à TIR e rejeitá-lo em situação contrária.

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{F_c}{(1 + TIR)^t} \quad (2)$$

Denomina-se *payback* o método que estima o prazo necessário para se recuperar o investimento realizado podendo considerar ou não o custo de capital do investimento. Quando não se considera o custo do capital tem-se o *payback* simples e para calculá-lo, basta verificar o tempo necessário para que o saldo acumulado do fluxo de caixa do investimento seja igual à zero. Já o *payback* descontado possui procedimentos para cálculo similares aos empregados anteriormente, bastando trazer os fluxos de caixa a Valor Presente, descontados pelo custo de capital.

O Programa de Eficiência Energética da ANEEL, cujas instruções devem ser seguidas pelas distribuidoras de energia elétrica possui como critério de avaliação de viabilidade econômica a Relação Custo Benefício (RCB). O benefício corresponde ao valor economizado com energia e redução da demanda longo da vida útil dos equipamentos substituídos. Já os custos são os investimentos feitos para sua realização. A ANEEL determina que a RCB seja igual ou inferior a 0,8 (oito décimos), salvo algumas exceções (projeto piloto, projeto de grande relevância, projeto educacional, gestão

energética municipal, fontes incentivadas) (ANEEL, 2013). A RCB pode ser calculada conforme a Equação 3.

$$RCB = \frac{CA_T}{BA_T} \quad (3)$$

Onde:

- $CA_T = \text{custo total anualizado [R\$/ano]}$ ;
- $BA_T = \text{benefício anualizado [R\$/ano]}$ .

Por fim, cabe ressaltar que as concessionárias e permissionárias de energia elétrica devem aplicar, anualmente, 0,5% de sua receita operacional líquida em desenvolvimento de programas de eficiência energética, por meio de projetos executados em instalações de consumidores. A Lei federal n.º 9.991 de 2000 instituiu essas ações de eficiência energética (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2015).

### 2.3 ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Para realizar esta análise é necessária a avaliação dos gastos com energia que leva em consideração os custos gerenciáveis e os custos excedentes. Pode-se considerar custos gerenciáveis os valores referentes a demanda ativa, o consumo ativo, a contribuição de iluminação pública (COSIP), tributos e bandeiras tarifárias. Já os custos excedentes são os valores de demanda ativa de ultrapassagem, consumo reativo excedente, multas e juros por atraso.

A gestão dos custos excedentes está diretamente relacionada à escolha da demanda contratada e estrutura tarifária, além da correção de fator de potência. Entende-se como demanda contratada 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). Este valor não deve ser confundido com a parcela da demanda que excede o valor

da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW), conhecida como demanda de ultrapassagem.

Já o conceito de horário de ponta é o período de 3 (três) horas consecutivas exceto sábados, domingos e feriados nacionais, definido pela concessionária, em função das características de seu sistema elétrico. Em algumas modalidades tarifárias, nesse horário a demanda e o consumo de energia elétrica têm preços mais elevados. O horário fora de ponta, por sua vez, corresponde às demais 21 horas do dia, que não sejam às referentes ao horário de ponta.

De acordo com a resolução 414 da ANEEL (2010), a unidade consumidora de energia elétrica é classificada em dois grupos: A e B. O grupo A (alta tensão) é composto por unidades consumidoras que recebem energia em tensão igual ou superior a 2,3 kilovolts (kV) ou são atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifa binômica (aplicada ao consumo e à demanda faturável). Indústrias, estabelecimentos públicos e comerciais de médio ou grande porte geralmente se enquadram no grupo A que está subdividido em seis subgrupos (conforme Quadro 6).

Quadro 6 – Subgrupos do Grupo A

<b>Subgrupo</b>	<b>Tensão de fornecimento</b>
A1	igual ou superior a 230kV
A2	de 88kV a 138kV
A3	de 69kV
A3a	de 30kV a 44kV
A4	de 2,3kV a 25kV
AS	inferior a 2,3kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição

Fonte: ANEEL (2010).

Já o grupo B (baixa tensão) é um grupamento caracterizado por unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 2,3kV, com tarifa monômnia (que é aplicada apenas ao consumo). Este grupo está subdividido em quatro subgrupos conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 – Subgrupos do Grupo B

<b>Subgrupo</b>	<b>Tipo</b>
B1	Residencial
B2	Rural
B3	Demais classes
B4	Iluminação pública

Fonte: ANEEL (2010).

No Brasil, a comercialização de energia elétrica é dada mediante a contratação regulada ou livre. No mercado regulado também conhecido como cativo, o consumidor é obrigado a pagar as tarifas de fornecimento estabelecidas pela ANEEL e só possuem a permissão de compra de energia da distribuidora detentora da concessão ou permissão na área onde se localizam suas instalações, e, por isso, não participa do mercado livre e é atendido sob condições reguladas.

Já no mercado livre de energia, o consumidor pode adquirir energia elétrica no ambiente de contratação livre para unidades consumidoras que satisfaçam, individualmente os critérios de migração. Dois grupos de consumidores são aptos a escolher seu fornecedor de energia elétrica:

- O primeiro grupo é composto pelas unidades consumidoras com carga maior ou igual a 3.000kW atendidas em tensão maior ou igual a 69 kV – em geral as unidades consumidoras do subgrupo A3, A2 e A1. Também são livres para escolher seu fornecedor novas unidades consumidoras instaladas após 07 de julho de 1995 com demanda

maior ou igual a 3.000kW e atendidas em qualquer tensão. Estes consumidores podem comprar energia de qualquer agente de geração ou comercialização de energia;

- O segundo grupo, por sua vez, é composto pelas unidades consumidoras com demanda maior ou igual que 500kW atendidos em qualquer tensão, também podem escolher seu fornecedor, mas seu leque de escolha está restrito à energia oriunda das chamadas fontes incentivadas, como: Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH's, usinas de biomassa, usinas eólicas e sistemas de cogeração qualificada.

A seleção da modalidade tarifária leva em consideração o horário de funcionamento da instituição e o perfil de consumo. Além disso, deve-se calcular o custo total para verificar qual o tipo de modalidade é mais viável para a organização. O Quadro 8 ilustra como é realizada a cobrança de demanda e energia nas modalidades Verde e Azul.

Quadro 8 – Cobrança de demanda e energia para clientes do Grupo A

<b>Modalidade Tarifária</b>	<b>Verde</b>	<b>Azul</b>
<b>Demanda</b>	Única	Ponta
		Fora de ponta
<b>Consumo</b>	Ponta	Ponta
	Fora de ponta	Fora de ponta

Fonte: ANEEL (2010).

Nota: Os cliente do Grupo A com demanda contratada de até 300 kW também podem optar pela modalidade convencional. Para maiores informações sobre tarifação pode ser consultada a Resolução Normativa n.º 414 da ANEEL (2010).

No caso da modalidade tarifária Azul o custo é calculado conforme Equação (4). Já para a modalidade tarifária Verde usa-se a Equação (5).

### Custo Total Tarifa Azul ( $T_A$ )

$$T_A = D_p \times T_{dp} + D_{fp} \times T_{dfp} + C_p \times T_{cp} + C_{fp} \times T_{cfp} \quad (4)$$

Onde:

- $T_A$  – Tarifa azul (R\$);
- $D_p$  – Demanda ponta (kW);
- $T_{dp}$  – Tarifa demanda ponta (R\$);
- $D_{fp}$  – Demanda fora ponta (kW);
- $T_{dfp}$  – Tarifa demanda fora ponta (R\$);
- $C_p$  – Consumo ponta (kWh);
- $T_{cp}$  – Tarifa consumo ponta (R\$);
- $C_{fp}$  – Consumo fora ponta (kWh);
- $T_{cfp}$  – Tarifa consumo fora ponta (R\$).

### Custo Total Tarifa Verde ( $T_V$ )

$$T_V = D \times T_d + C_p \times T_{cp} + C_{fp} \times T_{cfp} \quad (5)$$

Onde:

- $T_A$  – Tarifa verde (R\$);
- $D$  – Demanda (kW);
- $T_d$  – Tarifa demanda (R\$);
- $C_p$  – Consumo ponta (kWh);
- $T_{cp}$  – Tarifa consumo ponta (R\$);
- $C_{fp}$  – Consumo fora ponta (kWh);
- $T_{cfp}$  – Tarifa consumo fora ponta (R\$).

Cada tipo de modalidade tarifária apresenta o seu respectivo valor de demanda e consumo, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Valores das tarifas

Tarifa	Demanda (R\$/kW)			Consumo (R\$/MWh)	
	Valor único	Ponta (P)	Fora de Ponta (Fp)	Ponta (P)	Fora de Ponta (Fp)
Azul	-	44,83	15,22	411,29	295,81
Verde	15,22	-	-	1.498,66	295,81

Fonte: ANEEL (2016).

A maior parte das cargas existentes nas unidades consumidoras consome energia reativa indutiva, por exemplo, os motores, transformadores, reatores, entre outros. A operação das cargas indutivas requer dois tipos de potência:

- Potência ativa (P): potência que efetivamente realiza trabalho produzindo calor, luz, movimento, entre outros efeitos, expressa em quilowatts (kW);
- Potência reativa (Q): usada para criar e manter campos eletromagnéticos das cargas indutivas quantidade de energia elétrica solicitada por unidade de tempo, expressa em expressa em quilovolt-ampere reativo (kVA).

A soma vetorial das potências ativa e reativa resulta na potência chamada de aparente (S), conhecida também como potência total, expressa em quilovolt-ampere (kVA).

No caso da análise do consumo reativo excedente é considerado o parâmetro fator de potência da instalação (FP). O fator de potência é a razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias ativa e reativa (Equação 6), consumidas num mesmo período especificado (ANEEL, 2010). Ou, seja a razão entre a potência ativa e a potência aparente.

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (6)$$

Onde:

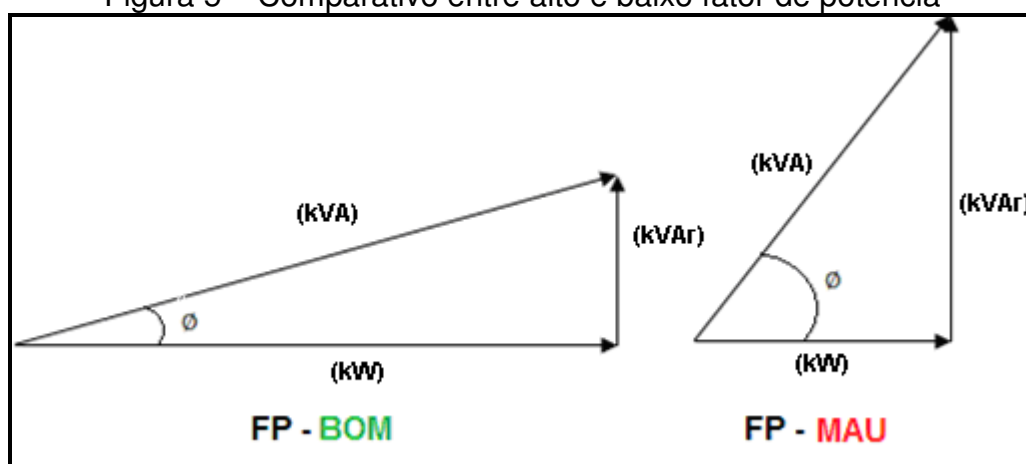


- *FP* – Fator de potência;
- *P* – Potência ativa;
- *S* – Potência aparente;
- *Q* – Potência reativa.

Em termos de eficiência energética, um alto FP indica uma eficiência alta e um baixo fator de potência indica baixa eficiência energética.

O triângulo retângulo (Figura 5) representa as potências e as relações entre elas, o que ajuda na interpretação do FP. No caso do sistema com “bom” ou alto FP, menos cargas reativas (kVAr) estão presentes ao contrário do “mau” ou baixo FP (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2016).

Figura 5 – Comparativo entre alto e baixo fator de potência



Fonte: Adaptado de Barros, Borelli e Gedra (2016).

O baixo FP prejudica o sistema elétrico, pois as instalações têm sua capacidade de distribuição reduzida, sobrecarrega os transformadores e a rede de distribuição que alimenta o seu terminal primário, resultando desde prejuízos às instalações como também desperdícios financeiros, resultado das multas aplicadas pelo excesso de reativos no sistema (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2016). Para minimizar estes impactos, o FP deve ser corrigido de forma que o valor não seja menor que o nível de referência 0,92, estipulado pela ANEEL (2010).

## 2.4 INDICADORES ENERGÉTICOS

Indicador de desempenho energético (IDE) é o valor ou medida quantitativa de desempenho energético conforme definido pela organização (ABNT, 2011). Eles podem ser expressos como uma simples métrica, razão ou modelo mais complexo.

De acordo com Saidel, Favato e Morales (2005), o uso de indicadores como ferramenta de gestão energética é pouco explorado no Brasil. Por isso, eles estabeleceram indicadores, do tipo explicativo de critério técnico-econômico, aplicados a uma instituição de ensino superior:

**PCR** (Índice percentual de consumo no período reservado): objetiva caracterizar o impacto de consumo de horário reservado em relação ao consumo total. Pode verificar a quantidade de energia que pode estar sendo despendida no horário noturno comparando com outras unidades semelhantes.

$$PCR = \frac{\text{Energia\_no\_periodo\_reservado (kWh)}}{\text{Energia\_total\_da\_instalação(kWh)}} \quad (7)$$

**CMM** (Índice de consumo médio por m<sup>2</sup>): verifica o consumo por área construída, comparar com indicadores de instituições semelhantes e verificar índice ótimo para futuras construções.

$$CMM = \frac{\text{Energia\_média (kWh)}}{\text{Área\_construída (m}^2\text{)}} \quad (8)$$

**CMF** (Índice de consumo médio por funcionários): verifica o consumo por número de colaboradores.

$$CMF = \frac{\text{Energia\_média (kWh)}}{\text{Número\_de\_funcionários}} \quad (9)$$

**CMA** (Índice de consumo médio por alunos): verifica o consumo por número de alunos.

$$CMF = \frac{\text{Energia\_média (kWh)}}{\text{Número\_de\_alunos}} \quad (10)$$

**DMM** (Índice de demanda máxima por m<sup>2</sup>): compara demanda entre unidades e cria o valor ideal por m<sup>2</sup> para auxiliar em novos projetos.

$$DMM = \frac{\text{Demanda\_máxima (kW)}}{\text{Área\_construída (m}^2\text{)}} \quad (11)$$

**DMF** (Índice de demanda máxima por número de funcionários): caracteriza relações entre unidades e perfil de carregamento de circuitos.

$$DMF = \frac{\text{Demanda\_máxima (kW)}}{\text{Número\_de\_funcionários}} \quad (12)$$

**DMA** (Índice de demanda máxima por número de alunos): caracteriza relações entre unidades e perfil de carregamento de circuitos.

$$DMF = \frac{\text{Demanda\_máxima (kW)}}{\text{Número\_de\_alunos}} \quad (13)$$

Outros fatores que são utilizados em programas de eficiência energética são o fator de carga e o fator de potência (Equação 6).

**F<sub>c</sub>** (Fator de carga): razão entre a demanda média, durante um determinado intervalo de tempo, e a demanda máxima registrada no mesmo período. Baixos valores de F<sub>c</sub> podem indicar alta solicitação de cargas num curto período. O valor ideal é igual 1,0 (100%).

$$F_c = \frac{\text{Demanda\_média (kW)}}{\text{Demanda\_máxima (kW)}} \quad (14)$$

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 UFES CAMPUS SÃO MATEUS – HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO

Um capítulo importante da história da UFES, Campus São Mateus, começou a ser escrito em 4 de abril de 1990 a partir da aprovação do Plano de Interiorização da UFES no Norte do Espírito Santo (Pines) pelo Conselho Universitário. Criou-se, nesse ano, a Coordenação Universitária Norte do Espírito Santo, a CEUNES. A Coordenação Universitária abrigou, inicialmente, cinco cursos de licenciatura em Matemática, Educação Física, Letras, Ciências Biológicas e Pedagogia (UFES, 2018).

Já em 20 de janeiro de 2000, o Conselho Universitário aprovou uma resolução transformando a CEUNES em Polo Universitário de São Mateus (Polun). Em 2005, foi criado o Centro Universitário Norte do Espírito Santo, mantendo a sigla CEUNES. Atualmente, o Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) é um Campus da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), localizado na Rodovia BR 101 Norte, KM 60, Bairro Litorâneo no município de São Mateus. O Centro foi oficialmente criado a partir da resolução nº. 01/2005 em decisão conjunta do Conselho Universitário e do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFES em 17 de novembro de 2005, com a missão de:

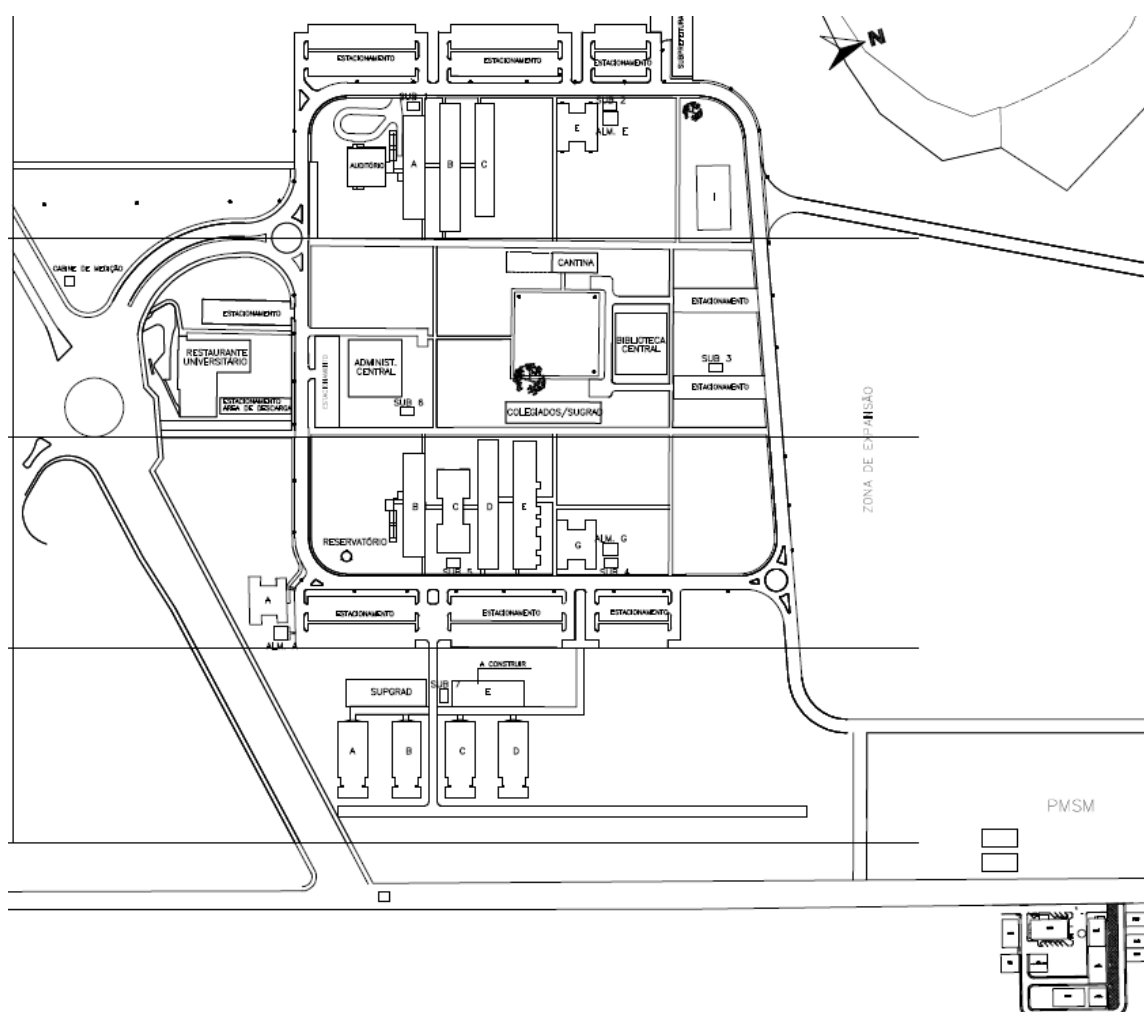
[...] possibilitar à comunidade do norte capixaba o acesso à instituição de ensino superior pública. Isso irá permitir a região qualificar sua mão de obra, suprimindo deficiências na formação e o desequilíbrio causado pela inadequação da população local, em termos de habilidade e competência, em atender os avanços provocados pelo desenvolvimento econômico e globalização, tendo em vista os índices atuais de Desenvolvimento Humano (IDH).[...]

No início de suas atividades em 2006 o CEUNES encontrava-se instalado provisoriamente em um prédio cedido pela Prefeitura Municipal de São Mateus e no Pólo Universitário existente na cidade. Em abril de 2009, a direção do CEUNES e a sua equipe administrativa passaram a exercer as suas atividades no novo campus (Bairro Litorâneo). Em agosto de 2009 o Departamento de Ciências da Saúde, Biológicas e Agrárias também passou a exercer as suas atividades no novo campus. A partir de fevereiro de 2010, a

sede provisória alugada foi desativada, a secretaria única de graduação e os docentes do Departamento de Educação e Ciências Humanas e do Departamento de Engenharias e Ciências da Computação foram transferidos para o campus do litorâneo (UFES, 2012).

A partir das atividades desenvolvidas ao longo dos últimos anos o CEUNES (Figura 6) tornou-se referência no norte do Estado. Em 2017, ofertou 17 cursos de graduação e 04 cursos de pós-graduação *Stricto Sensu*, demonstrando a excelência didático-científica de seu corpo docente e a competência do corpo técnico-administrativo, em conjunto com os esforços empreendidos pela direção do Centro para concretizar o projeto de interiorização e expansão da Universidade (UFES, 2017).

Figura 6 – Planta baixa do Campus



Fonte: Prefeitura Universitária/UFES.

No período letivo 2016.1, o Campus possuía 2.051 alunos de graduação, 247 alunos de pós-graduação, 191 docentes, 104 servidores técnicos administrativos, área de 27.379,25m<sup>2</sup> construída, além de Fazenda Experimental, com área de 196ha contígua ao Campus (UFES, 2017).

### 3.2 FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

O sistema de energia do Campus é exclusivamente suprido por eletricidade importada da rede de distribuição. O fornecimento de energia elétrica é feito através de uma ligação em corrente alternada trifásica, frequência de 60Hz, tensão entre fases de 13,8kV, derivada da rede pública da EDP ESCELSA (instalação 9502824). Os dados contratuais de fornecimento de energia estão representados no Quadro 9.

Quadro 9 – Dados contratuais

<b>Instalação</b>	9502824
<b>Subgrupo tarifário</b>	A4
<b>Classe</b>	Poder Público
<b>Subclasse</b>	Poder Público Federal
<b>Modalidade Tarifária</b>	Horossazonal Verde
<b>Demanda Contratada</b>	300kW

Fonte: UFES (2017).

A unidade estudada pertence aos clientes do grupo A (grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3kV), caracterizado pela tarifa binômia, constituída de valores monetários aplicados ao consumo (kWh) e demanda (kW) e subdividido em subgrupos. Como a tensão de fornecimento é 13,8kV, se enquadra no

subgrupo A4 (tensão de fornecimento de 2,3kV a 25kV). No caso da modalidade tarifária horária verde, aplica-se às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, assim como de uma única tarifa de demanda de potência. Ou seja, uma tarifa única para demanda (R\$/kW) e duas tarifas para o consumo de energia (R\$/kWh), diferenciadas em horários de ponta, período entre 18h e 21h com custo maior (exceção feita aos sábados, domingos e alguns feriados determinados pela ANEEL), e outra tarifa de energia com custo menor para o horário fora de ponta que corresponde ao restante do dia (21h-18h) (ANEEL, 2010).

Enquanto os consumidores do Grupo B (tensão inferior a 2,3kV), a exemplo dos residenciais, possuem na tarifa apenas a componente de consumo de energia, os consumidores do Grupo A pagam um valor referente à energia e outro à demanda.

O sistema de distribuição de energia da instituição é composto por: 01 subestação de Medição, 07 subestações abrigadas de transformação, 06 subestações aéreas de transformação

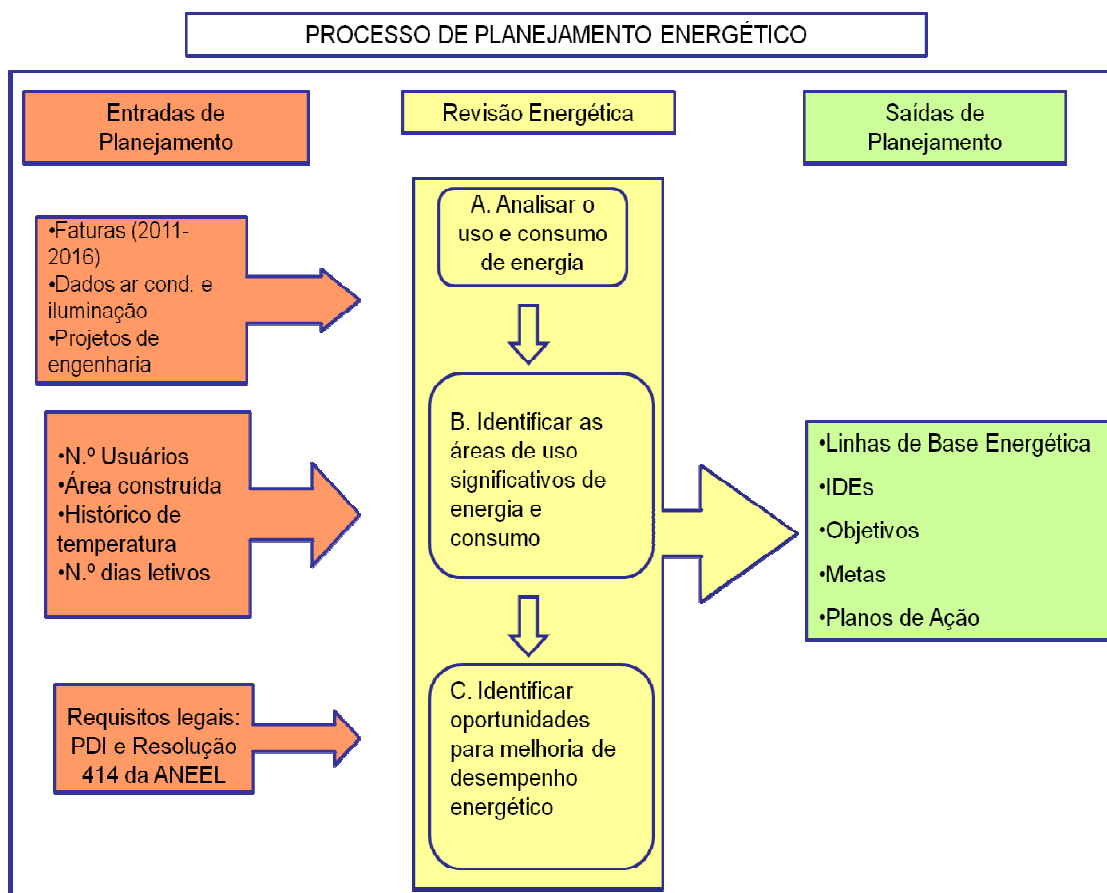
Após a transformação de 13.800V – 220/127V, os cabos que derivam dos secundários dos transformadores são ligados aos Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBT), responsáveis por distribuir a energia elétrica para os Quadros Gerais de Distribuição dos prédios.

### 3.3 MÉTODO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO

O método utilizado no processo de planejamento apresentado na Figura 3 do capítulo 2 foi adaptado ao estudo de caso no Campus (Figura 7). As entradas do planejamento correspondem aos dados das faturas de energia entre os anos de 2011 e 2016, dados das instalações elétricas, dados de equipamentos de ar condicionado e dos sistemas de iluminação retirados dos projetos de engenharia e de levantamento de campo. Outras variáveis relevantes que afetam o consumo foram a quantidade de usuários da instituição, área construída, número de dias letivos e histórico com a variação da temperatura média local. Além disso, existem requisitos legais relacionados à energia e correspondem à normas e resoluções de

fornecimento de energia, além do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI).

Figura 7 – Esquema do processo de planejamento para o Campus



Fonte: Adaptado de ABNT (2011).

Os dados citados anteriormente foram solicitados à Prefeitura Universitária (PU) da UFES por meio da cópia do contrato de energia elétrica, das cópias das faturas dos meses compreendidos entre janeiro de 2011 a dezembro de 2016, os dados dos condicionadores de ar e dos sistemas de iluminação instalados em todo o Campus. O Apêndice A apresenta os dados registrados referentes ao consumo de energia. Já os valores pagos nas tarifas para cada um dos itens registrados podem ser encontrados no Apêndice B. No Apêndice C estão compilados os dados obtidos dos aparelhos de ar condicionado e no Apêndice D estão compiladas as informações retiradas dos projetos dos sistemas de iluminação.



Além disso, buscou-se no site da instituição documentos considerados relevantes para caracterizar o perfil de consumo, tais como calendários acadêmicos, relatórios de gestão e o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI).

Foram identificados requisitos legais no âmbito nacional aplicáveis ao sistema de gestão de energia do Campus. Eles são apresentados no Quadro 10. Não foram identificados outros requisitos como, por exemplo, acordos de cooperação ou programas voluntários.

Quadro 10 – Requisitos legais aplicáveis no plano de gestão

Requisito legal
Resolução Normativa nº 414/2010 – Fornecimento de energia elétrica
Instrução Normativa nº 01/2010 - Critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras
Instrução Normativa nº 10/2012 - Planos de Logística Sustentável (PLS)
Resolução Normativa nº 482/2012 – Micro e mini geração distribuída
Cartilha de Sustentabilidade – Manual de boas práticas ambientais no trabalho, UFES/ 2013
Instrução Normativa nº 02/2014 - Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam <i>retrofit</i>
Plano de Desenvolvimento Institucional/ UFES (2015-2019)
Portaria n.º 23/2015 - Boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3.1 Revisão energética

A revisão energética corresponde à análise dos dados de entrada. Um melhor desempenho energético pode ser obtido através da definição dos usos significativos de energia que foram identificados e avaliados. Parte da revisão energética utilizou resultados de levantamentos de campo e estudos de

engenharia disponíveis. A análise de uso e consumo de energia foi realizada seguindo as etapas a seguir (ABNT, 2016b):

- Identificação das fontes de energia;
- Avaliação do uso e consumo de energia (passado e tendências);
- Identificação dos usos de energia.

Para discutir o custo total com energia dentro da realidade do Campus, foi realizada a divisão dos valores encontrados nas faturas de energia em custos gerenciáveis e custos excedentes (perdas).

O valor registrado de demanda máxima pode variar em função de cada mês, por isso, torna-se importante considerar períodos maiores de dados, de modo a identificar e avaliar como as variações climáticas podem impactar no consumo proveniente do uso de ar condicionado, em períodos de final de ano e férias, além de fatores diversos que podem influenciar o funcionamento da organização. Um período mínimo de 12 meses pode ser utilizado como parâmetro de avaliação. Além disso, a análise deve considerar se há planejamento de expansão ou redução do tamanho da instituição capaz de modificar o perfil de consumo (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2016).

Dessa maneira, foi proposta uma análise mais detalhada dos dados obtidos nas faturas de energia elétrica referentes ao período entre janeiro de 2015 a Dezembro de 2016. Para a análise da demanda a ser contratada foi fundamental verificar os valores pagos em cada parâmetro, a fim de encontrar uma situação econômica mais vantajosa para instituição.

As etapas a seguir detalham o processo realizado:

- Avaliação das instalações elétricas e utilização da energia (sistemas de iluminação e condicionamento de ar), bem como a sazonalidade do funcionamento, alterações na área construída e público usuário;
- Análise dos gastos com identificação dos custos excedentes;
- Sugestão de adequação contratual e projetos para eliminar os custos excedentes;
- Análise da eficiência dos usos significativos de energia que mais influenciam nos custos gerenciáveis;
- Sugestão de medidas para redução dos custos gerenciáveis (adequação tecnológica) e análise de viabilidade;

- Identificação da percepção da comunidade universitária sobre o uso da energia elétrica;
- Avaliação dos dados coletados para criação do perfil do consumo, listando possíveis causas e soluções para os problemas encontrados, verificando oportunidades de economia e melhoria no uso da energia elétrica.

Na simulação realizada para encontrar a demanda ótima a ser contratada pela instituição, utilizou-se as demandas máximas registradas em cada mês e aplicou-se a análise a descrita a seguir (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2016):

- Aumentar em 5% o menor valor da demanda registrada e verificar se a nova demanda engloba todos os valores medidos;
- Reduzir em 5% o maior valor medido de demanda (este método é conhecido como cálculo "por dentro" da demanda);
- A proposta mais eficaz consiste em simular os valores das faturas de forma que a situação econômica mais vantajosa seja avaliada.

Foi feita a simulação da demanda contratada com os dados das faturas de energia a partir das técnicas apresentadas anteriormente, considerando apenas os valores da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) mais a Tarifa de Energia (TE), desconsiderando os juros e multas por atraso, as alíquotas de Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e do Programa de Integração Social (PIS) e Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS), bem como os descontos dos tributos federais.

Além da escolha da demanda contratada também foi necessária a seleção da melhor estrutura tarifária. O Campus pode se enquadrar na tarifa horossazonal azul ou verde. Cada estrutura tarifária possui valores e formas de cobrança diferentes. Dessa maneira, foi importante analisar a viabilidade de mudança de estrutura tarifária visando alcançar redução nos custos de energia elétrica.

A análise foi iniciada pela obtenção dos valores das tarifas. Depois, foi realizada a simulação considerando a outra estrutura tarifária aplicável, para avaliar se a mudança do tipo de tarifação seria viável. Essa análise levou em consideração 24 meses, pois existe a possibilidade de uma tarifa ser mais

vantajosa em determinados meses e menos em outros devido ao perfil de consumo da instituição.

Além disso, o Art.57º § 4º da ANEEL (2010) define que as alterações contratuais, decorrentes de solicitação do cliente para mudança de opção tarifária, somente serão efetivadas caso a opção anterior tenha sido feita há mais de um ano. Dessa maneira, os estudos para ajuste no tipo de tarifação podem ser realizados como uma rotina anual dentro da organização.

A análise preliminar do uso e consumo de energia foi baseada em dados dos sistemas de climatização, iluminação externa, iluminação interna, computadores e estimativa de horas de operação.

Os Usos Significativos de Energia (USE) foram determinados por meio de análise de Pareto do consumo de energia passado (consumo total fora ponta do ano 2016). Os três usos de energia selecionados foram: climatização, iluminação (interna e externa) e computadores, que juntos representaram mais de 50% do consumo total de energia elétrica do Campus o que cumpre os critérios de significância. Estes valores estão apresentados na seção de resultados na Tabela 16.

A princípio foram levantados todos os aparelhos de ar condicionado instalados totalizando 354 máquinas. No caso do projeto de eficiência energética de climatização optou-se por trabalhar com a amostra de 138 aparelhos distribuídos entre salas de aula e salas de professores, conforme seção viabilidade técnico-econômica. Os demais aparelhos (216 unidades) serviram de base para calcular o percentual de cada USE. Foi realizado o seguinte procedimento:

- Levantou-se o consumo médio de acordo com o valor de referência do Procel/Inmetro de cada equipamento e, posteriormente;
- Foi calculado a estimativa de consumo individual de cada aparelho dentro da realidade atual do Campus.

Para o cálculo do consumo de energia elétrica das máquinas que não entraram no projeto de eficiência foi adotado um funcionamento de 08h diárias fora ponta durante 22 dias por mês para os setores administrativos. No caso dos laboratórios um funcionamento de 04h diárias fora ponta durante 22 dias por mês. Quanto ao consumo anual foi admitido um período de 9 meses/ano.

No caso da estimativa de consumo dos computadores foi adotado o funcionamento de 8h diárias, 22 dias e 11 meses para amostra de 307 equipamentos dos servidores (professores e técnicos administrativos); para os demais computadores foi estimado 4h diárias, 22 dias e 9 meses para amostra de 300 computadores. O método de cálculo do consumo utilizado para a iluminação será detalhado na seção viabilidade técnico-econômica.

Feito isso, foi possível estabelecer prioridades para a gestão da energia, melhoria do desempenho energético e alocação de recursos. Os métodos utilizados foram:

- Pesquisas de equipamentos, sistemas ou processos de uso final;
- Inventário com levantamento de equipamento consumidor, incluindo classificação energética e horas típicas de operação;
- Análise de regressão do consumo de energia comparada com variáveis relevantes que afetam o consumo (temperatura média x consumo energia), (dias letivos x consumo energia).

Algumas variáveis foram consideradas relevantes por poderem afetar diretamente os USE: temperatura, nível de ocupação de edifícios, horas de operação. Os dados coletados foram analisados e utilizados para estimar o uso e consumo futuros. Como resultado desta etapa da revisão foi obtida uma lista de potenciais USE, as variáveis que os afetam, além de uma análise do desempenho atual dos mesmos.

