

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS TRINDADE  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ELÉTRICA

Ezequiel José Vieira

**LEVANTAMENTO DA ECOEFICIÊNCIA DE UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE  
ENSINO SUPERIOR: CASO DA UFSC CAMPUS FLORIANÓPOLIS**

Florianópolis

2022

Ezequiel José Vieira

**LEVANTAMENTO DA ECOEFICIÊNCIA DE UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE  
ENSINO SUPERIOR: CASO DA UFSC CAMPUS FLORIANÓPOLIS**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista com habilitação em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Caroline Rodrigues Vaz

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Vieira, Ezequiel José

Levantamento da ecoeficiência de uma Instituição Federal de Ensino Superior: Caso da UFSC campus Florianópolis / Ezequiel José Vieira ; orientador, Caroline Rodrigues Vaz, 2022.

107 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Elétrica, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Elétrica. 2. Ecoeficiência. 3. Ecoeficiência Energética. 4. Infraestrutura elétrica. I. Vaz, Caroline Rodrigues. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Elétrica. III. Título.

Ezequiel José Vieira

**LEVANTAMENTO DA ECOEFICIÊNCIA DE UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE  
ENSINO SUPERIOR: CASO DA UFSC CAMPUS FLORIANÓPOLIS**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheiro Eletricista” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia de Produção Elétrica, da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 08 de Dezembro de 2022.

---

Prof<sup>a</sup>. Mônica Maria Mendes Luna, Dra  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr. Caroline Rodrigues Vaz  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Maurício Uriona Maldonado, Dr.  
Avaliador(a)  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof<sup>a</sup>. Mayara Rohenkohl Ricci Dr.(a)  
Avaliador(a)  
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus grandes amigos,  
aos meus queridos pais e familiares.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço meu Pai José, minha Mãe Eliane, Meus Irmãos Alessandra e Fábio, e seus respectivos cônjuges Osvaldo e Charlene, e a todos os familiares que de alguma forma me proporcionarem os princípios, ensinamentos, condições e todo apoio para que fosse possível alcançar meus objetivos.

A minha orientadora Prof. Dr. Caroline Rodrigues Vaz, que sempre foi muito prestativa e muito me auxiliou no desenvolvimento deste trabalho.

Aos Professores Maurício e Mayara pela atenção e disponibilidade de avaliar o presente trabalho.

A UFSC, em especial o DMPI e seus servidores, pela parceria durante esses anos trabalhando no departamento.

Aos meus amigos, em especial aos que fiz durante a graduação, Lucas Vambommel, Silveira, Juliano Becker, Juliano Matias e Pietro, que tornaram essa caminhada mais leve e de momentos inesquecíveis.

Aos professores e servidores da UFSC, que fizeram parte do meu crescimento acadêmico e pessoal. A todos, meu muito obrigado.

Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar mais  
uma vez.

(Thomas Edison)

## RESUMO

A sociedade busca cada vez mais a sustentabilidade e as Instituições Federais de Ensino Superior têm um papel importante nessa área. Este trabalho traz como objetivo realizar um levantamento da ecoeficiência de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), através do estudo de caso da UFSC campus Florianópolis. Esta pesquisa é de natureza aplicada, de abordagem do problema predominantemente qualitativa, os seus objetivos é exploratória e de seus procedimentos técnicos é bibliográfico e documental sobre o local de manutenção, foram feitos levantamentos *in loco*. Foram realizadas pesquisas nas legislações e normas do sistema elétrico e do Governo Federal, bem como informações de instalações mais eficientes e recomendações de fabricantes. A Instituição escolhida para o estudo foi a Universidade Federal de Santa Catarina “UFSC”, Campus de Florianópolis, a onde foram levantadas as informações *in loco*, conversando com os servidores dos departamentos, fazendo observações e coletando dados do sistema. Para a análise dos dados foi utilizado a ferramenta da ecoeficiência que faz parte da Engenharia de Sustentabilidade. A instituição conta com um alto gasto de energia elétrica, tendo, por exemplo, no mês de Abril de 2022 uma despesa total de R\$1.535.309,09. Devido ao tamanho da Instituição, no estudo foi necessário a separação dos sistemas e equipamentos que estão em três grandes áreas, sendo elas os Sistemas de Refrigeração, Sistemas de Iluminação e Infraestrutura; essa separação auxiliou no estudo, por conta das características específicas e da necessidade de diferentes de abordagens para cada um deles. Este trabalho conseguiu contribuir com a instituição propondo melhorias ao sistema elétrico, vindo de encontro com os conceitos da ecoeficiência energética, e das legislações vigentes, as propostas de melhoria foram feitas com base nos levantamentos feitos na instituição. Entre as propostas de melhoria estão a importância da implantação da iluminação com tecnologia LED, a utilização de equipamentos de refrigeração mais eficientes, como os modelos inverter, bem como a importância da manutenção dos sistemas de refrigeração, a operação dos sistemas de geração de energia, e a educação/orientação dos usuários quanto ao uso correto dos sistemas. Essas são algumas das propostas levantadas contribuindo e demonstrando que a ecoeficiência é um método eficiente para encontrar e propor soluções, tornando os sistemas energéticos mais eficientes, podendo e devendo ser aplicado em Instituições Públicas de Ensino.

**Palavras-chave:** Instituição Federal de Ensino Superior; Ecoeficiência Energética; Manutenção; Infraestrutura elétrica.



## ABSTRACT

Society is increasingly seeking sustainability and Federal Institutions of Higher Education play an important role in this area. This work aims to carry out a survey of the eco-efficiency of a Federal Institution of Higher Education (IFES), through the case study of the UFSC campus Florianópolis. This research has an applied nature, with a mostly qualitative approach to the problem; its objectives are exploratory and its technical procedures are bibliographical and documental about the site of maintenance. Surveys were carried out in loco. Research was carried out on legislation and standards of the electrical systems and the Federal Government, as well as information on more efficient installations and recommendations from manufacturers. The chosen institution for this study was the Federal University of Santa Catarina (UFSC), Florianópolis Campus, where the information was collected, through the public department servants, making observations and collecting system data. For data analysis, the eco-efficiency tool, which is part of Sustainability Engineering, was used. The institution has a high expense of electricity, taking as an example, in April 2022, UFSC had a total expense of R\$1,535,309.09. Due to the size of the Institution, in the study it was necessary to separate the systems and equipment that are in three large areas, namely the Cooling Systems, Lighting Systems and Infrastructure; this separation helped in the study, due to the specific characteristics and the need of different approach to each of them. This work managed to contribute to the institution by proposing improvements to the electrical system, in line with the concepts of energy eco-efficiency and current legislation, the improvement proposals were made based on surveys carried out at the institution. Among the improvement proposals are the importance of implementing lighting with LED technology, the use of more efficient refrigeration equipment, such as inverter models, as well as the importance of maintaining refrigeration systems, the operation of power generation systems, and the education and guidance of users regarding the correct use of the systems. These are some of the proposals suggested, contributing and demonstrating that eco-efficiency is an efficient method to find and propose solutions, making energy systems more efficient, that could and should be applied in public education institutions.

**Keywords:** Federal Institution of Higher Education; Energy Eco-efficiency; Maintenance; electrical infrastructure.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Caracterização da pesquisa .....	34
Figura 2: Municípios com unidades consumidoras de energia elétrica da UFSC.....	35
Figura 3: UCs UFSC Florianópolis/ Campus FLN. TRI.....	36
Figura 4: MAPA da UFSC Campus FLN. TRI. Com detalhamento das instalações.	38
Figura 5: Energia Fotovoltaica – Centro de Cultura e Eventos e prédio da Eng. Mecânica .....	39
Figura 6: Fases de uma avaliação de ecoeficiência.....	40
Figura 7: Divisão dos sistemas e equipamentos estudados .....	41
Figura 8: Etapas da Pesquisa .....	44
Figura 9: Convencional e Inverter, (a) rotação do compressor, e (b) relação de economia .....	48
Figura 10: <i>QR Code</i> para acompanhamento das manutenções .....	51
Figura 11: Ar-condicionado Janela antigo .....	53
Figura 12: Campanha regule a temperatura .....	56
Figura 13: Luminária de Iluminação pública para de descarga.....	63
Figura 14: Projetor para lâmpada de descarga .....	63
Figura 15: Luminárias de iluminação pública de LED .....	64
Figura 16: Refletores de LED .....	64
Figura 17: Luminária instalada em calha simples .....	69
Figura 18: Campanha educativa iluminação UFSC .....	71
Figura 19: Informações técnicas Transformador 1000kVA.....	77
Figura 20: Multa por Excedente Reativo .....	80
Figura 21: Demanda contratada Fazenda Ressacada.....	81
Figura 22: Transdutores de energia elétrica .....	83
Figura 23: Parte interna (CMD01) .....	84
Figura 24: Interface do Sistema de monitoramento .....	85
Figura 25: Energia Fotovoltaica – Centro de Cultura e Eventos e prédio da Eng. Mecânica .....	86
Figura 26: Energia Fotovoltaica UFSC – Laboratório Fotovoltaica (Sapiens Park)..	86
Figura 27: Fotovoltaica Restaurante Universitário .....	88
Figura 28: Fotovoltaica INE/ENS .....	88
Figura 29: Painéis de aquecimento solar Moradia Estudantil .....	90

Figura 30: Painéis de aquecimento solar EQA.....90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pesquisas relacionadas .....	23
Tabela 2: Quantidade de unidades consumidoras da UFSC, por cidades .....	36
Tabela 3: Levantamento Ar-condicionado Janela .....	52
Tabela 4: Levantamento Ar-condicionado SPLIT .....	54
Tabela 5: Levantamento Bebedouros .....	54
Tabela 6: Levantamento Refrigeradores .....	55
Tabela 7: Levantamento equipamentos específicos .....	55
Tabela 8: Relação de eficiência mínima lâmpada de LED tubular .....	60
Tabela 9: Eficiência energética para luminárias com lâmpadas de descarga.....	61
Tabela 10: Eficiência Energética para luminárias do tipo LED.....	61
Tabela 11: Características dos Reatores.....	62
Tabela 12: Lâmpadas em estoque no almoxarifado .....	66
Tabela 13: Estimativas de lâmpadas na universidade .....	66
Tabela 14: Estimativas de lâmpadas na universidade .....	67
Tabela 15: Estimativas de lâmpadas na universidade .....	68
Tabela 16: Valores de perdas em transformadores trifásicos de 15kV .....	77
Tabela 17: Despesas campus Florianópolis.....	79
Tabela 18: Subestações e transformadores UFSC Florianópolis .....	82
Tabela 19: Síntese de comparação literatura, problemas UFSC e propostas de melhoria .....	94

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DMPI	Departamento de Manutenção Predial e de Infraestrutura
PU	Prefeitura Universitária
DPAE	Departamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia
DFO	Departamento de Fiscalização e Obras
DCOM	Departamento de Compras
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
ANEEL	Agencia Nacional de Energia Elétrica
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
LED	Diodo emissor de luz
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
UC	Unidade Consumidora
BT	Baixa Tensão
MT	Média Tensão
AT	Alta Tensão
IFES	Instituição Federal de Ensino Superior
MME	Ministério de Minas e Energia
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
CMD	Centro de Medição e Distribuição
NR	Norma Regulamentadora
PMOC	Plano de Manutenção Operação e Controle
SE	Subestação de Energia
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development –</i>
CGA	Coordenadoria de Gestão Ambiental

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	16
1.2	PROBLEMA DA PESQUISA.....	17
1.3	OBJETIVOS .....	20
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>21</b>
1.4	JUSTIFICATIVA .....	21
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	24
1.6	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	25
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>27</b>
2.1	INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO.....	27
2.2	EFICIÊNCIA .....	28
<b>2.2.1</b>	<b>Ecoeficiência.....</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	33
3.2	OBJETO DE ESTUDO .....	34
3.3	MÉTODO ADOTADO .....	39
<b>3.3.1</b>	<b>Definição de objetivo e escopo .....</b>	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>45</b>
4.1	ÁREA: SISTEMAS DE UNIDADES DE REFRIGERAÇÃO .....	45
<b>4.1.1</b>	<b>Estudo da literatura.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Apresentação dos dados obtidos na Instituição .....</b>	<b>49</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Análise e apresentação das possíveis melhorias.....</b>	<b>56</b>
4.2	ÁREA: SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO .....	58
<b>4.2.1</b>	<b>Estudo da literatura.....</b>	<b>58</b>