Para determinar o período de registros de dados foi necessário estabelecer uma linha de base energética. Para tanto, considerou-se um período de 12 meses, que permite avaliar as variações do consumo e para que a organização possa comparar com a linha de base energética e informar o desempenho energético de suas operações, foram escolhidos indicadores de desempenho energético (IDE), adotando-se IDEs de simples parâmetro e simples razão.

Foi avaliado também o grau de correlação entre variáveis independentes (temperatura e nº de dias letivos) e o consumo total de energia, para propor adequações nas rotinas e sistemas existentes.

Os IDE foram determinados em nível sistêmico e com fins comparativos, de modo que vários grupos de usuários dentro da organização

entendam o desempenho energético e que os resultados de melhoria contínua sejam informados para tornar as ações necessárias mais visíveis (ABNT, 2016b).

Apesar da LBE não ser a ideal, pois, deveria considerar medições individuais de todas as edificações, foi utilizada por não existir medidores automáticos instalados em diversos pontos estratégicos da organização. Devido a essas limitações, para este trabalho, pode-se apenas adotar o consumo de energia elétrica de 1.837,96MWh/ano como linha de base, obtido a partir das faturas de energia do ano de 2016.

Para avaliação do desempenho energético, foram utilizados indicadores propostos por Saidel, Favato e Morales (2005) e outros indicadores de eficiência energética:

- Índice percentual de consumo na ponta em relação ao total (PCR);
- Índice de consumo médio anual por m<sup>2</sup> (CMM);
- Índice de consumo médio anual por colaborador (CMF);
- Índice de consumo médio anual por aluno (CMA);
- Índice de demanda média anual por m<sup>2</sup> (DMM);
- Índice de demanda média anual por colaborador (DMF);
- Índice de demanda média anual por aluno (DMA);
- Fator de carga (Fc);
- Fator de potência (Fp).

Acredita-se que os IDEs definidos destacam aspectos relevantes do SGE, porém implicam em uma constante reavaliação e adequação conforme as necessidades, seguindo a metodologia de melhoria contínua do *PDCA*.

### **3.3.2 Viabilidade técnico-econômica**

A criação de uma lista de prioridades de melhorias a partir das oportunidades identificadas corresponde a um resultado da revisão energética. Essa lista será criada com a avaliação da viabilidade técnica e econômica e seguindo alguns critérios (ABNT, 2016b):

- Estimativa de economia de energia;

- Retorno sobre o investimento;
- Custo estimado de implementação;
- Relação custo benefício (RCB).

A TMA (8%) foi adotada conforme projetos de eficiência energética da ANEEL. As inflações do custo do consumo na ponta, fora ponta, consumo reativo e do custo da demanda foram obtidas a partir da média do período 2011-2016 (Tabelas 9 e 10). Já a inflação das multas/juros foi a média da inflação do consumo na ponta, fora ponta e demanda no período 2011-2016.

No projeto de eliminação das perdas contratuais o investimento de R\$60.000,00 foi considerado para compra e instalação de disjuntor de média tensão exigido pela concessionária local para realizar a adequação contratual (caso específico do Campus) e R\$70.000,00 para instalação de banco de capacitores, conforme projetos similares elaborados pela Prefeitura Universitária, totalizando um investimento inicial de R\$130.000,00. Nos demais projetos foram feitas composições de custo com pesquisa de mercado.

Para realizar o projeto de climatização, a princípio foram levantados todos os aparelhos de ar condicionado instalados totalizando 354 máquinas, mas, considerando que a principal atividade da instituição é o ensino, optou-se por trabalhar com a amostra de 138 aparelhos distribuídos entre salas de aula e salas de professores, em 6 edificações diferentes. Além disso, esses locais concentram o maior número de usuários do campus e não funcionam apenas em horário administrativo.

A partir dos dados dos aparelhos de acordo com a localização, carga térmica e modelo que foram cedidos pela Prefeitura Universitário do Campus optou-se por realizar o seguinte procedimento:

- Levantar o consumo médio de acordo com classificação Procel de cada equipamento;
- Verificar se o aparelho estava dimensionado com a carga térmica correta para cada sala;
- Pesquisar no mercado a partir da carga térmica correta aparelhos com tecnologia de compressor com rotação variável (*inverter*) para substituir os aparelho existentes;

- Calcular a estimativa de consumo individual de cada aparelho dentro da realidade atual;
- Calcular a estimativa de consumo individual de cada aparelho que foi sugerido como adequação técnica;
- Calcular a estimativa de redução de consumo de energia elétrica na ponta e fora ponta e, a redução da demanda.

Para o cálculo do consumo de energia elétrica do projeto do sistema de climatização foi adotado um funcionamento de 08h diárias fora ponta durante 22 dias por mês para salas de professores. No caso das salas de aula foi adotado um funcionamento de 08h diárias fora ponta e 03 horas diárias na ponta durante 22 dias por mês. Quanto ao consumo anual foi admitido um consumo durante 9 meses/ano, totalizando 594 horas de funcionamento por ano na ponta para as salas de aula, com exceção de 08 aparelhos que estão instalados em laboratórios de informática, e 1584h fora de ponta (Equações 15 e 16).

Horas de Funcionamento na Ponta ( $H_p$ )

$$H_p = 3 \times 22 \times 9 = 594 \text{ horas} \quad (15)$$

Horas de Funcionamento Fora Ponta ( $H_{fp}$ )

$$H_{fp} = 8 \times 22 \times 9 = 1584 \text{ horas} \quad (16)$$

Os 138 aparelhos levantados foram compilados de acordo com a carga térmica e o consumo de energia elétrica obtido a partir das tabelas de referência do Procel. Como o valor do consumo médio em kWh fornecido pelo Procel é referente a 30h de operação, o cálculo do Consumo na Ponta ( $C_p$ ) e do Consumo Fora Ponta ( $C_{fp}$ ) foi realizado de acordo com as Equações 17, 18 e 19.

Consumo na Ponta ( $C_p$ )

$$C_p = (Q_{SP} + Q_{SA}) \times H_p \times C_{ref} \times (1/30) \quad (17)$$



Consumo Fora Ponta ( $C_{fp}$ )

$$C_{fp} = (Q_{SP} + Q_{SA}) \times H_{fp} \times C_{ref} \times (1/30) \quad (18)$$

Demanda ( $D$ )

$$D = C_{fp} / H_{fp} \quad (19)$$

Onde:

- $C_p$  – Consumo na Ponta (kWh);
- $Q_{SP}$  – Quantidade de aparelhos na sala de professores (unid.);
- $Q_{SA}$  – Quantidade de aparelhos na sala de aula (unid.);
- $H_p$  – Horas de Funcionamento na Ponta (h);
- $H_{fp}$  – Horas de Funcionamento Fora Ponta (h);
- $C_{ref}$  – Consumo de Referência Procel (kWh);
- $C_{fp}$  – Consumo Fora Ponta (kWh);
- $D$  – Demanda (kW).

No projeto do sistema de iluminação externa, a partir dos dados cedidos pela Prefeitura Universitária a respeito da localização e modelos de lâmpadas e reatores optou-se por realizar o seguinte procedimento:

- Levantar a potência do conjunto (reator + lâmpada) de acordo com catálogo de fabricantes;
- Estimar a quantidade de horas de funcionamento na ponta e fora ponta;
- Pesquisar no mercado, a partir da potência e iluminância requerida, luminárias com tecnologia *LED*, que são mais eficientes, para substituir as lâmpadas existentes;
- Calcular a estimativa de consumo dentro da realidade atual;
- Calcular a estimativa de consumo individual de cada tipo de luminária que foi sugerido como adequação técnica;

- Calcular a estimativa de redução de consumo de energia elétrica na ponta e fora ponta e, a redução da demanda.

Para o cálculo do consumo de energia elétrica do sistema de iluminação externa foi adotado um funcionamento de 12h diárias, 03 horas diárias na ponta durante 22 dias por mês (dias úteis), totalizando 66h na ponta e o tempo restante de 294h de funcionamento fora ponta por mês. Quanto ao consumo anual foi admitido um consumo durante 12 meses/ano.

O consumo de energia elétrica do sistema de iluminação externa instalado foi obtido a partir das Equações 20, 21 e 22.

Demanda ( $D$ )

$$D = P \times Q \times (1/1000) \quad (20)$$

Consumo na Ponta ( $C_p$ )

$$C_p = D \times H_p \quad (21)$$

Consumo Fora Ponta ( $C_{fp}$ )

$$C_{fp} = D \times H_{fp} \quad (22)$$

Onde:

- $D$  – Demanda (kW);
- $P$  – Potência (W);
- $C_p$  – Consumo na Ponta (kWh);
- $Q$  – Quantidade de luminárias (unid.);
- $H_p$  – Horas de Funcionamento na Ponta (h);
- $C_{fp}$  – Consumo Fora Ponta (kWh);
- $H_{fp}$  – Horas de Funcionamento Fora Ponta (h).

No projeto do sistema de iluminação interna, a partir dos dados cedidos pela Prefeitura Universitária a respeito da localização e modelos de lâmpadas e reatores optou-se por realizar o seguinte procedimento:

- Levantamento da potência da lâmpada ou do conjunto (reator + lâmpada) de acordo com catálogo de fabricantes;
- Estimativa da quantidade de horas de funcionamento na ponta e fora ponta;
- Pesquisa no mercado, a partir da potência e iluminância requeridas, lâmpadas com tecnologia *LED*, que são mais eficientes, para substituir as lâmpadas existentes;
- Cálculo da estimativa de consumo dentro da realidade atual;
- Cálculo da estimativa de consumo individual de cada tipo de lâmpada que foi sugerida como adequação técnica;
- Cálculo da estimativa de redução de consumo de energia elétrica na ponta e fora ponta e, a redução da demanda.

Para consumo de energia elétrica do sistema de iluminação interna foi adotado funcionamento de 15h diárias (7h às 22h), 03 horas diárias na ponta e 12 horas fora ponta durante 22 dias por mês (dias úteis), totalizando 66h na ponta e o tempo restante de 264h de funcionamento fora ponta por mês. Quanto ao consumo anual, foi admitido o mesmo consumo durante os 12 meses. Além disso, como as luminárias não são utilizadas em sua totalidade, independente do horário, optou-se por adotar fator de utilização ( $FU=0,5$ ), o que representa que apenas 50% das lâmpadas instaladas são ligadas ao mesmo tempo e, no caso do acionamento no horário de ponta, adotou-se fator de coincidência na ponta ( $FCP$ ) que é um fator a ser considerado para o cálculo da potência média na ponta. O  $FCP$  é utilizado para o cálculo de redução de demanda no horário de ponta e seu valor deverá ser menor ou igual a 1 (um).

$$FCP = nup \times nd \times nm / 792 \quad (23)$$

Onde:

- $FCP$  – Fator de coincidência na ponta ( $pu$ );

- *nup* – Número de horas por dia de utilização do sistema a ser eficientizado no horário de ponta (*h*);
- *nd* – número de dias;
- *nm* – número de meses.

No cálculo do *FCP* foi adotado *nd* = 22 dias e *nm* = 12 meses. O consumo de energia elétrica do sistema de iluminação interna foi obtido a partir das Equações 24, 25 e 26 para o sistema atual (Tabela 36 do Apêndice D).

Demanda (*D*)

$$D = P \times Q \times (1/1000) \quad (24)$$

Consumo na Ponta (*C<sub>p</sub>*)

$$C_p = D \times H_p \times FU \times FCP \quad (25)$$

Consumo Fora Ponta (*C<sub>fp</sub>*)

$$C_{fp} = D \times H_{fp} \times FU \quad (26)$$

Onde:

- *D* – Demanda (kW);
- *P* – Potência (W);
- *C<sub>p</sub>* – Consumo na Ponta (kWh);
- *Q* – Quantidade de luminárias (unid.);
- *H<sub>p</sub>* – Horas de Funcionamento na Ponta (*h*);
- *C<sub>fp</sub>* – Consumo Fora Ponta (kWh);
- *H<sub>fp</sub>* – Horas de Funcionamento Fora Ponta (*h*);
- *FU* – Fator de utilização (*pu*);
- *FCP* – Fator de coincidência na ponta (*pu*).

### 3.3.3 Percepção da comunidade universitária sobre o uso da energia elétrica

As universidades possuem características singulares no que diz respeito à gestão e aos grupos de interesse envolvidos nas suas diversas atividades quando comparadas a outras organizações públicas e particulares. Dessa maneira, para desenvolver o planejamento da gestão da energia elétrica, tornou-se necessário obter a opinião e a percepção dos grupos que compõem a sua comunidade.

Os hábitos do dia a dia da comunidade universitária e o comportamento afetam diretamente o consumo de energia. Para obter a perspectiva dos usuários, foi aplicado um questionário *on line* através da ferramenta *Google Docs* ([docs.google.com](https://docs.google.com)) nos meses de maio e junho do ano de 2018 (Apêndice F). O questionário adaptado de Silva e Nassar (2016) abordou 17 questões, com respostas do tipo múltipla escolha, dicotômicas (sim/não), por seleção, entre outras. O *link* para acesso ao questionário foi disponibilizado através de *email* institucional para os docentes, discentes e técnicos administrativos em educação (TAEs), uma população de 2994 usuários.

Apesar das diferentes funções e atividades desenvolvidas pela comunidade universitária optou-se por considerar a população como um grupo único já que a abordagem interdisciplinar e a interação entre os membros favorece a aplicação de um SGE. Dessa maneira, adotou-se uma amostragem probabilística do tipo aleatória simples.

Visando uma amostra de tamanho significativo, de acordo com o tamanho da população, foi utilizada à técnica de amostragem, descrita por Mattar (2001). Na Equação 27, foi utilizado erro amostral de 5% e nível de confiança de 90%. Como P e Q não são conhecidos (percentuais relacionados às proporções específicas), deve-se considerar que  $P = Q = 0,5$ . Desta forma, obteve-se amostra de 249 indivíduos. Responderam ao questionário 309 indivíduos, suficiente para representar a população estudada.

$$n = \frac{4NPQ}{e^2(N-1) + 4PQ} \quad (27)$$

Onde:

- *n* – tamanho da amostra a ser calculada;
- *N* – quantidade de elementos da população pesquisada;
- *P* – proporção da ocorrência da variável em estudo na população;
- *Q* – proporção da ocorrência da variável em estudo na população (*P* + *Q* = 1);
- *e* – precisão da amostra ou erro máximo admitido.

As questões do questionário foram divididas em quatro grupos: perfil, análise ambiental, comportamento e percepção do consumo. As perguntas levantaram temáticas do uso eficiente e consciente de equipamentos, desperdício de energia, conhecimento sobre o custo e consumo e sugestões para diminuição do consumo de energia elétrica.

Para análise dos dados foi realizada uma avaliação quali-quantitativa a partir da planilha eletrônica com as questões respondidas e os resultados estão apresentados por meio de gráficos de modo a favorecer a análise e interpretação. As questões de múltipla escolha foram analisadas utilizando estatística descritiva e as questões abertas através de análise das palavras mais citadas. A abordagem da opinião da comunidade universitária foi importante para verificar a percepção do uso, custo e desperdício de energia, além de verificar atitudes de uso racional e planejar ações educacionais para reduzir o desperdício.

As questões Q<sub>6</sub>, Q<sub>7</sub>, Q<sub>11</sub> e Q<sub>12</sub> foram agrupadas para análise do “comportamento ecológico” da economia de energia, definido por Pato e Tamayo (2006) como “o agir em favor do meio ambiente”. Visando determinar o grau de comportamento ecológico identificado a partir desses quatro itens medidos em frequência de comportamento convertida em escala tipo Likert com 5 pontos, variando de 1 (nunca) a 5 (sempre), foi formulada uma hipótese e avaliada por meio do teste para proporção de uma amostra:

HIPÓTESE 1: 66,33% da comunidade universitária evita o desperdício de energia. ( $H_0: p_0 = 0,6633$  e  $H_1: p_0 > 0,6633$ ). Pato e Tamayo (2006)

verificaram uma média de comportamento ecológico relacionado a economia de energia de 3,98 em escala de 6 pontos. Convertido em valores percentuais, tem-se que 66,33% de um grupo de pessoas de ensino universitário e médio tinham o comportamento pró-ecológico de economia de energia. As análises estatísticas que serão apresentadas foram elaboradas com o auxílio de planilha eletrônica.

#### **3.3.4 Planos de ação**

A análise minuciosa desenvolvida na revisão energética resultou no desenvolvimento de objetivos e metas de melhoria de desempenho energético. A partir desses resultados formulou-se um plano de ação para o cumprimento dos objetivos e metas do SGE. O plano de gestão da energia elétrica teve como base a viabilidade técnica e econômica, além da percepção da comunidade universitária sobre o consumo de energia.

## 4 REVISÃO ENERGÉTICA

### 4.1 FATURAS DE ENERGIA ELÉTRICA

A análise das faturas de energia elétrica do Campus foi realizada de modo a identificar os valores de demanda e energia consumidos, assim como a evolução dos gastos associados. De acordo com a política de reajustes tarifários determinada pela ANEEL o valor da energia aumentou de forma significativa no período analisado, principalmente no que tange a tarifa para consumo fora de ponta. Os valores cobrados no horário de ponta do sistema é cerca de 5,07 vezes mais caro que o restante do dia. Assim, 3h de consumo no horário de ponta podem representar um valor equivalente a mais de 15h no horário fora de ponta (Tabela 9).

Tabela 9 – Análise dos reajustes tarifários de energia no Campus

Descrição	Preço Jan/11	Preço Dez/16	Variação (%)
	TUSD <sup>2</sup> +TE <sup>3</sup> (R\$/MWh)	TUSD <sup>2</sup> +TE <sup>3</sup> (R\$/MWh)	
Consumo ativo ponta (MWh)	1.287,40	1.498,66	16,4%
Consumo ativo fora ponta (MWh)	144,79	295,81	104,3%
Energia reativa excedente (MWh)	144,79 <sup>1</sup>	233,61	61,3%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota:

1. Para efeito de comparação foi considerado o valor de referência da energia reativa fora ponta, já que na época a cobrança era realizada de maneira diferente;
2. Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD): valor monetário unitário determinado pela ANEEL, em R\$/MWh ou em R\$/kW, utilizado para efetuar o faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição de energia elétrica pelo uso do sistema;
3. Tarifa de Energia (TE): valor monetário unitário determinado pela ANEEL, em R\$/MWh, utilizado para efetuar o faturamento mensal referente ao consumo de energia.



Os valores cobrados pela demanda também sofreram reajustes, com variações de 19,5% entre os anos de 2011 e 2016 (Tabela 10).

Tabela 10 – Análise dos reajustes tarifários de demanda no Campus

Descrição	Preço Jan/11	Preço Dez/16	Variação (%)
	TUSD+TE (R\$/kW)	TUSD+TE (R\$/kW)	
<b>Demanda (kW)</b>	12,74	15,22	19,5%
<b>Ultrapassagem (kW)</b>	25,48 <sup>1</sup>	30,44	19,5%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota:

1. Para efeito de comparação, foi utilizada a metodologia atual de cálculo de ultrapassagem.
2. A parcela referente a TE para demanda é zero.
3. A tarifa de ultrapassagem é cobrada quando os montantes de demanda de potência ativa ou de uso do sistema de distribuição – MUSD medidos excederem em mais de 5% (cinco por cento) os valores contratados. Nesse caso, a cobrança será realizada da seguinte maneira: Demanda Medida x Tarifa + Demanda de Ultrapassagem x 2 x Tarifa. Caso a demanda registrada seja inferior à contratada, será faturada a demanda contratada. No caso da demanda registrada superior a contratada, será registrado o valor multiplicado pela tarifa, desde que não tenha sido ultrapassado o limite de 5% (ANEEL, 2010).

Além dos reajustes das tarifas que ocorreram nos últimos anos, o custo associado ao acionamento das usinas termelétricas para suprir a geração no período de seca dos reservatórios das hidrelétricas passou a ser repassado aos consumidores. No ano de 2015, passou a vigorar o Sistema de Bandeiras Tarifárias que indicavam a necessidade ou não de acréscimos no valor da energia a ser repassada ao consumidor final, em função das condições de geração de eletricidade. Com exceção dos consumidores localizados em sistemas isolados, todos os clientes cativos das distribuidoras de energia passaram a ser faturados pelo sistema, como mostra o Quadro 11 (ANEEL, 2015). Consumidor cativo é aquele que só possui autorização de comprar energia da distribuidora detentora da concessão ou permissão na área onde se localizam as instalações e é atendido sob condições reguladas pela ANEEL.

Quadro 11 – Custos das bandeiras tarifárias

Bandeira	R\$ (a cada 100kWh)	CVU (Custo Variável Unitário)
<b>Verde</b>	-	Menor que R\$211,28/MWh
<b>Amarela</b>	R\$1,00	De R\$211,28/MWh até R\$422,56/MWh
<b>Vermelha (Patamar 1)</b>	R\$3,00	De R\$422,56/MWh até R\$610/MWh
<b>Vermelha (Patamar 2)</b>	R\$5,00	Maior que R\$610/MWh

Fonte: ANEEL (2015).

Nota: O acionamento das bandeiras tarifárias é definido para todo o Sistema Interligado Nacional (SIN) com base no maior valor do CVU da última usina a ser despachada por ordem de mérito ou segurança energética. Custos de referência fixados em novembro/2017.

Os impactos do sistema de bandeiras nas faturas de energia ficam visíveis ao analisar a quantidade de vezes que o sistema foi utilizado desde que entrou em vigor no ano de 2015 (Quadro 12). A bandeira vermelha esteve presente em mais da metade do período analisado.

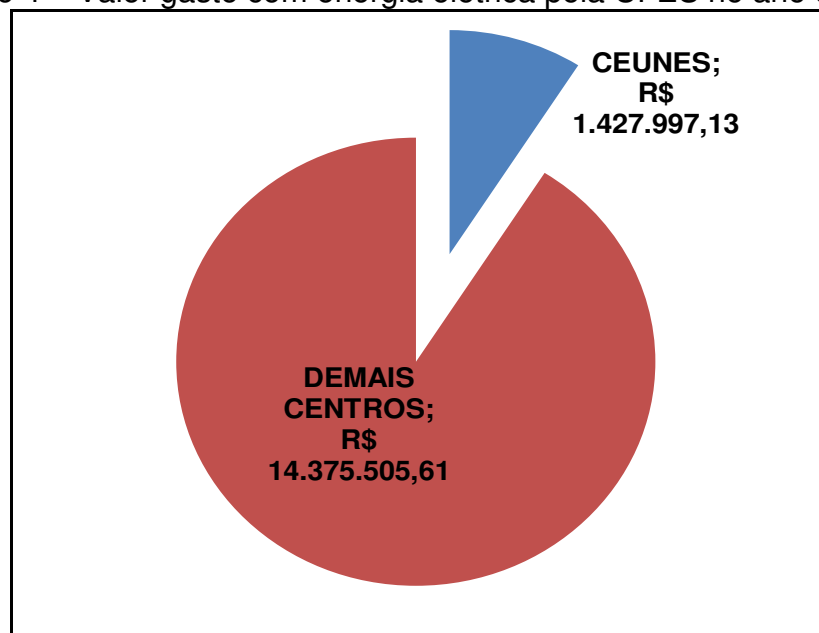
Quadro 12 – Bandeiras tarifárias acionadas por mês nos anos de 2015 a 2017

Período	2015	2016	2017
<b>Janeiro</b>			
<b>Fevereiro</b>			
<b>Março</b>			
<b>Abril</b>			
<b>Maio</b>			
<b>Junho</b>			
<b>Julho</b>			
<b>Agosto</b>			
<b>Setembro</b>			
<b>Outubro</b>			Patamar 2
<b>Novembro</b>			Patamar 2
<b>Dezembro</b>			

Fonte: ANEEL (2015).

De acordo com números divulgados pela UFES (2016b) os valores gastos pela Universidade com energia elétrica no ano de 2016 chegaram ao montante de R\$15.803.502,74. Desse total gasto pela Universidade, a parcela referente ao Campus representou cerca de 9% (Gráfico 4). O custeio de energia na UFES representou 83,3% do montante total de gastos com energia, água, esgoto, telefonia e internet. Dessa maneira, fica evidente a importância de uma boa gestão do uso dos recursos energéticos dentro da Universidade.

Gráfico 4 – Valor gasto com energia elétrica pela UFES no ano de 2016



Fonte: UFES (2016b).

Quanto ao número de usuários do Campus no período de 2011 a 2016, observa-se um aumento de 48% em seu total, passando de 1.812 usuários a 2.683. O número de discentes dos cursos de pós-graduação apresentaram o maior crescimento (194%), seguido pelos discentes de graduação (44%), docentes (34%), funcionários terceirizados (29%) e com menor crescimento os técnicos administrativos (21%) (Tabela 11).

Tabela 11 – Análise do público usuário do Campus

Ano	Docentes	Técnicos administrativ.	Funcionários terceirizados	Discentes graduação <sup>1</sup>	Discentes pós-graduação <sup>1</sup>	Total
2011	143	86	70	1.429	84	1.812
2012	150	77	78	1.606	98	2.009
2013	176	96	96	1.681	80	2.129
2014	172	98	87	1.680	154	2.191
2015	182	100	103	1.843	215	2.443
2016	191	104	90	2.051	247	2.683
Var. (%)	34%	21%	29%	44%	194%	48%

Fonte: UFES (2012, 2013, 2014, 2015, 2016a, 2017).

Nota: 1. Referente às matrículas do primeiro semestre letivo.

De modo a atender às novas demandas e o crescente aumento de usuários o Campus passou por ampliações em sua área construída o que resultou em cinco novas edificações e aumento de 23% em área construída (Tabela 12).

Tabela 12 – Aumento da área construída no Campus

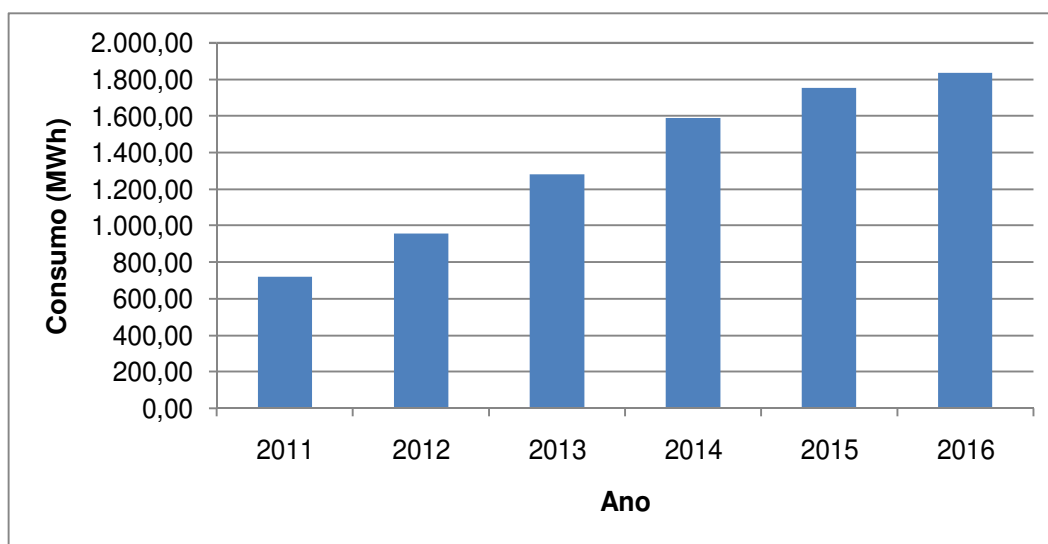
ANO	Nº de edificações	Área construída (m <sup>2</sup> )
2011	30	22.255,77
2012	33	24.522,77
2013	33	24.522,77
2014	35	27.379,25
2015	35	27.379,25
2016	35	27.379,25
Var. (%)	17%	23%

Fonte: UFES (2012, 2013, 2014, 2015, 2016a, 2017).

Nota: 1. Para efeito de comparação foram consideradas apenas as áreas dos prédios e excluídas áreas externas tais como anel viário, passarelas, muro e reservatórios.

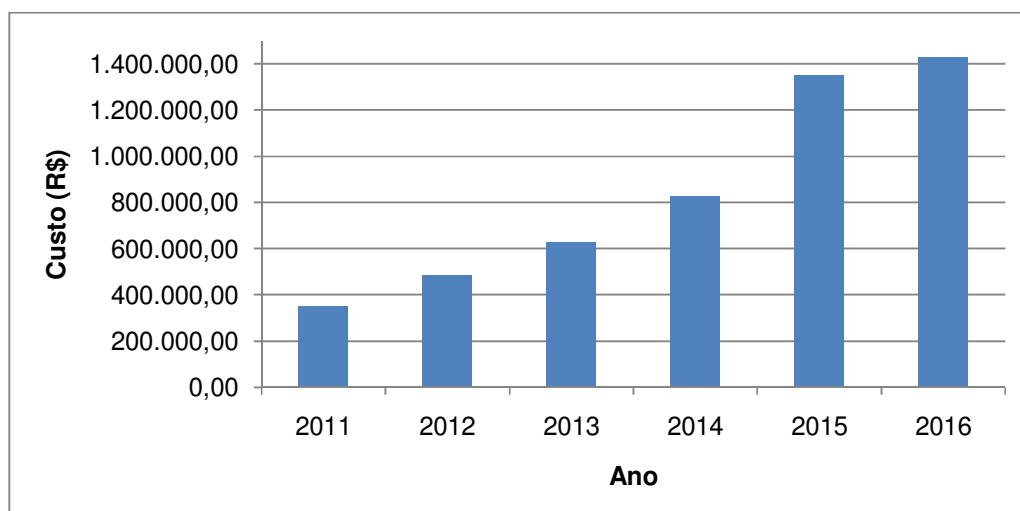
A ampliação do número de edificações seguida da instalação de novos equipamentos (sistemas de ar condicionado, iluminação, equipamentos dos laboratórios) resultou em um aumento expressivo no consumo de energia elétrica, passando de 720,24MWh em 2011 para 1.837,96MWh em 2016 (Gráfico 5), aumento de 2,55 vezes. Já o Gráfico 6 mostra o aumento no consumo de energia elétrica associado aos reajustes tarifários e ao sistema de bandeiras. O custo da energia elétrica em 2016 (R\$1.427.997,13) foi 4,09 vezes maior no ano de 2011 (R\$348.960,26).

Gráfico 5 – Consumo total de energia elétrica no Campus de 2011 a 2016



Fonte: Elaborado pelo autor.

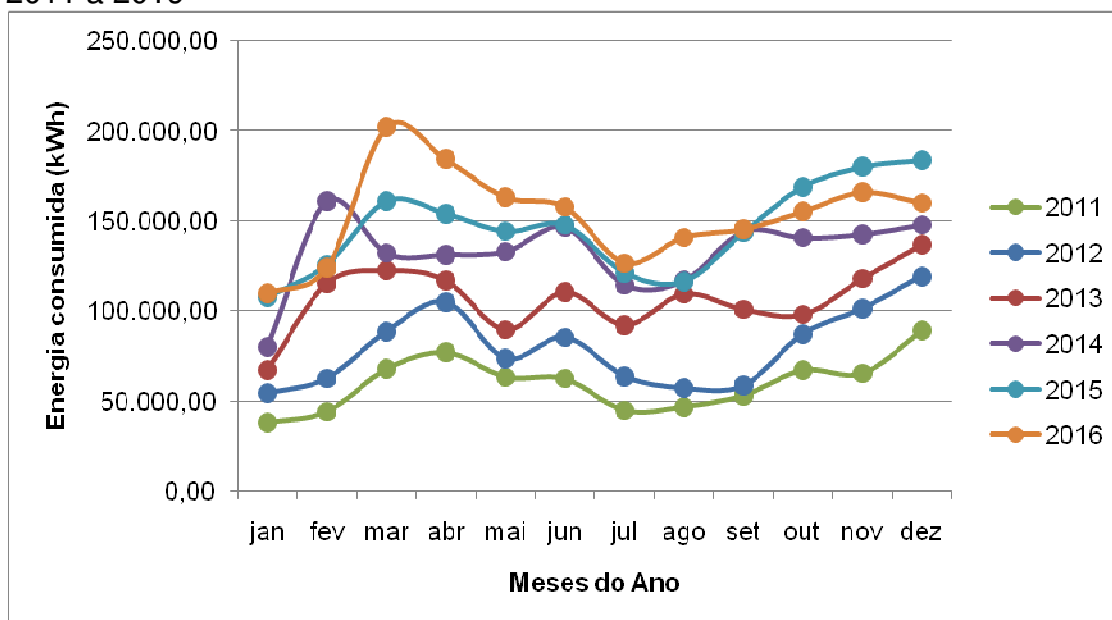
Gráfico 6 – Custo total de energia elétrica no Campus de 2011 a 2016



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dado que houve aumento na demanda e gasto de energia tornou-se necessário analisar de forma mais detalhada as faturas de energia, a sazonalidade do consumo e as principais características da instalação de modo a buscar informações mais precisas. O Gráfico 7 representa o consumo mensal de energia elétrica por ano de análise. Os meses de maior consumo nos anos foram os da primavera/verão quando comparados aos meses do outono/inverno. O mês de janeiro possui a característica particular de representar períodos de recesso acadêmico, o que resulta em menor consumo mesmo no período de verão.

Gráfico 7 – Consumo mensal de energia elétrica do Campus para os anos de 2011 a 2016

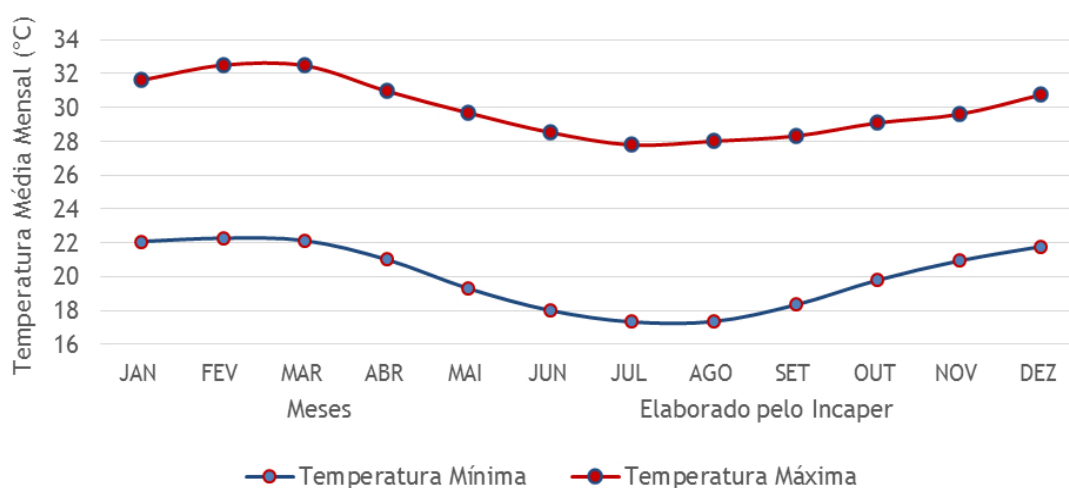


Fonte: Elaborado pelo autor.

A UFES, no período de 04/01/2016 a 21/02/16 e de 13/07/16 a 31/07/2016 estabeleceu através de resolução a jornada ininterrupta de trabalho das 7 às 13h, visando a economia de recursos (custo de manutenção, energia, água). Apesar disso, no Campus foi registrada redução no consumo de energia apenas no mês de fevereiro e em aproximadamente 1,2%. A hipótese é que a instalação de aparelhos de ar condicionado e de novos sistemas de iluminação provocaram aumento na demanda e do consumo nesse período.

O Gráfico 8 apresenta a média mensal da temperatura máxima e mínima no período de 1984 a 2014 da Estação Meteorológica (EM) localizada no município de São Mateus. Os dados confirmam temperaturas médias máximas no período de janeiro a maio e de outubro a dezembro. Os meses com maiores médias de temperatura coincidem com os meses com maior consumo de energia nos períodos letivos. Essa característica é marcante em instalações que possuem demanda elevada de sistemas de ar condicionado.

Gráfico 8 – Média mensal da temperatura máxima e mínima no período de 1984 a 2014 no município de São Mateus/ES



Fonte: INCAPER (2017).

A Tabela 13 mostra o valor total do consumo de energia (ponta + fora ponta) apurados pela concessionária entre janeiro/2015 e dezembro de 2016. Além disso, são apresentados os dados das variáveis independentes. Foram utilizados como variáveis independentes os dias letivos e a temperatura média, disponibilizada nos gráficos das séries históricas do Incaper/ES.

A análise da correlação em função dos dias letivos foi feita a partir dos dados Tabela 13. Pelo teste não paramétrico de Correlação de Pearson, que mede o grau de correlação linear entre duas variáveis quantitativas, existe uma correlação positiva e significativa (coeficiente de determinação  $R^2 = 0,272$  / coeficiente de correlação  $R = 0,52$ ) entre o número de dias letivos e o consumo de energia. Essa correlação é considerada moderada, e o índice ( $R$ ) varia de 0 a 1 (Gráfico 9).

Tabela 13 – Consumo medido e variáveis independentes

<b>Mês</b>	<b>Consumo Mensal (kWh)</b>	<b>Dias Letivos</b>	<b>Temp. Média (°C)</b>
jan/15	107.901,36	0	26,8
fev/15	125.902,90	0	27,4
mar/15	161.264,38	26	27,2
abr/15	154.288,34	21	26
mai/15	144.400,20	24	24,4
jun/15	147.986,83	23	23,2
jul/15	121.432,25	6	22,3
ago/15	116.582,76	25	22,4
set/15	143.793,72	24	23
out/15	169.163,90	25	24,3
nov/15	180.140,18	24	25
dez/15	183.950,59	4	26,1
jan/16	110.025,89	0	26,8
fev/16	124.389,38	0	27,4
mar/16	202.469,06	25	27,2
abr/16	184.461,98	22	26
mai/16	163.311,12	23	24,4
jun/16	158.060,95	26	23,2
jul/16	126.890,74	4	22,3
ago/16	141.129,58	27	22,4
set/16	145.595,86	22	23
out/16	155.411,24	23	24,3
nov/16	166.117,22	23	25
dez/16	160.094,93	5	26,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

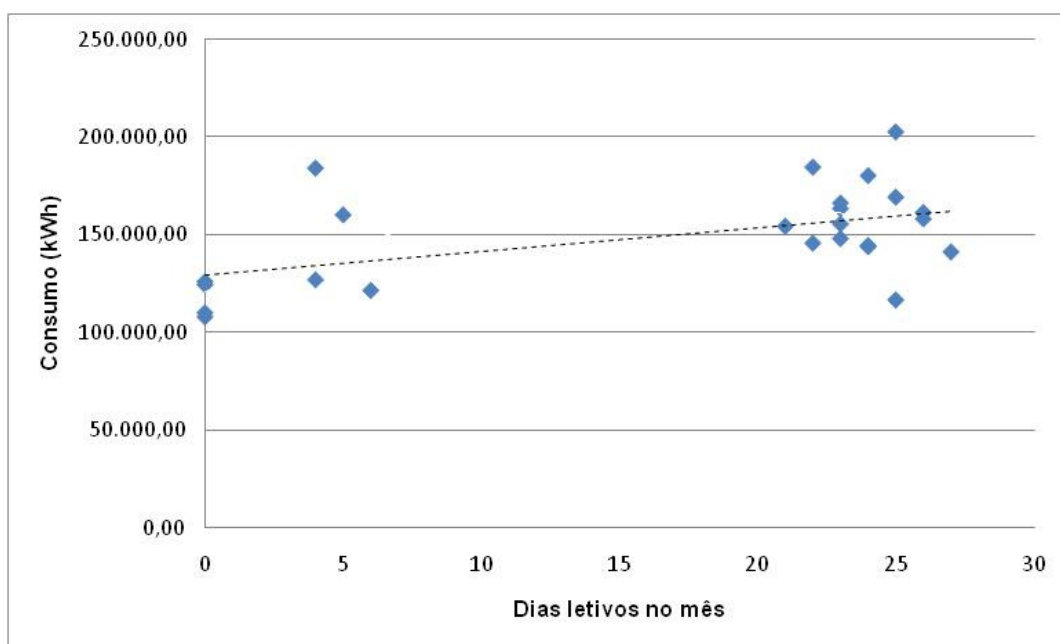


O  $R^2$  indica a proporção (ou porcentagem) da variação  $y$  que é “explicada” pela regressão, ou seja, até 27,2% da variação no consumo de energia está relacionada à variação do número de dias letivos. A linha de base formada a partir das 24 medições de consumo ( $y$ ) em função do  $n$  de dias letivos ( $x$ ) corresponde a Equação (28).

$$y = 1236x + 12907 \quad (28)$$

Os dados demonstram que ações como a redução do número de dias letivos e da jornada de trabalho apresentam maior impacto na redução do consumo quando aplicados no período de Primavera/Verão, estações que possuem temperaturas médias mais altas.

Gráfico 9 – Consumo de energia por dias letivos 2015/ 2016



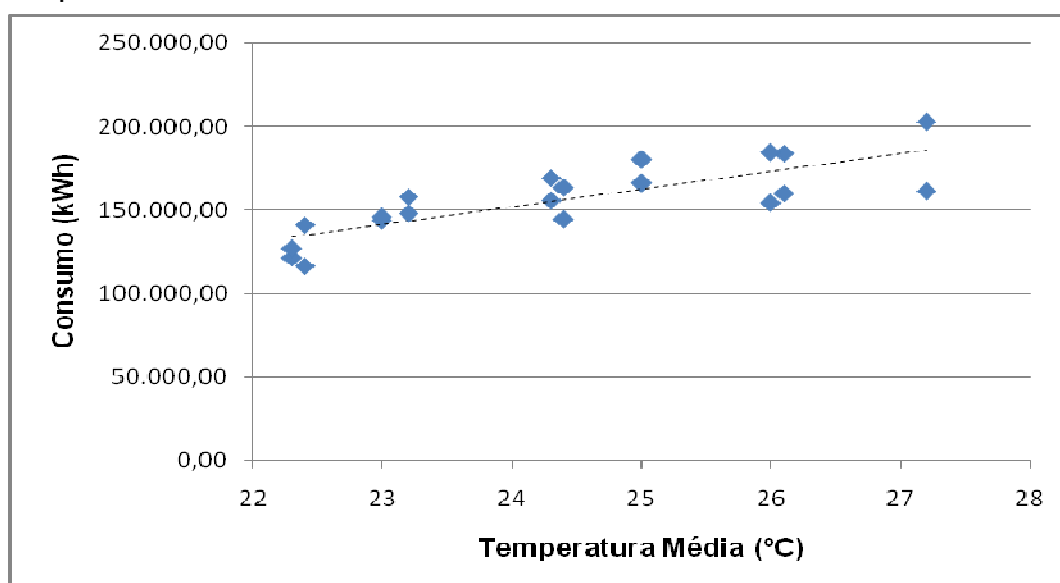
Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 10 foi elaborado para ratificar a análise da correlação do consumo em função da temperatura média. Nessa análise foram excluídos os meses sem dias letivos de acordo com o calendário acadêmico. Pelo teste não paramétrico de Correlação de Pearson existe uma correlação positiva e

significativa (coeficiente de determinação  $R^2 = 0,643$ / coeficiente de correlação  $R = 0,80$ ) entre a temperatura média e o consumo de energia. Essa correlação é considerada forte e mais significativa do que a encontrada para a variável “número de dias letivos”. Da análise do coeficiente de determinação pode-se afirmar que até 64,3% da variação no consumo de energia está relacionada à variação na temperatura. A linha de base formada a partir das 20 medições de consumo (y) em função da temperatura média (x) corresponde a Equação 29.

$$y = 10652x - 10347 \quad (29)$$

Gráfico 10 – Consumo de energia por temperatura média 2015/ 2016 no Campus

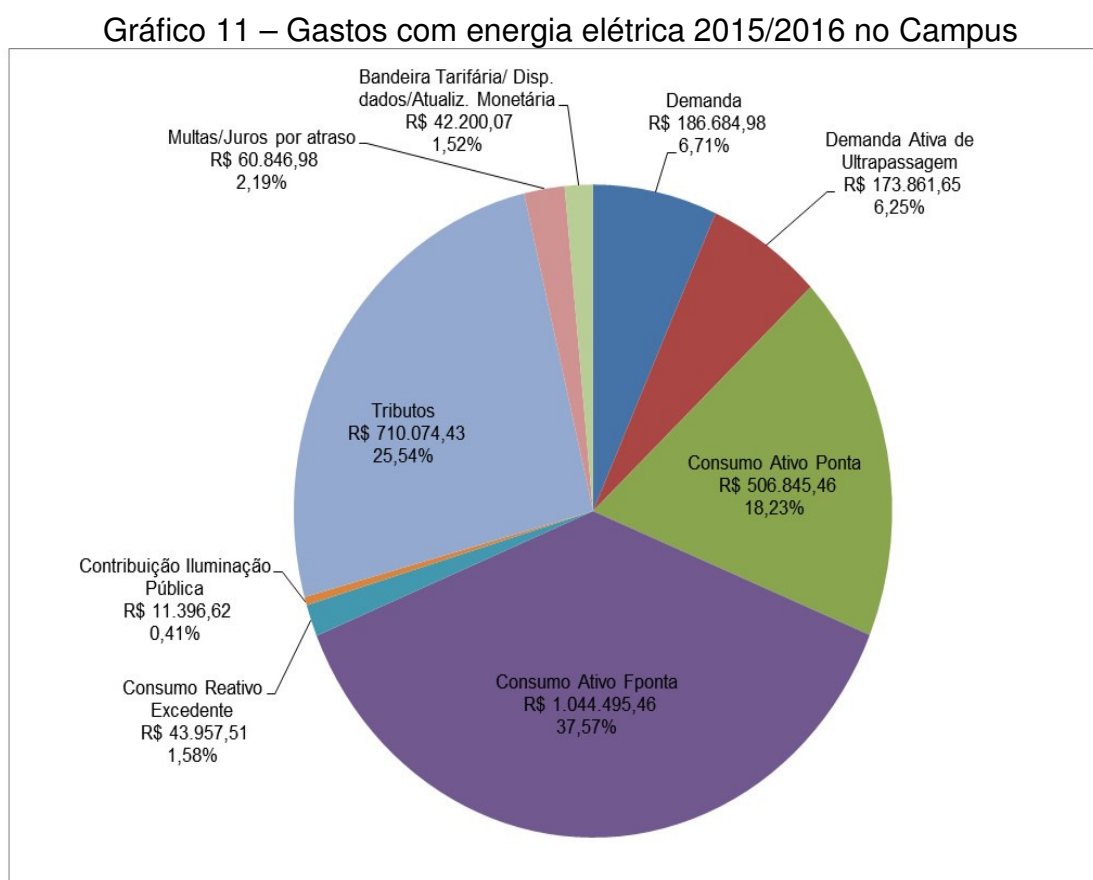


Fonte: Elaborado pelo autor.

A variação da temperatura ao longo do ano e o consumo de energia possuem alta correlação, o que torna os sistemas de climatização os principais responsáveis pelo consumo de energia elétrica do Campus. Os sistemas de climatização e iluminação instalados, já que são considerados Usos Significativos de Energia tradicionais no setor público são considerados neste trabalho como os principais responsáveis pelo consumo de energia.

## 4.2 AVALIAÇÃO DOS GASTOS COM ENERGIA

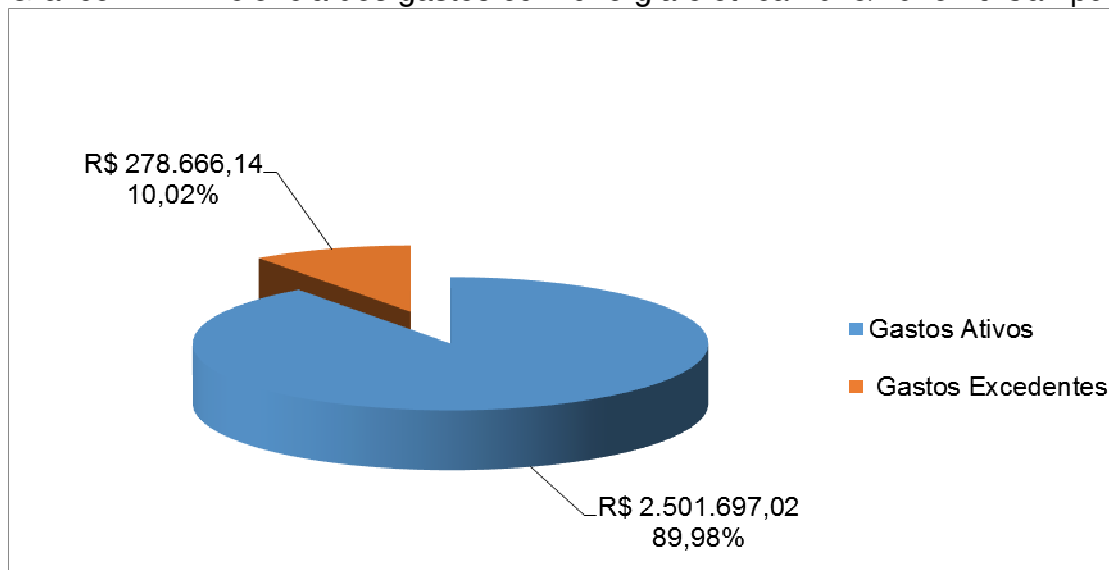
Os valores gastos nas faturas de energia elétrica do Campus no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016 ressaltam que o maior valor pago adveio do consumo ativo fora de ponta (37,57%), seguido dos tributos (25,54%) e do consumo ativo de ponta (18,23%) (Gráfico 11).



Fonte: Elaborado pelo autor.

A eficiência dos gastos com energia elétrica é melhor analisada quando se separa os custos gerenciáveis dos custos excedentes. No Gráfico 12 é possível perceber que parcela considerável das faturas de energia (10,02%) representa perdas que devem ser eliminadas, restando 89,98% do custo que deve ser gerenciado. Estas perdas geraram prejuízo mensal médio de R\$11.611,09 a instituição no período analisado de 24 meses (2015 e 2016).

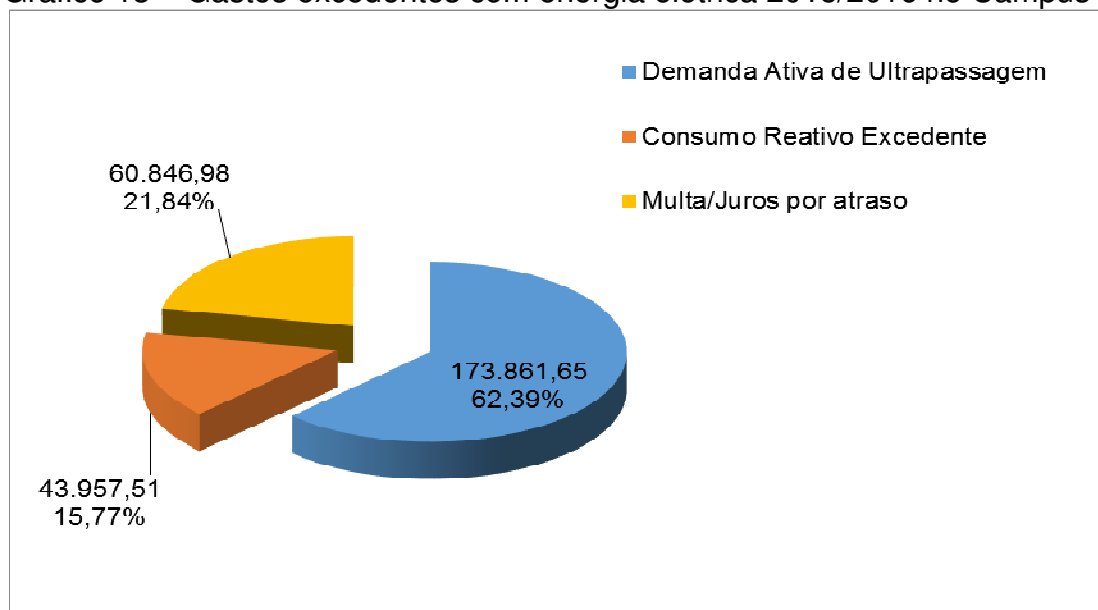
Gráfico 12 – Eficiência dos gastos com energia elétrica 2015/2016 no Campus



Fonte: Elaborado pelo autor.

A parcela dos gastos considerada perdas é relativa à multas e juros por atraso de pagamentos, demanda de ultrapassagem e consumo reativo excedente. Ressalta-se que 21,84% dos gastos são convertidos em multas e juros por atraso no pagamento das faturas (Gráfico 13), algo que é inaceitável, uma vez que é possível adequar a data de vencimento das faturas para resolução do problema. Conforme art. 124 da ANEEL (2010) é possível observar uma flexibilidade nas opções para vencimento: “... a distribuidora deve oferecer pelo menos 6 (seis) datas de vencimento da fatura para escolha do consumidor, distribuídas uniformemente, em intervalos regulares ao longo do mês.” Dessa maneira, caso o problema dos atrasos seja a data do pagamento, esta poderá ser alterada em estudo conjunto com o Setor Contábil Financeiro responsável pelo pagamento para que os prazos de pagamento sejam respeitados sem a ocorrência de multas/juros.

Gráfico 13 – Gastos excedentes com energia elétrica 2015/2016 no Campus



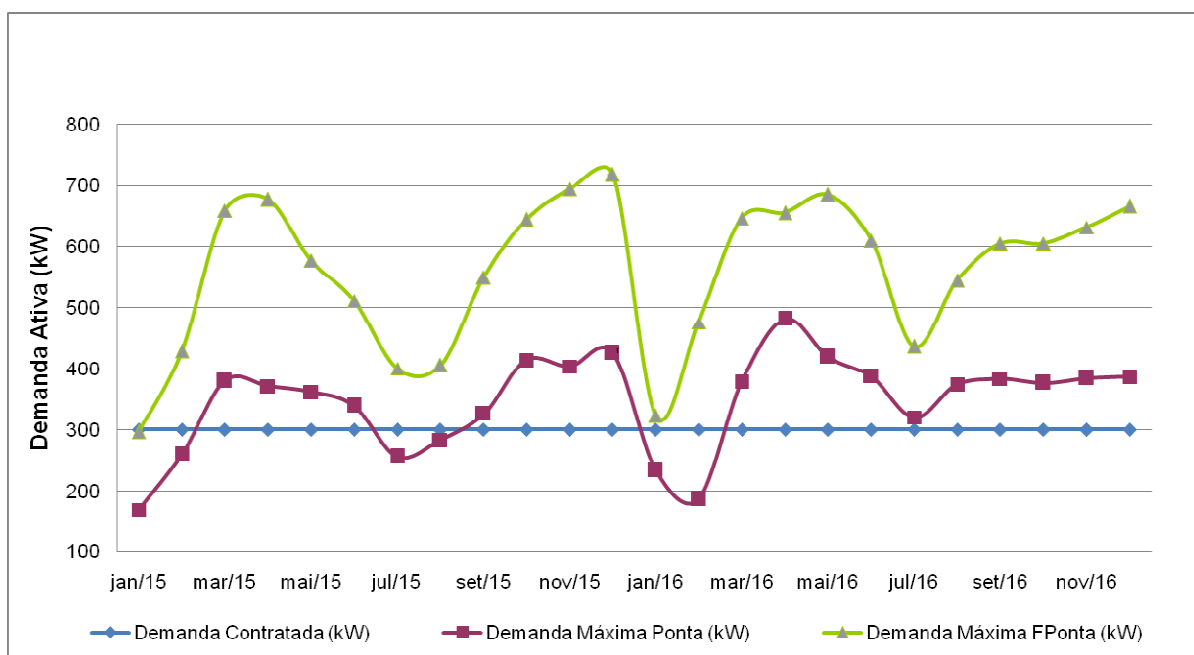
Fonte: Elaborado pelo autor.

O pagamento de Demanda de Ultrapassagem representa 62,39% dos gastos e deve ser evitado, tendo em vista que o valor pago por este item é duas vezes mais caro do que o valor pago pela demanda ativa contratada. Dado a relevância deste ponto, ele será melhor analisado na seção seguinte. Por fim, tem-se que 15,77% destes gastos são convertidos no pagamento de energia reativa excedente, algo que além de gerar custos adicionais, sobrecarrega as instalações, reduzindo a eficiência das mesmas. Para eliminar estes gastos, deve ser feita a correção do Fator de Potência.

#### 4.3 ESCOLHA DA DEMANDA CONTRATADA

A curva de demanda do Campus para os anos de 2015 e 2016 deixa claro que a demanda do Campus excedeu quase em todo o ano a demanda contratada levando ao pagamento excessivo de demanda de ultrapassagem. No Gráfico 14, foi ilustrada a demanda média no horário de ponta apenas para fim de comparação já que o valor faturado é o valor mais alto medido durante o mês.

Gráfico 14 – Curva de demanda contratada x registrada no Campus



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 14 mostra a relação de custos entre a Demanda Atual (300kW) e as possíveis Demandas Contratadas, baseadas nas técnicas para calcular a demanda ótima. Analisando a Tabela 14 e o Gráfico 15, que mostra a simulação do custo médio mensal da energia para diferentes valores de demanda, conclui-se que a opção econômica mais vantajosa é a Demanda Contratada de 635kW, porém, ao se considerar o incremento de cargas ao sistema, especialmente devido à instalação novos prédios e a necessidade de se evitar o pagamento de ultrapassagens, é recomendada a adoção de uma postura mais conservadora, contratando uma demanda de 650kW para o novo contrato.

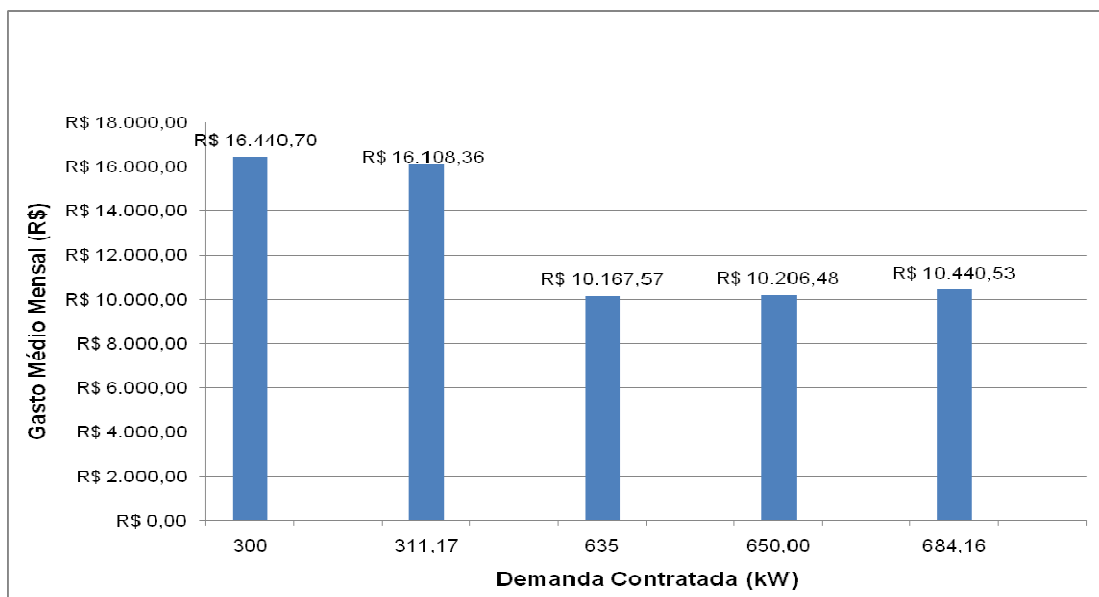
A demanda contratual 300kW foi contratada desde a inauguração do Campus São Mateus no ano de 2009. Apesar da ampliação da infraestrutura e do público usuário que ocorreu nos últimos anos e, o consequente crescimento no consumo, não foi realizado um planejamento para reajuste da anual demanda contratada. A resolução 414 da ANEEL (2010) permite o reajuste imediato da demanda contratada desde que a disponha de potência elétrica necessária no seu sistema de distribuição.

Tabela 14 – Escolha da demanda contratada baseada no custo

mês/ ano	Demanda Contratada (kW)	Demanda Atual 300 kW		Menor Demanda +5% 311,17 kW		Demanda Simulada 1 635 kW		Demanda Simulada 2 650,00 kW		Maior Demanda - 5% 684,16 kW	
	Dem. Média (kW)	Gasto (mil R\$)	Gasto Ultrap (mil R\$)	Gasto (mil R\$)	Gasto Ultrap (mil R\$)	Gasto (mil R\$)	Gasto Ultrap (mil R\$)	Gasto (mil R\$)	Gasto Ultrap (mil R\$)	Gasto (mil R\$)	Gasto Ultrap (R\$)
jan/ 15	296,35	4,566	0,00	4,736	0,00	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
fev/ 15	428,74	6,525	3,918	6,525	3,578	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
mar/ 15	658,56	10,023	10,914	10,023	10,574	10,023	0,00	10,023	0,00	10,412	0,00
abr/ 15	676,70	10,299	11,466	10,299	11,126	10,299	1,269	10,299	0,00	10,412	0,00
mai/ 15	577,25	8,785	8,439	8,785	8,099	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
jun/ 15	510,72	7,773	6,414	7,773	6,074	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
jul/ 15	399,84	6,085	3,039	6,085	2,699	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
ago/ 15	405,22	6,167	3,202	6,167	2,862	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
set/ 15	549,02	8,356	7,580	8,356	7,240	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
out/ 15	643,78	9,798	10,464	9,798	10,124	9,798	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
nov/ 15	693,50	10,555	11,978	10,555	11,638	10,555	1,780	10,555	1,324	10,555	0,00
dez/ 15	718,37	10,933	12,735	10,933	12,395	10,933	2,537	10,933	2,081	10,933	0,00
jan/ 16	321,89	4,899	0,666	4,899	0,00	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
fev/ 16	475,78	7,241	5,350	7,241	5,010	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
mar/ 16	646,46	9,839	10,546	9,839	10,206	9,839	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
abr/ 16	655,20	9,972	10,812	9,972	10,472	9,972	0,00	9,972	0,00	10,412	0,00
mai/ 16	684,10	10,411	11,691	10,411	11,351	10,411	1,494	10,411	1,037	10,412	0,00
jun/ 16	609,50	9,276	9,421	9,276	9,081	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
jul/ 16	436,13	6,637	4,143	6,637	3,803	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
ago/ 16	544,32	8,284	7,437	8,284	7,097	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
set/ 16	604,80	9,205	9,278	9,205	8,938	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
out/ 16	604,80	9,205	9,278	9,205	8,938	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
nov/ 16	631,01	9,603	10,075	9,603	9,735	9,664	0,00	9,893	0,00	10,412	0,00
dez/ 16	665,95	10,135	11,139	10,135	10,799	10,135	0,00	10,135	0,00	10,412	0,00
<b>TOTAL DOS GASTOS (R\$)</b>		<b>394.576,92</b>		<b>386.600,59</b>		<b>244.021,77</b>		<b>244.955,55</b>		<b>250.572,83</b>	
<b>MEDIA MENSAL DOS GASTOS (R\$)</b>		<b>16.440,70</b>		<b>16.108,36</b>		<b>10.167,57</b>		<b>10.206,48</b>		<b>10.440,53</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

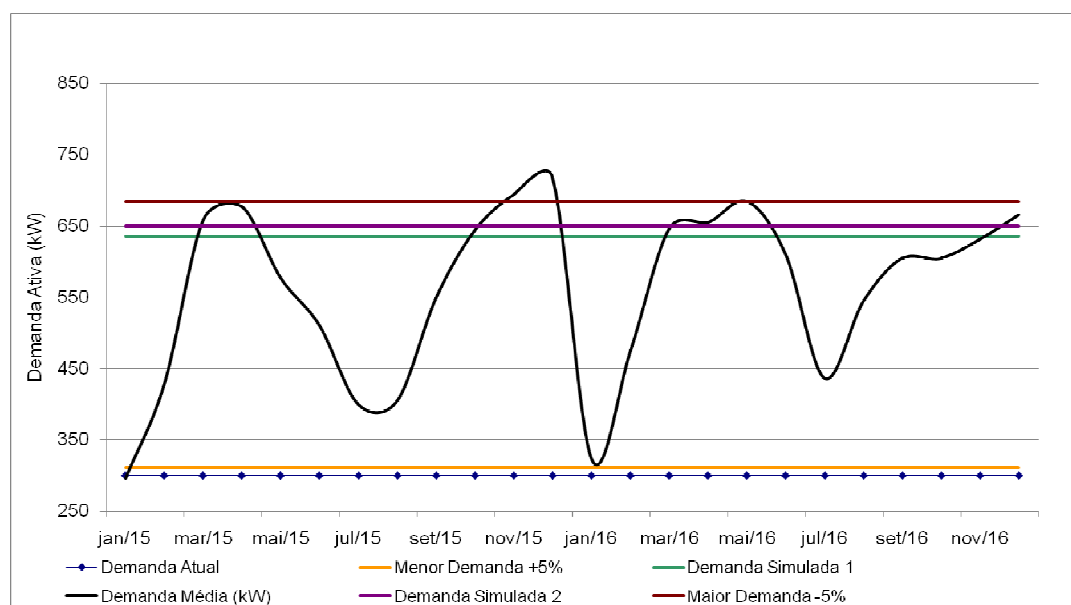
Gráfico 15 – Comparação entre gastos para diferentes demandas



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 16 mostra um comparativo entre as opções de diferentes valores de demanda a ser contratada no Campus 2017/2018, sendo o valor de 650kW (demanda simulada 2) o valor mais adequado. Para esse valor, a redução dos gastos com pagamento de demanda foi estimada em R\$6.234,22/mês ou R\$74.810,68/ano.

Gráfico 16 – Comparativo para escolha da demanda contratada



Fonte: Elaborado pelo autor.



#### 4.4 SELEÇÃO DA MELHOR ESTRUTURA TARIFÁRIA

O Campus apresenta um regime de funcionamento quase que ininterrupto durante o período letivo das 7h às 22h. Apesar do consumo médio por hora registrado ser maior em horário de ponta, os maiores valores de demanda são observados sempre no período fora de ponta, durante os períodos letivos diurnos que apresentam maior fluxo de usuários na instituição.

Para a carga demandada é obrigatória a opção pela modalidade tarifária verde ou azul, torna-se inviável a mudança da estrutura tarifária horossazonal verde (atual) para azul, devido ao horário de funcionamento da Instituição e ao perfil de consumo. Não é possível também a mudança da tensão de fornecimento, uma vez que a unidade é atendida pelo grupo A, e nem as classes de consumo, pois a Universidade não pode enquadrar-se em outra classe que não a de Poder Público Federal, além disso, há um desconto na fatura de energia elétrica justamente por estar incluso nesta classe de consumo.

Na simulação foi considerado para o valor de demanda contratada fora de ponta o valor máximo registrado no período de 24 meses dividido pela ultrapassagem permitida de 5% ( $718,37 / 1,05 = 684,16\text{kW}$ ). O mesmo procedimento foi adotado para demanda fora de ponta ( $481,15 / 1,05 = 458,24\text{kW}$ ). Dessa maneira, não foram consideradas multas por ultrapassagem de demanda. Além disso, não foi considerado pagamento de energia reativa excedente.

Na Tabela 15 estão discriminados os valores de consumo e de demanda mensais no período 2015/ 2016.

Com os dados das Tabelas 8 e 15 e as Equações 4 e 5, elaborou-se o Gráfico 17, cujos dados demonstram a comparação entre os tipos de tarifação e a opção de escolha em função do menor valor pago.

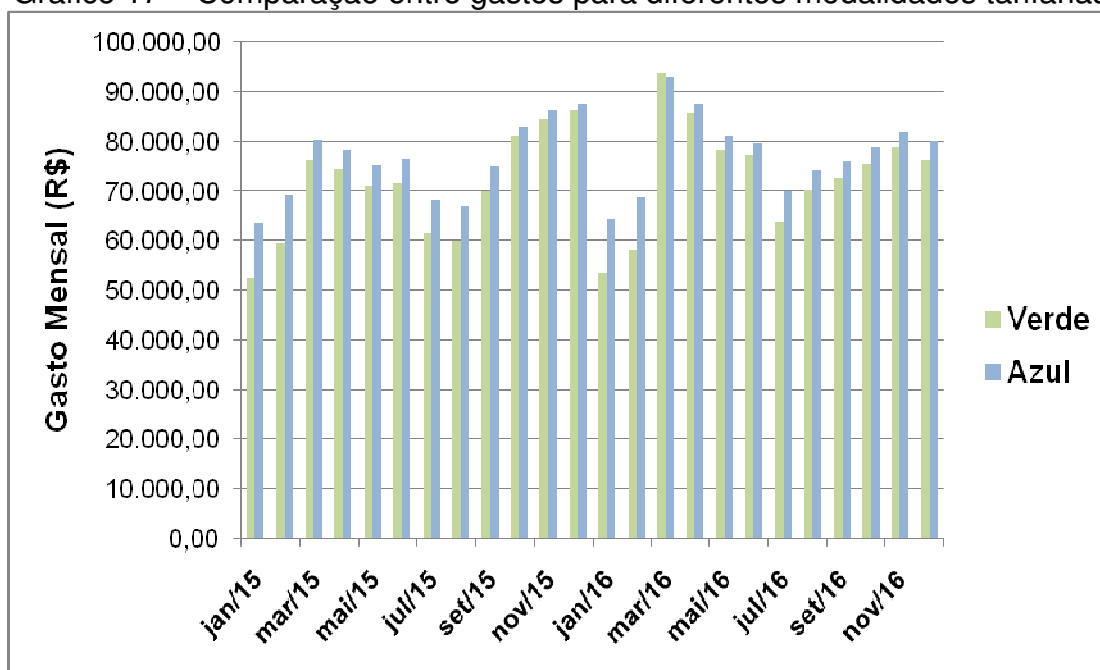
Tabela 15 – Valores medidos de consumo e de demanda extraídos das faturas mensais de energia (2015/ 2016)

mês/ ano	Dp	Dfp	Cp	Cfp	C
	kW		kWh		
jan/15	169,34	296,35	8.543,30	99.358,06	107.901,36
fev/15	258,72	428,74	9.962,74	115.940,16	125.902,90
mar/15	379,68	658,56	15.070,78	146.193,60	161.264,38
abr/15	370,94	676,70	15.312,19	138.976,15	154.288,34
mai/15	361,54	577,25	14.937,38	129.462,82	144.400,20
jun/15	339,36	510,72	14.459,26	133.527,58	147.986,83
jul/15	256,03	399,84	12.829,49	108.602,76	121.432,25
ago/15	282,91	405,22	12.533,30	104.049,46	116.582,76
set/15	325,25	549,02	14.166,77	129.626,95	143.793,72
out/15	413,95	643,78	17.308,37	151.855,54	169.163,90
nov/15	403,20	693,50	17.394,55	162.745,63	180.140,18
dez/15	425,38	718,37	17.913,17	166.037,42	183.950,59
jan/16	232,51	321,89	9.023,28	101.002,61	110.025,89
fev/16	186,82	475,78	9.208,58	115.180,80	124.389,38
mar/16	378,34	646,46	19.619,04	182.850,02	202.469,06
abr/16	481,15	655,20	17.206,06	167.255,93	184.461,98
mai/16	419,33	684,10	16.196,04	147.115,08	163.311,12
jun/16	387,07	609,50	16.744,56	141.316,39	158.060,95
jul/16	319,87	436,13	13.307,11	113.583,62	126.890,74
ago/16	373,63	544,32	15.117,65	126.011,93	141.129,58
set/16	383,04	604,80	15.914,47	129.681,38	145.595,86
out/16	376,32	604,80	16.049,38	139.361,87	155.411,24
nov/16	383,71	631,01	15.945,55	150.171,67	166.117,22
dez/16	386,40	665,95	15.415,34	144.679,58	160.094,93

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Dp – Demanda Ponta (kW); Dfp – Demanda Fora Ponta (kW); Cp – Consumo Ponta (kWh); Cfp – Consumo Fora Ponta (kWh); C – Consumo total (kWh).

Gráfico 17 – Comparação entre gastos para diferentes modalidades tarifárias



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 17 demonstra que o modelo de tarifação horária verde é mais viável do que a azul para o perfil de consumo analisado. Através da simulação constatou-se que apenas no mês de março/ 2016 a modalidade verde apresentou custo total maior do que a azul. Dessa maneira, é viável a manutenção do contrato no modelo horossazonal verde adequando apenas o valor da demanda contratada.

#### 4.5 CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA (FP)

No período analisado de 2015/2016 os valores médios de Fator de Potência (FP) nos horários de ponta e fora ponta foram 0,88 e 0,86, respectivamente. Dessa maneira, os valores encontram-se abaixo do valor de referência (0,92), o que gerou um custo mensal médio de R\$1.831,56 com o pagamento de reativos excedentes.

A correção do fator de potência se dá através do balanceamento das cargas capacitivas e indutivas ou pela compensação dos reativos através da instalação de bancos de capacitores. Esta correção deve ser baseada nos dados coletados na instituição. Para fazer uma correção adequada, deve-se considerar o maior número possível de medições, de modo a verificar o

comportamento do FP e então dimensioná-lo, avaliando o pior caso verificado.

Assim é necessário realizar uma análise mais detalhada do sistema elétrico da instituição através da utilização de um analisador de qualidade de energia, monitorando de forma individual cada transformador do Campus. Após ser realizada esta análise pode ser quantificada a potência capacitiva necessária para corrigir o fator de potência para o nível adequado.