4.2.2	<b>Apresentação dos dados obtidos na Instituição .....</b>	<b>66</b>
4.2.3	<b>Análise e apresentação das possíveis melhorias.....</b>	<b>71</b>
4.3	<b>ÁREA: INFRAESTRUTURA.....</b>	<b>72</b>
4.3.1	<b>Levantamento da literatura e legislações sobre a Infraestrutura .....</b>	<b>72</b>
4.3.2	<b>Levantamento dos dados obtidos sobre a Infraestrutura da Instituição.....</b>	<b>78</b>
4.3.3	<b>Análise e apresentação das possíveis melhorias sobre a Infraestrutura.....</b>	<b>91</b>
5	<b>SÍNTESE DE COMPARAÇÃO E PROPOSTA DE MELHORIAS ENTRE AS CATEGORIAS DE ESTUDO DA ECOEFICIÊNCIA DA UFSC .....</b>	<b>93</b>
5.1	<b>PROPOSTA DE MELHORIAS: CENTRALIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES, LEVANTAMENTOS E NECESSIDADE DE SUPERVISÃO .....</b>	<b>95</b>
5.2	<b>PROPOSTA DE MELHORIAS: PLANEJAMENTO PARA INSTALAÇÃO DE LÂMPADAS E LUMINÁRIAS MAIS EFICIENTES .....</b>	<b>95</b>
5.3	<b>PROPOSTA DE MELHORIAS: PLANEJAMENTO PARA INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO MAIS EFICIENTES.....</b>	<b>97</b>
5.4	<b>PROPOSTA DE MELHORIAS: CONTRATO DE MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO.....</b>	<b>98</b>
5.5	<b>PROPOSTA DE MELHORIAS: CONTRATO DE MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E DE AQUECIMENTO SOLAR.....</b>	<b>98</b>
5.6	<b>PROPOSTA DE MELHORIAS: EDUCAÇÃO/ORIENTAÇÃO DOS USUÁRIOS .....</b>	<b>98</b>
6	<b>CONSIDERAÇÕES .....</b>	<b>100</b>
6.1	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>100</b>
6.2	<b>SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTURO .....</b>	<b>101</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>102</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo visa contextualizar o tema abordado no presente trabalho, justificar a pesquisa e expor seus objetivos, além de trazer a delimitação e a estrutura do mesmo.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A sociedade vem cada vez mais buscando a sustentabilidade, a busca por soluções e atitudes que apresentem uma melhor utilização dos recursos, sem provocar danos ao meio ambiente, torna-se fundamental. Dentro disso, entram os conceitos da ecoeficiência, que busca produzir mais com menos recursos e menos resíduos, sendo eficiente e tendo um impacto ambiental reduzido.

O governo brasileiro vem há algum tempo buscando a melhoria da ecoeficiência. Para isso o governo vem criando várias leis, decretos e recomendações, para os prédios públicos. Essa atitude do poder público é muito importante, principalmente quando as regras criadas são aplicadas nas edificações públicas, pois com atitudes como essa o governo consegue conter os gastos, e consegue dar exemplo para a sociedade, demonstrando coerência entre o discurso e a ação.

Dada a importância do papel do governo para a promoção do desenvolvimento sustentável, adicionalmente às leis, aos decretos e às resoluções, programas governamentais vêm sendo desenvolvidos no sentido de dar apoio a medidas de sustentabilidade. Dentre os programas voltados à sustentabilidade na administração pública, está a Agenda Ambiental na Administração pública (A3P) (PACHECO, 2016).

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética EPE, (2022), o Poder Público é um dos maiores consumidores de energia do país, no ano de 2021 foi responsável por 2,8% de toda a energia consumida no país, de acordo com a ANEEL (2022) o governo e suas autarquias possuem uma classe própria para efeito de aplicação da tarifa de energia elétrica. Os prédios públicos estão identificados na classe de consumo Poder Público: Subdividindo se nas seguintes classes: I - Federal, II - Estadual ou Distrital e III - Municipal. Conforme o Anuário estatístico de energia elétrica 2022, elaborado pela EPE (2022), no ano de 2021 o Poder público consumiu 13.710 GWh, o que representou um aumento de 7,4% em relação ao ano de 2020. O consumo



nestes dois anos foi afetado por conta da pandemia, também segundo a EPE no ano de 2019 o consumo foi de 15.752 GWh.

O Ministério da educação é o maior Ministério vinculado ao poder executivo, e conta com um total de sessenta e nove Universidades Federais espalhadas por todo o Brasil, onze delas estão situadas no sul do Brasil, e duas no estado de Santa Catarina, sendo elas a Universidade Federal Fronteira Sul (UFFS) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (MEC, 2022).

As Universidades Federais estão subordinadas ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. De acordo com Amaral, Martins e Gouveia (2015), diante da importância do ensino superior como promotor da sustentabilidade. As IFES devem dar exemplo de desenvolvimento sustentável. Por isso a importância da incorporação de práticas que visem tornar as instituições mais Ecoeficientes.

Para maior esclarecimento do assunto, no próximo tópico será abordado a problematização da pesquisa, para dar suporte a este trabalho.

## 1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Hoje, o que as instituições públicas estão fazendo para melhorar a ecoeficiência, vai muito de encontro com o que está na legislação, então este estudo também ajuda a entender o que está sendo feito, e o que pode ser feito para atender legislação vigente.

Segundo a Instrução Normativa nº 10 de 2012 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), devem ser montadas nas Instituições, Comissões Permanentes de Sustentabilidade, que tem como função, atuar como Comissão Gestora do Plano de Gestão de Logística Sustentável (CPLS), atuar como Comissão Gestora da Agenda Ambiental da Administração Pública (CA3P), e propor padrões, procedimentos, ações e programas visando à sustentabilidade.

Com o objetivo de tornar mais eficiente o consumo de energia nas instituições públicas, surgiram iniciativas como a criação de programas, leis e normativas. Entre elas, a Instrução Normativa nº 02, de 04 de junho de 2014, que dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração pública federal e o uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações. A Portaria nº 23, de 12 de fevereiro de 2015, do MPOG, que estabelece

boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços (MPOG, 2015).

O Decreto Presidencial nº 10.779/2021 estabelece medidas para a redução do consumo de energia elétrica no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. Neste decreto, está determinado a redução do consumo da energia elétrica entre 10% e 20%, e são dadas as recomendações para o uso eficiente da energia elétrica na administração pública federal, dentre as recomendações estão a forma de utilização dos sistemas de refrigeração e aquecimento, da iluminação, da tecnologia da informação e da compra de equipamentos com boa eficiência.

As Instituições de Ensino Superior, são cada vez mais cobradas pela sociedade, em função de serem responsáveis por disseminar mudanças em prol da sustentabilidade, seja por meio do ensino, pesquisa, extensão ou sua forma de operação, sendo que a necessidade de avaliar a efetividade destas mudanças se faz necessária para que estas Instituições sirvam de modelo e assim inspirem umas às outras (BRANDLI et al., 2006).

Referente a política externa o corte de verbas acaba influenciando muito nas instituições públicas de ensino, com as verbas recebidas as instituições acabam apenas conseguindo se manter em funcionando, não sendo possível fazer novos investimentos em novos equipamentos e reformas que vão gerar uma economia futura (UFSC, 2022)

A liberação de algumas verbas apenas no final do ano, ou de verbas com prazos curtos, acabam atrapalhando o planejamento. Investimentos visando a ecoeficiência, demandam de estudos, projetos e de um bom planejamento, para que sejam tomadas as decisões corretas (UNB, 2022).

Referente a política interna, as grandes universidades acabam tendo os mesmos problemas que as cidades do país, onde existe uma grande disputa pelo gerenciamento e para onde será direcionado a verba, nas cidades, os vereadores e secretários fazem seus esforços para que o dinheiro vá para os seus bairros e/ou áreas de atuação, nas Universidades os Pró-Reitores, Diretores e Secretários, querem que o dinheiro vá para o seu centro e/ou área de pesquisa (SEPLAN, 2022)

Outra grande questão é que as Universidades enfrentam, é na questão de verbas vindas por meio das fundações para projetos de pesquisa, é evidente que essa verba, e esse tipo de investimento é muito importante para a comunidade universitária, mas demanda de um maior

cuidado e maior fiscalização por parte das instituições, pois muitas vezes são feitas alterações nas instalações universitárias sem uma devida análise, compras de equipamentos com pouca eficiência ou instalados de forma inadequada. E uma das grandes dificuldades, é que muitas vezes por questões políticas, as áreas da administração acabam não tendo poder e nem capacidade de fazer toda essa fiscalização, ou até mesmo de auxiliar as fundações e os pesquisadores para impedir que esse tipo de compra de equipamentos e/ou obras não eficientes aconteçam (Ribeiro, 2013).

As universidades também apresentam dificuldades, no controle e educação dos usuários, referente as formas de utilização mais eficientes das instalações universitárias, essa questão demanda uma grande política de educação, que deve ser realizada todos os anos, pois existe muita rotatividade dos usuários das instalações, sendo eles alunos, funcionários ou pessoas da comunidade em geral (UFSCSUSTENTÁVEL, 2022).

As universidades, através das suas áreas de atuação, ensino, pesquisa e extensão, são organizações estratégicas com função social de fazer e demonstrar a comunidade a importância das transformações para o desenvolvimento sustentável da sociedade. Com base nisso e para a troca de experiências entre as instituições, foi construído o chamado índice “verde”, onde Universidades de todo o mundo repassam informações sobre a sua atuação, e com isso, elas são classificadas em termos de sustentabilidade. Este índice verde analisa as Universidades sob a perspectiva de cinco eixos: “Configurações do Campus”, “Energia e Mudanças Climáticas”, “Resíduos Sólidos”, “Água” e “Educação”. Com as notas do índice verde é criado um ranking, chamado de ranking *GreenMetrics* (UFSCSUSTENTÁVEL, 2022).

No ano de 2021, de um total de 956 Universidades participantes a UFSC ficou em 578º lugar. Em 2020, entre as 912 que participaram, ficou em 490º lugar. Em 2021. Entre as Universidades brasileiras, em 2021, a UFSC ficou em 25º lugar entre as 40 universidades participantes. E em 2020, havia ficado em 21ª lugar dentre 38 universidades brasileiras (UFSCSUSTENTÁVEL, 2022).

A UFSC apresentou melhora na “Configuração do campus e infraestrutura” e “Ensino e pesquisa”, enquanto “Resíduos” e “Água” permaneceram iguais. Os piores resultados da Universidade foram nos eixos “Transporte” e “Energia e mudanças climáticas”, esse último com os menores scores de todos os eixos e por consequência com maior potencial de melhora (UFSCSUSTENTÁVEL, 2022).

Na categoria Energia e Mudanças Climáticas que é mais voltada ao tema deste estudo, a UFSC ficou na posição 833, ou seja, em uma posição muito ruim. E este é o indicador com maior peso no ranking. No questionário, são definidos vários indicadores para essa área específica de preocupação, dentre eles estão o uso de aparelhos energeticamente eficientes, política de uso de energia renovável, uso total de eletricidade, programa de conservação de energia, construção verde, programa de adaptação e mitigação de mudanças climáticas, política de redução de emissões de gases de efeito estufa (UFSCSUSTENTÁVEL, 2022). Apesar da UFSC, apresenta um grande consumo de energia, em 2019 foram consumidos 2.140,14 MW/h, em 2020 e 2021 o consumo foi reduzido em 30 e 35 % respectivamente, por conta da pandemia (DPAE, 2022).

Analisando o ranking é possível observar que a maior parte das Universidades Brasileiras não tiveram grandes avanços em termos de sustentabilidade, grande parte disso acontece por conta dos problemas políticos tanto internos, como externos as instituições. A questão política é uma das questões que mais prejudicam as universidades para se tornarem mais sustentáveis e com uma boa gestão energética.

Desta forma, fica claro que ações em prol da ecoeficiência energética são muito importantes para a instituição atingir aspectos econômicos, sociais e ambientais. Com isso, o problema de pesquisa é: *Como verificar e levantar a Ecoeficiência de uma Instituição Federal de Ensino Superior?*

### 1.3 OBJETIVOS

Diante do exposto este trabalho traz os seguintes objetivos:

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Realizar o levantamento da ecoeficiência de uma Instituição Federal de Ensino Superior, através do estudo de caso do Campus da UFSC Florianópolis.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Levantar as características dos consumidores e dos sistemas de geradores de energia de uma Instituição Federal de Ensino Superior;
2. Identificar o consumo e a geração energética de uma Instituição Federal de Ensino Superior;
3. Levantar da literatura, legislações e regulamentos sobre a ecoeficiência energética de uma Instituição Federal de Ensino Superior;
4. Propor melhorias ao sistema para o aumento da ecoeficiência energética da Instituição Federal de Ensino Superior.