#### 4.6 USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGIA (USE)

A identificação dos usos significativos de energia da organização foi realizada visando entender onde a energia está sendo usada e para realizar melhorias nos locais de maior impacto energético. Baseado nos dados coletados foi elaborada a Tabela 16, na qual podem ser observados os tipos de usos e consumos.

Tabela 16 – Usos significativos de energia do Campus

<b>USE</b>	<b>Consumo de energia elétrica (kWh)<sup>1</sup></b>	<b>% total do consumo anual</b>
Ar condicionado (salas de aula e professores)	375.719,52	22,66%
Ar condicionado (demais locais)	506.996,16	30,57%
Iluminação externa	199.811,81	12,05%
Iluminação interna	304.674,48	18,37%
Computadores	124.792,80	7,53%
Outros usos de energia	146.216,12	8,82%
<b>Consumo total</b>	<b>1.658.210,89</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: 1. Para efeito de identificação dos USE foi utilizado como referência o consumo fora ponta.

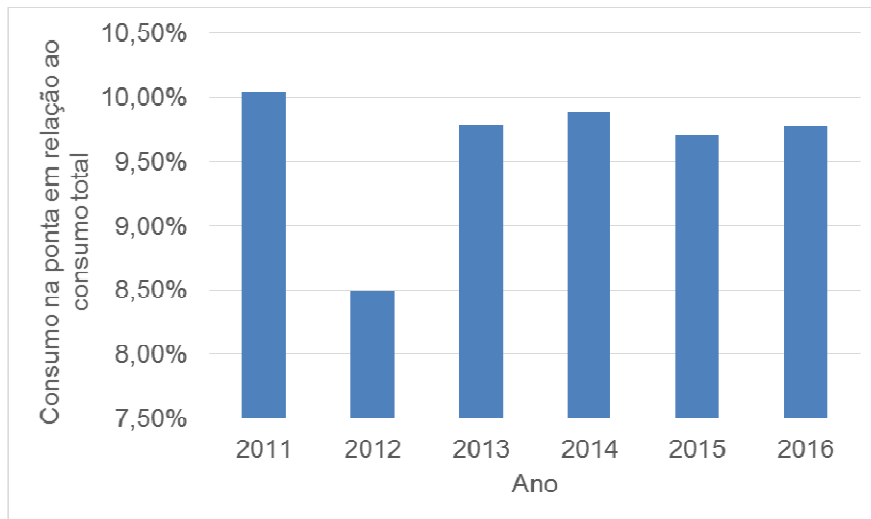
A partir da análise dos usos significativos foram identificados três USE que representam 91,18% do consumo total (aparelhos de ar condicionado, iluminação e computadores). Os sistemas de climatização representam 53,23% do consumo enquanto os sistemas de iluminação 30,42%, juntos representam 82,65% do consumo total. Ações de eficiência energética nesses grupos de equipamentos resultarão em redução significativa do consumo de toda instalação, por isso, os projetos propostos foram concentrados nessas áreas.

#### 4.7 INDICADORES DE DESEMPENHO ENERGÉTICO (IDE)

Os indicadores energéticos foram elaborados para auxiliar na implantação do SGE. Dessa maneira, espera-se que a partir desses indicadores possam ser realizados outros estudos sobre o comportamento do uso e consumo de energia elétrica do Campus, comparando o consumo de diferentes meses e anos, com os indicadores apresentados a seguir. Os dados de área física, número de alunos, servidores e funcionários foram apresentados nas Tabelas 11 e 12. Nos Gráficos 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 e 25 são demonstrados os resultados dos indicadores energéticos calculados.

O indicador PCR (Gráfico 18) mostra o consumo no horário de ponta. Esse indicador tem permanecido acima dos 9,5% no período 2011-2016. Deve ser levado em consideração que a melhoria da eficiência dos sistemas de iluminação e climatização, deverá promover redução desse indicador e menor custo das faturas, já que o custo do consumo na ponta é mais de 5 vezes superior ao fora ponta.

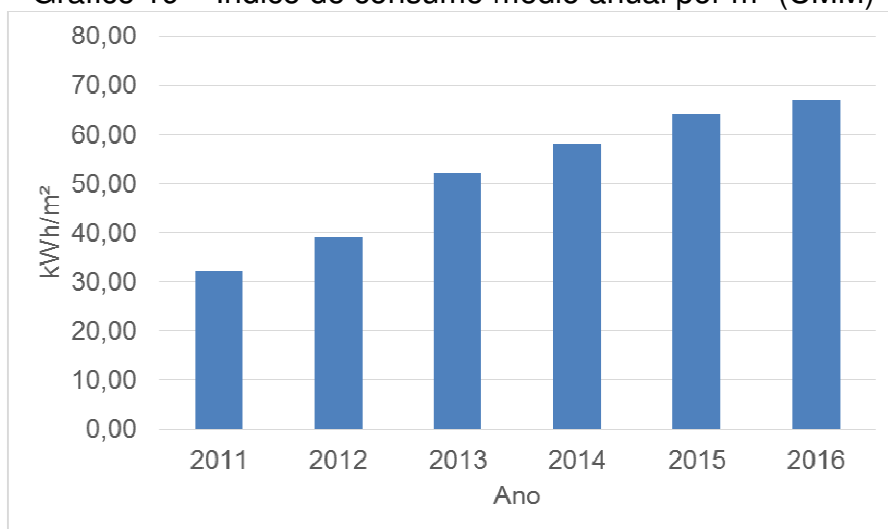
Gráfico 18 – Índice percentual de consumo na ponta em relação ao total (PCR)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O indicador CMM apresenta valores que servem como referência para padronização de novos projetos de edifícios no Campus ou para adequação dos prédios existentes. A análise do Gráfico 19 demonstra que a eficiência medida pelo CMM tem reduzido no período 2011-2013. Torna-se importante dessa maneira adequar os projetos das novas edificações seguindo as diretrizes do PBE/ENCE.

Gráfico 19 – Índice de consumo médio anual por m<sup>2</sup> (CMM)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O CMF demonstrado através do Gráfico 20 indica que o consumo médio por colaborador aumentou até o ano de 2014 e partir desse ano manteve-se praticamente estável. Torna-se necessário o controle desse indicador através de medidas de eficiência energética.

Gráfico 20 – Índice de consumo médio anual por colaborador (CMF)

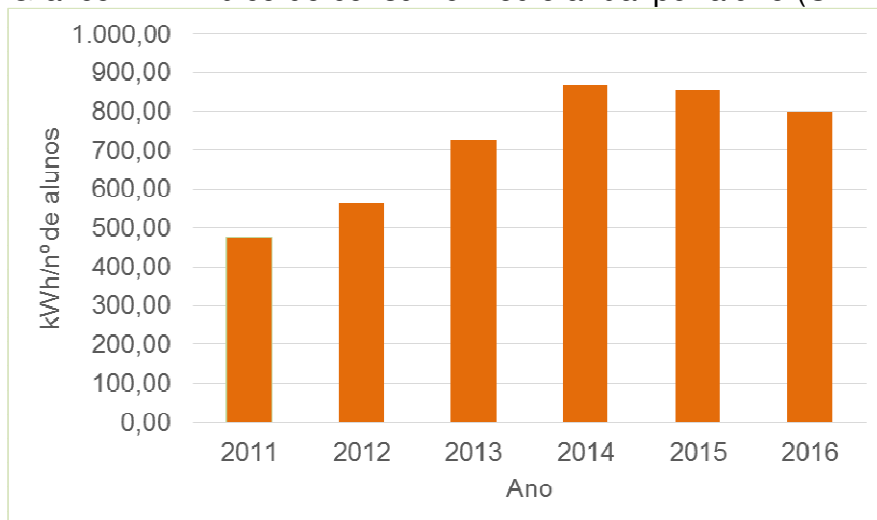


Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Considerado colaboradores os servidores e os funcionários terceirizados.

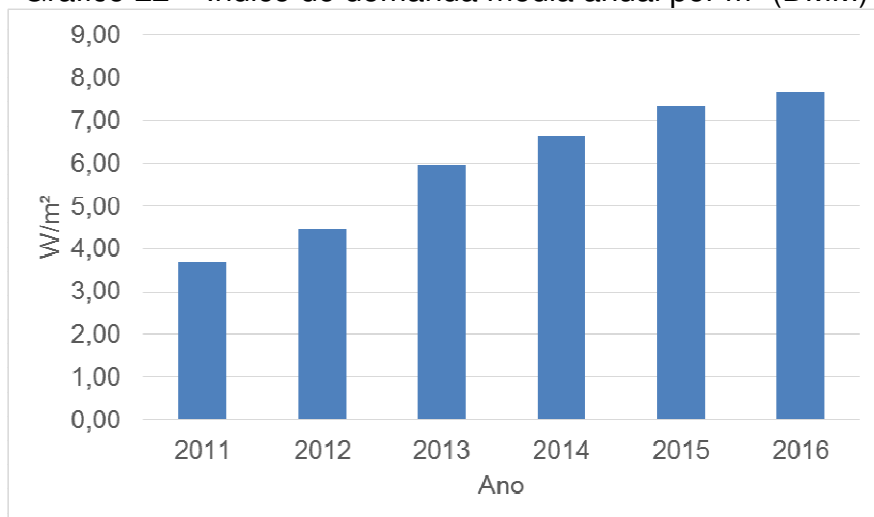
O CMA, Gráfico 21, indica que o consumo médio por aluno aumentou até o ano de 2014 e partir desse ano começou a reduzir com ao aumento do número de matrículas. O melhor aproveitamento dos espaços existentes com um estudo específico de ocupação das salas e laboratórios pode melhorar esse índice. Além disso, medidas de eficiência energética, especialmente no sistema de iluminação e climatização, podem promover melhorias sistemática desse indicador.

Gráfico 21 – Índice de consumo médio anual por aluno (CMA)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O índice DMM busca estabelecer referência para as edificações existentes e para os projetos futuros. De acordo com Saidel, Favato e Morales (2005), a literatura indica eficiência de 10 a 20W/m<sup>2</sup>, dessa maneira o índice encontrado encontra-se adequado ao parâmetro de referência, entretanto um outro problema é o fator de carga ao longo do ano, que varia nos períodos de alta temperatura e recessos acadêmicos. Para melhorar esse indicador deve-se melhorar a eficiência energética, principalmente dos sistemas de climatização. Esse indicador seria melhor aproveitado com a utilização de medidores automáticos individuais instalados em cada prédio (Gráfico 22).

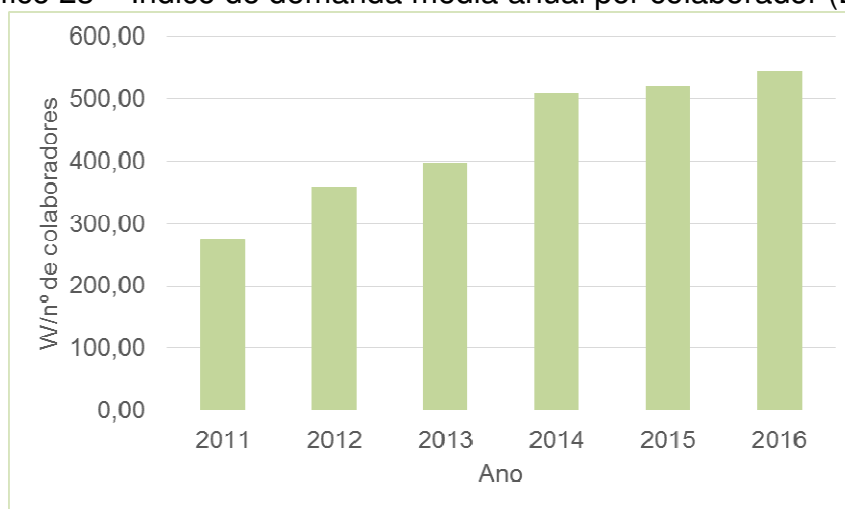
Gráfico 22 – Índice de demanda média anual por m<sup>2</sup> (DMM)

Fonte: Elaborado pelo autor.



O Índice de demanda média por número de colaboradores é mostrado no Gráfico 23. De maneira similar ao CMF, a demanda média por colaborador aumentou até o ano de 2014 e partir desse ano manteve-se praticamente estável. Torna-se necessário o controle desse indicador através de medidas de eficiência energética.

Gráfico 23 – Índice de demanda média anual por colaborador (DMF)

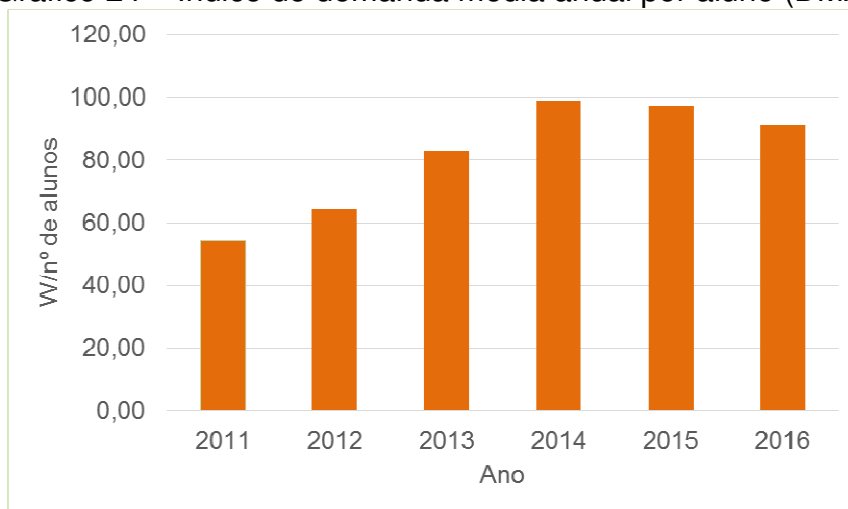


Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Considerado colaboradores os servidores e os funcionários terceirizados.

O Índice de demanda média por número de alunos (DMA - Gráfico 24) de maneira similar ao CMA, aumentou até o ano de 2014 e partir desse ano começou a reduzir com ao aumento do número de matrículas. O melhor aproveitamento dos espaços existentes com um estudo específico de ocupação das salas e laboratórios pode melhorar esse índice. Além disso, medidas de eficiência energética, especialmente no sistema de iluminação e climatização, promoverão melhoria sistemática desse indicador.

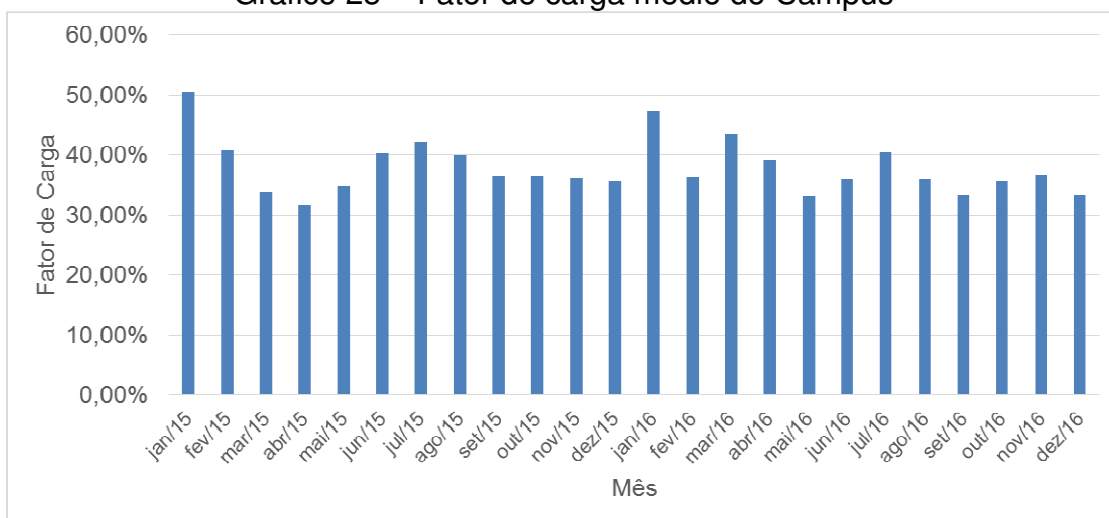
Gráfico 24 – Índice de demanda média anual por aluno (DMA)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outros fatores que são utilizados em programas de eficiência energética são o fator de carga e o fator de potência. O indicador Fator de carga (Fc) reflete o aproveitamento da instalação elétrica. O resultado do Gráfico 25 demonstra um fator de carga máximo de 50,57% (jan/2015), mínimo de 31,67% (abr/2015) e médio de 37,91%, valor abaixo do observado instituições públicas que é de 40% (ELETROBRAS, 2009).

Gráfico 25 – Fator de carga médio do Campus



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para melhorar o indicador Fc deve-se manter o consumo e diminuir os picos de demanda, de forma que a potência demandada seja distribuída no período de faturamento. Além disso, equipamentos mais eficientes também

melhoram o fator de carga. Outra maneira de aumentar o fator de carga é o melhor aproveitamento das edificações durante todos os turnos, com melhor utilização da estrutura do Campus nos turnos opostos aos horários que geralmente ocorrem picos demanda (verpertino).

## 5 ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA

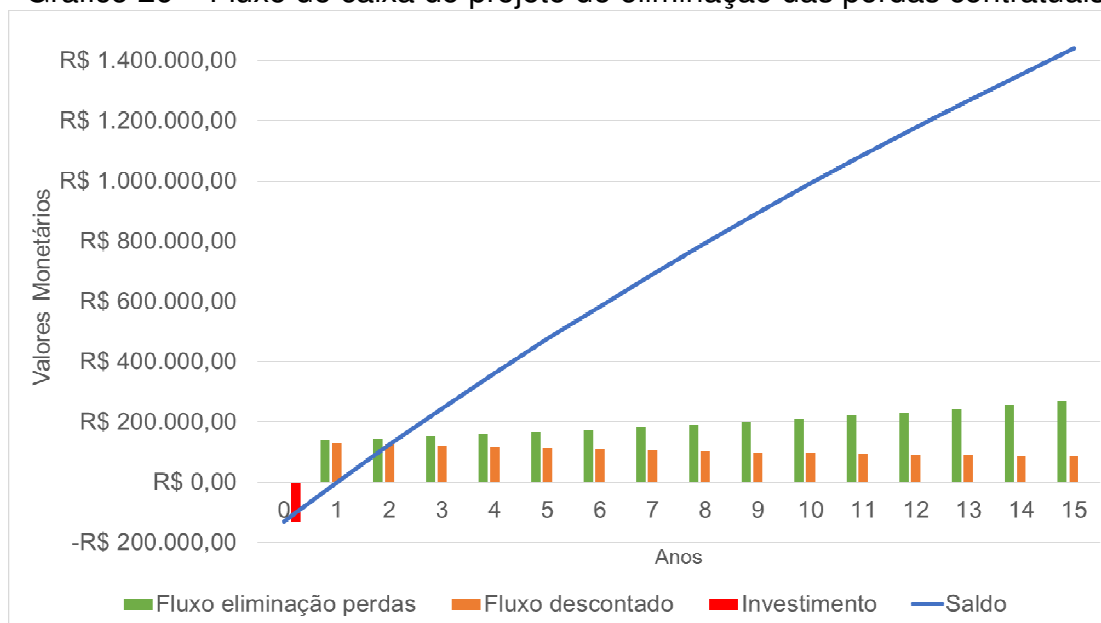
### 5.1 ELIMINAÇÃO DAS PERDAS CONTRATUAIS

A avaliação dos gastos com energia elétrica realizada na seção anterior demonstrou deficiências na gestão. Os custos excedentes geraram prejuízo mensal médio de R\$11.611,09 no período analisado de 24 meses, representando 10,02% do custo total.

As ações de eliminação das perdas identificadas são: adequação da demanda contratada, correção de fator de potência através de banco de capacitores e o pagamento sem atraso das faturas para evitar multas e juros. Com exceção do pagamento em dia das faturas, as outras ações exigem aporte de recurso financeiro inicial, por isso, foi realizada a análise de viabilidade considerando esses projetos como investimento.

Os custos eliminados são representados graficamente pelo “Fluxo eliminação perdas” e no ano 1 chegaram a R\$139.333,07, resultado do somatório da redução do custo do consumo reativo, pagamentos de multas/juros e demanda de ultrapassagem. O Gráfico 26 demonstra o fluxo de caixa do projeto de eliminação das perdas contratuais para o horizonte de 15 anos.

Gráfico 26 – Fluxo de caixa do projeto de eliminação das perdas contratuais



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da análise de viabilidade econômica do projeto de eliminação das perdas contratuais, conforme Tabela 17 foi obtido *payback* igual a 1,01 ano. Após 15 anos de implementação do projeto a Universidade terá um retorno de R\$1.439.708,53 (VPL), o que representa R\$168.200,49/ ano.

Tabela 17 – Viabilidade econômica da eliminação das perdas contratuais

<b>TMA</b>	8,00%	<b>Investimento</b>	R\$130.000,00
<b>Inflação Consumo Reativo</b>	8,27%	<b>VPL</b>	R\$1.439.708,53
<b>Inflação Multas/Juros</b>	6,07%	<b>TIR</b>	111,72%
<b>Inflação Demanda</b>	3,01%	<b>Payback descontado</b>	1,01 ano
		<b>Retorno anual</b>	R\$168.200,49
		<b>RCB</b>	0,09

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Fluxo de caixa completo vide Apêndice E.

O  $VPL > 0$  e o tempo de retorno de investimento igual a 1,01 ano demonstram que o projeto é economicamente viável e resultará na economia de recursos financeiros da universidade num curto período de tempo.

## 5.2 SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

A análise da correlação entre a variação da temperatura e o consumo de energia, além das características da instalação demonstram o impacto dos sistemas de climatização nos gastos do Campus. Dessa maneira, tornou-se necessário o diagnóstico dos aparelhos instalados. Os resultados obtidos de consumo de energia elétrica e demanda do sistema de climatização instalado são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 – Consumo de energia elétrica do sistema de climatização atual

Carga Térmica (BTU)	C <sub>Ref</sub> 30h (kWh)	Quant. S_Prof	Quant. S_Aula	H <sub>P</sub> (h/ano)	H <sub>FP</sub> (h/ano)	C <sub>p</sub> (kWh)	C <sub>ip</sub> (kWh)	Dem. (kW)
7000	13,30	2,00	0,00	0,00	1.584,00	0,00	1.404,48	0,89
9000	17,10	30,00	0,00	0,00	1.584,00	0,00	27.086,40	17,10
12000	24,50	25,00	0,00	0,00	1.584,00	0,00	32.340,00	20,42
12000	22,80	2,00	0,00	0,00	1.584,00	0,00	2.407,68	1,52
13000	24,70	6,00	0,00	0,00	1.584,00	0,00	7.824,96	4,94
18000	36,80	1,00	0,00	0,00	1.584,00	0,00	1.943,04	1,23
18000	37,70	2,00	0,00	0,00	1.584,00	0,00	3.981,12	2,51
30000	67,10	2,00	0,00	0,00	1.584,00	0,00	7.085,76	4,47
36000	78,90	0,00	48,00	594,00	1.584,00	74.986,56	199.964,16	126,24
36000	78,90	0,00	8,00	0,00	1.584,00	0,00	33.327,36	21,04
48000	92,10	0,00	12,00	594,00	1.584,00	21.882,96	58.354,56	36,84
Total	-	70	68	-	-	96.869,52	375.719,52	237,20

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com o dimensionamento sugerido por ABNT (2008), foram identificados 98 (71,01%) aparelhos sobredimensionados, 04 (2,90%) subdimensionados e 36 (26,09%) com dimensionamento correto. Uma situação que demonstra falta de critério técnico na instalação dos aparelhos e que gera um consumo indesejável de energia. Além disso, a maioria dos aparelhos foram instalados a mais de 08 anos e apresentam nível de eficiência energética inferior e são mais poluentes que os equipamentos modernos.

As ações de melhoria dos sistemas de climatização são: adequação da carga térmica através do dimensionamento correto, utilização de aparelhos com certificação Procel A e tecnologia de compressor com rotação variável (*inverter*), projetados para operar com cargas parciais, o que evita o desperdício de energia. A partir do consumo de referência dos novos aparelhos dimensionados e aplicando as Equações 7, 8 e 9, foi possível obter o consumo de energia elétrica e demanda do sistema de climatização proposto, apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 – Consumo de energia elétrica do sistema de climatização proposto

Carga Térmica (BTU)	C <sub>ref</sub> 30h (kWh)	Quant. S_Prof	Quant. S_Aula	H <sub>p</sub> (h/ano)	H <sub>fp</sub> (h/ano)	C <sub>p</sub> (kWh)	C <sub>fp</sub> (kWh)	Dem. (kW)
9000	16,60	54,00	0,00	0,00	1.584,00	0,00	47.329,92	29,88
12000	22,80	14,00	0,00	0,00	1.584,00	0,00	16.853,76	10,64
18000	34,20	2,00	0,00	0,00	1.584,00	0,00	3.611,52	2,28
24000	45,60	0,00	48,00	594,00	1.584,00	43.338,24	115.568,64	72,96
24000	45,60	0,00	8,00	0,00	1.584,00	0,00	19.261,44	12,16
36000	67,70	0,00	12,00	594,00	1.584,00	16.085,52	42.894,72	27,08
Total	-	70	68	-	-	59.423,76	245.520,00	155,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao comparar os resultados da Tabela 18 com a Tabela 19, pode-se obter a redução do consumo fora ponta, consumo ponta, demanda fora ponta e demanda ponta com a mudança do sistema atual para o proposto. Além disso, também foi possível estimar a economia gerada devido à eficiência do novo sistema (Tabela 20)

Tabela 20 – Redução do consumo e demanda do sistema de climatização proposto

	Consumo Fora Ponta (kWh/ano)	Consumo Ponta (kWh/ano)	Demanda Fora Ponta (kW)	Demanda Ponta (kW)	Total (R\$)
<b>Sistema atual</b>	375.719,52	96.869,52	237,20	163,08	-
<b>Sistema proposto</b>	245.520,00	59.423,76	155,00	100,04	-
<b>Redução</b>	130.199,52	37.445,76	82,20	63,04	-
<b>Variação (%)</b>	- 34,65%	- 38,66%	- 34,65%	- 38,66%	-
<b>Economia Ano 1</b>	R\$38.514,32	R\$56.118,46	R\$15.012,40	R\$0,00 <sup>1</sup>	R\$109.645,18

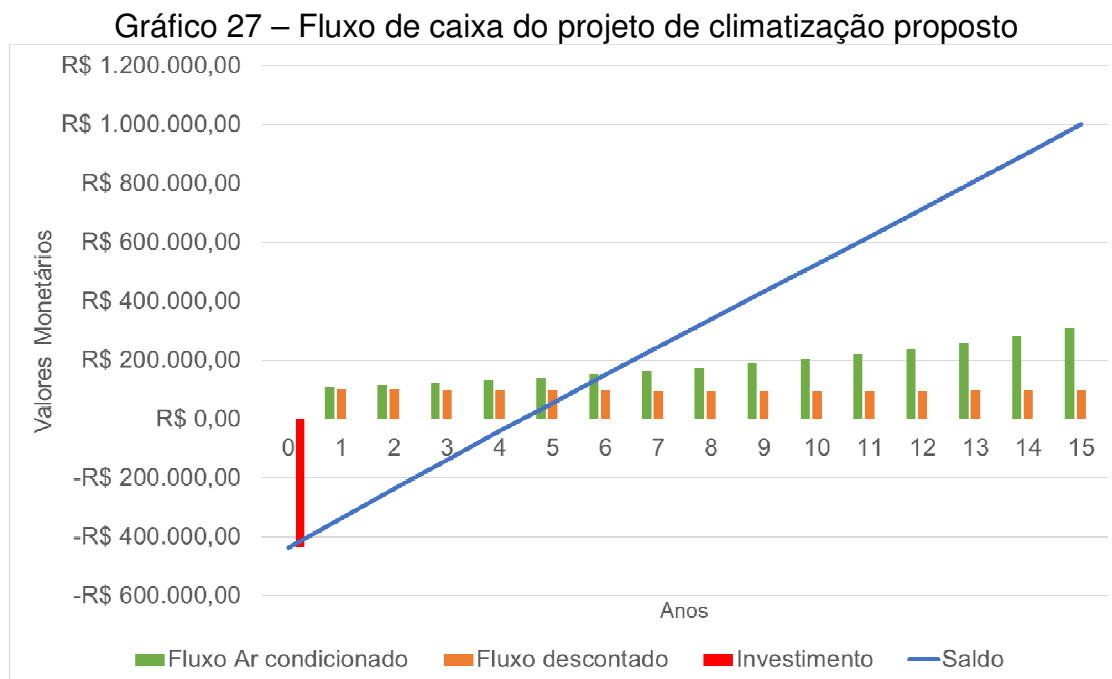
Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: 1. Considerado apenas o valor de demanda fora ponta por ser a demanda mais alta, conforme tarifação horossazonal verde.

2. Os valores das tarifas de consumo e demanda foram retirados das Tabelas 9 e 10, referência dezembro/2016.

A análise dos resultados obtidos com o redimensionamento e a substituição do aparelhos antigos por aparelhos mais eficientes demonstra uma redução significativa no consumo de energia, estimada em 34,65% fora ponta e em 38,66% na ponta. Os custos eliminados são representados no Gráfico 27 pela variável “*Fluxo ar condicionado*”. No ano 1 chega a R\$109.645,18, resultado do somatório da redução do custo do consumo ponta, fora ponta e da demanda.

O investimento inicial de R\$438.144,38 foi considerado para compra e instalação de todos os 138 aparelhos das salas de aula e salas de professores, conforme projetos similares elaborados pela Prefeitura Universitária e levantamento de custo de mercado. O Gráfico 27 demonstra o fluxo de caixa do projeto de climatização proposto para o horizonte de 15 anos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da análise de viabilidade econômica do sistema de climatização proposto, conforme Tabela 21 foi obtido *payback* igual a 4,43 anos. Após 15 anos de implementação do projeto a Universidade terá um retorno de R\$1.001.566,46 (VPL), o que representa R\$117.012,55/ano.



Tabela 21 – Viabilidade econômica da proposta de climatização

<b>TMA</b>	8,00%	<b>Investimento</b>	R\$438.144,38
<b>Inflação C_Ponta</b>	2,56%	<b>VPL</b>	R\$1.001.566,46
<b>Inflação C_Fponta</b>	12,64%	<b>TIR</b>	30,29%
<b>Inflação Demanda</b>	3,01%	<b>Payback descontado</b>	4,43 anos
		<b>Retorno anual</b>	R\$117.012,55
		<b>RCB</b>	0,44

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Fluxo de caixa completo vide Apêndice E.

O  $VPL > 0$  e o tempo de retorno de investimento igual a 4,43 anos demonstram que o projeto é economicamente viável. Além disso, deve-se levar em conta a economia de energia e a eficiência energética do sistema projetado.

### 5.3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO EXTERNA

No caso dos sistemas de iluminação externa, por permanecerem ligados todos os dias durante o período noturno representam um custo significativo devido ao consumo no horário de ponta. Dessa maneira, tornou-se necessário o diagnóstico da iluminação externa instalada. A princípio foram levantados todos os modelos de lâmpadas e reatores instalados (Tabela 22). Foi diagnosticado o uso de lâmpadas multivapor (metálico e sódio). Este tipo de lâmpada necessita de reator eletromagnético o que aumenta as perdas do sistema. Além disso, no caso das lâmpadas vapor de sódio (cor amarela), o índice de reprodução de cores é baixo e dificulta a visualização de objetos.

A ação de melhoria do sistema de iluminação externa corresponde a utilização de luminárias com tecnologia *LED* (*Light Emitting Diode*), que possuem maior eficiência luminosa, melhor índice de reprodução de cores e

não necessitam de reator. A partir da potência das novas luminárias dimensionadas, foi possível obter o consumo de energia elétrica e demanda do sistema proposto, apresentados na Tabela 23.

Tabela 22 – Consumo de energia elétrica do sistema de iluminação externa atual

Unid.	Postes Pass.	Postes Estac.	Postes Anel Viário	Postes Anel Viário - Entrada	Praça	Refletores	Refletores	Total
Tipo	VMAP-150W	VSAP-250W	VSAP-250W	VMAP-400W	VMAP-400W	VMAP-400W	VMAP-250W	-
P (W)	168,00	274,00	274,00	432,00	432,00	432,00	274,00	-
Quant (un.)	60,00	34,00	44,00	16,00	8,00	14,00	32,00	208,00
D (kW)	10,08	9,32	12,06	6,91	3,46	6,05	8,77	56,64
Hp(h/mês)	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	-
Hfp (h/mês)	294,00	294,00	294,00	294,00	294,00	294,00	294,00	-
Cp (kWh/Mês)	665,28	614,86	795,70	456,19	228,10	399,17	578,69	3.737,98
Cfp (kWh/Mês)	2.963,52	2.738,9	3.544,46	2.032,13	1.016,06	1.778,11	2.577,79	16.650,98

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 23 – Consumo de energia elétrica do sistema de iluminação externa proposto

Unid.	Postes Pass.	Postes Estac.	Postes Anel Viário	Postes Anel Viário - Entrada	Praça	Refletores	Refletores	Total
Tipo	Led 50W	Led 150W	Led 150W	Led 200W	Led 200W	RLed 200W	RLed 100W	-
P (W)	50,00	150,00	150,00	200,00	200,00	200,00	100,00	-
Quant (un.)	60,00	34,00	44,00	16,00	8,00	14,00	32,00	208,00
D (kW)	3,00	5,10	6,60	3,20	1,60	2,80	3,20	25,50
Hp(h/mês)	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	-
Hfp (h/mês)	294,00	294,00	294,00	294,00	294,00	294,00	294,00	-
Cp (kWh/Mês)	198,00	336,60	435,60	211,20	105,60	184,80	211,20	1.683,00
Cfp (kWh/Mês)	882,00	1.499,4	1.940,40	940,80	470,40	823,20	940,80	7.497,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao comparar os resultados da Tabela 22 com a Tabela 23, pode-se obter a redução do consumo fora ponta, consumo ponta, demanda fora ponta e demanda ponta com a mudança do sistema atual para o proposto, no período de 12 meses. Além disso, também foi possível estimar a economia gerada devido à eficiência do novo sistema (Tabela 24)

Tabela 24 – Redução do consumo e demanda do sistema de iluminação externa proposto

	Consumo Fora Ponta (kWh/ano)	Consumo Ponta (kWh/ano)	Demanda Fora Ponta (kW)	Demanda Ponta (kW)	Total (R\$)
<b>Sistema atual</b>	199.811,81	44.855,71	56,64	56,64	-
<b>Sistema proposto</b>	89.964,00	20.196,00	25,50	25,50	-
<b>Redução</b>	109.847,81	24.659,71	31,14	31,14	-
<b>Variação (%)</b>	- 54,98%	- 54,98%	- 54,98%	- 54,98%	-
<b>Economia Ano 1</b>	R\$32.494,08	R\$36.956,52	R\$5.686,68	R\$0,00 <sup>1</sup>	R\$ 75.137,28

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota:

1. Considerado apenas o valor de demanda fora ponta por ser a demanda mais alta, conforme tarifação horossazonal verde.

2. Os valores das tarifas de consumo e demanda foram retirados das Tabelas 9 e 10, referência dezembro/2016.

A análise dos resultados obtidos com a substituição das lâmpadas pelos modelos de luminárias *LED* mais eficientes demonstra uma redução significativa no consumo de energia, estimada em 54,98% fora ponta e em 54,98% na ponta. As ações propostas exigem aporte de recurso financeiro inicial (Tabela 25), por isso, foi realizada a análise de viabilidade considerando esse projeto como investimento. Os custos eliminados são representados no Gráfico 28 pelo “*Fluxo Iluminação Externa*” e no ano 1 chegaram a R\$75.137,28, resultado do somatório da redução do custo do consumo ponta, fora ponta e da demanda.

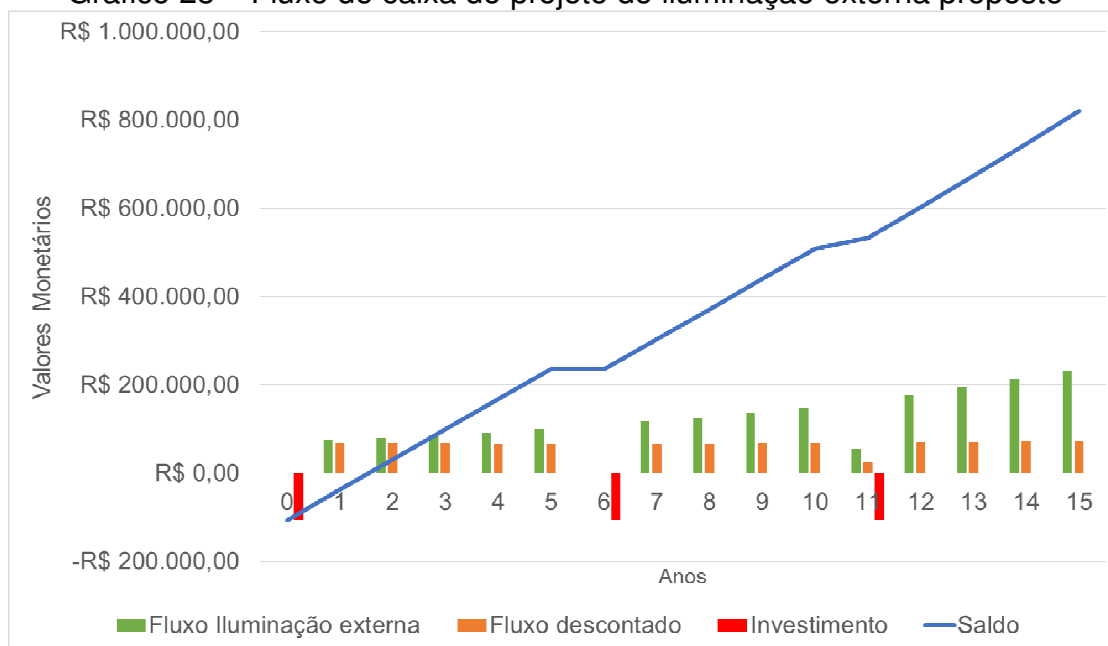
Tabela 25 – Custo do sistema de iluminação externa proposto

Unid.	Postes Pass.	Postes Estac.+ Anel Viário	Postes Anel Viário – Entrada + Praça	Refletor	Refletor	Total
Tipo	Led 50W	Led 150W	Led 200W	Led 200W	Led 100W	-
Quat. (unid.)	60	78	24	14	32	208
Custo unid. (R\$)	352,51	663,28	1.061,26	309,85	132,84	-
Custo subtotal (R\$)	21.150,82	51.736,10	25.470,21	4.337,95	4.250,79	<b>R\$ 106.945,88</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

O investimento inicial de R\$106.945,88 (Tabela 25) foi considerado para compra e instalação de todas as 208 luminárias conforme composição de custos unitários elaborados a partir de pesquisa de mercado. A vida útil foi estimada em cinco anos, considerando um novo aporte de investimento igual ao inicial após esse intervalo. O Gráfico 28 demonstra o fluxo de caixa do projeto de iluminação externa proposto para o horizonte de 15 anos.

Gráfico 28 – Fluxo de caixa do projeto de iluminação externa proposto



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da análise de viabilidade econômica do sistema de climatização proposto, Tabela 26, foi obtido *payback* igual a 1,54 anos. A implementação do projeto a Universidade trará um retorno de R\$820.330,74 (VPL), o que representa R\$95.838,87/ano.

Tabela 26 – Viabilidade econômica da proposta de iluminação externa

<b>TMA</b>	8,00%	<b>Investimento</b>	R\$106.945,88
<b>Inflação C_Ponta</b>	2,56%	<b>VPL</b>	R\$820.330,74
<b>Inflação C_Fponta</b>	12,64%	<b>TIR</b>	74,99%
<b>Inflação Demanda</b>	3,01%	<b>Payback descontado</b>	1,54 Anos
		<b>Retorno anual</b>	R\$95.838,87
		<b>RCB</b>	0,13

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Fluxo de caixa completo vide Apêndice E.

O  $VPL > 0$  determina que o projeto deve ser aceito. Além disso, o tempo de retorno de investimento de 1,54 anos demonstra que num curto período os resultados serão expressivos. Deve-se levar em conta a economia de energia e a eficiência energética do sistema projetado.

#### 5.4 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO INTERNA

A ação de melhoria do sistema de iluminação interna corresponde a utilização de lâmpadas com tecnologia *LED*, mais eficientes e que dispensam reator. A partir da potência das novas lâmpadas dimensionadas, foi possível obter o consumo de energia elétrica e demanda do sistema proposto, apresentados na Tabela 37 (Apêndice D).

Ao comparar os resultados da Tabela 37 com a Tabela 36, pode-se obter a redução do consumo fora ponta, consumo ponta, demanda fora ponta e demanda ponta com a mudança do sistema atual para o proposto. Além disso, também foi possível estimar a economia gerada devido a eficiência do novo sistema (Tabela 27).

Tabela 27 – Redução do consumo e demanda do sistema de iluminação interna proposto

	Consumo Fora Ponta (kWh/ano)	Consumo Ponta (kWh/ano)	Demanda Fora Ponta (kW)	Demanda Ponta (kW)	Total (R\$)
<b>Sistema atual</b>	304.674,48	50.976,71	96,17	64,36	-
<b>Sistema proposto</b>	157.821,84	26.194,13	49,82	33,07	-
<b>Redução</b>	146.852,64	24.782,59	46,36	31,29	-
<b>Variação (%)</b>	- 48,20%	- 48,62%	- 48,20%	- 48,62%	-
<b>Economia Ano 1</b>	R\$37.140,67	R\$43.440,48	R\$8.466,28	R\$0,00 <sup>1</sup>	R\$ 89.047,43

Fonte: Elaborado pelo autor.

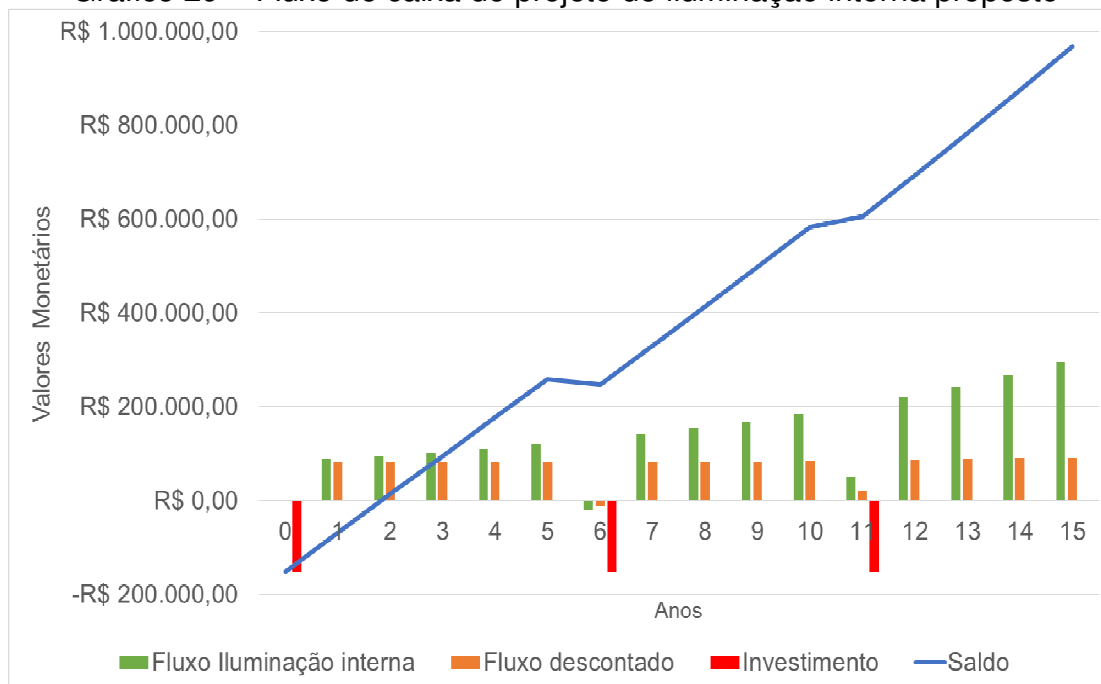
Nota:

1. Considerado apenas o valor de demanda fora ponta por ser a demanda mais alta, conforme tarifação horossazonal verde.
2. Os valores das tarifas de consumo e demanda foram retirados das Tabelas 9 e 10, referência dezembro/2016.

A análise dos resultados obtidos com a substituição das lâmpadas internas pelos modelos *LED* demonstra uma redução significativa no consumo de energia, estimada em 48,20% fora ponta e em 48,62% na ponta. As ações propostas exigem aporte de recurso financeiro inicial (Tabela 38; Apêndice D), por isso, foi realizada a análise de viabilidade considerando esse projeto como investimento. Os custos eliminados são representados no Gráfico 29 pelo “*Fluxo iluminação interna*” e no ano 1 chegaram a R\$89.047,43, resultado do somatório da redução do custo do consumo ponta, fora ponta e da demanda.

O investimento inicial de R\$150.354,53 (Tabela 38; Apêndice D) foi considerado para compra e instalação de todas as lâmpadas conforme composição de custos unitários elaborados a partir de pesquisa de mercado. A vida útil foi estimada em cinco anos, considerando um novo aporte de investimento igual ao inicial após esse intervalo. O Gráfico 29 demonstra o fluxo de caixa do projeto de iluminação interna proposto para o horizonte de 15 anos.

Gráfico 29 – Fluxo de caixa do projeto de iluminação interna proposto



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da análise de viabilidade econômica do sistema de iluminação interna proposto (Tabela 28) tem-se um retorno de R\$968.634,64 (VPL) com *payback* de 1,83 anos e RCB 0,16 que corroboram a viabilidade do investimento proposto.

Tabela 28 – Viabilidade econômica da proposta de iluminação interna

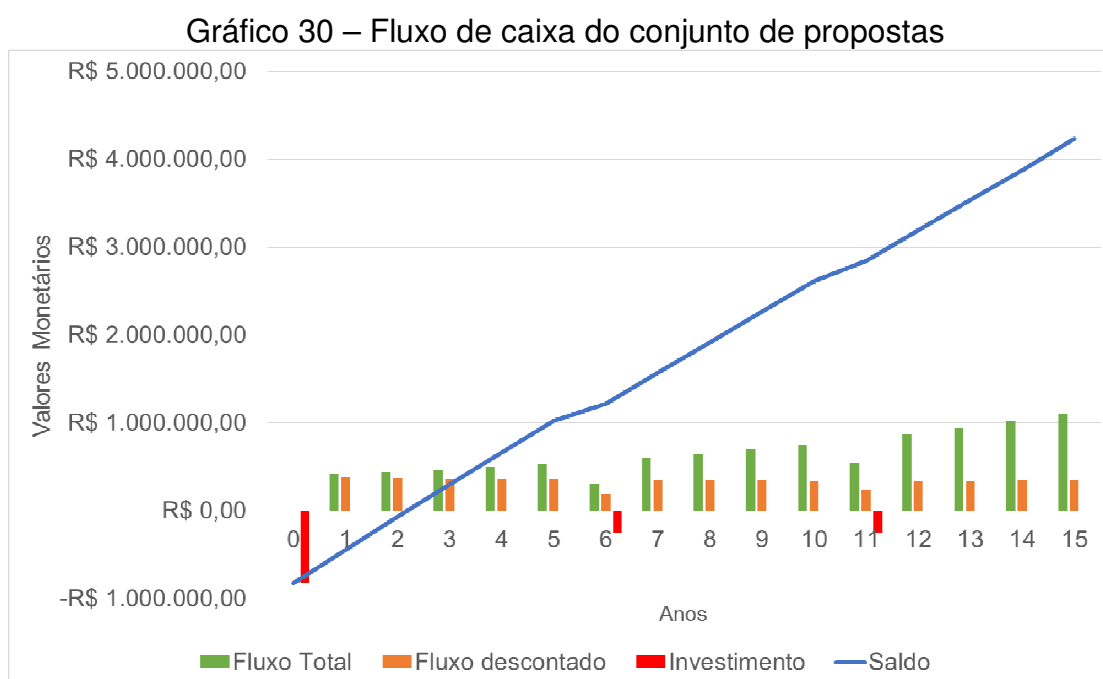
<b>TMA</b>	8,00%	<b>Investimento</b>	R\$150.354,53
<b>Inflação C_Ponta</b>	2,56%	<b>VPL</b>	R\$968.634,64
<b>Inflação C_Fponta</b>	12,64%	<b>TIR</b>	63,86%
<b>Inflação Demanda</b>	3,01%	<b>Payback descontado</b>	1,83 Anos
		<b>Retorno anual</b>	R\$113.165,14
		<b>RCB</b>	0,16

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Fluxo de caixa completo vide Apêndice E.

## 5.5 ANÁLISE DO CONJUNTO DE PROPOSTAS

O investimento inicial de R\$825.444,78 foi considerado para implantar o conjunto de propostas: eliminação das perdas contratuais, sistema de climatização, sistema de iluminação externa e sistema de iluminação interna. Esse valor representaria, para efeito de comparação, 5,57% do recursos destinados para a Universidade realizar investimentos no ano de 2017, que foi equivalente a R\$14.818.676 (UFES, 2016b). O Gráfico 30 demonstra o fluxo de caixa do conjunto de projetos no horizonte de 15 anos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma maneira de captar recursos de investimentos para implantar as propostas citadas seria através do Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL, já que as distribuidoras de energia devem aplicar 0,5% de sua receita operacional líquida em ações de eficiência energética no uso final de energia elétrica dos consumidores.

Através da análise de viabilidade econômica do conjunto de projetos propostos, conforme Tabela 29 foi obtido *payback* igual a 2,18 anos, como. VPL de R\$4.230.240,37 o que representa R\$494.217,06/ano.



Tabela 29 – Viabilidade econômica do conjunto de propostas

<b>TMA</b>	8,00%	<b>Investimento</b>	R\$825.444,78
<b>Inflação C_Ponta</b>	2,56%	<b>VPL</b>	R\$4.230.240,37
<b>Inflação C_Fponta</b>	12,64%	<b>TIR</b>	54,99%
<b>Inflação Demanda</b>	3,01%	<b>Payback descontado</b>	2,18 anos
<b>Inflação Multas/Juros</b>	6,07%	<b>Retorno anual</b>	R\$494.217,06
		<b>RCB</b>	0,20

Fonte: Elaborado pelo autor.

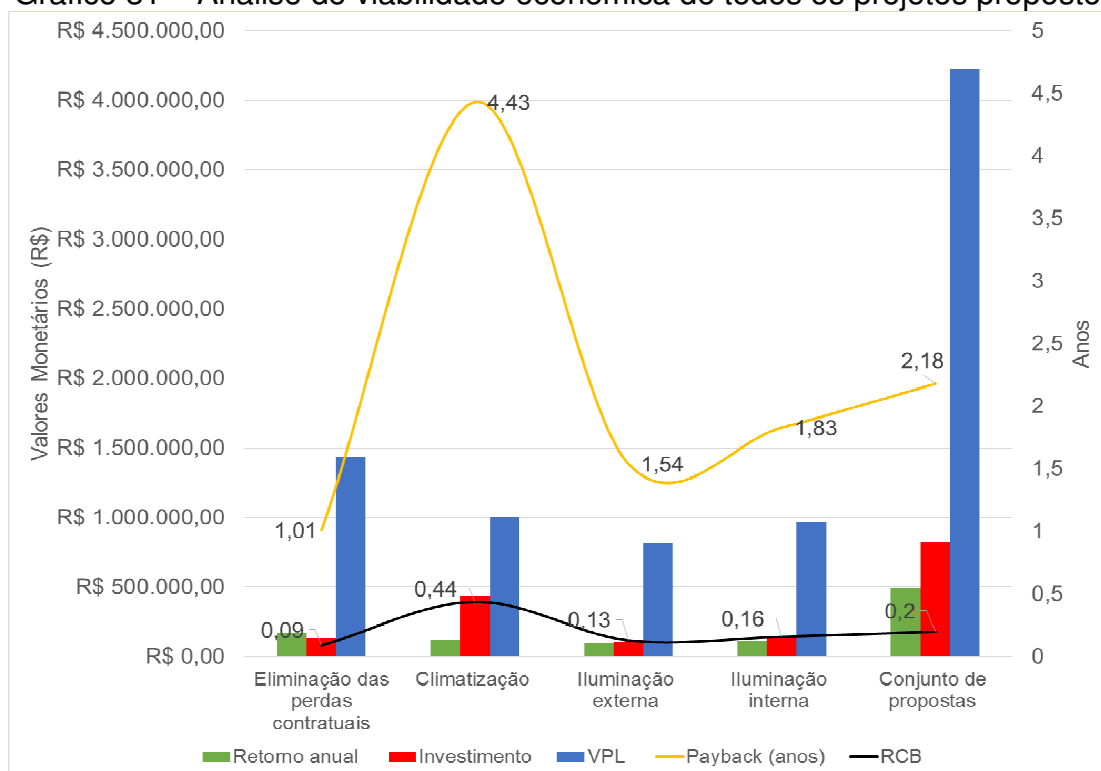
Nota: Fluxo de caixa completo vide Apêndice E.

O Gráfico 31 apresenta a síntese da análise de viabilidade econômica. Pode-se observar que todos os projetos possuem VPL positivo, ou seja, todos são economicamente viáveis e apresentam RCB dentro da padrão determinado pela ANEEL (2013), que é igual ou inferior a 0,80. Apesar disso, cabe destacar que entre os projetos sugeridos, a eliminação das perdas contratuais promoverá maior retorno para universidade, com o menor *payback* e a melhor RCB. Mas em conjunto com a adequação do contrato, os projetos de adequação tecnológica dos sistemas de climatização e iluminação resultarão em maior eficiência energética no consumo e conseqüentemente, redução na demanda contratada e menor custo com a manutenção, pois, são tecnologias com maior vida útil quando comparados aos sistemas atuais.

Os projetos de eficiência energética estão de acordo com a Instrução Normativa nº 23/2015 do Ministério do Planejamento que determina o planejamento da contratação e dimensionamento de forma adequada dos condicionadores de ar de acordo com o tamanho do ambiente e a aquisição de lâmpadas mais eficientes para os ambientes das edificações, substituindo de maneira gradativa o sistema de iluminação mais oneroso, desde que não afete a qualidade de trabalho dos usuários (BRASIL, 2015).

Com o resultado da viabilidade econômica a gestão organizacional possui ferramentas para escolher qual o projeto mais viável e o critério de seleção do investimento. Entre os projetos de substituição de equipamentos, o projeto de iluminação externa possui o melhor *payback* e RCB, já o projeto de climatização oferece maior retorno no período de vida útil.

Gráfico 31 – Análise de viabilidade econômica de todos os projetos propostos



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 30 demonstra o resultado obtido de redução do consumo fora ponta, consumo ponta, demanda fora ponta e demanda ponta com a mudança do sistema atual para o proposto. Foi verificado um aumento significativo de eficiência energética com a redução de 43,96% do consumo fora ponta e 48,62% na ponta.

Tabela 30 – Redução do consumo e demanda do conjunto de propostas

	Consumo Fora Ponta (kWh/ano)	Consumo Ponta (kWh/ano)	Dem. Fora Ponta (kW)	Dem. Ponta (kW)	Total (R\$)
<b>Sistema atual</b>	880.205,81	192.701,94	390,01	284,08	-
<b>Sistema proposto</b>	493.305,84	105.813,89	230,32	158,61	-
<b>Redução</b>	386.899,97	86.888,06	159,70	125,47	-
<b>Variação Sistemas (%)</b>	- 43,96%	- 45,09%	- 40,95%	- 44,17%	-
<b>Economia Ano 1 (R\$)</b>	108.149,07	136.515,46	29.165,36	0,00 <sup>1</sup>	273.829,89
<b>Economia Eliminação Perdas Contratuais - Ano 1 em R\$</b>					139.333,07
<b>Economia Total - Ano 1 em R\$</b>					413.162,96

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota:

1. Considerado apenas o valor de demanda fora ponta por ser a demanda mais alta, conforme tarifação horossazonal verde.
2. Os valores das tarifas de consumo e demanda foram retirados das Tabelas 9 e 10, referência dezembro/2016.

Além disso, também foi possível estimar a economia gerada devido à eficiência do conjunto de propostas que chegou a R\$413.162,96 no primeiro ano, equivalente a 28,93% do total das faturas do ano de 2016. Já a redução do consumo de energia elétrica foi equivalente a 473.788,03kWh/ano, equivalente a 25,78% do consumo total do ano de 2016.

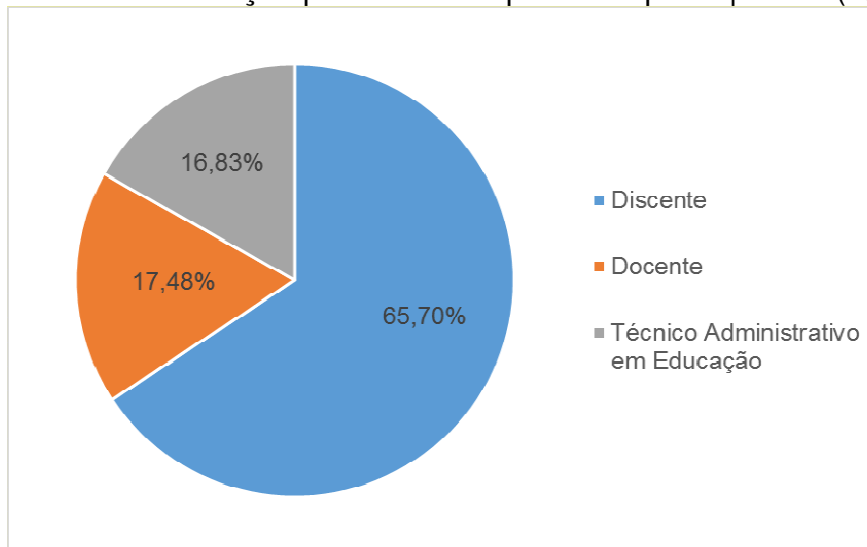
Com a redução imediata do consumo espera-se benefícios expressivos ao meio ambiente. Considerando o fator médio anual de emissões de 0,0927tCO<sub>2</sub>/MWh (MCTIC, 2018), essa redução no consumo promoverá o abatimento de emissões da ordem de 43,92 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera por ano.

## 6 PERCEÇÃO DA COMUNIDADE UNIVERSITÁRIA SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

### 6.1 PERFIL DOS PARTICIPANTES

As questões enviadas para comunidade universitária foram respondidas por 309 pessoas, dessas 65,70% foram discentes, 17,48% docentes e 16,83% técnicos administrativos em educação (TAEs) (Gráfico 32). Apesar dos valores absolutos do perfil dos participantes mostrarem maior representatividade dos alunos, em valores proporcionais entre cada grupo de interesse os questionários obtiveram 47,71% de respostas dos TAEs, 27,27% dos professores e 7,55% dos alunos, o que demonstra que o questionário *on line* teve maior inserção entre os TAEs.

Gráfico 32 – Relação percentual do perfil dos participantes (Q<sub>1</sub>)



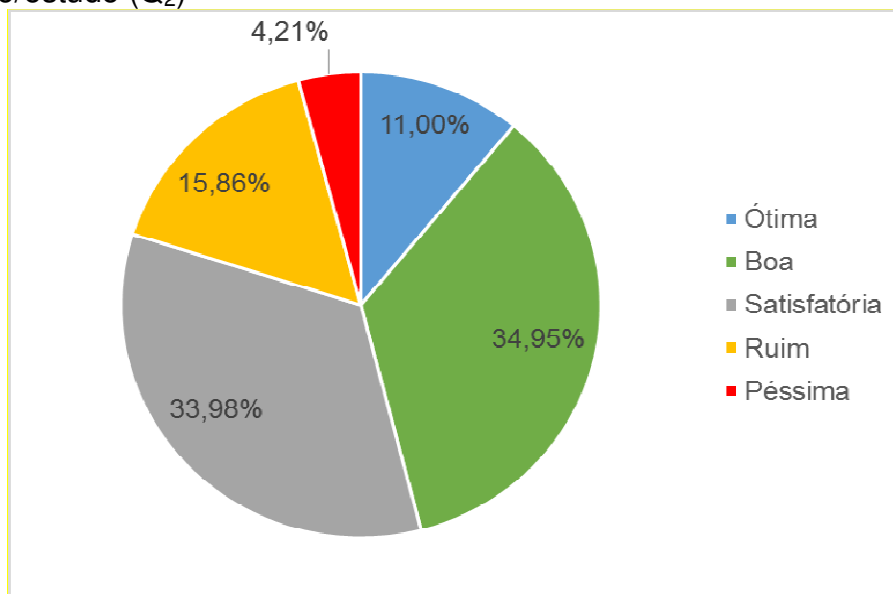
Fonte: Elaborado pelo autor.

### 6.2 ANÁLISE DO CONFORTO AMBIENTAL

Os Gráficos 33 e 34 demonstram a opinião dos usuários sobre a iluminação e ventilação naturais dos espaços do Campus. Nessas duas perguntas foi utilizada uma escala de “Péssima” a “Ótima”. O Gráfico 33 mostra a opinião do usuário sobre a iluminação natural dos locais de trabalho e estudo em que 79,93% dos respondentes consideram a iluminação entre

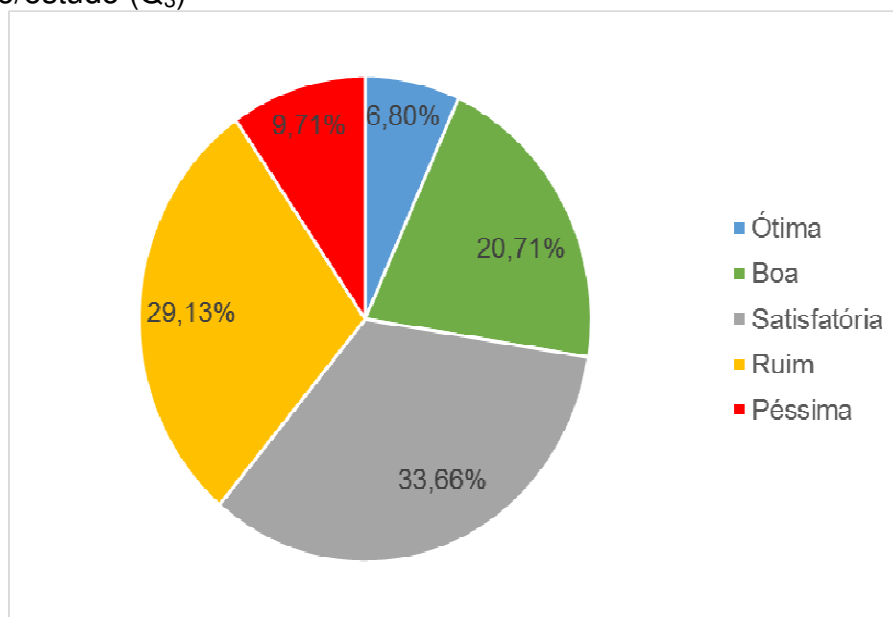
“Satisfatória” e “Ótima”. O Gráfico 34 mostra a opinião do usuário sobre a ventilação natural dos locais de trabalho e estudo onde 61,17% consideram a ventilação entre “Satisfatória” e “Ótima”.

Gráfico 33 – Percentual da percepção da Iluminação natural do local de trabalho/estudo (Q<sub>2</sub>)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 34 – Percentual da percepção da ventilação natural do local de trabalho/estudo (Q<sub>3</sub>)

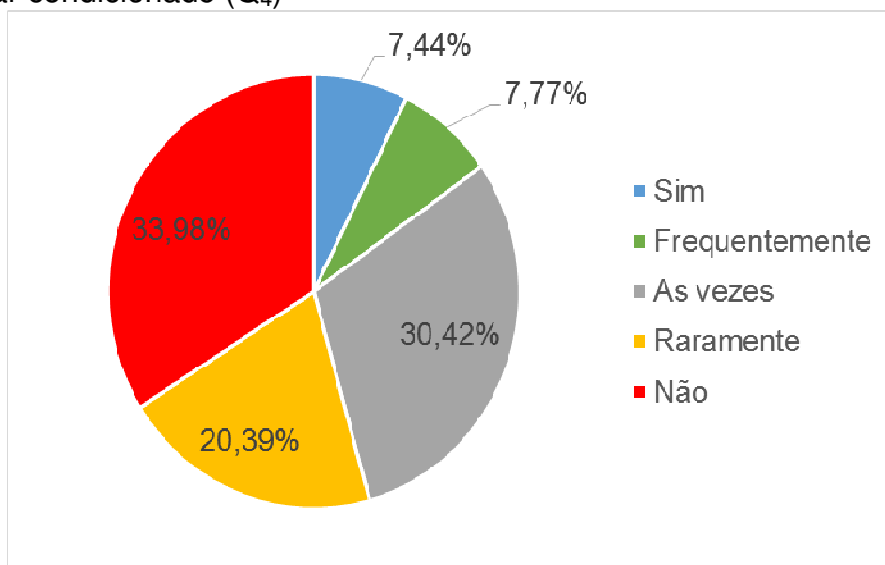


Fonte: Elaborado pelo autor.

A eficiência energética de um sistema é essencial para o controle do consumo e dos custos de energia. No caso das edificações das universidades, a iluminação e a ventilação são variáveis que podem afetar a eficiência energética de toda instalação, por isso, devem ser levadas em consideração quando se determina os indicadores de desempenho (GIACONE; MANCÒ, 2012).

O Gráfico 35 mostra o percentual de usuários que consideram o ambiente confortável sem o ar condicionado. Do total de respostas, 33,98% “Não” consideram confortável o ambiente sem o ar condicionado e 54,37% das respostas variaram entre “Não” e “Raramente”.

Gráfico 35 – Percentual de pessoas que consideram o ambiente confortável sem o ar condicionado (Q<sub>4</sub>)

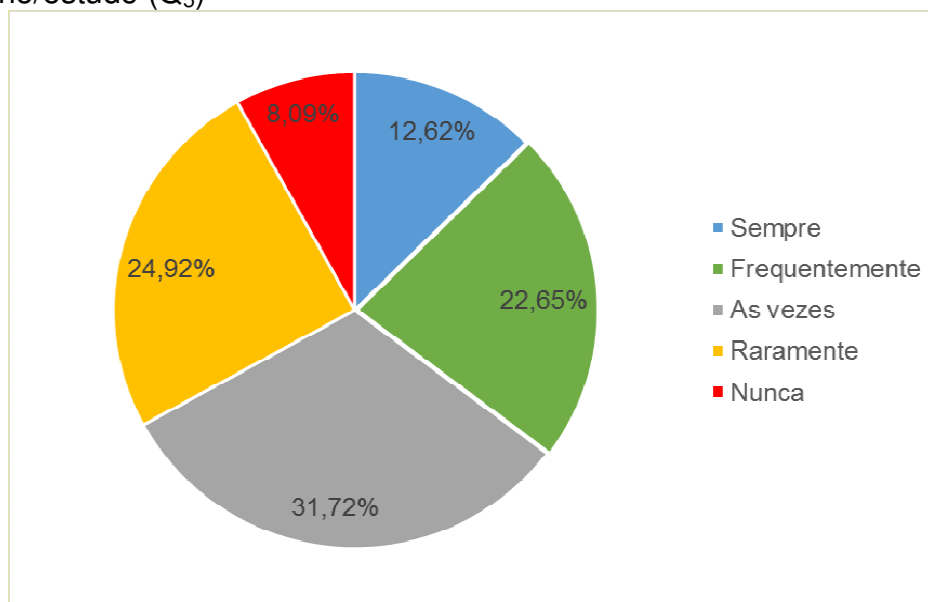


Fonte: Elaborado pelo autor.

O conforto térmico deve ser levado em consideração desde a concepção do projeto das edificações. A importância da eficiência dos sistemas de iluminação e climatização é confirmada por as ações como o PBE Edifica e a certificação através da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) que avaliam os parâmetros com os respectivos pesos: envoltória da edificação (30%), iluminação (30%) e condicionamento de ar (40%), para classificar o nível de eficiência energética de edifícios no Brasil (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2015).

De modo a analisar o hábito de utilização da ventilação natural, foi perguntado aos usuários, escala que variou entre “Nunca” e “Sempre”, quando estes utilizam da mesma. 33,01% dos participantes “Nunca” ou “Raramente” utilizam ventilação natural, sendo que 8,09% afirmaram “Nunca” utilizar a ventilação natural (Gráfico 36). A utilização da ventilação natural deve ser incentivada devido ao impacto positivo desse hábito na redução do consumo de energia elétrica, já que os equipamentos que são responsáveis pela maior parcela do consumo do Campus são os aparelhos de ar condicionado.

Gráfico 36 – Percentual de utilização da ventilação natural do local de trabalho/estudo (Q<sub>5</sub>)



Fonte: Elaborado pelo autor.

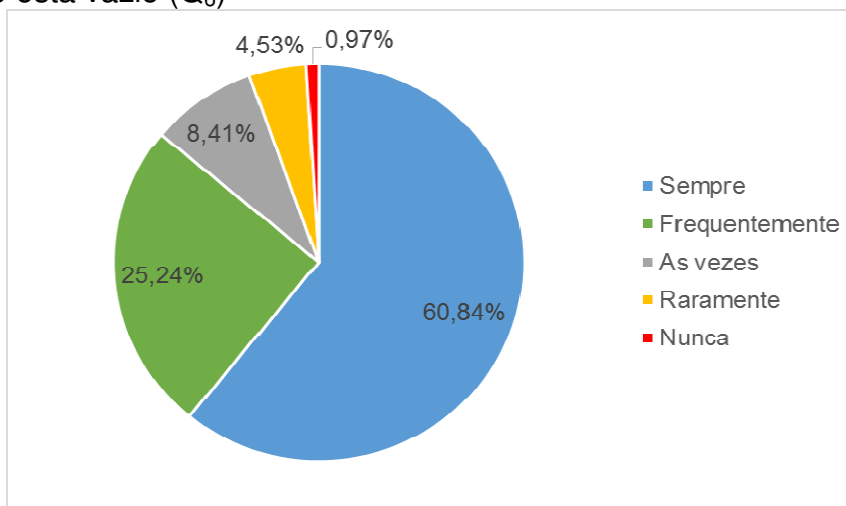
### 6.3 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO

As questões analisadas a seguir buscaram avaliar o comportamento dos usuários, especialmente no que tange a utilização dos equipamentos que são responsáveis pela maior parcela do consumo do Campus: climatização, iluminação e computadores. Nessas perguntas foi utilizada uma escala que variou entre “Nunca” e “Sempre”.

O Gráfico 37 mostra o percentual de pessoas que desligam as lâmpadas quando o ambiente está vazio, sendo que 60,84% afirmaram que

“Sempre” desligam as lâmpadas quando o ambiente está vazio. Apesar disso, 5,50% “Nunca” ou “Raramente” possuem esse hábito.

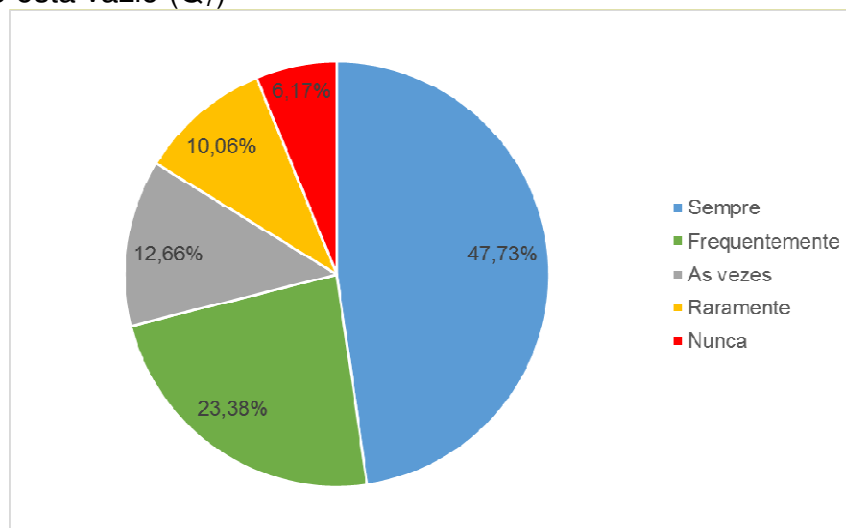
Gráfico 37 – Percentual de pessoas que desligam as lâmpadas quando o ambiente está vazio (Q<sub>6</sub>)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 38 mostra o percentual de pessoas que desligam o ar condicionado quando o ambiente está vazio. Do total de respondentes 47,73% afirmaram que “Sempre” desligam o ar condicionado quando o ambiente está vazio. Apesar disso, 16,23% “Nunca” ou “Raramente” possuem esse hábito. A inserção do hábito de desligar o ar condicionado com salas vazias promoveria significativa redução do consumo de energia elétrica.

Gráfico 38 – Percentual de pessoas que desligam o ar condicionado quando o ambiente está vazio (Q<sub>7</sub>)

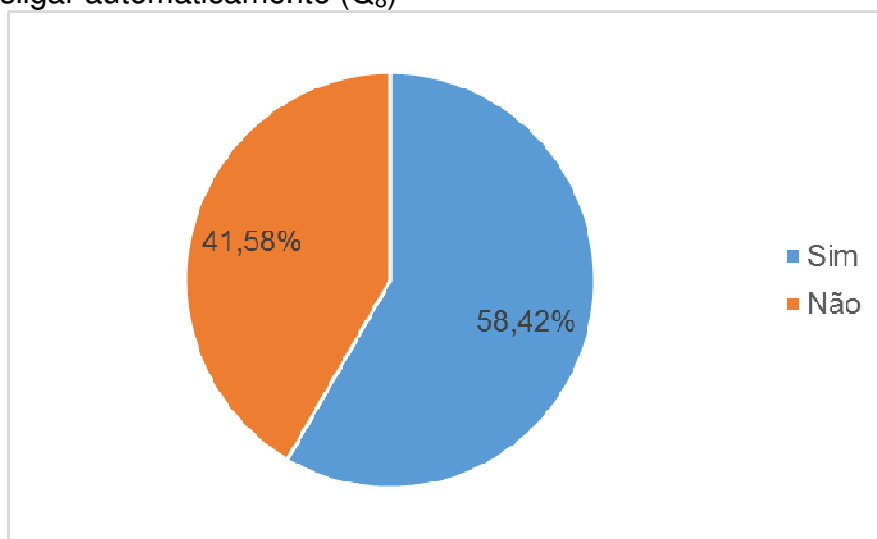


Fonte: Elaborado pelo autor.