### 1.4 JUSTIFICATIVA

Diante dos problemas encontrados nas Instituições Federais de Ensino Superior, com relação a ecoeficiência energética, foi feito um estudo de caso do consumo e geração de energia, assim foi possível identificar onde estão os grandes consumidores e o que é possível fazer de forma economicamente viável para trazer melhorias para a instituição.

A UFSC se distingue de outras organizações pela sua dimensão, transferência de experiência científica e cultural para a sociedade e possui competência de representação social, cultural, intelectual e científica, além de ser um centro de estudo, pesquisa e extensão, sendo responsável por contribuir com o desenvolvimento da região onde atua e, por formar cidadãos/profissionais das mais diversas áreas que contribuam para uma sociedade justa e solidária em sustentável (AMARAL et al., 2015).

O papel das Instituições de Ensino Superior nas discussões sobre sustentabilidade vai além da relação de ensino em salas de aula, pois avança por meio de projetos que envolvem a comunidade a qual está inserida, que trazem soluções para as problemas da comunidade, dessa forma cabe a UFSC colocar em prática o que nela é ensinado, fazendo com que a sua própria gestão interna torne-se um modelo de gestão sustentável de sucesso para a comunidade, conseguindo assim influenciar por meio de resultados as organizações as quais os seus formandos irão fazer parte, auxiliando assim a sociedade a obter um desenvolvimento social mais justo e sustentável.

O estudo da ecoeficiência energética é muito importante, principalmente no meio público, para dar o exemplo a sociedade. No Brasil, o setor público consome em torno de 8% do total do país. A diminuição dos gastos com energia elétrica, se faz muito importante para o administrador público, visto que existem outras demandas e prioridades de investimento. (PROCEL, 2022).

É válido ressaltar, que o presente trabalho utilizou muitas informações e conhecimentos adquiridos pelo pesquisador durante seis anos de trabalho na área da manutenção elétrica do Departamento de Manutenção Predial e Infraestrutura (DMPI) da UFSC.

Segundo a divisão de áreas e subáreas do conhecimento relacionadas à Engenharia de Produção, definidas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2017), este estudo se aplica na área da Engenharia de Sustentabilidade, tratando sobre a aplicação da Ecoeficiência na instituição investigada.

O Engenheiro de produção, tem entre suas funções reduzir os desperdícios melhorando a eficiência dos processos, de forma responsável e sustentável preocupando-se com o desempenho econômico. Isso justifica a execução deste trabalho, que busca trazer informações e propor melhorias no âmbito da ecoeficiência energética de uma instituição pública.

Visando a maior sustentabilidade das Universidade e a busca por se tornar mais Ecoeficiente, são feitos vários estudos nesta temática, alguns exemplos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Pesquisas relacionadas

Título da Pesquisa	Propostas Apresentadas	Autor e Ano
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA GESTÃO DA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE.	Revisão da eficiência geral da instituição, maior atenção na necessidade de troca de equipamentos ineficientes. A necessidade de um grupo de trabalho focado no desperdício, identificando oportunidades de melhoria de eficiência.	(SILVA, 2011).
GESTÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO: UM ESTUDO APLICADO AO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DA UTFPR SOB A ÓTICA TÉCNICA E ECONÔMICA	A substituição das luminárias instaladas por modelos considerados mais eficientes. Necessidade de mudança de cultura, eliminando o desperdício, utilizando práticas racionais de uso dos recursos públicos	(SOUZA,2012).
AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS POLÍTICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SETOR PÚBLICO	Caracterização dos edifícios para melhorar a compreensão da implementação de políticas públicas. Avaliação da eficácia das políticas e apoio a iniciativas que visem um objetivo dedicado, como pode ser o caso da energia reativa ou da iluminação interior dos edifícios.	(RODRIGUES, 2018).
ANÁLISE DE VIABILIDADE TECNOCONÔMICA PARA A SUBSTITUIÇÃO DE LUMINÁRIAS CONVENCIONAIS POR LUMINÁRIAS DE LED EM VIAS PÚBLICAS	Apresentação de cenários viáveis de investimento para a substituição de luminárias convencionais por luminárias de LED. Apontou o retorno estimado, que pode vir a ser obtido.	(MORAIS, 2022).
INDICADOR EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA AUXILIAR A TOMADA DE DECISÃO DE INVESTIMENTOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO	Necessidade do desenvolvimento de projetos de Eficiência Energética. Criação de indicadores capazes de auxiliar na tomada de decisão quanto a aplicação de um determinado projeto, afim de obter um melhor aproveitamento do investimento	(RIBEIRO; SILVA, 2018).
MANUTENÇÃO BASEADA EM CONDIÇÃO APLICADA A UM SISTEMA DE AR CONDICIONADO COMO REQUISITO PARA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS	Necessidade de manutenção dos equipamentos de Ar-condicionado, para melhoria da qualidade do ar nos ambientes. A manutenção de sistemas de ar condicionado tem destaque especial devido às consequências para a saúde, bem-estar e produtividade dos ocupantes do edifício.	(MARAN, 2011)

Fonte: Autor (2022)

Por meio da tabela 1, foi possível verificar que vários estudos são feitos nessa temática, de buscar com responsabilidade ambiental, uma maior eficiência na utilização dos recursos energéticos.

## 1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Para garantir maior foco, à análise no desenvolvimento do presente trabalho é realizada a delimitação do escopo da pesquisa. Este estudo está limitado a analisar a utilização dos equipamentos e da estrutura do campus da UFSC Florianópolis, englobando as máquinas de ar condicionado, iluminação, equipamentos de infraestrutura elétrica, geradores de energia, e entre outros.

Alguns equipamentos foram tratados em separado e foi feito um estudo com base nos conceitos da ecoeficiência energética, quanto a viabilidade econômica da troca em caso de equipamentos com baixa eficiência. Vale ressaltar que o trabalho estará focado em encontrar locais e equipamentos, que com melhorias do sistema ou da utilização deles ou trocas de equipamentos se consiga melhorar a utilização da energia evitando assim desperdícios, sendo feita a análise de viabilidade técnica e financeira para as possíveis intervenções.

O levantamento em campo de todas as instalações se torna inviável pela dimensão da instituição, porém, os dados existentes, apesar de não serem exatos, são bem próximos do real, conforme relatado pelos departamentos responsáveis. Devido à falta de dados mais precisos, torna-se difícil avaliar por completo, se as normas são aplicadas em sua plenitude ou qual a dimensão dos desperdícios oriundos desta situação.

Como teve-se dois anos com a Instituição fechada por conta da pandemia, nos estudos referentes ao consumo anual de energia, tornou-se necessário a utilização de dados do ano de 2019, ano anterior a Pandemia do Coronavírus.

No caso da Infraestrutura elétrica da UFSC os dados obtidos na instituição ficaram limitados aos dados já existentes nos departamentos da universidade, pois não foi possível fazer nenhum tipo de desligamento para fazer medições, principalmente as medições da infraestrutura da instituição.

Outro fato que foi impeditivo para a obtenção de maiores informações, e informações mais atualizadas e precisas, foi na questão que o Medidor de Qualidade de Energia, pertencente ao DMPI estava danificado durante o período do estudo.

Os dados obtidos para o estudo referente aos sistemas de iluminação, foram fornecidos pelo DMPI, e outros departamentos da extinta SEOMA que se transformou em Prefeitura Universitária. Os dados são estimativos, pois a Universidade tem características específicas, onde nem todas as reformas e manutenções são feitas pela Secretária de obras da universidade,



por vezes alguns laboratórios fazem por conta própria, por meio de dinheiro de projetos, para fazerem pesquisas específicas. Existe também a questão de edificações antigas, onde foram feitas reformas e alterações sem a execução de projetos As Built, e apesar dos esforços da SEOMA, nem todas informações são atualizadas. Por conta disso não existem dados exatos e atualizados, nem de quantidade e nem do tipo de iluminação, mas como abordado foram feitas estimativas.

No caso dos sistemas de refrigeração, foram obtidos com base nos dados e informações de levantamentos em campo, feitos pelos departamentos da Prefeitura Universitária. Algumas informações foram obtidas por meio de informações disponibilizadas no site do DCOM.

Outra delimitação para os sistemas de refrigeração, é o fato de que existem muitos equipamentos não patrimoniados e existem poucas informações sobre estes. Quanto aos equipamentos patrimoniados, o sistema de filtragem e de acesso às informações do patrimônio é insuficiente. Por conta também da limitação de tempo, não foi possível refinar o levantamento com os dados do Departamento de Gestão Patrimonial (DGP).

## 1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em seis capítulos, no primeiro capítulo está apresentado a introdução trazendo a contextualização, problemas de pesquisa, objetivos, justificativa, delimitação da pesquisa e a organização da pesquisa.

No segundo capítulo está apresentado a fundamentação teórica, que disserta sobre as instituições públicas de ensino e seu funcionamento, é tratado também sobre os conceitos da ecoeficiência.

O terceiro capítulo trata sobre a metodologia utilizada no estudo, caracterizando a forma da pesquisa, determinando o objeto de estudo e apresentado as etapas da pesquisa.

No quarto capítulo, são apresentados os dados do estudo de caso, onde foram obtidos, apresentados e sintetizados dados e informações da literatura, e das instalações da UFSC. Neste capítulo também são apresentadas propostas de melhorias, com base no conceito da ecoeficiência.

O quinto capítulo apresenta uma síntese de comparação entre as categorias de estudo da ecoeficiência energética da UFSC, este capítulo é basicamente um resumo das propostas de

melhorias mais importantes. Por fim, no sexto capítulo é apresentada a conclusão e indicações para futuros trabalhos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordadas as definições fundamentais e os conteúdos necessários para o entendimento do trabalho apresentado. Logo, serão apresentados diversos conceitos para cada tema, tendo como objetivo seguir diferentes linhas de pensamentos, para encontrar um maior embasamento teórico.

### 2.1 INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO

Segundo o Ministério da Educação (2009) as instituições públicas de ensino são aquelas mantidas pelo Poder Público, na forma Federal, Estadual ou Municipal. Essas instituições não cobram matrícula ou mensalidade, e são financiadas pelo Estado.

#### 2.2.1 Instituição Pública de Ensino Superior

De acordo com o Ministério da Educação (2022) as Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras podem ser públicas ou privadas. As instituições públicas de ensino são aquelas financiadas e mantidas pelo Poder Público, na forma Federal, Estadual ou Municipal.

As Instituições de Ensino Superior, podem receber diferentes denominações, sobre a classificação acadêmico-administrativa.

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional Lei nº 9.394, de 20 de Dezembro de 1996, a Universidade é uma instituição acadêmica pluridisciplinar que conta com produção intelectual institucionalizada, e apresenta requisitos mínimos de titulação acadêmica de seu quadro de docentes. Pela necessidade que as universidades demandam por autonomia elas são classificadas como Autarquias. Conforme descrito na Lei nº 11.892 de 29 de dezembro de 2008, As Universidades tratam-se de pessoas jurídicas de direito público, detentoras de autonomia administrativa, podendo assim criar cursos e sedes acadêmicas e administrativas, expedir diplomas, emitir portarias, decretos e regulamentos internos, fixar currículos e número de vagas, firmar contratos, acordos e convênios, além de possuírem patrimônios entre outras ações, respeitada a norma constitucional, e as legislações vigentes.

O Decreto – Lei nº 200 de 1967 no artigo 5 define autarquia como: “serviço autônomo, criado por lei, com personalidade jurídica, patrimônio e receita próprios

para executar atividades típicas de Administração Pública, que requeiram, para seu melhor funcionamento, gestão administrativa e financeira descentralizada.”

Segundo a Divisão de Temas Educacionais (DTE, 2022), o Centro Universitário é instituição uma pluricurricular, que contém uma ou mais áreas do conhecimento. Em termos de estrutura é semelhante a Universidade, mas não apresenta o requisito da pesquisa institucionalizada e não está definido na Lei de Diretrizes e Bases.

De acordo com a Divisão de Temas Educacionais (DTE, 2022), a Faculdade tem duas definições. Uma delas é de ser uma Instituição de Ensino Superior que não apresenta autonomia, e que não tem a função de promover a pós-graduação. A outra definição é aplicada para se referir a unidades orgânicas de uma Universidade.

De acordo com a Lei nº 11.892/08, as Institutos Federais são unidades voltadas à formação técnica, com capacitação profissional em áreas diversas. Oferecem ensino médio integrado ao ensino técnico, cursos técnicos, cursos superiores de tecnologia, licenciaturas e pós-graduação.