Os Gráficos 39 e 40 trazem questões respondidas apenas pelos TAEs e professores. Uma maneira simples de economizar energia na utilização dos computadores é utilizar o modo de economia de energia e programar o tempo de desligamento de monitor e disco rígido. No Gráfico 39, 41,58% dos servidores afirmaram não utilizar essa função nos computadores, o que pode ser viabilizado através de ações educativas e com o setor de Tecnologia da Informação (TI).

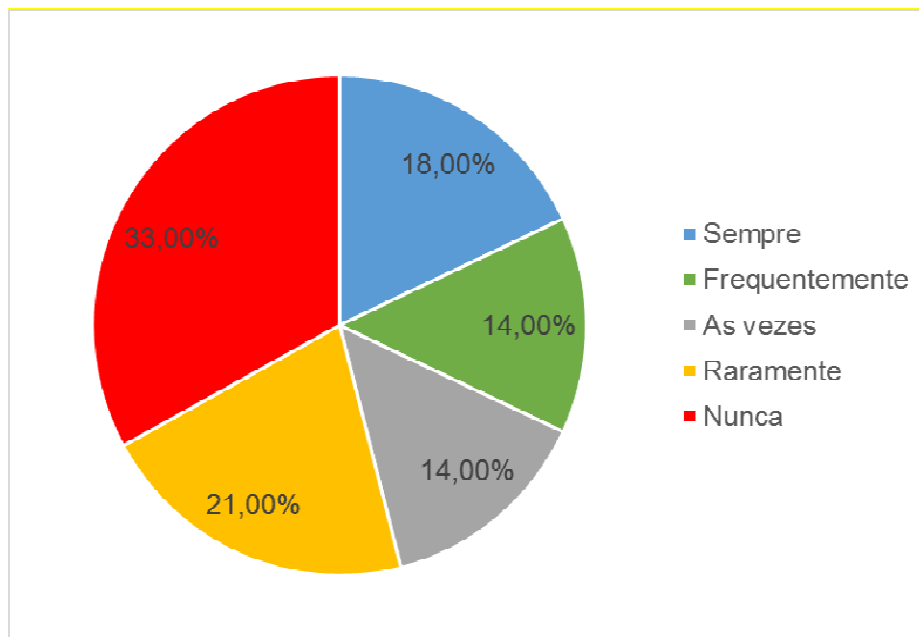
Gráfico 39 – Percentual de pessoas que utilizam computadores programados para desligar automaticamente (Q<sub>3</sub>)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi levantado o percentual de pessoas que costumam desligar o computador quando saem do ambiente de trabalho por um tempo maior, a exemplo de uma reunião ou almoço. No Gráfico 40, 54,00% dos servidores afirmam que “Nunca” ou “Raramente” possuem esse hábito.

Gráfico 40 – Percentual de pessoas que costumam desligar o computador quando saem do ambiente de trabalho por um tempo maior (reunião, almoço) (Q<sub>9</sub>)



Fonte: Elaborado pelo autor.

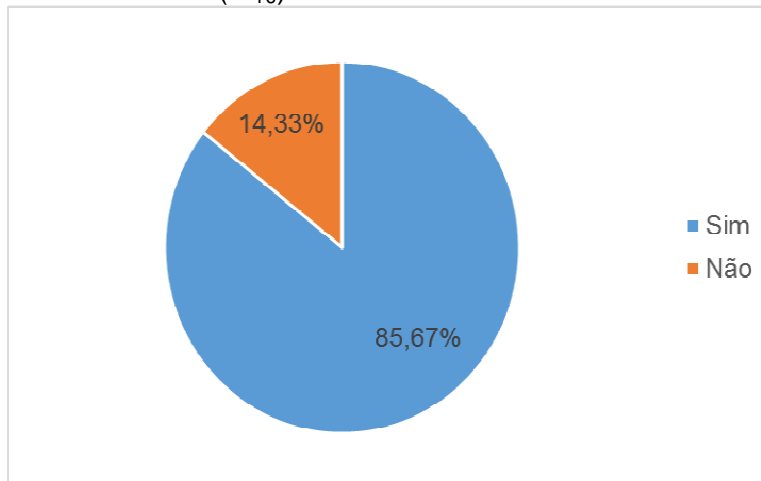
Os microcomputadores de utilização comum no Campus possuem potência média 60 W na unidade central (CPU) e 90 W no monitor, o que representa 150 W do conjunto (CPU + Vídeo). Apenas o número de microcomputadores utilizados pelos docentes e TAEs representam 307 unidades. Além disso, de acordo com dados do setor de TI existem cerca de 300 microcomputadores nos diversos laboratórios. A potência total dos computadores é estimada em 91.050 W o que gera um consumo de energia fora ponta que representa cerca de 7,5% do total do Campus.

Desligar pelo menos o monitor pode promover redução de até 60% do consumo. Além disso, deve ser incentivado o desligamento os periféricos (caixas de som, *scanner*, impressoras) e dos estabilizadores ao final do expediente.

Quanto aos hábitos de economia de energia elétrica na residência, 85,67% afirmaram realizar essas práticas (Gráfico 41). As práticas mais citadas pelos participantes que afirmaram possuir hábitos de economia de energia na residência foram respectivamente: desligar as luzes de ambientes vazios, uso racional do chuveiro elétrico, não manter equipamentos elétricos em modo *stand by*, utilização da iluminação natural e da ventilação natural. As

respostas observadas demonstraram conhecimento dos participantes quanto às atitudes para promoção da redução do consumo de energia elétrica.

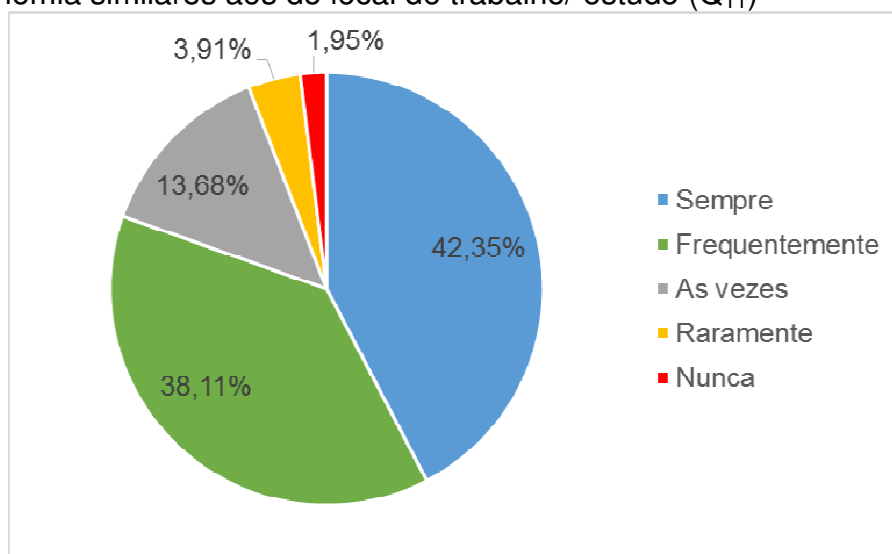
Gráfico 41 – Percentual de pessoas que possuem hábitos de economia de energia em sua residência (Q<sub>10</sub>)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando questionados se possuíam hábitos de economia similares na residência e no local de trabalho/estudo, 80,46% afirmaram que “Frequentemente” ou “Sempre” realizam essa prática (Gráfico 42). Mesmo assim, nota-se a importância de não apenas de implementar novas tecnologias que promovam a eficiência energética mas de também promover mudanças coletivas de hábitos, através de planejamento e ações de cunho comportamental (FEDOSKINA, 2016).

Gráfico 42 – Percentual de pessoas que possuem em sua residência hábitos de economia similares aos do local de trabalho/ estudo (Q<sub>11</sub>)



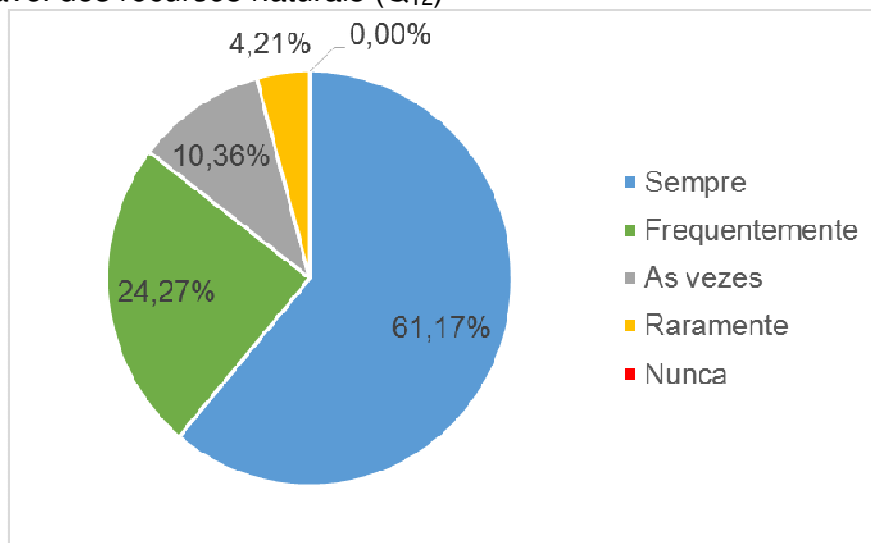
Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 43, 61,17% afirmaram que “Sempre” consideram os hábitos de consumo de energia relacionados à consciência ambiental e a utilização sustentável dos recursos naturais. O tema energia costuma emergir como prioridade durante as crises econômicas e financeiras. Entretanto, as organizações buscam cada vez mais uma energia segura, competitiva e ambientalmente sustentável (MARINAKIS et al., 2013).

Além disso, a eficiência energética não possui uma vida própria no contexto organizacional e necessita ser implementada e fazer parte do dia a dia de trabalho. A energia deve ser encarada como um recurso e a eficiência na gestão deste recurso permite melhorias em toda gestão organizacional (SOTO et al., 2014). Observa-se a necessidade da gestão energética está inserida no contexto da gestão ambiental e, dessa maneira, traçar um caminho de sensibilização e racionalização.

A Hipótese 1 está relacionada ao comportamento ecológico de economia de energia. Os resultados apontam que 84,71% dos participantes relatam evitar o desperdício de energia (Desvio padrão = 0,19). Realizou-se então, o teste de Hipótese 1 com a hipótese alternativa maior que 66,33% de forma a verificar se a proporção encontrada na pesquisa aplicada no Campus, que é superior a este valor, difere estatisticamente do nível estabelecido na Hipótese 1, ao nível de significância de 5%. Pelo teste de proporções para uma amostra,  $Z_{\text{obtido}} = 17,00 > Z_{\alpha} = -1,645$ , portanto, rejeita-se  $H_0$  a um nível de significância de 5%. Portanto, há evidências de que, estatisticamente, a proporção de indivíduos que possuem o comportamento de evitar o desperdício de energia é superior a 66,33%.

Gráfico 43 – Percentual de pessoas que consideram que os hábitos de consumo de energia estão relacionados à consciência ambiental e a utilização sustentável dos recursos naturais (Q<sub>12</sub>)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar da análise do comportamento dito ecológico apresentar resultados positivos é importante a integração dos grupos de interesse que compõem a universidade para fomentar a disseminação do comportamento responsável da economia de energia.

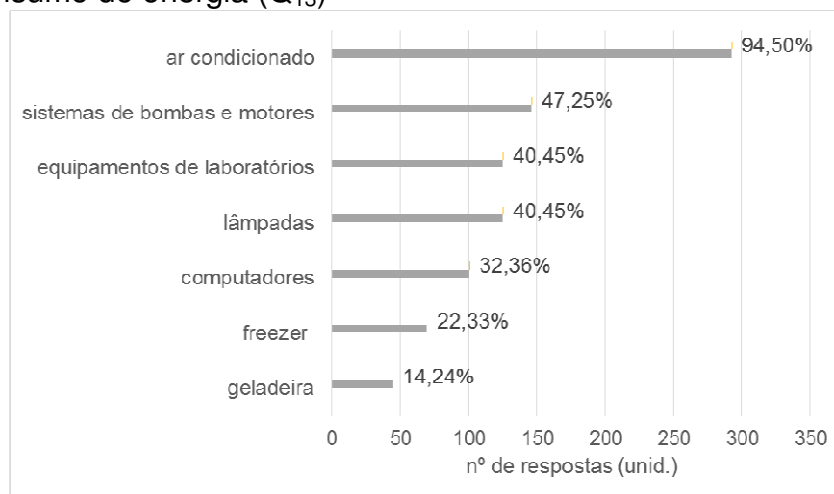
Segundo Ohler e Billger (2014), a preocupação com os custos de energia, faz os indivíduos adotarem atitudes de economia. Já indivíduos com maior preocupação com o conforto usam em média mais eletricidade. Entretanto, no contexto das universidades, é essencial que as normas sociais e a influência da comunidade promovam mudanças positivas sobre os comportamentos ambientais. Assim, os interesses sociais podem se tornar um fator maior no comportamento quando as normas sociais são mais explícitas, a responsabilização é pública e a informação é mais homogênea (COX et al., 2013).

#### 6.4 PERCEPÇÃO DO CONSUMO

As questões abordadas a seguir fazem parte da análise da percepção do usuário sobre o custo e o consumo de energia elétrica do Campus. O Gráfico 44 demonstra o conhecimento de 94,50% dos participantes de que os principais responsáveis pelo consumo de energia do Campus são os

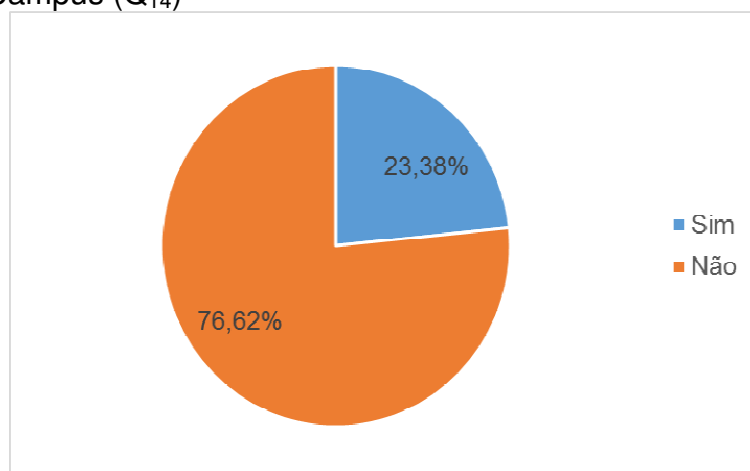
aparelhos de ar condicionado. Entretanto, os sistemas de iluminação e os computadores não ocuparam o segundo e terceiro lugares na concepção dos usuários, sendo necessário desenvolver um trabalho de racionalização específica desses três grupos de equipamentos. Identificar os usos significativos de energia e suas variáveis relevantes é um elemento crucial de acordo com Haeri e Rezaie (2016).

Gráfico 44 – Percentual da percepção dos equipamentos responsáveis pelo maior consumo de energia (Q<sub>13</sub>)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 45 – Percentual do conhecimento do gasto e consumo de energia elétrica do Campus (Q<sub>14</sub>)



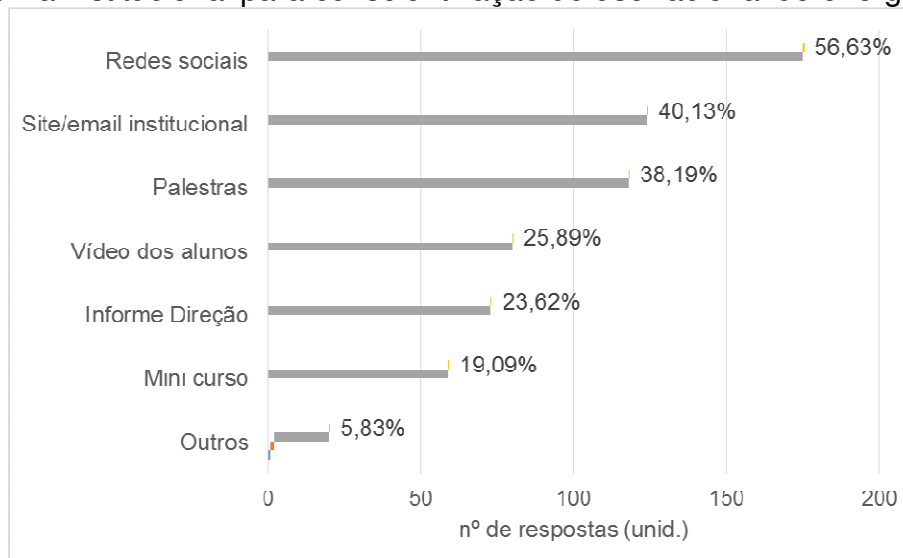
Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto ao gasto e o consumo energia elétrica do Campus, apenas 23,38% afirmaram conhecer essa informação (Gráfico 45). Uma componente importante de um SGE é a transparência dos dados sobre o consumo de energia elétrica. Além disso, é muito importante que as informações sejam

reportadas a gestão de topo e aos usuários, para fazer parte do processo de sensibilização.

Entre os participantes que afirmaram conhecer o custo e o consumo de energia elétrica do Campus, (52,1%) afirmam terem sido informados pela direção, (9,6%) por meio site/email institucional, (8,2%) através de vídeo com uma campanha desenvolvida pelos alunos e (5,5%) pelas redes sociais. O grupo restante (24,7%) recebeu essas informações através de pesquisas realizadas ou através de servidores (Gráfico 46).

Gráfico 46 – Percentual de meios sugeridos para realização de uma campanha institucional para conscientização do uso racional de energia (Q<sub>15</sub>)



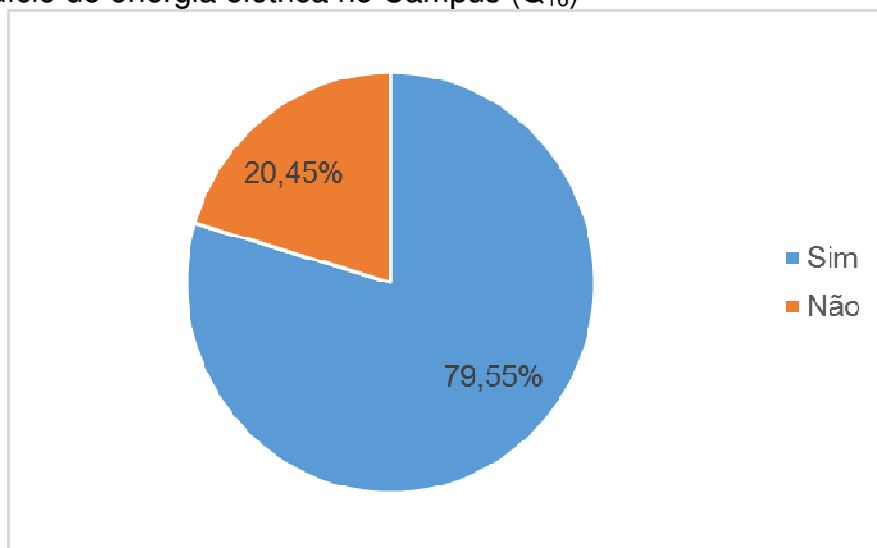
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o objetivo de verificar os meios para realização de uma campanha para conscientização do uso racional de energia elétrica foi solicitado que os participantes listassem duas sugestões. Os meios que utilizam a internet obtiveram resultado mais expressivo, sendo as redes sociais (56,63%) e site/email institucional (40,13%) os mais representativos. Entre os participantes, (5,83%) listaram outros meios de realização de uma campanha institucional para conscientização do uso racional de energia, entre eles: abordagem informativa com sinalização e alertas sobre o uso racional; informes nas salas por participantes de campanha de conscientização e professores.

Quanto a percepção de situações de desperdício, 79,55% afirmaram já ter observado algum caso (Gráfico 47). As situações de desperdício de

energia elétrica mais identificadas pelos participantes foram: ar condicionado ligado com salas vazias, inclusive nos finais de semana; lâmpadas acesas com salas vazias; ar condicionado ligado com portas abertas; lâmpadas acesas durante o dia em locais com boa iluminação natural e computadores ligados fora do expediente.

Gráfico 47 – Percentual de pessoas que observaram alguma situação de desperdício de energia elétrica no Campus (Q<sub>16</sub>)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A observação e correção das situações de desperdício são importantes para melhoria contínua de um SGE. Daí a importância da sensibilização para que os usuários sejam também auditores internos de energia. Tanto o desenvolvimento do plano de gerenciamento de energia, quanto a aplicação com o apoio de uma equipe local de gerenciamento de energia torna-se essencial (LEE et al., 2014).

Para finalizar o questionário, foi solicitado aos participantes que deixassem sugestões para redução do consumo de energia elétrica do Campus. As sugestões mais citadas foram compiladas e listadas a seguir, em ordem de prioridade:

1. Realizar campanha de conscientização da comunidade universitária que integre alunos, professores e TAEs;
2. Automação da iluminação e dos aparelhos de ar condicionado;
3. Implantar fontes alternativas de energia;
4. Utilizar equipamentos mais eficientes;



5. Fiscalizar o desperdício de energia;
6. Realizar manutenção dos equipamentos;
7. Informar o consumo e os gastos com energia elétrica;
8. Utilizar de maneira mais eficaz as salas;
9. Projetar construções mais eficientes.

Através da análise da percepção e opinião dos usuários sobre o consumo de energia elétrica do Campus foi possível observar pontos passíveis de melhorias que devem ser integrados a formulação do plano de gestão da energia elétrica. Surgiram indicadores chave sobre o uso dos equipamentos, falta ampla divulgação das informações do consumo e observou-se opinião da maioria de que uma campanha de conscientização da comunidade universitária que integre alunos, professores e TAEs é a melhor estratégia para reduzir o consumo.

Outras sugestões muito citados para redução do consumo foram a automação de equipamentos e a utilização de fontes alternativas de energia, como a solar. No caso da microgeração, apesar de não ser um método para redução do consumo, pode ser uma alternativa para redução dos custos, por isso, deve ser integrante de uma política de gestão da energia, mas dentro de um contexto de uso eficiente e racional.

Além disso, somados aos parâmetros regulamentados pelo PBE e de maneira complementar, utilizar sistemas que possibilitem o uso racional de água, geração de energia elétrica por fontes renováveis e a cogeração, possibilita a obtenção de bônus no sistema de etiquetagem das edificações (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2015).

Na fase de implementação e operação dos planos de ação do SGE é necessário que a gestão da energia (usos significativos) e a melhoria de desempenho energético (planos de ação) se integrem as rotinas da universidade de diversas maneiras (treinamentos, comunicação, controle) garantindo uma abordagem de conscientização que deve ser atualizada ao longo do tempo na medida que os objetivos energéticos se alteram (ABNT, 2016).

## 7 PLANO DE GESTÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

### 7.1 PRIMEIRA ETAPA DA IMPLANTAÇÃO (APROVAÇÃO DA DIREÇÃO)

A implementação de um SGE é um grande desafio e precisa de suporte da alta administração e recursos financeiros e de pessoal suficientes. Os melhores resultados em eficiência energética podem ser alcançados através da implementação de um SGE como a ISO 50001. Se isso não for possível, uma abordagem sistemática em projetos bem definidos para melhorar a eficiência energética também pode ter efeitos positivos (HUBBUCH, 2016).

O apoio da direção do Campus é crucial para o início e manutenção do sistema. Para implementar o SGE, existe a necessidade de envolvimento de vários setores da instituição. A aprovação dos custos incide geralmente sobre a direção. Dessa maneira, é necessário reportar os principais retornos de um SGE e os benefícios para instituição. Alguns benefícios que devem ficar claros à instituição estão listados a seguir:

- Diminuição do custo de energia;
- Diminuição da necessidade de manutenção de equipamentos;
- Melhoria da imagem da universidade perante a sociedade;
- Melhor conhecimento de onde a energia está sendo gasta;
- Distribuir responsabilidades de metas energética para vários setores;
- Possibilidade da expansão do Campus com um conhecimento prévio dos gastos de energia;
- Conhecimento de gasto de energia de acordo com o número de alunos e usuários em geral;
- Verificar se universidade apresenta um consumo energético compatível com outras referências do mesmo setor;
- Possibilidade de fazer do Campus uma referência em gestão de energia.

O apoio da direção é fundamental para desenvolver a política energética com o compromisso para melhoria contínua do desempenho energético, sendo o propulsor do SGE. Além disso, a direção deverá designar uma equipe de gestão de energia e os seus representantes.

## 7.2 CRIAÇÃO DA COMISSÃO INTERNA DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA (CICE)

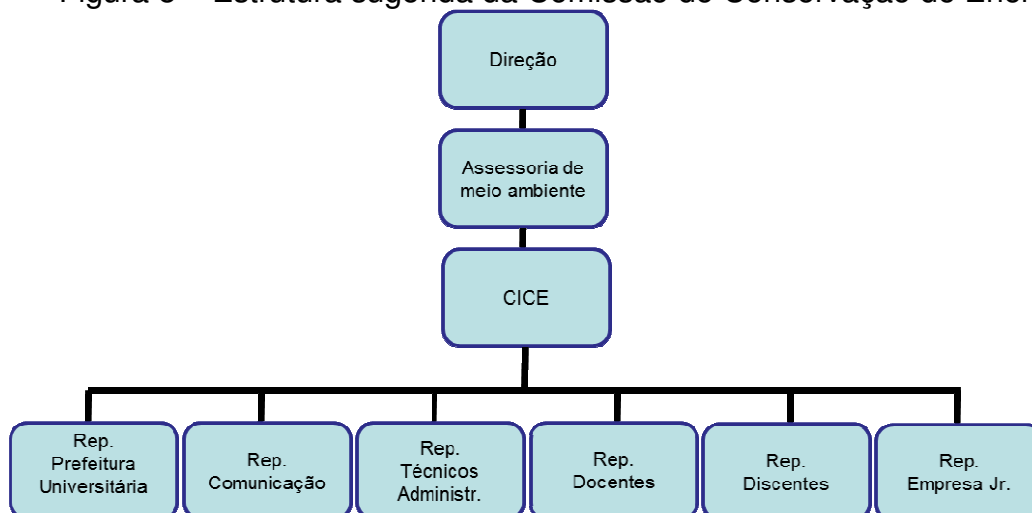
A gestão da energia deve ser integrada as rotinas da universidade e as ações de sustentabilidade do Campus. Em geral, são realizadas ações isoladas para redução do consumo e dessas ações foi que surgiu a idéia de implantar o plano de gestão da energia para resolver os problemas atuais e prevenir contra futuros problemas.

Torna-se necessária a criação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) integrada ao grupo de trabalho de meio ambiente e sustentabilidade, esta será responsável pela implantação e manutenção do SGE. Sua constituição exige conhecimentos multidisciplinares e a representação dos diversos grupos de interesse (alunos, TAEs e professores - Figura 8).

A CICE deverá realizar reuniões mensalmente, preferencialmente após recebimento das faturas de energia. Nessas reuniões serão discutidos os indicadores, propostas melhorias e planos de ação. Será sua responsabilidade verificar se ações do SGE estão sendo executadas de acordo com o planejado e reportar os problemas à direção.

A partir da criação da CICE deverá ser formulado um grupo de trabalho para desenvolver o programa de conscientização do uso e consumo da energia elétrica.

Figura 8 – Estrutura sugerida da Comissão de Conservação de Energia



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 7.3 PLANOS DE AÇÃO PARA A GESTÃO DA ENERGIA

No Quadro 13 é apresentado o plano de ação para eliminar as perdas contratuais. O setor responsável pela execução das tarefas é o órgão que trabalha com projetos no Campus, a Prefeitura Universitária. O monitoramento referido no estágio 7 é de responsabilidade da CICE.

No Quadro 14 é apresentado o plano de ação para melhoria do desempenho energético do sistema de climatização. O setor responsável pela execução das tarefas do estágio 1 ao 3 é a Prefeitura Universitária. O monitoramento referido no estágio 4 é de responsabilidade da CICE.

No Quadro 15 é apresentado o plano de ação para melhoria do desempenho energético do sistema de iluminação externa. O setor responsável pela execução das tarefas do estágio 1 e 2 é o setor de manutenção da Prefeitura Universitária. O monitoramento referido no estágio 3 é de responsabilidade da CICE.

No Quadro 16 é apresentado o plano de ação para melhoria do desempenho energético do sistema de iluminação interna. O setor responsável pela execução das tarefas do estágio 1 e 2 é o setor de manutenção da Prefeitura Universitária. O monitoramento referido no estágio 3 é de responsabilidade da CICE.

Quadro 13 – Plano de ação para eliminação das perdas contratuais

Projeto de referência	Eliminação das perdas contratuais	
USE Relacionado	Não se aplica	
Plano de ação	Eliminação das perdas contratuais	
Objetivo	Eliminar o pagamento de multas/juros, demanda de ultrapassagem e consumo reativo excedente	
Meta	Reduzir as perdas contratuais em 100% no até o segundo ano do projeto	
Origem da ação	Resultados de revisões energéticas, sugestões da equipe	
Motivo da ação	O diagnóstico energético revelou que cerca de 10% do valor pago de energia refere-se a perdas contratuais	
Economia estimada de energia	R\$168.288,49/ano	
Custo estimado	R\$130.000,00	
Resumo das tarefas	Estágio	
	Estágio 1	Realizar o pagamento das faturas dentro do prazo de vencimento
	Estágio 2	Adequar projeto na concessionária
	Estágio 2	Realizar adequações físicas exigidas para atualizar demanda
	Estágio 3	Adequar demanda contratada
	Estágio 4	Realizar medições de energia reativa em todas as subestações
	Estágio 5	Desenvolver projeto de correção de fator de potência
	Estágio 6	Executar instalação de banco de capacitores projetados
	Estágio 7	Monitorar o desempenho do projeto e verificar a redução no custo de energia
IDE	Valor pago de energia em R\$/ano após implementação do projeto; Fator de potência da instalação	
LBE	Valor de referência dos 12 meses anteriores a implementação do projeto; Fator de potência de referência 0,92	
Meta energética	Não se aplica	
Plano de medição e verificação	Analisar os dados das faturas de energia mensalmente para verificar os IDE	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 14 – Plano de ação para eficiência do sistema de climatização

Projeto de referência	Sistema de climatização	
USE Relacionado	Ar condicionado	
Plano de ação	Reduzir o consumo de energia do sistema de climatização	
Objetivo	Melhorar o desempenho energético do sistema de climatização	
Meta	Reduzir o consumo de energia em 130.000kWh (fora ponta) e 37.000kWh (ponta) até o final do primeiro ano	
Origem da ação	Resultados de revisões energéticas, sugestões da equipe	
Motivo da ação	O diagnóstico energético revelou equipamentos com baixa eficiência energética e sobredimensionados para os ambientes	
Economia estimada de energia	R\$ 117.012,55/ano	
Custo estimado	R\$438.144,38	
Resumo das tarefas	Estágio	
	Estágio 1	Realizar aquisição dos aparelhos de ar condicionado dimensionados dentro das especificações corretas
	Estágio 2	Realizar a instalação
	Estágio 3	Realizar o dimensionamento dos demais setores com sugestão de adequação
	Estágio 4	Monitorar o desempenho do projeto e verificar a redução no custo de energia
IDE	Consumo de energia (kWh)	
LBE	Valor de referência do ano base de 2016	
Meta energética	Reduzir 8% do consumo fora ponta e 21% do consumo ponta por ano	
Plano de medição e verificação	Analisar os dados das faturas de energia mensalmente para verificar os IDE	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 15 – Plano de ação para eficiência do sistema de iluminação externa

Projeto de referência	Sistema de iluminação externa	
USE Relacionado	Iluminação externa	
Plano de ação	Reduzir o consumo de energia do sistema de iluminação externa	
Objetivo	Melhorar o desempenho energético do sistema de iluminação externa e possibilitar a ampliação da iluminação	
Meta	Reduzir o consumo de energia em 110.000kWh (fora ponta) e 25.000kWh (ponta) até o final do primeiro ano	
Origem da ação	Resultados de revisões energéticas, sugestões da equipe	
Motivo da ação	O diagnóstico energético revelou equipamentos com baixa eficiência energética e tecnologia ultrapassada	
Economia estimada de energia	R\$95.838,87/ano	
Custo estimado	R\$106.945,88	
Resumo das tarefas	Estágio	
	Estágio 1	Realizar aquisição das luminárias de tecnologia <i>LED</i> dimensionados dentro das especificações corretas
	Estágio 2	Realizar a substituição das lâmpadas existentes por luminárias de tecnologia <i>LED</i>
	Estágio 3	Monitorar o desempenho do projeto e verificar a redução no custo de energia
IDE	Consumo de energia (kWh)	
LBE	Valor de referência do ano base de 2016	
Meta energética	Reduzir 7% do consumo fora ponta e 14% do consumo ponta por ano	
Plano de medição e verificação	Analisar os dados das faturas de energia mensalmente para verificar os IDE	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 16 – Plano de ação para eficiência do sistema de iluminação interna

Projeto de referência	Sistema de iluminação interna	
USE Relacionado	Iluminação interna	
Plano de ação	Reduzir o consumo de energia do sistema de iluminação interna	
Objetivo	Melhorar o desempenho energético do sistema de iluminação interna	
Meta	Reduzir o consumo de energia em 147.000kWh (fora ponta) e 25.000kWh (ponta) até o final do primeiro ano	
Origem da ação	Resultados de revisões energéticas, sugestões da equipe	
Motivo da ação	O diagnóstico energético revelou equipamentos com baixa eficiência energética e tecnologia ultrapassada	
Economia estimada de energia	R\$113.165,14/ano	
Custo estimado	R\$150.354,53	
Resumo das tarefas	Estágio	
	Estágio 1	Realizar aquisição de lâmpadas de tecnologia <i>LED</i> dimensionados dentro das especificações corretas
	Estágio 2	Realizar a substituição das lâmpadas existentes por luminárias de tecnologia <i>LED</i>
	Estágio 3	Monitorar o desempenho do projeto e verificar a redução no custo de energia
IDE	Consumo de energia (kWh)	
LBE	Valor de referência do ano base de 2016	
Meta energética	Reduzir 9% do consumo fora ponta e 14% do consumo ponta por ano	
Plano de medição e verificação	Analisar os dados das faturas de energia mensalmente para verificar os IDE	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Depois que uma organização estabelece um objetivo e meta relacionada, surgem os requisitos, que são ações necessárias para que os objetivos sejam cumpridos. O Quadro 17 demonstra alguns requisitos, não se limitando aos citados, para implementar o plano de gestão da energia proposto. Essas ações deverão ser implementadas em conjunto com a CICE.