Segundo o Ministério da Educação (2022), as Instituições de públicas de ensino Superior podem oferecer cursos nos turnos, matutino, vespertino, noturno e integral, no caso da UFSC são oferecidos os três turnos.

A UFSC trabalha com ensino, pesquisa e extensão. Estes três formam um tripé obrigatório nas universidades e são indissociáveis através do artigo 207 da Constituição de 1998 (BRASIL, 1998). Essa tríade contribui para a produção universitária, e vem de encontro com o papel, social, cultural e solidário com a sociedade (MOITA e ANDRADE, 2005).

## 2.2 EFICIÊNCIA

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2022) a eficiência significa fazer mais, ou pelo menos, a mesma coisa com menos, mantendo a qualidade. Referente a energia, a eficiência energética significa gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos naturais, ou realizar o mesmo trabalho com um menor consumo de energia.

Com o aumento da eficiência de equipamentos e a maior preocupação com o uso consciente da energia, tornam-se menores os impactos negativos ao meio ambiente, por conta da menor utilização de recursos naturais para gerar energia.

Gerar energia é muito caro e danoso para o meio ambiente. No Brasil existe o Selo Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica é um programa de governo,

coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME e executado pela Eletrobras. Foi instituído em 30 de dezembro de 1985, pela Portaria Interministerial nº 1.877, para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício.

“As ações do PROCEL contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia e, além disso, postergam os investimentos no setor elétrico, mitigando, assim, os impactos ambientais e colaborando para um Brasil mais sustentável” (PROCEL, 2022).

Um indicador de eficiência permite que sejam detectados desperdícios de recursos que reduzem a produtividade, o método da ecoeficiência é um dos métodos para o cálculo da eficiência (WBCSD, 2009)

O princípio da eficiência foi incluído na Constituição Federal pela Emenda Constitucional nº 19/1998. A partir de então, através do art. 37, foi estabelecido um novo princípio na Administração Pública, o princípio da eficiência, significando a perspectiva de prestação do serviço público com qualidade

### **2.2.1 Ecoeficiência**

O surgimento do termo “ecoefficiência” se deu em 1992, durante o encontro do *World Business Council for Sustainable Development* – WBCSD, como a forma de diminuir o consumo de recursos naturais e geração de poluentes, mantendo a produção e fornecimento de bens e serviços competitivos. O objetivo é ser eficiente, conseguindo manter a qualidade de vida, sem trazer alterações negativas ao meio ambiente.

Também no encontro do WBCSD em 1992 foi definido que existem sete elementos fundamentais para uma atuação ecoeficiente por parte das organizações, esses elementos são utilizados como parâmetro de avaliação dos benefícios da adoção da ecoeficiência nas empresas que a adotam, são eles (WBCSD, 2009):

- Mitigar a intensidade de material utilizado nos bens e serviços;
- Mitigar a intensidade de energia utilizada nos bens e serviços;
- Mitigar a dispersão de qualquer tipo de material tóxico;

- Apoio à reciclagem;
- Maximização do uso sustentável dos recursos naturais;
- Expansão da durabilidade dos produtos;
- Aumento do nível de bens e serviços.

Ainda segundo a WBCSD, existe uma grande diversificação de benefícios advindos da adoção de práticas ecoeficientes, os quatro fatores mais observados pelas companhias são:

- Ênfase no serviço ao consumidor: foca no tipo de serviço a oferecer. Assim as companhias criam novas oportunidades de entregar aplicações que agreguem mais valor;
- Ênfase na qualidade de vida: o sucesso das companhias no futuro estará cada vez mais focado nos produtos e serviços que atendam a necessidades reais, e não àquelas criadas;
- Uma visão do ciclo de vida: as companhias agregam valor ao seu negócio monitorando e avaliando o seu impacto a cada estágio do ciclo de vida. Uma visão deste tipo pode levar a desenhar ou redesenhar produtos e processos para diminuir o impacto ambiental enquanto aumenta a eficiência;
- Eco-capacidade: ajuda as companhias a fazer negócios de forma a adicionar cada vez mais valor levando em consideração a capacidade da Terra em receber resíduos e detritos.

No Brasil, este conceito ganhou muita força a partir da criação do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável – CEBDS, que é composto por grandes corporações e que por meio do conceito da ecoeficiência, tem como missão promover o desenvolvimento sustentável no setor empresarial (CEBDS, 2008).

Segundo Verfaillie e Bidwell (2000) é possível fazer a medição da ecoeficiência por meio de uma fórmula geral que reúne a economia e ecologia, a fórmula relaciona o valor do produto ou do serviço com a sua influência ambiental.

Para Salgado (2007, p. 6) “a ecoeficiência consiste numa das ferramentas existentes que apoia a sustentabilidade empresarial, cujo conceito surge como uma resposta do mundo empresarial às cobranças contínuas de ações que contribuíssem ao desenvolvimento sustentável”.

Segundo a WBCSD (2009) é entendido como ecoeficiência os comportamentos que conseguem trazer melhorias ao desempenho ambiental e também diminuem os custos pela diminuição na utilização de insumos utilizados nos processos produtivos.

A ecoeficiência também é vista por Vellani e Gomes (2010) como o conceito utilizado no mundo dos negócios pelas empresas para refletirem, discutirem e promoverem a integração

entre desempenho econômico e ecológico. Para isso, as empresas levam em conta o impacto negativo da geração de resíduos durante o processo de fabricação/execução dos seus produtos e serviços. A vantagem competitiva de uma boa gestão de resíduos gera ganhos econômicos e reduz a poluição e aumenta a ecoeficiência empresarial.

As empresas que adotam o conceito da ecoeficiência geram serviços e produtos com maior valor agregado, conseguindo também um consumo menor dos recursos e diminuindo a poluição gerada no processo (LEHNI, 2000). Melhorando assim também a imagem da empresa e criando um maior valor a marca.

Com a utilização dos conceitos da ecoeficiência é possível atender os requisitos necessários para que uma empresa se incorpore ao mercado e permaneça nele, para isso ela deve ser economicamente rentável, ambientalmente compatível e socialmente justa (CNTL, 2002).

Segundo Burrit e Saka (2005) a ecoeficiência pode ser classificada como uma forma de fornecer informações monetárias unidas a informações não-monetárias, e com essas informações gerar uma avaliação do desempenho ecológico simultaneamente ao desempenho econômico.

Os produtos Ecoeficientes são produtos que auxiliam as pessoas e as empresas a utilizar menos recursos naturais e com mais eficiência, ou seja, com produtos Ecoeficientes é possível diminuir a utilização de água, energia, combustíveis e entre outros recursos, poluindo menos e sem perder a sua utilidade.

Conforme D'Agosto e Ribeiro (2010) a ecoeficiência é um conjunto de elementos-chaves para aprimorar a ecoeficiência de uma atividade e os princípios que garantem os indicadores recomendados e a forma de sua obtenção sejam cientificamente justificáveis, relevantes para o meio ambiente precisos e úteis.

A ecoeficiência é medida através de um conjunto de elementos, esses, devem ser obtidos de forma cientificamente justificável, ser precisos, relevantes para o meio ambiente e úteis. (D'Agosto e Ribeiro, 2010). Com este conjunto de elementos é possível promover um maior controle e gerenciamento por parte dos responsáveis.

Segundo (Vaz, 2010). A ecoeficiência traz ferramentas e instrumentos para a obtenção dos elementos que auxiliam as organizações a alcançar seus objetivos, no intuito de melhorar o gerenciamento e desempenho organizacional, entre as ferramentas estão:

- Avaliação do ciclo de vida

- Estudos de impactos ambientais
- Sistemas de gestão ambiental
- Relatórios ambientais
- Rotulagem ambiental
- Gerenciamento de riscos ambientais
- Educação ambiental empresarial.

Segundo Barbieri (2004) podem ser utilizados também, instrumentos convencionalmente utilizados para fins de qualidade e produtividade, sendo eles a análise do valor, análise de falhas, listas de verificação, cartas de controle, diagramas de relações, diagramas de causa-efeito, indicadores de desempenho, ciclo PDCA, manutenção preventiva, e entre outras.

Para estabelecer uma terminologia clara e uma estrutura metodológica comum para a avaliação da ecoeficiência, foi criada a NBR ISO 14045 de 05/2014 – Gestão ambiental – Avaliação da ecoeficiência de sistemas de produto – Princípios, requisitos e orientações. A norma fornece orientações de forma clara, quanto a forma de avaliação da ecoeficiência e a interpretação dos resultados.

A ecoeficiência energética trata-se da aplicação dos conceitos da ecoeficiência na área energética.

Os conceitos apresentados neste capítulo servirão de subsídios para a análise que será desenvolvida nos próximos capítulos. Antes, porém, será apresentada a metodologia da pesquisa.



### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão abordados os métodos de pesquisa e desenvolvimento utilizados, bem como, as etapas adotadas para a presente pesquisa.

Um método de pesquisa é caracterizado como um conjunto de atividades, que devem estar apresentadas de forma que oriente a geração de conhecimentos válidos, mostrando o caminho a ser seguido Lakatos e Marconi (1991).

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa foi classificada, quanto à natureza como uma pesquisa aplicada, pois tem o objetivo adquirir novos conhecimentos sobre a ecoeficiência energética da Instituição de Ensino UFSC.

O trabalho fundamenta primeiramente, a abordagem metodológica, e em seguida, enfatiza a metodologia de pesquisa com base na literatura. Em seguida, é descrito os tipos de abordagens de pesquisa para então ser discutido a condução do estudo de caso, baseado em etapas definidas. Após isso, são apresentadas as considerações finais, e são apresentadas sugestões para trabalhos futuros (CAUCHICK, 2007).

Entre os benefícios principais da condução de um estudo dessa forma está a possibilidade do desenvolvimento de nova teoria e de aumentar o entendimento sobre eventos reais e contemporâneos. O estudo de caso foi utilizado por muitos dos estudos que hoje são se tornaram conceitos contemporâneos para a engenharia de produção e gestão operação (SOUZA, 2005).

De acordo com os objetivos do trabalho, o mesmo foi fundamentado em uma pesquisa exploratória e descritiva, pois foram utilizados dados coletados na instituição para construir os possíveis cenários, descrevendo e caracterizando conceitos da aplicação da ecoeficiência. A pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o objeto de estudo, busca construir hipóteses para um determinado problema (GIL, 2006).

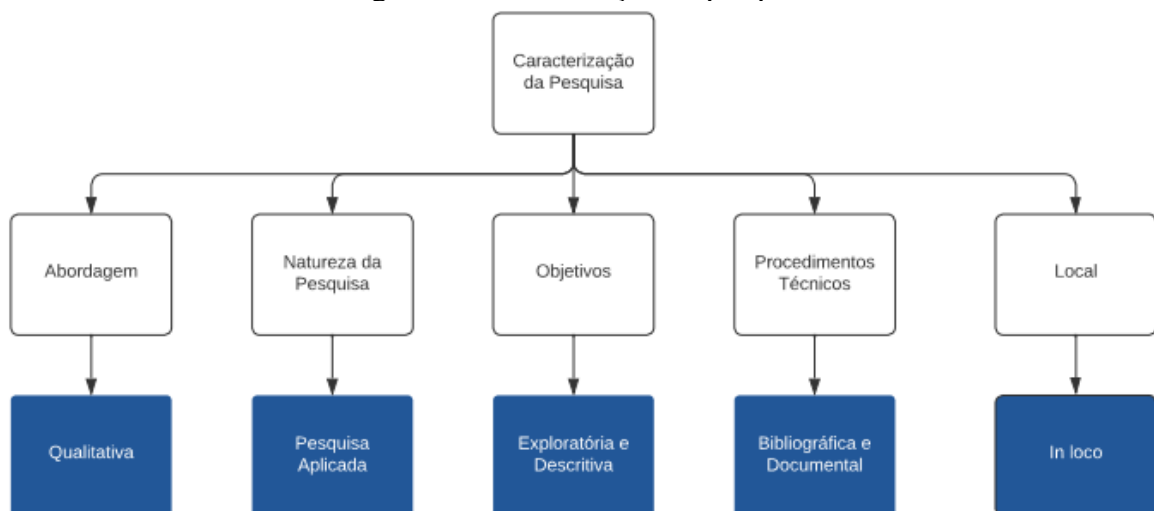
O estudo tem uma abordagem predominantemente qualitativa, visto que se trata de uma pesquisa descritiva, onde é utilizado a subjetividade, pois não é possível traduzir em números, portanto sem a utilização de dados estatísticos.

A pesquisa bibliográfica, foi necessária para obter informações e dados a partir de materiais já publicados, sendo esses materiais, constituídos principalmente de livros e artigos. A pesquisa documental também foi utilizada como forma de tratar os materiais não tratados analiticamente como suporte à pesquisa bibliográfica (GIL, 2006).

Neste trabalho foi escolhido o método de estudo de caso. O estudo de caso surgiu com o objetivo de possibilitar uma análise aprofundada de um ou mais objetos (casos), com o uso de múltiplos instrumentos de coleta de dados e da interação entre o objeto de pesquisa e o pesquisador.

Quanto ao local de realização da pesquisa foi do tipo pesquisa em campo, onde não há controle efetivo sobre todas as variáveis. Na figura 1 é apresentada a caracterização da pesquisa.

Figura 1: Caracterização da pesquisa



Fonte: Autor (2022)

Neste item foram apresentados os detalhes da caracterização da pesquisa. No próximo item é abordado as questões referentes ao objeto de estudo.

### 3.2 OBJETO DE ESTUDO

A Instituição escolhida para o estudo é a Universidade Federal de Santa Catarina “UFSC” que atua no ramo educacional, e trabalha com Ensino, Pesquisa e Extensão, ela atualmente possui cinco campi: Araranguá, Blumenau, Curitibanos, Florianópolis e Joinville.

Na figura 2 é apresentado o mapa demonstrando a localização das cidades com consumo de energia.

Figura 2: Municípios com unidades consumidoras de energia elétrica da UFSC.



Fonte: DPAE (2022)

Para fins de faturamento a UFSC se encontra na classe Poder Público, de acordo com o artigo 53-M da Resolução Normativa nº 414 da ANEEL:

“Nesta Classe enquadram-se as unidades consumidoras de responsabilidade de consumidor que seja pessoa jurídica de direito público, independentemente da atividade desenvolvida, incluindo a iluminação em vias e semáforos, radares e câmeras de monitoramento de trânsito, exceto aqueles classificáveis como serviço público de irrigação rural, escola agrotécnica, iluminação pública e serviço público, subdividindo-se nas seguintes subclasses: I – poder público federal; II – poder público estadual ou distrital; e III – poder público municipal”.

A Universidade Federal de Santa Catarina possui 84 unidades consumidoras de energia elétrica, sendo 24 alimentadas em Alta Tensão (AT) e 60 alimentadas em Baixa Tensão (BT). Na Tabela 2 é mostrada a distribuição das unidades consumidoras da UFSC e das parcelas de consumo de energia e despesa nos municípios do estado de Santa Catarina, também é possível observar que o maior consumo de energia está na cidade de Florianópolis, onde se encontra a sede e a maioria das instalações da Instituição.

Tabela 2: Quantidade de unidades consumidoras da UFSC, por cidades

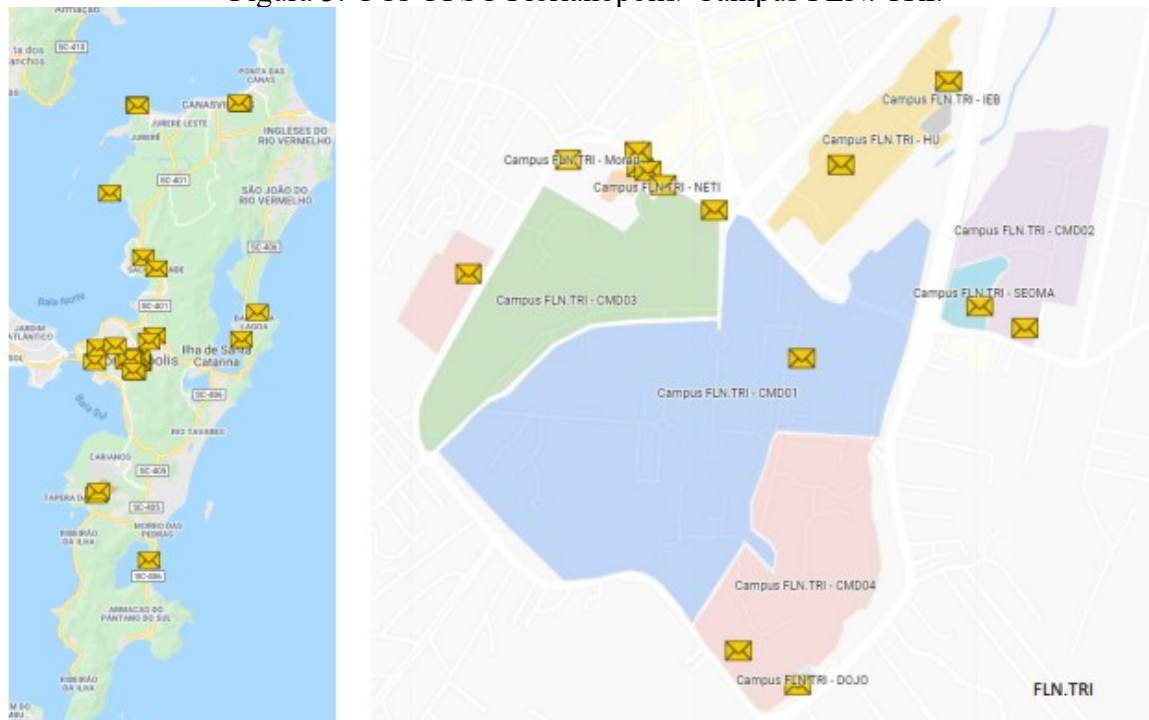
Local	Subdivisão	AT	BT	Total de UCs	Parcela do consumo total em 2020	Parcela da despesa total em 2020
Araranguá	Araranguá	1	-	1	0,29%	0,32%
Joinville	Baln. Barra do Sul	1	-	4	2,25%	2,93%
	Joinville	3	-			
Blumenau	Blumenau	-	45	45	0,71%	0,82%
Curitibanos	Curitibanos	3	1	4	2,08%	2,16%
Florianópolis	Trindade	8	5	30	94,67%	93,77%
	Demais unidades	8	9			

Fonte: DPAE/SEOMA (2022)

Este estudo foi feito com base no Campus Universitário de Florianópolis. Dentro do Campus existem áreas de consumo de energia das mais variadas como, salas de aula, laboratórios, escritórios, centros de eventos, auditórios, praças, restaurantes, lanchonetes, bibliotecas, estacionamentos e entre outras, resumindo a instituição é praticamente uma cidade com vários tipos de cargas consumidoras.

O Campus UFSC Florianópolis dispõe de 30 unidades consumidoras, sendo 16 alimentadas em AT e 14 alimentadas em BT, as localizações dos pontos de alimentação estão representadas na figura 3. É possível observar o maior número de UCs está no Campus Trindade (FLN.TRI) com 13 UCs.

Figura 3: UCs UFSC Florianópolis/ Campus FLN. TRI.



Fonte: DPAE/SEOMA(2022).

Segundo o relatório técnico 002/2021/COPLAN/DPAE/SEOMA/UFSC o campus da UFSC Florianópolis teve um consumo anual de 2.252,03 MW/h em 2018, e 2.140,14 MW/h no ano de 2019, em 2020 por conta da pandemia da Covid 19 teve-se uma redução no consumo, onde o consumo total foi de 1.563,69 MW/h.

Nos consumos abordados acima é possível observar que o consumo anual de 2019 foi menor em comparação com o ano de 2018. Segundo SANTOS (2021), um dos fatores que contribuíram para a queda do consumo está associada a substituição de lâmpadas fluorescentes por LED tubular, esse tipo de lâmpada possui uma eficiência energética superior, a troca foi realizada nas edificações do CSE, CTC, CCS, Reitoria e BU. O CMD “Centro de Medição” que apresentou maior diminuição de consumo foi o CMD – 01, das edificações que tiveram a troca a única que não é alimentada pelo CMD-1, são as edificações pertencentes ao CSE. O mapa da universidade com a divisão setorial dos alimentadores pode ser visto na figura 4. De acordo com dados do DMPI, foram realizadas as seguintes substituições nos centros de ensino supracitados em 2019:

- 2445 lâmpadas fluorescentes de 32 W por lâmpadas LED tubular de 18 W;
- 1860 lâmpadas fluorescentes de 18 W por lâmpadas LED tubular de 9 W.

Figura 4: MAPA da UFSC Campus FLN. TRI. Com detalhamento das instalações



A UFSC vem buscando formas de reduzir as despesas com energia elétrica e colaborar com a diminuição da emissão de CO<sub>2</sub> no meio ambiente, ou seja, se tornar mais Ecoeficiente, por conta disso a universidade vem investindo na geração de energia solar fotovoltaicos, essa é uma das formas de autogeração de energia que vem crescendo nos últimos anos no Brasil.

Em setembro de 1997, foi instalado no prédio da mecânica uma estrutura de geração de energia fotovoltaica, mostrada na figura 5, a estrutura é o primeiro sistema do Brasil interligado à rede elétrica pública e integrado à arquitetura. Possuía uma potência instalada de 2,015 kWp. Após duas décadas funcionando, alguns módulos foram desconectados. Com isso a capacidade de geração foi reduzida para 1,28 kWp (FOTOVOLTAICAUFSC, 2022).

Figura 5: Energia Fotovoltaica – Centro de Cultura e Eventos e prédio da Eng. Mecânica



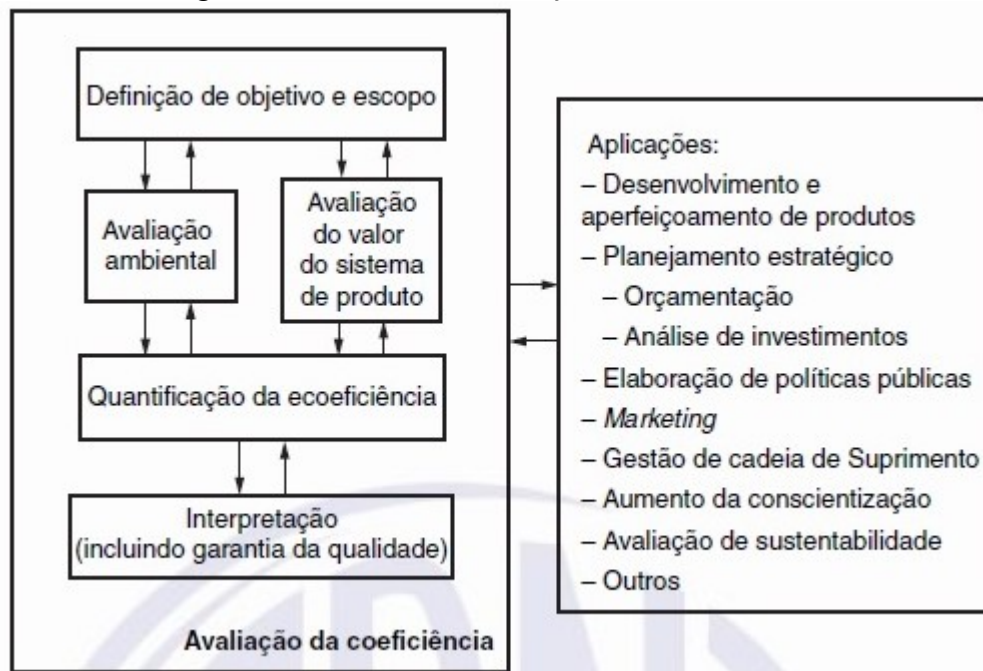
Fonte: FOTOVOLTAICAUFSC (2022)

Dentro do campus da UFSC Florianópolis, estão sendo instaladas novas estruturas de geradores de energia solar fotovoltaica, essas estruturas vão ser abordadas no decorrer do trabalho. No próximo item, são apresentadas as etapas da pesquisa.

### 3.3 MÉTODO ADOTADO

O método adotado para este estudo de caso, seguiu o conceito da ecoeficiência, de acordo com a norma ABNT NBR ISO 14045(2014), que dispõe sobre a Avaliação da Ecoeficiência de sistemas de produto – Princípios, requisitos e orientações. Auxiliou e permitiu o levantamento da ecoeficiência da instituição. A Figura 6 apresenta as fases da avaliação da ecoeficiência.