Quadro 17 – Relação de objetivos energéticos, metas e requisitos associados

Objetivo	Meta	Tarefas relacionadas	IDE	Controle operacional	Medição e monitoramento
Eliminar as perdas contratuais	Eliminar o pagamento de multas/juros, demanda de ultrapassagem e consumo reativo excedente	Pagamento das faturas no prazo de vencimento Atualizar demanda contratada Instalar banco de capacitores	Custo de energia (R\$); fator de potência (0,92)	Atualizar demanda seguindo método proposto Especificar banco de capacitores adequado	Valor mensal registrado nas faturas de energia Acompanhamento regular dos valores pagos
Reduzir o consumo de energia dos aparelhos de ar condicionado	Reduzir 8% do consumo fora ponta e 21% do consumo ponta após 1 ano	Instalação de aparelhos de ar condicionado eficientes Aumentar a sensibilização Instalação de termostato para regular a temperatura nas salas de aula Instalar cortinas ou persianas em todas as salas para reduzir a incidência solar Manter a temperatura de regulagem entre 23°C e 26°C Desligar o aparelho quando o ambiente estiver desocupado Realizar a manutenção preventiva e a limpeza dos filtros Realizar a especificação técnica correta dos aparelhos Realizar projetos que utilizem a ventilação natural	Consumo de energia elétrica (kWh)	Especificar aparelhos adequados Especificar termostato adequado Procedimento para manutenção periódica	Medição mensal do consumo de energia Acompanhamento regular da temperatura e ocupação dos espaços Verificação dos novos aparelhos antes da instalação

<p>Reduzir o consumo de energia da iluminação</p>	<p>Reduzir 16% do consumo fora ponta e 28% do consumo ponta após 1 ano</p>	<p>Instalação de luminárias e lâmpadas eficientes</p> <p>Aumentar a sensibilização</p> <p>Evitar acender as lâmpadas durante o dia</p> <p>Desligar as lâmpadas quando o ambiente estiver desocupado</p> <p>Realizar projetos que utilizem a iluminação natural</p>	<p>Consumo de energia elétrica (kWh)</p>	<p>Especificar lâmpadas/luminárias adequadas</p> <p>Procedimento para manutenção periódica</p>	<p>Medição mensal do consumo de energia</p> <p>Acompanhamento regular dos locais</p> <p>Verificação dos novos equipamentos antes da instalação</p>
<p>Reduzir o consumo de energia dos computadores e periféricos</p>	<p>Reduzir 1% do consumo fora ponta após 1 ano</p>	<p>Programar todos os computadores para o modo de economia de energia</p> <p>Aumentar a sensibilização</p> <p>Desligar o monitor de vídeo sempre que ocorrer uma pausa no trabalho</p> <p>Desligar totalmente o computador, inclusive estabilizador, em pausas maiores</p>	<p>Consumo de energia elétrica (kWh)</p>	<p>Procedimento para verificação do modo economia de energia</p>	<p>Medição mensal do consumo de energia</p> <p>Acompanhamento regular dos locais</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliométrica sobre o uso da ISO 50001 foi realizada para fundamentar a formulação de políticas de gestão pública. A avaliação apontou que os estudos de gestão da energia possuem características que mudam de acordo com o tipo de organização. Dessa maneira, para a conquista dos objetivos propostos pela ISO 50001 é importante realizar o planejamento energético de acordo com as particularidades de cada organização e não apenas uma adaptação de um padrão. Além disso, a análise das publicações demonstrou que uma abordagem multidisciplinar facilita a aplicação do SGE.

Dentro desse contexto, as universidades possuem além do papel de ensino, pesquisa e extensão, o dever de exercer o protagonismo socioambiental. Apesar do PDI (2015-2019) da UFES trazer a responsabilidade socioambiental como critério para os projetos da instituição, os critérios referentes à política energética não estão claros. A política energética é a base para gestão da energia de uma organização, por isso, é essencial que ela conste nos documentos estratégicos e seja uma prioridade na instituição.

O diagnóstico energético inicial do Campus determinou as principais características sobre o consumo de energia elétrica. Foi analisada a evolução dos gastos com energia e identificado que os custos excedentes relacionados a perdas contratuais (multas/juros, demanda de ultrapassagem e reativos excedente) representam valores próximos a 10% do custo total das faturas de energia elétrica. Para redução dos custos excedentes, deve-se ajustar o valor da demanda contratada para 650kW, controlar de forma rigorosa os pagamentos, evitando multas e atrasos, e elaborar projeto específico de correção de fator de potência. O aumento do controle dos gastos através do sistema de gestão da energia deve ser aprimorado continuamente e fazer parte das rotinas da universidade.

Quanto ao consumo de eletricidade, foi constatada alta correlação entre a variação da temperatura ao longo do ano e o consumo, o que apontou os sistemas de climatização como principais responsáveis pelo consumo de energia elétrica do Campus. A partir dessa constatação foram identificados

três usos significativos de energia elétrica (climatização, iluminação e computadores) e classificados quanto a proporção do consumo fora ponta, representando 91,18% do consumo total. Apenas os sistemas de climatização representam 53,23% do consumo enquanto os sistemas de iluminação 30,42%, juntos representam 82,65% do consumo total.

Dentro da revisão energética foram elaborados indicadores energéticos para auxiliar na implantação do SGE. Dessa maneira, espera-se que a partir desses indicadores possa ser monitorado o comportamento do uso e consumo de energia elétrica do Campus, comparando o consumo de diferentes meses e anos, com os indicadores apresentados. Através do indicador consumo médio por aluno (CMA) ficou visível a redução da eficiência da instalação entre os anos 2011-2016, já que o indicador aumentou 68,02%, de 476,03kWh/aluno para 799,81kWh/aluno. Dessa maneira, torna-se indispensável o melhor aproveitamento dos espaços existentes com um estudo específico de ocupação das salas e laboratórios, além da utilização de equipamentos mais eficientes com o objetivo de reduzir esse indicador.

Outro indicador que deve ser melhorado é o fator de carga. Tomando como base os meses de janeiro que apresentaram fator de carga acima de 50%, deve-se promover a redução do consumo no turno vespertino para utilizar de forma mais eficiente a instalação. Os indicadores foram elaborados para facilitar as ações de gestão e a transparência com que os dados devem ser transmitidos aos usuários.

A partir das perdas contratuais identificadas e dos usos significativos de energia levantados, foram propostas adequações de eliminação das perdas contratuais e de melhoria de eficiência dos sistemas de climatização e iluminação de acordo com a viabilidade técnica e econômica. Todas as propostas foram consideradas como projetos de investimento e desenvolveu-se análise de fluxo de caixa.

A análise de viabilidade econômica do projeto de eliminação das perdas contratuais, demonstrou *payback* igual a 1,01 ano e retorno de R\$1.439.708,53, o que representa R\$168.200,49/ano. Entre os projetos analisados, esse foi o mais viável e teve relação custo benefício igual a 0,09.

No projeto de adequação do sistema de climatização foram identificados 98 (71,01%) aparelhos sobredimensionados, 04 (2,90%) subdimensionados e 36 (26,09%) com dimensionamento correto. Dessa maneira, foi realizado o redimensionamento e o planejamento da substituição do aparelhos antigos por aparelhos mais eficientes o que gerou melhoria na eficiência desse sistema com redução no consumo estimado em 34,65% fora ponta e em 38,66% na ponta. Nota-se a necessidade de maior critério técnico no dimensionamento e especificação dos aparelhos de ar condicionado.

A análise de viabilidade econômica do projeto do novo sistema de climatização, demonstrou *payback* igual a 4,43 anos e retorno de R\$1.001.566,46, o que representa R\$117.012,55/ano. Entre os projetos analisados, esse projeto teve a pior relação custo benefício igual a 0,44, porém o segundo maior retorno no longo prazo.

No projeto de adequação do sistema de iluminação externa foram identificadas lâmpadas com baixa eficiência que devem ser substituídas por luminárias mais eficientes. A substituição das lâmpadas pelos modelos de luminárias *LED* demonstrou uma redução significativa no consumo de energia desse sistema, estimada em 54,98% fora ponta e em 54,98% na ponta.

A análise de viabilidade econômica do projeto do novo sistema de iluminação externa demonstrou *payback* igual a 1,54 anos e retorno de R\$820.330,74, o que representa R\$95.838,87/ano. Entre os projetos analisados, esse projeto teve a segunda melhor relação custo benefício igual a 0,13, porém o menor retorno.

No projeto de adequação do sistema de iluminação interna também foi proposta a substituição das lâmpadas pelos modelos *LED* e obteve-se uma redução significativa no consumo de energia, estimada em 48,20% fora ponta e em 48,62% na ponta.

A análise de viabilidade econômica do novo sistema de iluminação interna demonstrou *payback* igual a 1,83 anos e retorno de R\$968.634,64, o que representa R\$113.165,14/ano. Entre os projetos analisados, esse teve a terceira melhor relação custo benefício, igual a 0,16 e o segundo melhor retorno.

Da análise de viabilidade econômica conclui-se que todos os projetos são viáveis e, no caso de necessidade de seleção de um projeto, deve-se

priorizar a menor RCB, já que é um critério utilizado em projetos semelhantes pela ANEEL. Seguindo esse critério, os projetos seriam executados seguindo a seguinte ordem de prioridade: eliminação das perdas contratuais, iluminação externa, iluminação interna e climatização.

O cenário ideal é a implantação do conjunto de propostas que, a partir do investimento de R\$825.444,78, promoverá um retorno superior a R\$4,23 milhões para Universidade em 15 anos, o que representa mais R\$494 mil/ano, com um *payback* de 2,18 anos. O custo economizado pode aumentar, já que no cenário estudado não foi considerado o incremento de valor das bandeiras tarifárias que variam de acordo com o custo da geração de energia no mês.

Além disso, a economia gerada devido à eficiência do conjunto de propostas é equivalente a 28,93% do custo total das faturas de energia do ano de 2016. Já a redução do consumo de energia elétrica foi equivalente a 473.788,03kWh/ano, equivalente a 25,78% do consumo total do ano de 2016. A expressiva redução no consumo promoverá a redução nas emissões da ordem de 43,92 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera por ano.

Antes de desenvolver os planos de ações do sistema de gestão da energia do Campus foi necessário identificar a percepção dos usuários sobre o consumo de energia elétrica. Dessa maneira, o questionário demonstrou a associação do conforto ambiental ao consumo de energia, em especial pela utilização do ar condicionado. Assim, deve-se elaborar projetos de edificações mais eficientes que levem em consideração a iluminação e ventilação natural e os requisitos do Programa Brasileiro de Etiquetagem.

Quanto à análise do comportamento foram identificadas atitudes pró-ambientais, fator que pode facilitar a implantação de programas de conscientização do consumo de energia, levando em consideração a importância da integração dos grupos de interesse que compõem a universidade para fomentar a disseminação do comportamento responsável da economia de energia.

Através da percepção do consumo, foi confirmada a necessidade de um SGE para promover ações de eficiência energética e divulgação de indicadores, já que não há um amplo conhecimento sobre o consumo de energia. Além disso, constatou-se a necessidade de realização de campanha

de conscientização da comunidade universitária que integre alunos, professores e técnicos administrativos. Ações de educação na área de conservação de energia promovem impacto significativo no consumo nacional, uma vez que os setores residencial, comercial e público utilizam em conjunto mais 50% de toda eletricidade consumida no Brasil.

Por fim, foi formulada uma estrutura inicial de gestão da energia para ser aplicada na instituição. A proposta da criação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) deve ser articulada a partir da gestão de topo (Direção do Campus) com integração de representantes de toda a comunidade universitária. Além disso, deverá ser realizada a integração da CICE à grupos de trabalho ligados a gestão ambiental e sustentabilidade. A partir da criação da CICE, devem ser executados os planos de ação, mas não se limitar aos elaborados neste trabalho e sim desenvolver uma proposta cíclica e de melhoria constante da gestão da energia elétrica, principal característica do SGE sugerido.

As ações previstas vão contribuir para redução na utilização dos recursos naturais, emissão de dióxido de carbono e do consumo energético, em função da melhor gestão da energia. Além dos impactos positivos para o meio ambiente, há impactos econômicos e sociais. Primeiro com a redução dos gastos com energia, segundo pela elevação da vida útil dos equipamentos e redução dos reparos e manutenções, além de envolver a comunidade universitária nas reflexões sobre a utilização sustentável da energia. Dessa maneira, os recursos públicos podem ser distribuídos em outras áreas da instituição e reinvestidos em melhoria contínua de eficiência energética no Campus, beneficiando todos os usuários.

O seguinte artigo, relacionado a este projeto, foi publicado em revista de publicação periódica:

VIANA, T.; TOSTA, M; FREITAS, R. Análise da gestão energética conforme a ISO 50001: um estudo bibliométrico. ***Brazilian Journal of Production Engineering***, São Mateus, v. 3, n. 2, p. 141-154, 2017.

## 8.1 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

A gestão da energia é um tema atual que oferece possibilidade de desenvolvimento técnico-científico com a integração de várias áreas do conhecimento. Considerando que as Instituições de Ensino Superior são espaços para promoção de ações de educação sustentável, integrando proposta curricular, gestão democrática e edificações, em pró da sustentabilidade socioambiental (BRASIL, 2012a), pode-se listar propostas de trabalhos que podem contribuir para gestão pública e desenvolvimento do Campus:

- Realizar a classificação e adequação do nível de eficiência energética das edificações no Campus, de acordo com o Programa Brasileiro de Etiquetagem;
- Realizar o estudo de viabilidade técnico-econômica da implantação de fontes de geração distribuída de energia elétrica;
- Realizar um estudo da eficiência da iluminação e propor melhorias e ampliação no sistema;
- Desenvolver sistema para monitorar o consumo de energia elétrica das edificações e o controle mensal;
- Desenvolver sistema para monitorar o consumo de água e a gestão de resíduos;
- Realizar o estudo da matriz curricular dos cursos oferecidos no Campus e propor adequações para que a gestão ambiental e da energia sejam integradas aos conceitos interdisciplinares;
- Desenvolver uma proposta de gestão ambiental aplicada ao Campus.



## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Bandeiras tarifárias**. Brasília, 24 nov. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>>. Acesso em: 14 out. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **P&D e Eficiência Energética**: ANEEL recebe propostas de projetos de minigeração em Instituições Públicas de Ensino Superior. Brasília, 07 jul. 2017. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/aneel-recebe-propostas-de-projetos-de-minigeracao-em-instituicoes-publicas-de-ensino-superior/656877?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/aneel-recebe-propostas-de-projetos-de-minigeracao-em-instituicoes-publicas-de-ensino-superior/656877?inheritRedirect=false)>. Acesso em: 09 jun. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Procedimentos do programa de eficiência energética – PROPEE**. Resolução Normativa nº 556. Brasília, 02 jul. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa nº 414, de 9 de Setembro de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 15 set. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa nº 482, de 17 de Abril de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 19 abr. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução homologatória nº 2.118**. Brasília, 02 ago. 2016. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2016/028/resultado/reh20162118ti.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

ALMEIDA, D.; MADRUGA, L.; LOPES, L.; IBDAIWI, T. Comportamento ecológico de alunos pós-graduandos de uma instituição pública. **Desenvolvimento em questão**, ano. 13, n. 29, p. 289-310, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16401**: Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários Parte 1: Projetos das instalações. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 50001**: sistemas de gestão da energia - requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 50002**: diagnósticos energéticos - requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 50003**: sistemas de gestão da energia - requisitos para organismos de

auditoria e certificação de sistema de gestão da energia. Rio de Janeiro, 2016a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 50004**: sistemas de gestão da energia - guia para implementação, manutenção e melhoria de um sistema de gestão da energia. Rio de Janeiro, 2016b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 50006**: sistemas de gestão da energia - medição do desempenho energético utilizando Linhas de Base Energética (LBE) e Indicadores de Desempenho Energético (IDE) – Princípios gerais e orientações. Rio de Janeiro, 2016c.

ATES, S.; DURAKBASA, N. *Evaluation of corporate energy management practices of energy intensive industries in Turkey*. **Energy**, v. 45, n. 1, p. 81-91, 2012.

BARROS, B.; BORELLI, R.; GEDRA, R. **Eficiência energética**: técnicas de aproveitamento, gestão de recursos e fundamentos. 1. ed. São Paulo: Érica, 2015.

BARROS, B.; BORELLI, R.; GEDRA, R. **Gerenciamento de energia**: ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica. 2. ed. São Paulo: Érica, 2016.

BORBA, M.; GASPAR, N.(tradução). **Um futuro com energia sustentável**: iluminando o caminho. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2010.

BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 9.991, de 24 de Julho de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 25 jul. 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012 – Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Brasília, 2012a.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Instrução Normativa nº 10, de 12 de novembro de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 nov. 2012b.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Portaria n.º 23, de 12 de fevereiro de 2015. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 fev. 2015.

CAETANO, C. **Ranking GreenMetric: UFLA está novamente entre as universidades mais sustentáveis do mundo**. Lavras, MG. Disponível em: <<http://www.ufla.br/dcom/2017/12/11/ranking-greenmetric-ufla-esta-novamente-entre-as-universidades-mais-sustentaveis-do-mundo/>>. Acesso em: 14 de jun. 2017.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da Administração**: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. **Planejamento estratégico**: fundamentos e aplicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

COOPER, A. ISO 50001-*From implementation to integration*. **Strategic planning for energy and the environment**. v. 36, n. 2, p. 69-79, 2016.

COX, J.; OSTROM, E.; SADIRAJ, V.; WALKER, J. *Provision versus appropriation in symmetric and asymmetric social dilemmas*. **Southern economic journal**, v. 79, n. 3, p. 496-512, 2013.

DU PLESSIS, W. *Energy efficiency and the law: A multidisciplinary approach*. **South african journal of science**, Pretoria, v. 111, n. 1-2, p. 1-8, 2015.

EGBUE, O.; BARNES, P. *US presidential executive orders and federal energy policy: developing energy management systems to meet federal energy reduction goals*. **Int. J. Technology, Policy and Management**, v. 13, n. 4, p. 377-395, 2013.

ELETROBRAS. **Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005**: classe residencial relatório Brasil - sumário executivo. Rio de Janeiro: ELETROBRAS; PROCEL, 2009. 187 p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Nota técnica DEA 13/15**: demanda de energia 2050. Rio de Janeiro, 2016a. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-202/DEA%2013-15%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Anuário estatístico de energia elétrica 2016**: ano base 2015. Rio de Janeiro, 2016b. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-en/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%20Estat%20de%20Energia%20El%202016.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional 2017**: Ano base 2016. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2017.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf)>. Acesso em: 2 jul. 2017.

FEDOSKINA, L. *Development of energy management systems of russian companies in the context of world tendencies of improving energy efficiency*. **European research studies**, v. 19, n. 3, p. 32-52, 2016.

GIACONE, E.; MANCÒ, S. *Energy efficiency measurement in industrial processes*. **Energy**, v. 38, n.1, p. 331-345, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HAERI, A.; REZAIE, K. *An approach to evaluate resource utilization in energy management systems*. **Energy sources, part b: economics, planning, and policy**, v. 11, n. 9, p. 855-860, 2016.

HUBBUCH, M. *Energy Management in Public Organisations*. **15th EuroFM Research Symposium EuroFM Research Papers 2016**, p. 172-183, 2016.

INCAPER. **Sistema de informações meteorológicas**. Gráficos da Série Histórica - São Mateus/ES. Vitória, ES. Disponível em: <[https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-sao\\_mateus](https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-sao_mateus)>. Acesso em: 14 out. 2017.

INTRONA, V.; CESAROTTI, V.; BENEDETTI, M.; BIAGIOTTI, S.; ROTUNNO, R. Energy management maturity model: an organizational tool to foster the continuous reduction of energy consumption in companies. **Journal of cleaner production**, v. 45, p. 108-117, 2014.

ISO SURVEY. **The ISO survey of management system standard certifications – 2015 - executive summary**. 2016. Disponível em: <[www.iso.org/the-iso-survey.html](http://www.iso.org/the-iso-survey.html)>. Acesso em: 2 jul. 2017.

ISO. **Win the energy challenge with ISO 50001**. 2011. Disponível em <https://www.iso.org/news/2011/06/Ref1434.html>. Acesso em: 20 nov. 2017.

KARCHER, P. *Organizational approaches for the implementation of energy management systems according to ISO 50001*. **The TQM journal**, v. 27, n. 4, p. 361-381, 2015.

LASKURAIN, I.; HERAS-SAIZARBITORIA, I.; CASADESÚS, M. *Fostering renewable energy sources by standards for environmental and energy management*. **Renewable and sustainable energy reviews**, v.50, p. 1148-1156, 2015.

LEE, J.; YUVAMITRA, K.; GUIBERTEAU, K.; KOZMAN, T. *Six-sigma approach to energy management planning*. **Strategic planning for energy and the environment**, v. 33, n. 3, p. 23-40, 2014.

MARINAKIS, V.; DOUKAS H.; KARAKOSTA, C.; PSARRAS J. *An integrated system for buildings energy-efficient automation: application in the tertiary sector*. **Applied energy**, v. 101, p. 6-14, 2013.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MCKANE A.; THERKELSEN, P.; SCODEL, A.; RAO, P.; AGHAJANZADEH, A.; HIRZEL, S.; ZHANG, R.; PREM, R.; FOSSA, A.; LAZAREVSKA, A.; MATTEINI, M.; SCHRECK, B.; ALLARD, F.; ALCÁNTAR, N.; STEYN, K.; HÜRDOĞAN, E.; BJÖRKMAN, T.; O'SULLIVAN, J. *Predicting the quantifiable impacts of ISO 50001 on climate change mitigation. Energy policy*, v. 107, p. 278-288, 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTIC). **Fatores de Emissão de CO2 para utilizações que necessitam do fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil, 2017**. Disponível em: < <http://www.mctic.gov.br/> >. Acesso em: 2 jun. 2018.

MESQUITA, R.; SANTOS, T. Estudos sobre eficiência na administração pública brasileira. *Espacios*, v. 36, n. 09, p. 6, 2015.

OHLER, A. ; BILLGER, S. *Does environmental concern change the tragedy of the commons? Factors affecting energy saving behaviors and electricity usage. Ecological Economics*, v. 107, p. 1-12, 2014.

PATO, C.; TAMAYO, A. A escala de comportamento ecológico: desenvolvimento e validação de um instrumento de medida. *Estudos de Psicologia*, n. 11, p. 289-296, 2006.

SAIDEL, M.; FAVATO, L.; MORALES, C. Indicadores Energéticos e Ambientais: Ferramenta Importante na Gestão da Energia Elétrica. **CBEE/ABEE**, 2005.

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

SICILIANO, G.; REYES, P.; KRAMER, C.; BJÖRKMAN, T.; DAHLGREN, M.; NODA, F.; OGAWA, J.; YAMASHITA, Y. *Models for driving energy efficiency nationally using energy management. Strategic planning for energy and the environment*, v. 35, n. 2, p. 48-79, 2015.

SILVA, O.; SANTOS, F.; BARBOSA, F.; LEITE, C. Gestão do uso da energia elétrica baseada em protocolo internacional: uma proposta para UFPI, Brasil. *Espacios*, v. 37, n. 11, p. 26, 2016.

SILVA, C.; NASSAR, C. Análise do uso da energia elétrica no Instituto Federal Fluminense *Campus Campos Guarus. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAs*, v. 5, n. 3, p. 1-26, 2016.

SOTO, J.; NORDELO, A.; ALPHA, M.; ALVAREZ, R.; MARTINEZ, M.; RODRIGUEZ, A. *Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la nc-si 50001:2011. Ingeniería energética*, v. 35, n.1, p. 38-47, 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS (UFPEL). Laboratório de conforto e eficiência energética. **Programa do bom uso energético – PROBEN**. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/proben/>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES). Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES). **Relatório de Gestão do CEUNES Exercício 2011**. São Mateus, 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES). Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES). **Relatório de Gestão do CEUNES Exercício 2012**. São Mateus, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES). Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES). **Relatório de Gestão do CEUNES Exercício 2013**. São Mateus, 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES). Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES). **Relatório de Gestão do CEUNES Exercício 2014**. São Mateus, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES). Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES). **Relatório de Gestão do CEUNES Exercício 2015**. São Mateus, 2016a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES). **A situação da UFES na atual conjuntura orçamentária**. Vitória, 2016b. <[http://ufes.br/sites/default/files/anexo/encarte\\_especial\\_-\\_situacao\\_financeira.pdf](http://ufes.br/sites/default/files/anexo/encarte_especial_-_situacao_financeira.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES). Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES). **Relatório de Gestão do CEUNES Exercício 2016**. São Mateus, 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES). **Campus de São Mateus**. Disponível em: <<http://www.ufes.br/campus-de-sao-mateus>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

VIEGAS, M. C.; MONIZ, A. B.; SANTOS, P. T. *Artisanal fishermen contribution for the integrated and sustainable coastal management - application of strategic SWOT analysis*. **Procedia - Social and behavioral sciences**, v. 120, p. 257-267, 2014.

## APÊNDICE A – DADOS DE CONSUMO REGISTRADOS

Tabela 31 – Histórico de consumo de energia

(continua)

mês/ano	Demanda Contratada (kW)	Demanda Máxima Ponta (kW)	Demanda Máxima FPonta (kW)	Demanda Ativa Ultrapassagem (kW)	Energia Ativa Ponta (kWh)	Energia Ativa FPonta (kWh)
jan/11	300,00	63,84	231,84		2.627,35	35.396,42
fev/11	300,00	133,73	194,88		3.059,62	41.101,03
mar/11	300,00	202,94	357,50	57,50	5.932,75	61.987,80
abr/11	300,00	174,05	348,10	48,10	8.037,47	69.124,44
mai/11	300,00	183,46	301,06	1,06	6.466,49	57.004,92
jun/11	300,00	152,54	217,73		7.200,98	55.319,71
jul/11	300,00	120,29	148,51		5.326,10	39.494,28
ago/11	300,00	143,81	176,74		5.759,88	41.084,23
set/11	300,00	129,70	194,21		5.972,23	47.241,10
out/11	300,00	161,95	239,90		7.493,14	59.783,64
nov/11	300,00	163,30	265,44		6.285,05	59.133,31
dez/11	300,00	186,14	329,95	29,95	8.170,01	81.234,05
jan/12	300,00	129,70	190,85		4.020,41	50.335,49
fev/12	300,00	102,82	238,56		3.862,82	58.876,61
mar/12	300,00	218,40	338,02	38,02	7.105,22	81.691,68
abr/12	300,00	265,90	401,86	101,86	9.426,82	95.596,87
mai/12	300,00	178,06	361,54	61,54	5.740,58	67.964,74
jun/12	300,00	157,92	283,58		6.990,48	78.568,06
jul/12	300,00	102,82	206,30		5.409,77	58.433,09
ago/12	300,00	100,60	175,39		5.552,90	51.762,65
set/12	300,00	114,24	291,65		5.541,67	53.225,52
out/12	300,00	157,25	378,34	78,34	6.979,22	80.360,11
nov/12	300,00	237,89	455,62	155,62	8.962,13	92.472,74
dez/12	300,00	260,06	483,17	183,17	11.797,30	107.820,89
jan/13	300,00	137,09	325,25	25,25	4.179,50	62.976,31
fev/13	300,00	250,66	500,64	200,64	10.574,09	105.037,13
mar/13	300,00	294,34	540,96	240,96	11.874,91	111.009,02
abr/13	300,00	294,34	511,39	211,39	11.770,25	105.481,99
mai/13	300,00	280,90	398,50	98,50	8.742,05	80.937,70
jun/13	300,00	260,06	386,40	86,40	11.192,50	99.707,83
jul/13	300,00	237,22	401,86	101,86	9.305,69	82.986,29
ago/13	300,00	252,67	385,06	85,06	12.429,31	97.382,71
set/13	300,00	224,45	340,03	40,03	10.140,98	90.845,16
out/13	300,00	241,25	467,71	167,71	10.156,94	87.984,29
nov/13	300,00	316,51	461,66	161,66	11.902,30	106.425,14
dez/13	300,00	344,74	532,22	232,22	13.088,38	124.150,32
jan/14	300,00	144,48	317,18	17,18	5.725,44	74.156,38
fev/14	300,00	344,74	537,60	237,60	16.574,38	144.571,90
mar/14	300,00	324,58	498,62	198,62	11.649,62	120.475,66
abr/14	300,00	307,10	539,62	239,62	12.057,70	119.300,83
mai/14	300,00	352,13	560,45	260,45	13.178,42	119.843,14
jun/14	300,00	368,26	529,54	229,54	14.448,34	132.296,64
jul/14	300,00	276,19	426,72	126,72	12.090,62	102.389,62

Tabela 31 – Histórico de consumo de energia

(conclusão)

mês/ano	Demanda Contratada (kW)	Demanda Máxima Ponta (kW)	Demanda Máxima FPonta (kW)	Demanda Ativa Ultrapassagem (kW)	Energia Ativa Ponta (kWh)	Energia Ativa FPonta (kWh)
ago/14	300,00	270,82	376,32	76,32	12.472,32	104.358,24
set/14	300,00	297,02	460,99	160,99	15.400,90	129.046,34
out/14	300,00	373,63	561,12	261,12	14.975,52	125.685,84
nov/14	300,00	307,78	512,06	212,06	13.838,16	128.817,86
dez/14	300,00	344,06	560,45	260,45	14.913,70	133.035,17
jan/15	300,00	169,34	296,35	0,00	8.543,30	99.358,06
fev/15	300,00	258,72	428,74	128,74	9.962,74	115.940,16
mar/15	300,00	379,68	658,56	358,56	15.070,78	146.193,60
abr/15	300,00	370,94	676,70	376,70	15.312,19	138.976,15
mai/15	300,00	361,54	577,25	277,25	14.937,38	129.462,82
jun/15	300,00	339,36	510,72	210,72	14.459,26	133.527,58
jul/15	300,00	256,03	399,84	99,84	12.829,49	108.602,76
ago/15	300,00	282,91	405,22	105,22	12.533,30	104.049,46
set/15	300,00	325,25	549,02	249,02	14.166,77	129.626,95
out/15	300,00	413,95	643,78	343,78	17.308,37	151.855,54
nov/15	300,00	403,20	693,50	393,50	17.394,55	162.745,63
dez/15	300,00	425,38	718,37	418,37	17.913,17	166.037,42
jan/16	300,00	232,51	321,89	21,89	9.023,28	101.002,61
fev/16	300,00	186,82	475,78	175,78	9.208,58	115.180,80
mar/16	300,00	378,34	646,46	346,46	19.619,04	182.850,02
abr/16	300,00	481,15	655,20	355,20	17.206,06	167.255,93
mai/16	300,00	419,33	684,10	384,10	16.196,04	147.115,08
jun/16	300,00	387,07	609,50	309,50	16.744,56	141.316,39
jul/16	300,00	319,87	436,13	136,13	13.307,11	113.583,62
ago/16	300,00	373,63	544,32	244,32	15.117,65	126.011,93
set/16	300,00	383,04	604,80	304,80	15.914,47	129.681,38
out/16	300,00	376,32	604,80	304,80	16.049,38	139.361,87
nov/16	300,00	383,71	631,01	331,01	15.945,55	150.171,67
dez/16	300,00	386,40	665,95	365,95	15.415,34	144.679,58
<b>TOTAL</b>	21.600,00	18.980,88	31.381,06	10.929,12	786.580,75	7.358.501,89
<b>MÉDIA</b>	300,00	263,62	435,85	151,79	10.924,73	102.201,42
<b>MÁXIMA</b>	300,00	379,68	658,56	358,56	16.574,38	146.193,60
<b>MÍNIMA</b>	300,00	137,09	296,35	0,00	4.179,50	62.976,31

Fonte: PU/UFES.

Nota: Continua na tabela 32.



Tabela 32 – Histórico de consumo de energia continuação

(continua)

mês/ano	Energia Reativa FPonta (kVArh)	ERE Ponta (kVArh)	ERE Fponta (kVArh)	ERE (kVArh)	FPmédio Ponta	FPmédio Fponta
jan/11		725,76	4.818,40	5.544,16		
fev/11		927,70	5.180,11	6.107,81		
mar/11				5.101,15		
abr/11				3.175,87		
mai/11	32.903,81	18,82	4.217,98	4.236,79		
jun/11	32.791,42	15,96	4.285,34	4.301,30	0,94	0,86
jul/11	27.142,08	68,54	4.899,72	4.968,26	0,92	0,82
ago/11	28.271,54	120,12	4.973,30	5.093,42	0,91	0,82
set/11	35.741,66	143,81	7.081,87	7.225,68	0,90	0,80
out/11	35.683,70	44,35	4.193,62	4.237,97	0,93	0,86
nov/11	37.937,26	227,80	5.389,10	5.616,90	0,90	0,84
dez/11	45.499,44	292,32	4.740,12	5.032,44	0,90	0,87
jan/12	37.755,14	1.105,27	6.860,45	7.965,72	0,73	0,80
fev/12	38.129,62	975,07	5.170,70	6.145,78	0,74	0,84
mar/12	49.850,98	505,18	6.543,77	7.048,94	0,87	0,85
abr/12	55.820,35	296,89	5.895,13	6.192,02	0,89	0,86
mai/12	14.238,20	366,91	6.180,72	6.547,63	0,87	0,98
jun/12	53.723,21	797,33	7.432,49	8.229,82	0,83	0,83
jul/12	48.118,56	732,81	9.574,15	10.306,97	0,81	0,77
ago/12	43.772,40	689,14	8.982,46	9.671,59	0,82	0,76
set/12	48.658,14	634,54	7.823,42	8.457,96	0,82	0,74
out/12	50.562,29	276,53	6.629,95	6.906,48	0,89	0,85
nov/12	54.206,54	408,24	6.319,48	6.727,72	0,89	0,86
dez/12	60.090,07	458,30	5.904,02	6.362,33	0,89	0,87
jan/13	49.005,43	910,90	9.429,34	10.340,23	0,76	0,79
fev/13	59.349,70	498,12	6.161,06	6.659,18	0,89	0,87
mar/13	57.624,00	156,91	4.758,60	4.915,51	0,92	0,89
abr/13	61.758,82	213,70	6.654,31	6.868,01	0,91	0,86
mai/13	51.725,35	553,06	6.062,95	6.616,01	0,87	0,84
jun/13	63.360,53	376,99	7.575,62	7.952,62	0,90	0,84
jul/13	50.860,32	320,54	5.614,90	5.935,44	0,90	0,85
ago/13	56.300,33	145,32	5.206,99	5.352,31	0,92	0,87
set/13	62.404,27	497,95	8.443,85	8.941,80	0,88	0,82
out/13	60.217,08	663,10	8.119,61	8.782,70	0,87	0,83
nov/13	66.371,76	561,96	7.842,41	8.404,37	0,88	0,85
dez/13	77.115,19	747,26	8.885,02	9.632,28	0,87	0,85
jan/14	60.481,51	1.388,18	11.406,02	12.794,21	0,74	0,77
fev/14	76.945,68	408,74	6.010,70	6.419,45	0,90	0,88
mar/14	72.649,75	522,65	7.846,61	8.369,26	0,88	0,86
abr/14	72.438,41	527,52	7.756,39	8.283,91	0,89	0,85
mai/14	68.957,62	249,31	6.450,36	6.699,67	0,91	0,87
jun/14	76.576,25	313,66	7.212,24	7.525,90	0,91	0,87
jul/14	59.779,27	184,13	5.441,35	5.625,48	0,91	0,86
ago/14	63.865,03	419,83	6.411,55	6.831,38	0,89	0,85
set/14	75.047,62	204,46	6.756,96	6.961,42	0,91	0,86
out/14	68.932,42	167,16	5.314,01	5.481,17	0,91	0,88
nov/14	75.453,84	452,42	7.084,56	7.536,98	0,89	0,86
dez/14	73.166,18	515,09	5.730,48	6.245,57	0,89	0,88

Tabela 32 – Histórico de consumo de energia continuação  
(conclusão)

mês/ano	Energia Reativa FPonta (kVArh)	ERE Ponta (kVArh)	ERE Fponta (kVArh)	ERE (kVArh)	FPmédio Ponta	FPmédio Fponta
jan/15	64.786,01	1.140,89	8.137,92	9.278,81	0,81	0,84
fev/15	67.320,96	1.021,27	6.295,30	7.316,57	0,84	0,86
mar/15	76.662,77	302,23	5.753,83	6.056,06	0,91	0,89
abr/15	73.963,68	159,60	5.980,46	6.140,06	0,92	0,88
mai/15	68.365,58	66,02	4.998,67	5.064,70	0,92	0,88
jun/15	74.322,70	163,63	61.116,21	61.279,84	0,91	0,87
jul/15	63.762,22	340,20	5.591,71	5.931,91	0,90	0,86
ago/15	63.610,51	6.375,43	63.610,51	69.985,94	0,89	0,85
set/15	74.971,34	258,55	6.921,10	7.179,65	0,90	0,87
out/15	80.817,58	276,86	5.528,54	5.805,41	0,91	0,88
nov/15	85.383,31	326,42	6.155,52	6.481,94	0,90	0,89
dez/15	87.828,89	660,74	5.898,14	6.558,89	0,89	0,88
jan/16	71.121,46	1.240,51	9.920,40	11.160,91	0,81	0,82
fev/16	79.996,06	1.401,12	10.937,64	12.338,76	0,80	0,82
mar/16	98.339,14	722,74	6.489,50	7.212,24	0,89	0,88
abr/16	92.466,36	413,11	7.674,91	8.088,02	0,90	0,88
mai/16	81.294,70	385,56	6.267,74	6.653,30	0,90	0,88
jun/16	82.772,09	430,75	7.287,67	7.718,42	0,90	0,86
jul/16	72.861,26	703,58	7.798,22	8.501,81	0,88	0,84
ago/16	80.014,20	742,56	8.916,60	9.659,16	0,93	0,84
set/16	78.240,96	426,55	7.983,36	8.409,91	0,90	0,86
out/16	86.728,15	548,52	9.069,82	9.618,34	0,89	0,85
nov/16	93.072,15	746,39	9.425,64	10.172,03	0,88	0,85
dez/16	85.494,36	833,62	7.490,28	8.323,90	0,82	0,86
<b>TOTAL</b>	4.275.479,19	40.517,22	586.521,92	635.316,17	58,83	57,05
<b>MÉDIA</b>	59.381,66	562,74	8.146,14	8.823,84	0,88	0,85
<b>MÁXIMA</b>	77.115,19	1.388,18	11.406,02	12.794,21	0,94	0,89
<b>MÍNIMA</b>	49.005,43	145,32	4.758,60	4.915,51	0,73	0,74

Fonte: PU/UFES.

## APÊNDICE B – HISTÓRICO DE CUSTOS DE ENERGIA

Tabela 33 – Histórico de custos de energia

(continua)

mês/ano	Demanda (R\$)	Demanda Ativa de Ultrap. (R\$)	Consumo Ativo Ponta (R\$)	Consumo Ativo FPonta (R\$)	Consumo Reativo Excedente (R\$)	COSIP (R\$)
jan/11	3.822,00	0,00	3.382,45	5.125,05	1.631,85	313,04
fev/11	3.822,00	0,00	3.938,95	5.951,02	1.944,35	313,04
mar/11	4.554,60	1.465,20	7.637,82	8.975,21	669,58	313,04
abr/11	4.434,74	1.225,49	10.347,42	10.008,53	416,87	313,04
mai/11	3.835,45	0,00	8.478,15	9.037,56	556,12	313,04
jun/11	3.822,00	0,00	9.441,14	8.770,39	564,58	313,04
jul/11	3.822,00	0,00	6.983,00	6.261,42	652,14	313,04
ago/11	4.111,90	0,00	7.616,52	6.508,33	656,05	322,44
set/11	4.491,00	0,00	7.985,17	7.475,90	907,47	322,44
out/11	4.491,00	0,00	10.018,70	9.460,76	532,25	322,44
nov/11	4.491,00	0,00	8.403,42	9.357,85	705,43	322,44
dez/11	4.939,38	896,76	10.738,50	11.787,06	632,02	322,44
jan/12	4.491,00	0,00	5.284,34	7.303,68	1.000,41	322,44
fev/12	4.491,00	0,00	5.077,22	8.543,00	771,85	322,44
mar/12	5.060,10	1.138,20	9.338,96	11.853,46	885,28	322,44
abr/12	6.015,75	3.049,57	12.390,42	13.871,11	777,75	322,44
mai/12	5.412,19	1.842,39	7.675,42	10.755,42	822,32	322,44
jun/12	4.491,00	0,00	9.346,62	12.433,39	1.033,59	322,44
jul/12	4.491,00	0,00	7.233,13	9.247,04	1.294,45	322,44
ago/12	4.673,40	0,00	7.852,45	9.042,83	1.403,18	365,76
set/12	4.833,00	0,00	8.358,32	11.955,33	1.371,37	365,76
out/12	6.094,99	2.523,99	10.340,07	15.195,29	1.119,82	365,76
nov/12	7.339,97	5.013,95	13.277,84	17.485,67	1.090,67	365,76
dez/12	7.783,84	5.901,67	17.132,98	18.557,05	1.031,59	365,76
jan/13	5.239,75	813,49	6.069,81	10.838,85	1.676,56	365,76
fev/13	7.493,93	6.006,64	13.100,50	14.106,25	942,11	299,84
mar/13	8.054,89	7.175,79	14.537,38	14.618,78	688,42	299,84
abr/13	7.614,63	6.295,25	14.409,26	13.890,92	961,87	299,84
mai/13	5.933,61	2.933,21	10.923,10	11.846,05	926,58	299,84
jun/13	5.753,50	2.572,99	13.984,92	14.593,24	1.113,77	299,84
jul/13	5.983,64	3.033,27	11.627,36	12.145,87	831,26	299,84
ago/13	5.168,90	2.283,54	14.876,86	15.601,14	784,77	298,29
set/13	4.124,59	971,18	11.667,51	15.663,52	1.362,91	298,29
out/13	5.673,35	4.068,69	11.685,87	15.170,25	1.338,66	298,29
nov/13	5.599,98	3.921,97	13.693,95	18.349,83	1.280,99	298,29
dez/13	6.455,88	5.633,75	15.058,57	21.406,00	1.468,15	298,29
jan/14	3.847,44	416,88	6.587,29	12.786,04	1.950,10	298,29
fev/14	6.521,09	5.764,18	19.069,32	24.927,09	978,45	298,29
mar/14	6.048,31	4.818,62	13.403,24	20.772,41	1.275,64	298,29
abr/14	6.545,54	5.813,08	13.872,74	20.569,85	1.262,63	298,29
mai/14	6.798,23	6.318,47	15.162,17	20.663,36	1.021,16	298,29
jun/14	6.423,27	5.568,54	16.623,24	22.810,58	1.147,10	298,29
jul/14	5.176,11	3.074,23	13.910,62	17.654,02	857,43	298,29
ago/14	4.830,86	1.959,45	15.338,36	20.689,80	1.203,40	380,55
set/14	6.223,39	4.346,78	20.084,31	28.710,23	1.381,22	380,55

Tabela 33 – Histórico de custos de energia

(conclusão)

mês/ano	Demanda (R\$)	Demanda Ativa de Ultrap. (R\$)	Consumo Ativo Ponta (R\$)	Consumo Ativo FPonta (R\$)	Consumo Reativo Excedente (R\$)	COSIP (R\$)
out/14	7.575,12	7.050,24	19.529,58	27.962,59	1.087,52	380,55
nov/14	6.912,86	5.725,73	18.046,34	28.659,39	1.495,42	380,55
dez/14	7.566,05	7.032,10	19.448,95	29.597,66	1.239,18	380,55
jan/15	4.050,00	0,00	11.319,80	24.227,93	1.841,00	380,55
fev/15	5.787,94	3.475,87	13.291,29	29.272,57	1.451,68	380,55
mar/15	8.890,56	9.681,12	21.499,24	48.503,43	1.343,93	470,37
abr/15	9.135,50	10.171,01	22.358,40	50.116,18	1.414,92	470,37
mai/15	7.792,85	7.485,70	21.811,11	46.685,59	1.167,10	470,37
jun/15	6.894,72	5.689,44	21.112,98	48.151,38	1.447,13	470,37
jul/15	5.397,84	2.695,68	18.733,23	39.163,25	1.366,95	470,37
ago/15	5.483,38	2.847,57	18.443,13	38.200,51	1.615,62	482,21
set/15	7.444,77	6.753,53	20.887,11	47.411,48	1.757,65	482,21
out/15	8.729,60	9.323,21	25.468,75	55.100,78	1.421,22	482,21
nov/15	9.403,91	10.671,83	24.812,81	51.728,70	1.586,84	482,21
dez/15	9.741,07	11.346,14	25.552,60	52.775,00	1.605,68	482,21
jan/16	4.364,80	593,60	12.871,44	32.103,68	2.732,30	482,21
fev/16	6.451,52	4.767,05	13.135,77	36.610,22	3.020,65	482,21
mar/16	8.766,05	9.396,10	27.985,98	58.118,88	1.765,63	482,21
abr/16	8.884,51	9.633,02	24.543,92	53.162,30	1.980,03	482,21
mai/16	9.276,34	10.416,68	23.103,17	46.760,53	1.628,80	482,21
jun/16	8.264,87	8.393,75	23.885,61	44.917,41	1.889,54	482,21
jul/16	5.913,90	3.691,79	18.982,20	36.102,56	2.081,32	482,21
ago/16	7.861,00	7.056,88	22.144,65	38.577,44	2.307,19	499,43
set/16	9.205,06	9.278,11	23.850,39	38.361,05	1.964,64	499,43
out/16	9.205,06	9.278,11	24.052,56	41.224,64	2.246,94	499,43
nov/16	9.603,94	10.075,88	23.896,96	44.422,28	2.376,21	499,43
dez/16	10.135,79	11.139,58	23.102,36	42.797,67	1.944,54	499,43
<b>TOTAL (R\$)</b>	450.064,21	300.516,94	1.057.835,72	1.743.491,53	94.703,80	26.933,01
<b>MÉDIA (R\$)</b>	6.250,89	4.173,85	14.692,16	24.215,16	1.315,33	374,07

Fonte: PU/UFES.

Nota: Continua na tabela 34.

Tabela 34 – Histórico de custos de energia continuação

(continua)

mês/ano	Retenção Tributos Federais (R\$)	Tributos (R\$)	Descontos Violação Padrão (R\$)	Multa por atraso (R\$)	Disp. dados medição/ Atualização/ Bandeira	Total Mensal (R\$)
jan/11	-1.158,65	5.844,79			9,50	18.970,03
fev/11	-1.274,73	6.133,97			12,72	20.841,32
mar/11	-1.899,92	9.174,80			12,72	30.903,05
abr/11	-2.157,87	10.453,71			12,72	35.054,65
mai/11	-1.904,28	10.644,41			12,72	30.973,17
jun/11	-1.946,40	10.673,54			12,72	31.651,01
jul/11	-1.438,83	6.876,89			12,72	23.482,38
ago/11	-1.536,32	7.369,11			12,72	25.060,75
set/11	-1.789,80	9.735,27			12,72	29.140,17
out/11	-2.105,17	11.483,05			12,72	34.215,75
nov/11	-1.885,22	9.268,15			12,72	30.675,79
dez/11	-2.339,82	11.003,13			12,72	37.992,19
jan/12	-1.547,85	8.379,57			12,72	25.246,31
fev/12	-1.645,80	9.250,23			12,72	26.822,66
mar/12	-2.343,32	11.780,67			12,72	38.048,51
abr/12	-2.910,13	13.801,94			12,72	47.331,57
mai/12	-2.255,90	12.054,60	-801,33		12,72	35.840,27
jun/12	-2.372,72	13.254,82	0,00		12,72	38.521,86
jul/12	-2.625,57	9.416,09	0,00	0,00	14,53	29.393,11
ago/12	-1.849,77	8.648,05	0,00	0,00	0,00	30.135,90
set/12	-2.228,89	11.582,59	0,00	0,00	0,00	36.237,48
out/12	-3.023,06	16.402,02	0,00	0,00	0,00	49.018,88
nov/12	-3.713,64	19.272,81	0,00	0,00	0,00	60.133,03
dez/12	-4.136,37	20.300,03	-551,34	0,00	0,00	66.385,21
jan/13	-2.022,94	9.941,83	0,00	0,00	0,00	32.923,11
fev/13	-3.484,69	17.917,83	-1.246,90	0,00	0,00	55.135,51
mar/13	-3.841,64	20.593,82	-249,51	662,68	0,00	62.540,45
abr/13	-3.591,01	18.212,87	0,00	0,00	0,00	58.093,63
mai/13	-2.744,04	14.344,03	0,00	0,00	0,00	44.462,38
jun/13	-3.191,84	16.543,03	0,00	0,00	0,00	51.669,45
jul/13	-2.763,99	13.626,21	0,00	0,00	0,00	44.783,46
ago/13	-3.235,94	16.600,15	0,00	0,00	0,00	52.377,71
set/13	-2.928,44	16.269,12	0,00	0,00	0,00	47.428,68
out/13	-3.287,86	18.265,88	0,00	0,00	0,00	53.213,13
nov/13	-3.692,05	20.265,25	0,00	0,00	0,00	59.718,21
dez/13	-4.019,65	18.689,69	0,00	0,00	0,00	64.990,68
jan/14	-2.078,43	9.940,93	0,00	0,00	0,00	33.748,54
fev/14	-4.787,36	24.575,15	0,00	1.293,85	560,56	79.200,62
mar/14	-3.735,86	17.542,58	0,00	669,01	0,00	61.092,24
abr/14	-3.802,21	16.931,22	0,00	1.552,17	0,00	63.043,31
mai/14	-3.948,75	17.536,46	0,00	3.404,23	2.835,01	70.088,63
jun/14	-4.556,32	25.312,79	0,00	0,00	0,00	73.627,49
jul/14	-3.449,81	18.298,76	0,00	0,00	0,00	55.819,65
ago/14	-3.557,51	16.790,22	0,00	0,00	0,00	57.635,13
set/14	-4.789,26	21.121,90	0,00	0,00	0,00	77.459,12

Tabela 34 – Histórico de custos de energia continuação

(conclusão)

mês/ano	Retenção Tributos Federais (R\$)	Tributos (R\$)	Descontos Violação Padrão (R\$)	Multa por atraso (R\$)	Disp. dados medição/ Atualização/ Bandeira	Total Mensal (R\$)
out/14	-5.477,77	30.432,07	0,00	0,00	0,00	88.539,90
nov/14	-4.831,17	21.744,40	0,00	0,00	0,00	78.133,52
dez/14	-5.624,11	31.254,65	0,00	0,00	0,00	90.895,03
jan/15	-3.591,36	19.951,99	0,00	1.555,06	0,00	59.734,97
fev/15	-4.505,42	23.736,19	0,00	1.810,29	0,00	74.700,96
mar/15	-7.370,35	36.070,57	0,00	1.585,29	852,31	121.526,47
abr/15	-7.414,63	33.549,58	0,00	0,00	0,00	119.801,33
mai/15	-7.557,61	44.247,54		4.369,83	0,00	126.472,48
jun/15	-7.395,36	43.120,60	0,00	1.007,91	0,00	120.499,17
jul/15	-5.417,09	25.242,65	0,00	0,00	0,00	87.652,88
ago/15	-5.356,15	24.967,91	0,00	0,00	0,00	86.684,18
set/15	-7.380,79	41.912,78	0,00	0,00	0,00	119.268,74
out/15	-8.670,44	48.169,12	0,00	0,00	0,00	140.024,45
nov/15	-9.005,44	47.628,79	0,00	2.375,73	8.106,30	147.791,68
dez/15	-9.005,56	44.642,97	0,00	2.790,84	8.277,77	148.208,72
jan/16	-4.900,54	26.152,99	0,00	2.898,67	4.951,17	82.250,32
fev/16	-5.746,51	29.930,96	0,00	9.716,42	10.751,58	109.119,87
mar/16	-9.103,01	45.872,93	0,00	1.577,39	3.701,38	148.563,54
abr/16	-8.450,66	45.619,06	0,00	1.849,69	632,71	138.336,79
mai/16	-8.189,38	45.873,74	0,00	2.930,08	0,00	132.282,17
jun/16	-7.494,24	37.793,70	0,00	2.961,76	0,00	121.094,61
jul/16	-5.634,07	26.956,16	0,00	2.580,83	0,00	91.156,90
ago/16	-6.891,27	37.495,91	0,00	0,00	2.440,26	111.491,49
set/16	-7.807,00	38.417,71	0,00	12.375,73	0,00	126.145,12
out/16	-7.187,92	34.687,77	0,00	2.175,47	0,00	116.182,06
nov/16	-7.817,29	37.394,03	0,00	4.013,30	1.846,04	126.310,78
dez/16	-7.739,76	40.270,63	0,00	2.272,69	640,55	125.063,48
<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>-311.164,53</b>	<b>1.595.261,36</b>	<b>-2.849,08</b>	<b>68.428,92</b>	<b>45.835,91</b>	<b>5.069.057,79</b>
<b>MÉDIA (R\$)</b>	<b>-4.321,73</b>	<b>22.156,41</b>	<b>-39,57</b>	<b>950,40</b>	<b>636,61</b>	<b>70.403,58</b>

Fonte: PU/UFES.

## APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO

Quadro 18 – Levantamento dos aparelhos de ar condicionado

Carga Térmica (BTU)	Modelo	C <sub>Ref</sub> 30h (kWh)	Quant. S_Prof (unid.)	Quant. S_Aula (unid.)
7000	GWC07MA-D1NNA3C/O	13,30	2,00	0,00
9000	GWC09MA-D1NNA3C/O	17,10	30,00	0,00
12000	38KCA012515MC	24,50	25,00	0,00
12000	BE12F	22,80	2,00	0,00
13000	GWC12MB-D1NNA3C/O	24,70	6,00	0,00
18000	SRFE-18000-2	36,80	1,00	0,00
18000	TLKA18FS-ADR	37,70	2,00	0,00
30000	KOS30FC G2	67,10	2,00	0,00
36000	38CCE036515MC	78,90	0,00	48,00
36000	38CCE036515MC	78,90	0,00	8,00
48000	38CCD048535MC	92,10	0,00	12,00
Total	-	-	70	68

Fonte: Elaborado pelo autor.

## APÊNDICE D – LEVANTAMENTO ILUMINAÇÃO

Tabela 35 – Levantamento iluminação externa

Descrição	Unid.	PP	PE	PAV	PAV_E	PRAÇA	RE	RE	TOTAL
Tipo de lâmpada		VMAP	VSAP	VSAP	VMAP	VMAP	VMAP	VMAP	-
Potência lâmpada + reator	W	170	274	274	432	432	432	275	-
Quantidade	Unid.	60	34	44	16	8	14	32	208
Potência instalada	kW	10,20	9,32	12,06	6,91	3,46	6,05	8,80	56,79
Funcionamento na ponta	h/mês	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	-
Funcionamento fora ponta	h/mês	294,00	294,00	294,00	294,00	294,00	294,00	294,00	-
Energia consumida na ponta	kWh/mês	673,20	614,86	795,70	456,19	228,10	399,17	580,80	3.748,01
Energia consumida fora ponta	kWh/mês	2.998,80	2.738,90	3.544,46	2.032,13	1.016,06	1.778,11	2.587,20	16.695,67

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: PP=Poste Passarela; PE=Poste Estacionamento; PAV=Poste Anel Viário; PAV\_E=Poste Acesso Anel Viário e Estacionamento RU; RE=Refletores; VMAP=Vapor Metálico de Alta Pressão; VSAP=Vapor de Sódio de Alta Pressão.



Tabela 36 – Consumo de energia elétrica do sistema de iluminação interna atual

Descrição	2x110W	2X32W	4x32W	1X32W	2x20W	4x20W	2X26W	1X26W	1X70W	1x250W	20W	Total
Tipo	Fluores.	Fluores.	Fluores.	Fluores.	Fluores.	Fluores.	PL	PL	VMAP	VSAP	Fluores.	-
P(W)	200	67	134	35	42	84	56	27	84	274	20	-
Quant.( unid)	33	2.188	109	132	4	42	165	9	26	10	91	-
D(kW)	6,60	146,60	14,61	4,62	0,17	3,53	9,24	0,24	2,18	2,74	1,82	192,35
FU(pu)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	-
FCP(pu)	1,00	0,67	0,67	0,67	0,18	0,18	0,67	0,67	0,67	1,00	0,18	-
Hp(h/mês)	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	-
Hfp(h/mês)	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	-
Ep(kWh/mês)	217,80	3.226,72	321,49	101,69	1,01	21,19	203,38	5,35	48,07	90,42	10,93	4.248,06
Efp(kWh/mês)	871,20	19.350,67	1.927,99	609,84	22,18	465,70	1.219,68	32,08	288,29	361,68	240,24	25.389,54

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Fluores.=Fluorescente; PL=Fluorescente PL; VMAP=Vapor Metálico de Alta Pressão; VSAP=Vapor de Sódio de Alta Pressão; P=Potência; D=Demanda; FU=Fator de utilização; FCP=Fator de coincidência na ponta; Hfp=Quantidade de horas de funcionamento na ponta; Hfp=Quantidade de horas de funcionamento fora ponta; Ep=Energia na ponta; Efp=Energia fora ponta.

Tabela 37 – Consumo de energia elétrica do sistema de iluminação interna proposto

Descrição	2x36W	2X18W	4x18W	1X18W	2x10W	4x10W	2X12W	1X12W	1X45W	1x45W	9W	Total
Tipo	Led 36W	Led 18W	Led 18W	Led 18W	Led 10W	Led 10W	Led 12W bulbo	Led bulbo 12W	Led 45W	Led 45W	Led bulbo 9W	
P(W)	72,00	36,00	72,00	18,00	20,00	40,00	24,00	12,00	45,00	45,00	9,00	
Quant.( unid)	33	2.188	109	132	4	42	165	9	26	10	91	
D(kW)	2,38	78,77	7,85	2,38	0,08	1,68	3,96	0,11	1,17	0,45	0,82	99,64
FU(pu)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
FCP(pu)	1,00	0,67	0,67	0,67	0,18	0,18	0,67	0,67	0,67	1,00	0,18	
Hp(h/mês)	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	
Hfp(h/mês)	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	
Ep(kWh/mês)	78,41	1.733,76	172,74	52,30	0,48	10,09	87,16	2,38	25,75	14,85	4,92	2.182,84
Efp(kWh/mês)	313,63	10.397,38	1.035,94	313,63	10,56	221,76	522,72	14,26	154,44	59,40	108,11	13.151,82

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: P=Potência; D=Demanda; FU=Fator de utilização; FCP=Fator de coincidência na ponta; Hp=Quantidade de horas de funcionamento na ponta; Hfp=Quantidade de horas de funcionamento fora ponta; Ep=Energia na ponta; Efp=Energia fora ponta.

Tabela 38 – Custo do sistema de iluminação interna proposto

Descrição	2x36W	2X18W	4x18W	1X18W	2x10W	4x10W	2X12W	1X12W	1X45W	1x45W	9W	Total
Tipo	Led 36W	Led 18W	Led 18W	Led 18W	Led 10W	Led 10W	Led 12W bulbo	Led bulbo 12W	Led 45W	Led 45W	Led bulbo 9W	-
Custo unitário (R\$)	117,06	24,87	24,87	24,87	25,87	25,87	21,40	21,40	175,47	175,47	16,94	-
Quantidade (unid.)	66,00	4.376,00	436,00	132,00	8,00	168,00	330,00	9,00	26,00	10,00	91,00	-
Subtotal (R\$)	7.726,22	108.835,50	10.843,76	3.282,97	206,93	4.345,46	7.062,71	192,62	4.562,26	1.754,71	1.541,40	<b>150.354,53</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

## APÊNDICE E – FLUXOS DE CAIXA DOS PROJETOS SUGERIDOS

Tabela 39 – Viabilidade econômica da eliminação das perdas contratuais

Ano	Custo C_Reativo (R\$)	Custo M_Juros (R\$)	Custo D_Ultrapas. (R\$)	Custo total eliminado (R\$)	Fluxo eliminação perdas (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	Saldo (R\$)
0	21.978,76	30.423,49	86.930,83	139.333,07	- 130.000,00	- 130.000,00	- 30.000,00
1	23.796,82	32.270,20	89.550,59	145.617,61	139.333,07	129.012,10	- 987,90
2	25.765,28	34.229,00	92.249,31	152.243,59	145.617,61	124.843,63	123.855,73
3	27.896,57	36.306,70	95.029,35	159.232,62	152.243,59	120.855,87	244.711,60
4	30.204,16	38.510,51	97.893,17	166.607,85	159.232,62	117.040,73	361.752,33
5	32.702,63	40.848,10	100.843,30	174.394,03	166.607,85	113.390,50	475.142,83
6	35.407,77	43.327,58	103.882,34	182.617,69	174.394,03	109.897,82	585.040,65
7	38.336,68	45.957,57	107.012,96	191.307,21	182.617,69	106.555,67	691.596,32
8	41.507,87	48.747,19	110.237,92	200.492,98	191.307,21	103.357,33	794.953,65
9	44.941,38	51.706,14	113.560,07	210.207,60	200.492,98	100.296,41	895.250,06
10	48.658,90	54.844,71	116.982,34	220.485,95	210.207,60	97.366,79	992.616,85
11	52.683,94	58.173,78	120.507,75	231.365,47	220.485,95	94.562,65	1.087.179,49
12	57.041,92	61.704,93	124.139,39	242.886,24	231.365,47	91.878,41	1.179.057,90
13	61.760,40	65.450,42	127.880,48	255.091,30	242.886,24	89.308,77	1.268.366,67
14	66.869,18	69.423,26	131.734,31	268.026,76	255.091,30	86.848,65	1.355.215,32
15	72.400,56	73.637,25	135.704,29	281.742,10	268.026,76	84.493,21	1.439.708,53
TMA	8,00%		<b>VPL (R\$)</b>		<b>1.439.708,53</b>	1.439.708,53	
Inflação C_Reativo	8,27%		<b>TIR</b>		<b>111,72%</b>		
Inflação M_Juros	6,07%		<b>Payback descontado</b>		<b>1,01 ano</b>		
Inflação Demanda	3,01%		<b>Retorno anual</b>		<b>R\$168.200,49</b>		
			<b>RCB</b>		<b>0,09</b>		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 40 – Viabilidade econômica do sistema de climatização proposto

Ano	Custo C_Ponta (R\$)	Custo C_Fponta (R\$)	Custo Demanda (R\$)	Custo total eliminado (R\$)	Fluxo Ar condicionad (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	Saldo (R\$)
0	56.118,46	38.514,32	15.012,40	109.645,18	-438.144,38	-438.144,38	-438.144,38
1	57.556,97	43.384,40	15.464,82	116.406,19	109.645,18	101.523,32	-336.621,06
2	59.032,35	48.870,30	15.930,87	123.833,52	116.406,19	99.799,55	-236.821,52
3	60.545,55	55.049,89	16.410,96	132.006,40	123.833,52	98.303,04	-138.518,48
4	62.097,54	62.010,87	16.905,53	141.013,94	132.006,40	97.028,65	-41.489,83
5	63.689,32	69.852,06	17.415,00	150.956,37	141.013,94	95.971,72	54.481,89
6	65.321,89	78.684,76	17.939,82	161.946,46	150.956,37	95.128,12	149.610,01
7	66.996,31	88.634,34	18.480,46	174.111,11	161.946,46	94.494,21	244.104,21
8	68.713,66	99.842,03	19.037,39	187.593,07	174.111,11	94.066,81	338.171,02
9	70.475,02	112.466,92	19.611,10	202.553,04	187.593,07	93.843,24	432.014,26
10	72.281,54	126.688,20	20.202,10	219.171,85	202.553,04	93.821,25	525.835,51
11	74.134,36	142.707,75	20.810,92	237.653,04	219.171,85	93.999,05	619.834,56
12	76.034,68	160.752,96	21.438,08	258.225,72	237.653,04	94.375,29	714.209,85
13	77.983,71	181.079,95	22.084,14	281.147,80	258.225,72	94.949,06	809.158,91
14	79.982,70	203.977,26	22.749,68	306.709,64	281.147,80	95.719,87	904.878,79
15	82.032,93	229.769,91	23.435,26	335.238,10	306.709,64	96.687,67	1.001.566,46
TMA	8,00%		<b>VPL (R\$)</b>		<b>1.001.566,46</b>	1.001.566,46	
Inflação C_Ponta	2,56%		<b>TIR</b>		<b>30,29%</b>		
Inflação C_Fponta	12,64%		<b>Payback descontado</b>		<b>4,43 anos</b>		
Inflação Demanda	3,01%		<b>Retorno anual</b>		<b>R\$117.012,55</b>		
			<b>RCB</b>		<b>0,44</b>		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 41 – Viabilidade econômica do sistema de iluminação externa proposto

Ano	Custo C_Ponta (R\$)	Custo C_Fponta (R\$)	Custo Demanda (R\$)	Custo total eliminado (R\$)	Fluxo Iluminação Externa (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	Saldo (R\$)
0	36.956,52	32.494,08	5.686,68	75.137,28	-106.945,88	-106.945,88	-106.945,88
1	37.903,85	36.602,91	5.858,05	80.364,81	75.137,28	69.571,56	-37.374,32
2	38.875,45	41.231,30	6.034,59	86.141,35	80.364,81	68.899,87	31.525,56
3	39.871,96	46.444,94	6.216,45	92.533,36	86.141,35	68.381,78	99.907,33
4	40.894,02	52.317,84	6.403,79	99.615,65	92.533,36	68.014,78	167.922,11
5	41.942,27	58.933,36	6.596,78	107.472,41	99.615,65	67.796,74	235.718,85
6	43.017,39	66.385,41	6.795,58	116.198,38	526,54	331,81	236.050,66
7	44.120,08	74.779,75	7.000,37	125.900,20	116.198,38	67.800,64	303.851,30
8	45.251,03	84.235,55	7.211,34	136.697,91	125.900,20	68.019,96	371.871,26
9	46.410,96	94.887,02	7.428,66	148.726,64	136.697,91	68.382,99	440.254,25
10	47.600,64	106.885,35	7.652,53	162.138,52	148.726,64	68.889,21	509.143,46
11	48.820,80	120.400,86	7.883,15	177.104,81	55.192,64	23.671,18	532.814,64
12	50.072,25	135.625,38	8.120,72	193.818,35	177.104,81	70.330,76	603.145,40
13	51.355,77	152.775,03	8.365,45	212.496,25	193.818,35	71.266,61	674.412,00
14	52.672,19	172.093,22	8.617,55	233.382,97	212.496,25	72.346,69	746.758,70
15	54.022,36	193.854,18	8.877,25	256.753,79	233.382,97	73.572,04	820.330,74
TMA	8,00%		<b>VPL (R\$)</b>	<b>820.330,74</b>	820.330,74		
Inflação C_Ponta	2,56%		<b>TIR</b>	<b>74,99%</b>			
Inflação C_Fponta	12,64%		<b>Payback descontado</b>	<b>1,54 Anos</b>			
Inflação Demanda	3,01%		<b>Retorno anual</b>	<b>R\$95.838,87</b>			
			<b>RCB</b>	<b>0,13</b>			

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 42 – Viabilidade econômica do sistema de iluminação interna proposto

Ano	Custo C_Ponta (R\$)	Custo C_Fponta (R\$)	Custo Demanda (R\$)	Custo total eliminado (R\$)	Fluxo Iluminação Interna (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	Saldo (R\$)
0	37.140,67	43.440,48	8.466,28	89.047,43	-150.354,53	-150.354,53	-150.354,53
1	38.092,71	48.933,47	8.721,42	95.747,60	89.047,43	82.451,32	-67.903,21
2	39.069,16	55.121,04	8.984,25	103.174,45	95.747,60	82.088,13	14.184,93
3	40.070,63	62.091,02	9.255,00	111.416,65	103.174,45	81.903,20	96.088,13
4	41.097,78	69.942,34	9.533,91	120.574,04	111.416,65	81.894,57	177.982,70
5	42.151,26	78.786,46	9.821,23	130.758,94	120.574,04	82.060,66	260.043,36
6	43.231,74	88.748,90	10.117,20	142.097,84	-19.595,58	-12.348,54	247.694,82
7	44.339,92	99.971,08	10.422,10	154.733,09	142.097,84	82.912,73	330.607,54
8	45.476,50	112.612,28	10.736,18	168.824,96	154.733,09	83.597,47	414.205,02
9	46.642,22	126.851,95	11.059,73	184.553,90	168.824,96	84.454,51	498.659,53
10	47.837,82	142.892,21	11.393,02	202.123,05	184.553,90	85.484,16	584.143,69
11	49.064,07	160.960,74	11.736,37	221.761,17	51.768,52	22.202,63	606.346,33
12	50.321,74	181.314,00	12.090,06	243.725,80	221.761,17	88.064,41	694.410,74
13	51.611,66	204.240,91	12.454,40	268.306,98	243.725,80	89.617,47	784.028,21
14	52.934,65	230.066,90	12.829,73	295.831,27	268.306,98	91.348,07	875.376,28
15	54.291,54	259.158,54	13.216,37	326.666,46	295.831,27	93.258,36	968.634,64
	TMA	8,00%		<b>VPL (R\$)</b>	<b>968.634,64</b>	968.634,64	
	Inflação C_Ponta	2,56%		<b>TIR</b>	<b>63,86%</b>		
	Inflação C_Fponta	12,64%		<b>Payback descontado</b>	<b>1,83</b>		
	Inflação Demanda	3,01%		<b>Retorno anual</b>	<b>R\$113.165,14</b>		
				<b>RCB</b>	<b>0,16</b>		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 43 – Viabilidade econômica do conjunto de projetos propostos

Ano	Custo Evitado total (R\$)	Fluxo Total (R\$)	Fluxo descontado (R\$)	Saldo (R\$)
0	-	-825.444,78	-825.444,78	-825.444,78
1	438.136,21	413.162,96	382.558,30	-442.886,49
2	465.392,90	438.136,21	375.631,18	-67.255,30
3	495.189,03	465.392,90	369.443,89	302.188,59
4	527.811,48	495.189,03	363.978,72	666.167,31
5	563.581,76	527.811,48	359.219,62	1.025.386,93
6	602.860,38	306.281,36	193.009,21	1.218.396,14
7	646.051,60	602.860,38	351.763,24	1.570.159,38
8	693.608,93	646.051,60	349.041,58	1.919.200,95
9	746.041,18	693.608,93	346.977,15	2.266.178,10
10	803.919,37	746.041,18	345.561,41	2.611.739,52
11	867.884,48	546.618,97	234.435,51	2.846.175,03
12	938.656,12	867.884,48	344.648,87	3.190.823,89
13	1.017.042,32	938.656,12	345.141,91	3.535.965,80
14	1.103.950,63	1.017.042,32	346.263,29	3.882.229,09
15	1.200.400,45	1.103.950,63	348.011,28	4.230.240,37
TMA	8,00%	<b>VPL</b>	<b>R\$ 4.230.240,37</b>	<b>R\$4.230.240,37</b>
Inflação C_Pont	2,56%	<b>TIR</b>	<b>54,99%</b>	
Inflação C_Fpont	12,64%	<b>Payback descontado</b>	<b>2,18</b>	
Inflação Demand	3,01%	<b>Retorno anual</b>	<b>R\$494.217,06</b>	
Inflação M_Juros	6,07%	<b>RCB</b>	<b>0,20</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.



## APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DA PERCEÇÃO DOS USUÁRIOS SOBRE O USO DA ENERGIA ELÉTRICA

### Instruções para as respostas

As respostas devem ser referentes aos hábitos praticados na UFES Campus São Mateus. No caso dos Técnicos Administrativos que também são discentes, considerar o perfil de servidor.

1- Perfil do participante:

Discente ( ) Docente ( ) Técnico Administrativo ( )

2- Como é a iluminação natural no seu local de trabalho/estudo?

( ) Ótima ( ) Boa ( ) Satisfatória ( ) Ruim ( ) Péssima

3- Como é a ventilação natural no seu local de trabalho/estudo?

( ) Ótima ( ) Boa ( ) Satisfatória ( ) Ruim ( ) Péssima

4- Você costuma utilizar a ventilação natural no seu local de trabalho/estudo?

( ) Sempre ( ) Frequentemente ( ) As vezes ( ) Raramente ( ) Nunca

5- Caso o ar condicionado da sala onde trabalha/estuda tivesse o uso restrito, por um motivo qualquer, você se sentiria num ambiente confortável?

( ) Sim ( ) Frequentemente ( ) As vezes ( ) Raramente ( ) Não

6- Quando você sai do ambiente de trabalho/estudo por um tempo maior (reunião, almoço) costuma desligar as lâmpadas quando o ambiente está vazio?

( ) Sempre ( ) Frequentemente ( ) As vezes ( ) Raramente ( ) Nunca

7- Quando você sai do ambiente de trabalho/estudo por um tempo maior (reunião, almoço) costuma desligar o ar-condicionado quando o ambiente está vazio?

( ) Sempre ( ) Frequentemente ( ) As vezes ( ) Raramente ( ) Nunca

ATENÇÃO: As questões 8 e 9 são direcionadas apenas para professores e técnicos

8- O computador que você utiliza é programado para desligar automaticamente (modo economia de energia) após alguns minutos sem utilização?

( ) Sim ( ) Não

9- Quando você sai do ambiente de trabalho/estudo por um tempo maior (reunião, almoço) costuma desligar o computador?

( ) Sempre ( ) Frequentemente ( ) As vezes ( ) Raramente ( ) Nunca

10 - Você possui hábitos de economia de energia em sua residência?

Sim ( ) Não ( ) **Se sim,** cite dois \_\_\_\_\_

11 - Os seus hábitos de economia de energia em sua residência em relação aos seus hábitos de economia no local de trabalho/estudo são similares?

( ) Sempre ( ) Frequentemente ( ) As vezes ( ) Raramente ( ) Nunca

12- Você acredita que os hábitos de consumo de energia estão relacionados à consciência ambiental e a utilização sustentável dos recursos naturais?

( ) Sempre ( ) Frequentemente ( ) As vezes ( ) Raramente ( ) Nunca

13 - Dos equipamentos listados abaixo **selecione três** que você considera como os responsáveis pelo maior parcela de consumo de energia elétrica no Campus?

( ) freezer ( ) sistemas de bombas e motores

( ) equipamentos de laboratórios ( ) ar condicionado

( ) geladeira

( ) lâmpadas

14- Você conhece o gasto e o consumo anual de energia elétrica no Campus e o impacto desse custeio na Universidade?

( ) Sim ( ) Não

**Se sim,** como foi informado?

( ) Informe Direção ( ) Site/email institucional ( ) Redes sociais ( ) Vídeo dos alunos

15- Em caso de realização de uma campanha institucional para conscientização do uso racional de energia qual seria a melhor forma desta ocorrer para você?

**Marque no máximo duas alternativas**

( ) Informe Direção ( ) Site/email institucional ( ) Redes sociais ( ) Vídeo dos alunos  
( ) palestras ( ) mini curso ( ) Outros

**Se outros**, cite qual: \_\_\_\_\_

16- Você já observou alguma situação de desperdício de energia elétrica no Campus que tenha lhe chamado atenção?

( ) Sim ( ) Não **Se sim**, qual?

---

---

---

---

17- Qual sua sugestão para diminuir o consumo de energia elétrica no campus? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

**Obrigado pela colaboração.**