Figura 6: Fases de uma avaliação de ecoeficiência



Fonte: ABNT NBR ISO 14045:2014

### 3.3.1 Definição de objetivo e escopo

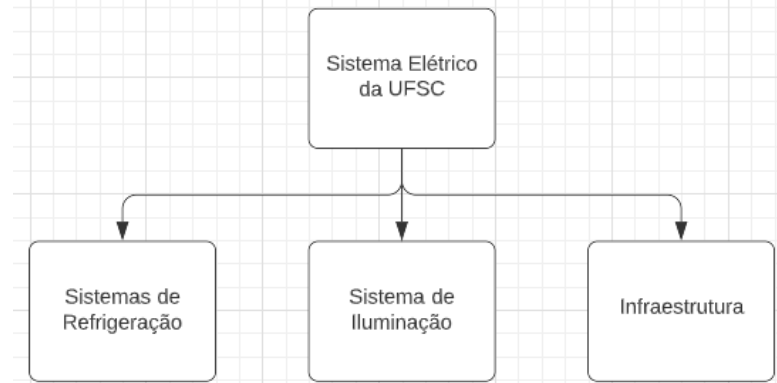
Primeiramente foi definido o objeto e o escopo do estudo, seguindo os conceitos da ecoeficiência. Na definição dos objetivos foram levados em conta, a finalidade da avaliação da ecoeficiência, o objeto de estudo e a finalidade dos resultados.

Na definição do escopo foram levados em conta, questões como as limitações, o sistema avaliado, o método de avaliação ambiental, o método de avaliação de valor, a forma de avaliação da ecoeficiência e a forma de elaboração das propostas de melhorias.

Desta forma, o objeto do estudo foi a área de manutenção da UFSC – Campus Florianópolis e o escopo do estudo foi modelado e dividido em três grandes áreas, sendo elas, Sistemas de Refrigeração, Sistemas de Iluminação e Infraestrutura, conforme a figura 7.



Figura 7: Divisão dos sistemas e equipamentos estudados



Fonte: Autor (2022).

Os sistemas e equipamentos estão separados nas três grandes áreas, pois a Instituição é muito grande, e o número e tipos de equipamentos também, com isso os dados e informações coletadas são muito grandes e variados. Como cada um desses consumidores de energia elétrica tem suas características específicas e torna-se necessário uma forma diferente de abordagem para cada um deles. A divisão dos dados de cada grupo está apresentada abaixo:

- **Sistemas e unidades de refrigeração:** Fazem parte deste sistema, equipamentos de Ar-condicionado, Bebedouros, Freezers e entre outros, como os sistemas tem características específicas e são grandes consumidores de energia foi necessário a separação, foi levado em conta também o fato da legislação ser diferente para este sistema, em comparação com os demais
- **Sistema de iluminação:** Neste, é estudado todo o sistema de iluminação, com intuito de gerar uma maior organização, foi necessário a separação deste sistema, pois o mesmo possui uma legislação específica e o número de dados gerados foi muito grande.
- **Infraestrutura:** Faz parte deste sistema as subestações, os equipamentos de distribuição de energia, quadros elétricos, cabeamento elétrico, sistemas de geração de energia, sistemas de aquecimento de água e entre outros. Nesta área, também é feito o estudo sobre o consumo de energia da UFSC Florianópolis. Os equipamentos neste sistema foram reunidos dessa forma, pois ou são geradores de energia ou equipamentos que distribuem a energia, que fazem parte da infraestrutura.

### *3.3.1.1 Avaliação ambiental*

Foi realizada a avaliação ambiental, levando em conta os dados obtidos na literatura e fazendo análises e ponderações com os dados e informações obtidos na instituição, gerando assim a avaliação ambiental da instituição.

Desta forma, no estudo da literatura foram levantadas as principais legislações sobre os sistemas e equipamentos elétricos, instalados na instituição. Para isso, foram consultadas bases de dados do Governo.

Foram obtidos informações e dados através de leituras e análises de banco de dados dos repositórios das universidades. Foram consultados livros, teses, artigos e estudos encontrados em pesquisas no Google acadêmico, as referências utilizadas foram avaliadas de acordo com a sua relevância sobre a ecoeficiência em instituições.

Foram buscadas informações quanto a conscientização dos usuários, pois um usuário que não sabe, ou não foi bem orientado de como utilizar bem os recursos disponíveis acaba por gastar mais energia do que seria necessário, por conta disso foi feito um estudo com base em pesquisas bibliográficas de revistas, artigos e estudos de caso, para saber quais as melhores formas de se abordar os usuários e quais as formas mais eficientes de consumo.

A busca pelas informações referentes aos equipamentos mais eficientes existentes no mercado e as formas mais eficientes de utilização e instalação desses equipamentos.

Além de buscar os dados referentes aos equipamentos existentes no mercado e a melhor forma de utilização dos mesmos, também foram obtidos dados, referentes ao consumo dada a falta de manutenção, instalação inadequada e má utilização, de equipamentos utilizados pela instituição.

E por fim, foram adquiridos dados sobre melhorias da ecoeficiência das empresas e instituições referentes a programas de conscientização de melhor uso da energia.

### *3.3.1.2 Avaliação do valor do sistema de produto*

Foram feitas avaliações quanto aos valores funcionais dos sistemas de forma qualitativa, levantando através dos dados da literatura as melhores formas de utilização dos sistemas da instituição, de forma que se obtenha melhorias através da melhor utilização, enquanto o sistema permanece o mesmo.

Foi realizado avaliações referentes ao valor monetário através de custos, preço, e investimento futuro. Também foi realizado levantamentos através de valores intangíveis, como valores culturais de orientação/educação dos usuários.

Desta forma, o estudo foi dividido em 3 grupos, e estes terão as suas limitações, os dados obtidos dos grupos vão ser apresentados e obtidos da seguinte forma:

- **Sistemas e unidades de refrigeração:** Este sistema está entre os maiores consumidores de energia da Instituição, os dados foram obtidos juntamente com os departamentos da Prefeitura Universitária, algumas informações foram obtidas por meio de dados disponibilizadas no site do Departamento de Compras (DCOM) e o Departamento de Gestão Patrimonial (DGP). Os dados apresentados são de levantamentos em campo, realizado pelo departamento da Prefeitura Universitária.

- **Sistema de iluminação:** Este sistema também se encaixa entre os maiores consumidores da universidade, os dados foram obtidos com base em levantamentos em campo e estimativas básicas, também foi utilizado o método da média ponderada. Todos são métodos básicos conforme explicado abaixo:

Estimativa: As estimativas foram feitas com base em tabelas básicas de dimensionamento de projeto luminotécnico, onde é dado a área e o tipo de instalação e se obtém a quantidade de luminárias. Como a metragem das edificações é conhecido e grande parte dos tipos de luminárias em cada edificação também, então foi possível fazer uma boa estimativa.

Para fins de conferência, se as estimativas estavam boas, foram estimados números de lâmpadas para os locais onde foi feito o levantamento em campo, e os valores obtidos foram próximos da realidade.

Média Ponderada: A média ponderada é calculada por meio do somatório das multiplicações entre valores e pesos divididos pelo somatório dos pesos.

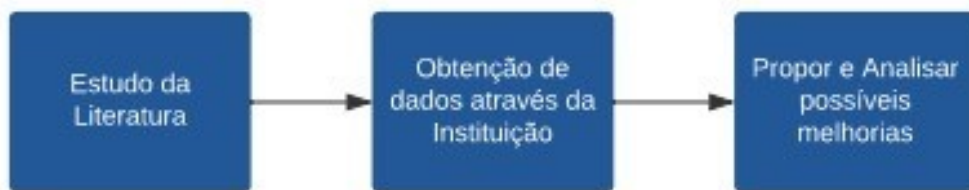
- **Infraestrutura:** o dimensionamento incorreto do sistema e a falta de manutenção do sistema, fazem com que exista um aumento no consumo de energia, o risco de falta e provoque a queima de equipamentos. Os dados desta área de estudo foram obtidos exclusivamente com os departamentos da Prefeitura Universitária. Inicialmente a ideia era utilizar o Medidor de Qualidade de Energia do DMPI, para obter informações em campo, mas com a queima do equipamento isso não foi possível.

### 3.3.1.3 Quantificação da ecoeficiência

Os resultados da quantificação da ecoeficiência, foram obtidos através da relação entre os resultados da avaliação ambiental, com os resultados da avaliação do valor do sistema de produto, seguindo as definições do objeto e escopo.

Desta forma, a pesquisa foi realizada para cada uma das três grandes áreas escopo da pesquisa, na qual foi dividida em três etapas, onde inicialmente foram levantadas informações da literatura e foram obtidos os dados da instituição, após isso foram analisados os dados. A figura 8 ilustra as etapas da pesquisa.

Figura 8: Etapas da Pesquisa



Fonte: Autor (2022).

### 3.3.1.4 Interpretação e síntese das propostas de melhorias

A interpretação da avaliação da ecoeficiência foi realizada de acordo com o objetivo e o escopo do estudo, realizando a identificação de questões importantes com base nos resultados das fases de avaliação ambiental e do valor do sistema de produto. Realizando uma síntese de comparação entre as áreas e realizando recomendações, propostas de melhorias e formulando conclusões.

E por fim, a partir do conhecimento obtidos através do estudo da literatura e dos dados e informações obtidos na instituição. Foram elaboradas análises com base nos dados e informações coletados, e posteriormente foram elaboradas e apresentadas as propostas de melhorias baseadas nos conceitos da ecoeficiência.

## 4 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

Este capítulo foi estruturado baseando-se nas etapas apresentadas na seção 3.3. Inicialmente, são apresentados os dados obtidos através da literatura e na instituição, bem como, os elementos relevantes, isso para cada sistema conforme já designado, sendo feita uma apresentação de cada um destes dados, para um maior entendimento.

Na sequência foram feitas as análises com base nos dados obtidos, utilizando as ferramentas e métodos da Ecoeficiência, analisando e fazendo críticas sobre os atuais sistemas e apresentando e estudando novas opções que podem trazer para a instituição uma melhor ecoeficiência.

### 4.1 ÁREA: SISTEMAS DE UNIDADES DE REFRIGERAÇÃO

Neste tópico estão apresentadas as informações e dados obtidos por meio de estudos da literatura, e de dados fornecidos pela instituição, referente aos sistemas de refrigeração que estão instalados e sendo utilizados na UFSC.

#### 4.1.1 Estudo da literatura

Neste tópico estão apresentadas as informações coletadas em estudos da literatura, foram apresentadas as informações encontradas sobre a ecoeficiência e o funcionamento dos sistemas de refrigeração, mais especificamente de equipamentos como Ares-condicionados, refrigeradores, freezers, bebedouros e entre outros.

O sistema de ar condicionado pode representar mais de 30% do consumo de energia elétrica de um prédio comercial, por conta disso o sistema sendo utilizado de forma inadequada, seja por má utilização ou por um sistema dimensionado de forma errada, pode representar uma grande fonte de desperdício (COSTA, 2016).

A aquisição de equipamentos mais eficientes e o dimensionamento correto dos sistemas é muito importante, sendo assim a instituição deve ter as informações do que ela tem instalado, para poder prever o que pode ou não ser substituído, ou se é viável ou não a manutenção. Por isso a importância da execução de projetos *As-Built* e de manter prontuários

com informações atualizadas, bem como os relatórios técnicos das inspeções feitas (DMPI, 2022)

Os aparelhos de Ar-condicionado do tipo janela são equipamentos que causam um maior desconforto acústico, por conta de seus componentes, equipamentos do tipo Split-inverter, são as melhores alternativas para substituição (WEBARCONDICIONADO, 2014).

A má utilização dos sistemas de refrigeração por parte dos usuários é uma das maiores fontes de desperdício, e essa, é a margem mais econômica e flexível de redução no consumo energético, principalmente em prédios públicos. Por conta disso, torna-se muito importante educar os usuários e configurar os sistemas de forma que ele se mantenha eficiente, e que apenas os usuários capacitados e autorizados consigam alterar as configurações pré-estabelecidas, esse controle se torna muito importante, principalmente pelo hábito inadequado dos usuários no uso dos sistemas de refrigeração, um grande exemplo de uso inadequado é em salas de aula, onde vários usuários tem acesso e configuram os equipamentos da forma que acham adequadas (COSTA, 2016).

É muito importante levar em conta o gás que é utilizado pelo Ar condicionado, existem gases mais e menos eficientes e também os que são mais e menos maléficos ao meio ambiente, e ele é um Item de fundamental importância para o funcionamento do ar-condicionado, o fluido tem a função de transformar o ar quente em frio. Sem vazamentos o gás do ar-condicionado não acaba, e existem algumas práticas que estendem o prazo de validade e a eficiência do aparelho (COSTA, 2016).

O vazamento do gás utilizado nos aparelhos de condicionamento de ar pode trazer danos à saúde do trabalhador sob duas situações: a primeira é em função da toxicidade do gás quando inalado, a segunda é na ineficiência do controle de temperatura ambiente, fazendo com que o trabalhador/aluno fique exposto a temperaturas inadequadas durante a sua jornada laboral afetando o rendimento, aumentando a fadiga e levando ao desconforto, e que por consequência pode afetar diretamente a saúde, ou ao causar cansaço e/ou estresse ser motivador de desatenção ou irritação. (WEBARCONDICIONADO, 2015).

A NR 17 (2009), em seu item 17.5.2. orienta que nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, são recomendadas as seguintes condições de conforto:

- a) níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no INMETRO;

- b) índice de temperatura efetiva entre 20°C (vinte) e 23°C (vinte e três graus centígrados);
- c) velocidade do ar não superior a 0,75m/s;
- d) umidade relativa do ar não inferior a 40 (quarenta) por cento.

O governo vem tentando se tornar mais sustentável, por meio do aperfeiçoamento e elaboração de leis e normas. As mais importantes voltadas aso sistemas de refrigeração estão apresentadas na sequência.

A Portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1998, determina em seu art. 1º:

“Art. 1º - Aprovar Regulamento Técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a Qualidade do Ar de Interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados”.

Com a publicação no Diário Oficial da União da Lei nº 13.589, em 04 de janeiro de 2018.

“A manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes passou a ser uma exigência para todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente. Devendo dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle - PMOC dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes.”

O governo federal publicou o decreto de nº 10.779, de 25 de agosto de 2021, que trata de recomendações para o uso eficiente da energia elétrica na administração pública federal.

Quanto aos itens voltados aos sistemas de refrigeração estão:

1. Da utilização de aparelhos de ar-condicionado:

- 1.1. Desligar o aparelho de ar-condicionado quando o ambiente estiver desocupado;
- 1.2. Utilizar apenas ventilação natural nos dias com temperaturas amenas;
- 1.3. Limitar o resfriamento a 24°C e o aquecimento a 20°C;
- 1.4. Manter as portas e as janelas fechadas quando o aparelho de ar-condicionado estiver ligado;
  - 1.4.1. Nos termos das normas regulatórias:
    - 1.4.1.1. Manter os filtros e os dutos dos aparelhos de ar-condicionado limpos;
    - 1.4.1.2. Garantir a circulação, a renovação e a qualidade do ar interno;
    - 1.4.1.3. Instalar sistemas de renovação do ar nos sistemas de ar-condicionado que não o possuam, tais como como aparelhos de janela, splits, multi-splitse fluxo de gás refrigerante variável; e
    - 1.4.1.4. Em ambientes com grande flutuação de pessoas, avaliar a modulação da renovação de ar em função do nível de ocupação do ambiente, com o uso, dentre outros, de sensores de dióxido de carbono;
  - 1.5. Manter as salas dos centros de processamentos de dados (data center) resfriadas apenas até o limite do tecnicamente necessário;
  - 1.6. No planejamento da contratação, dimensionar os aparelhos de ar-condicionado de acordo com o tamanho do ambiente e incluir sistema de renovação de ar para aqueles que não o possuam no sistema integrado; e

4. Das geladeiras e dos congeladores:

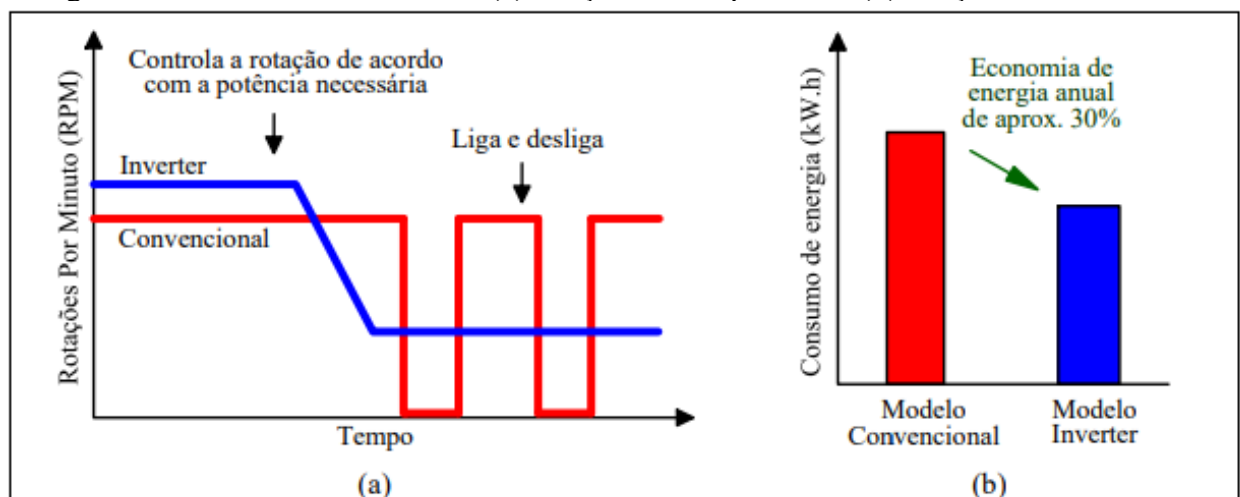
- 4.1. Evitar que as portas dos equipamentos fiquem abertas desnecessariamente;

- 4.2. Regular a potência dos equipamentos conforme a temperatura ambiente e a capacidade utilizada;
  - 4.3. Manter os equipamentos fora do alcance de raios solares ou de outras fontes de calor;
  - 4.4. Manter os equipamentos em local com espaço para dissipação do calor;
  - 4.5. Desligar os equipamentos cujo uso não seja necessário e constante; e
  - 4.6. Realizar o degelo de acordo com o definido em manual do consumidor para os equipamentos que não disponham de degelo automático.
- 7 Dos equipamentos de refrigeração e de água potável: desligar os equipamentos de refrigeração de água potável ao final do expediente e sempre que não estiverem em uso.
- 10.10. Adquirir somente aparelhos de ar-condicionado dotados de compressor com a tecnologia de rotação variável.

Os equipamentos de refrigeração mais eficientes atualmente utilizam a tecnologia inverter. Segundo Marangoni (2015), os aparelhos com tecnologia *inverter* fabricados pela Daikin consomem 30% menos energia elétrica do que os aparelhos convencionais. Alguns fabricantes informam que podem consumir até 40% menos.

Na figura 9, é apresentado um gráfico que ajuda a entender um pouco da tecnologia inverter e sobre o seu ciclo de funcionamento. Em um simples resumo do funcionamento, quando o ar-condicionado é ligado, o compressor funciona à toda velocidade para resfriar o ambiente, mas diferentemente do Ar-condicionado comum, que desliga, o inverter reduz a velocidade para manter a temperatura desejada. O fato de não ser necessário ligar e desligar o compressor com frequência, gera economia de energia e estabilidade da temperatura ambiente.

Figura 9: Convencional e Inverter, (a) rotação do compressor, e (b) relação de economia



Fonte: Marangoni (2015).



De acordo com Marangoni (2015). No caso dos aparelhos fabricados pela Pioneer, os modelos que não são *Inverter* podem ter uma variação de temperatura entre  $\pm 3^\circ$  Celsius, já nos modelos *Inverter* essa variação diminui e fica entre  $\pm 0,5^\circ$  Celsius. Os modelos *Inverter* diminuem a temperatura do ambiente mais rapidamente, isso pode ser observado na figura 8. Todas essas características demonstram a maior eficiência dos modelos *Inverter*.

A manutenção preventiva é um ponto muito importante para reduzir o desperdício de energia nos sistemas de refrigeração. De acordo com Maran (2011), a implantação de um programa de manutenção preventiva, pode reduzir em torno de 15% a 20% do consumo energia com os equipamentos, segundo a mesma fonte, a calibração, aferição e adaptação do funcionamento às condições operacionais requeridas pelos equipamentos podem aumentar a eficiência entre 5% e 30%.

Manter o sistema refrigeração em funcionamento com confiabilidade e segurança é outro quesito fundamental. Com a manutenção preventiva baseada em condição a gestão de manutenção dos equipamentos do sistema de refrigeração ficam otimizados, as paradas devido falhas não previstas ou programadas são bastante diminuídas e a vida útil dos equipamentos é estendida. A disponibilidade aumenta, o que assegura aos usuários ambiente agradável e bem-estar. Por isso a necessidade de dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC.

#### **4.1.2 Apresentação dos dados obtidos na Instituição**

Sobre o sistema de climatização a maior parte dos dados foram obtidos juntamente com o DMPI, que é o departamento responsável pela manutenção dos equipamentos pertencentes aos sistemas de refrigeração da UFSC.

O último contrato de manutenção dos sistemas de refrigeração da universidade findou no início de 2020 apresentando algumas limitações e não contemplando a execução do PMOC, visto que a assinatura do contrato foi anterior à publicação da lei. Em sua maioria, a empresa consertava o que estava danificado, recolocando em funcionamento sem necessariamente executar a manutenção preventiva. (no presente ano de 2022, os equipamentos vinculados aos Chillers, são os únicos que estão com contrato de manutenção vigente).

Como abordado no tópico 4.1.1, a falta de manutenção em equipamentos de refrigeração, acaba causando o maior consumo de energia, diminui o desempenho dos usuários em suas tarefas, pode ser prejudicial à saúde e entre outros fatores abordados no tópico.

Alguns setores da instituição como laboratórios e centros de ensino acabaram nesse período fazendo contratações próprias para a manutenção de seus equipamentos, mas em geral, essas contratações são pontuais e não contemplam a execução do PMOC.

Um dos grandes problemas da Instituição referente ao controle ou elaboração de planos para a melhoria dos sistemas de refrigeração é a falta de informação sobre os sistemas existentes e em funcionamento. São várias as causas desta limitação: uma delas é a falta priorização deste controle e registro na instituição, visto que por diversas vezes não se tem um registro inicial.

Outro fator é que na instituição existem muitas obras e aquisições em paralelo, por meio de projetos ou com dinheiro do próprio centro de ensino e, apesar do esforço da Prefeitura Universitária, ainda não existe uma centralização da informação e do controle do que está sendo feito. Sem o planejamento e a centralização das informações, fica muito difícil de planejar algo que seja satisfatório, tanto para a melhoria dos seus sistemas como para a manutenção dos mesmos.

As informações mais precisas que a universidade possui são dos equipamentos patrimoniados, pois foram adquiridos por meio de processos licitatórios e quando foram instalados passaram pelos setores responsáveis pelo planejamento da universidade. No caso dos equipamentos mais novos é possível acessar informações sobre eles com mais facilidade e elaborar estimativas.

No ano de 2018 a equipe do DMPI, que é responsável pela manutenção dos equipamentos de refrigeração instalados na Instituição, identificou a necessidade de levantar o que a instituição tinha instalado de equipamentos de refrigeração em suas dependências, pois as informações existentes eram muito precárias, essa demanda se fez necessária por conta da elaboração do novo contrato de manutenção, pois o que estava vigente era de difícil controle, difícil fiscalização, muito aberto, com poucas informações e sem seguir as regras vigentes de manutenção. Para buscar a informação as equipes foram a campo fazendo o levantamento. As equipes vistoriaram os edifícios da universidade, onde em cada ambiente/sala foram levantadas informações, do tipo de equipamento de refrigeração instalado, quantidade, potência e entre outras características. Em todos os equipamentos levantados foi colada uma etiqueta conforme a figura 10.

Figura 10: *QR Code* para acompanhamento das manutenções



Fonte: Autor (2022).

A etiqueta da figura 10, contém um *QR-code*, que daria acesso ao banco de dados com as informações de cada equipamento, informações estas que foram cadastradas pelas equipes. A intenção era que as informações iriam sendo sempre atualizadas para cada equipamento, tanto por parte dos usuários e fiscais que cadastrassem a solicitação de manutenção corretiva, como pela empresa que prestasse a manutenção corretiva ou preventiva. Com a utilização desse sistema a equipe teria a possibilidade de obter um bom controle, tanto na fiscalização do contrato de manutenção, como também do funcionamento do equipamento em si, traria também a possibilidade de se planejar sobre como atuar nos equipamentos. E tudo isso com transparência, com os usuários tendo acesso as informações dos equipamentos, isso apenas com uma simples leitura de *QR-code*. O sistema acabou não tendo continuidade, tanto pela finalização do contrato de manutenção como pela mudança no quadro funcional do DMPI.

Na tabela 3, estão relacionados os equipamentos de Ar-condicionado do tipo janela, levantados pela equipe do DMPI, o levantamento teve início em 2018 e foi finalizado em 2019, na tabela estão identificados os equipamentos, quanto a quantidade e se os mesmos são patrimoniados ou não. No levantamento completo, existe as informações de onde eles estão

localizados e entre outras aqui é apresentada apenas uma tabela resumida com base nos dados, necessários para este estudo.

Tabela 3: Levantamento Ar-condicionado Janela

JANELA			
CAPACIDADE (BTU/h)	QUANTIDADE		
	COM PAT	SEM PAT	TOTAL
7000	223	222	445
10000	180	157	337
12000	58	55	113
18000	200	169	369
21000	76	56	132
30000	23	12	35
NÃO IDENTIFICADO	40	114	154

Fonte: DMPI (2022)

Em geral os equipamentos do tipo janela são equipamentos mais antigos, após o levantamento feito no site do DCOM e no Patrimônio, não foram encontradas novas compras deste tipo de equipamento.

Os aparelhos de ar condicionado do tipo janela, em geral são menos eficientes e mais barulhentos. A maioria dos aparelhos de Ar-condicionado do tipo janela instalados na instituição, não são do tipo *Inverter*.

Na figura 11 é mostrado um equipamento de Ar condicionados do tipo janela, que está instalado na Universidade, o equipamento da figura 11 trata-se de um ar-condicionado dos anos 90 e que gasta muita energia, o mesmo tem o último registro de manutenção feito em 2015, ou seja, 7 anos sem sofrer nenhum tipo de manutenção. O “equipamento é muito bom”, não quebra, mas é antigo e nada eficiente, pois gasta muita energia e por conta da falta de manutenções simples, como a limpeza/troca do filtro e entre outras atividades voltadas a manutenção preventiva do mesmo, podem ocasionar problemas dos mais diversos, como já abordado no item 4.1.1 dos levantamentos feitos na literatura.

Figura 11: Ar-condicionado Janela antigo



Fonte: Autor (2022)

Na tabela 4 estão identificados os aparelhos de Ar-condicionado do tipo Split, o levantamento foi feito entre 2018 e 2019 pela equipe do DMPI e não foi feita a diferenciação quanto a equipamentos do tipo split e split-inverter, estão todos na mesma tabela. Com os dados do DCOM, é possível estimar a quantidade de equipamentos inverter instalados na UFSC. Na tabela estão identificados os aparelhos de Ar-condicionado quanto a potência, a quantidade e se os mesmos são patrimoniados ou não.

Tabela 4: Levantamento Ar-condicionado SPLIT

SPLIT			
CAPACIDADE (BTU/h)	QUANTIDADE		
	COM PAT	SEM PAT	TOTAL
7000	292	136	428
9000	683	176	859
12000	926	221	1147
18000	467	188	655
22000	80	55	135
24000	409	89	498
30000	243	65	308
36000	10	87	97
48000	14	5	19
60000	32	7	39
80000	2	0	2
NÃO IDENTIFICADO	157	350	507

Fonte: DMPI (2022)

Na tabela 5 estão identificados os Bebedouros o levantamento foi feito entre 2018 e 2019 pela equipe do DMPI, na tabela estão identificados os bebedouros quanto ao tipo, quantidade e se os mesmos são patrimoniados ou não.

Tabela 5: Levantamento Bebedouros

BEBEDOUROS			
TIPO	QUANTIDADE		
	COM PAT	SEM PAT	TOTAL
PURIFICADOR	137	77	214
COLUNA	112	91	203
ACESSÍVEL	14	48	62
GARRAFÃO	22	121	143
OUTROS	3	7	10

Fonte: DMPI (2022)

Na tabela 6 estão identificados os Refrigeradores, o levantamento foi feito entre 2018 e 2019 pela equipe do DMPI, na tabela estão identificados os refrigeradores quanto ao tipo, quantidade e se os mesmos são patrimoniados ou não.

Tabela 6: Levantamento Refrigeradores

REFRIGERADORES			
TIPO	QUANTIDADE		
	COM PAT	SEM PAT	TOTAL
GELADEIRA	574	467	1041
FREEZER HORIZONTAL	22	33	55
FREEZER VERTICAL	119	163	282
FRIGOBAR	129	243	372
TOTAL	844	906	1750

Fonte: DMPI (2022)

Na tabela 7 estão identificados os equipamentos de refrigeração de uso específico, o levantamento foi feito entre 2018 e 2019 pela equipe do DMPI, na tabela estão identificados os equipamentos quanto ao tipo, quantidade e se os mesmos são patrimoniados ou não.

Tabela 7: Levantamento equipamentos específicos

ESPECÍFICOS			
TIPO	QUANTIDADE		
	COM PAT	SEM PAT	TOTAL
DESUMIDIFICADOR	55	38	93
BOD	38	51	89
ULTRAFREEZER	22	27	49
MÁQUINA DE GELO	10	7	17
CÂMARA FRIA	7	15	22
PASS THROUGH	3	16	19
BALCÃO	0	3	3
ESTUFA	0	2	2
REFRIGERADOR DO RAIO-X	0	1	1
GERMINADOR	5	0	5
TOTAL	140	160	300

Fonte: DMPI (2022)

A variedade de equipamentos de refrigeração instalados na instituição é muito grande, o que torna mais difícil a elaboração de contratos de manutenção e o treinamento dos servidores que vão executar a fiscalização.

Um dos maiores problemas das Universidade é a grande rotatividade das pessoas que frequentam, então os usuários devem estar sempre sendo orientados e educados quanto ao uso consciente dos sistemas para evitar desperdícios.

Em 2016 a UFSC iniciou a campanha “Reduzir o Consumo é transformar o mundo”, que continua sendo realizada com distribuição de cartazes e adesivos, sensibilização por meio de intervenções artísticas, ida aos setores, divulgação nas redes sociais e sites da UFSC. A Figura 12 representa um dos cartazes da campanha, esse voltado aos sistemas de refrigeração.

Figura 12: Campanha regule a temperatura



Fonte: CGA (2022)

Na campanha não existem recomendações sobre o uso consciente de refrigeradores, freezers e bebedouros, e a instituição tem um número muito grande desses equipamentos, conforme apresentados nas tabelas 5, 6 e 7.

Após a pandemia, esta campanha que é muito importante para a conscientização, foi interrompida, contudo após os dois anos de Ensino à Distância, ingressaram diversos usuários que nunca tiveram acesso a estrutura da Instituição, e, portanto, não tiveram contato com a campanha de conscientização.

#### 4.1.3 Análise e apresentação das possíveis melhorias

Neste índice estão sendo apresentadas sugestões de melhorias, com base nos dados e informações obtidas na literatura e na instituição.



É necessário a atualização do levantamento de dados feito pelo DMPI, o levantamento foi finalizado em 2019. O levantamento em campo foi finalizado, mas o banco de dados e aperfeiçoamento dos mesmos, bem como a compatibilização das informações não foi realizada e nem o sistema ainda não foi colocado em execução.

Necessidade de conclusão do processo de contratação da nova empresa que vai prestar manutenção para os equipamentos de refrigeração da instituição precisam ser fechados, porque já são quase três anos sem contrato.

Desta forma, com o contrato realizado, poderá colocar equipes para fiscalizar a empresa, acompanhar se todas as regras do contrato estão sendo seguidas e se estão sendo feitos todos os procedimentos, como por exemplo a elaboração do PMOC, que sendo seguido e executado consegue trazer três grandes contribuições, sendo elas:

- 1- A base para a saúde e bem-estar dos ocupantes de ambientes artificialmente climatizados, garantindo o conforto por meio do funcionamento do sistema de climatização sem panes e a saúde através da ausência de impurezas de natureza física, química ou biológica;
- 2 – É possível aumentar a vida útil das máquinas;
- 3- A maior eficiência do sistema de refrigeração com a conseqüente redução do gasto com a energia elétrica.

A necessidade de um As-Built geral, levantando todas as informações dos equipamentos existentes e essas informações sendo compartilhadas entre os departamentos competentes.

A padronização, regulamentação e centralização do planejamento quanto as instalações de novos equipamentos na universidade, para que assim torne possível o planejamento de manutenção e de obras por parte dos departamentos competentes da Instituição. Impedindo também a compra e instalação de equipamentos ineficientes e instalados de forma incorreta.

A execução de contratos para trocas e instalação de equipamentos mais eficientes e de obras para tornar as salas mais eficientes e capazes para receberem equipamentos mais modernos.

## 4.2 ÁREA: SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO

Neste tópico estão apresentadas as informações e dados obtidos por meio de estudos da literatura, e de dados fornecidos pela instituição, referente aos sistemas de iluminação da instituição.

### 4.2.1 Estudo da literatura

Neste tópico estão apresentadas as informações coletadas em estudos da literatura, que vão ser apresentadas as informações encontradas sobre a eficiência e o funcionamento dos sistemas de iluminação, buscando os sistemas mais eficientes do mercado e a melhor forma de aplica-los.

O crescente sucesso da tecnologia LED em todo o mundo, de fato, mostra-se uma alternativa muito interessante quando se fala de iluminação e ecoeficiência. Para se dimensionar e entender em que momentos e de qual forma deve ser feita a troca da iluminação atualmente usada, é necessário entender a real capacidade de contribuição dessa tecnologia para a melhoria dos sistemas de iluminação, seja iluminação interna ou externa, assim deve-se fazer um estudo de viabilidade técnica, abordando conceitos de eficiência luminosa, fluxo luminoso, temperatura de cor, índice de reprodução de cores, entre outras características relevantes à qualidade do serviço.

O protagonismo da iluminação do tipo LED, acontece não somente pela economia energética, maior eficiência e maior durabilidade, mas também por ser uma tecnologia livre de metais pesados, e que conta com um IRC “Índice de Reprodução de Cor” elevado e uma abrangência a várias temperaturas de cor, esses são alguns dos motivos que colocam o dispositivo LED como o sistema que está dominando o sistema de iluminação mundial (COPEL, 2022)

Atualmente a norma utilizada para iluminação de interiores é a ABNT 8995-1 que foi publicada em 2013, ela traz orientações específicas para a iluminação de ambientes internos do local de trabalho. Essa normatização veio com o objetivo de substituir a NBR 5413 e a NBR 5382, para melhorar a precisão dos cálculos, e atender às novas tecnologias como as lâmpadas de LED.

No estudo luminotécnico para substituição de tecnologia deve ser levado em conta os modelos de lâmpadas e luminárias do tipo LED, as quais podem substituir as que atualmente estão sendo usadas, dentre os modelos mais utilizados atualmente estão as lâmpadas de vapores de sódio, de mercúrio, de vapores metálicos, as fluorescentes e as Halógenas, por serem as mais utilizadas é importante estabelecer um comparativo entre as tecnologias, a fim de ponderar sobre a necessidade e viabilidade de troca. Na elaboração do comparativo deve-se levar em conta os aspectos financeiros, nos quais são verificados os custos de cada equipamento, vida útil e/ou mediana e consumo energético.

Cabe ressaltar que a diversidade de produtos e tipos de luminárias e lâmpadas do tipo Led é muito grande, por conta disso torna-se necessário o estudo e projeto luminotécnico adequado para cada local, e a especificação das lâmpadas e luminárias não é uma tarefa fácil, e necessita realmente de estudo para que não aconteçam equívocos e desperdício seja de dinheiro público ou privado.

No caso das lâmpadas que em geral são utilizadas para uso interno. A portaria de nº 69 de 16/02/2022 veio com o objetivo de estabelecer os requisitos técnicos que devem ser atendidos pelas lâmpadas LED com dispositivo integrado à base, a serem atendidos por todo o mercado nacional.

As grandes dificuldades iniciais no uso das lâmpadas do tipo LED estavam na falta de padronização, e como não existiam normas regulamentadoras para serem seguidas pelos fornecedores, tornava-se muito complicado fazer aquisições de modelos, pois o padrão escolhido pela equipe técnica poderia vir a ser mudado. Então por conta da falta de padronização fazer as aquisições das lâmpadas do tipo LED tornava-se uma tarefa difícil, e no setor público fica ainda mais complicado, pois é necessário seguir a lei das licitações Lei nº 8666 e 21 de Junho de 1993 e a atual Lei nº 14133 de 1 de Abril de 2021.

Um dos exemplos de como a padronização veio para auxiliar a aquisição das lâmpadas tubulares do tipo LED, é que inicialmente existiam alguns padrões, a alimentação com fase e neutro pelos dois lados, fase por um lado e neutro pelo outro e hoje com a padronização e regulamentação são alimentadas apenas por um lado.

Outro exemplo é o fato de as lâmpadas do tipo tubular LED não iluminam em 360 graus, como as tradicionais florescentes tubulares e isso pode gerar problemas dependendo do tipo de luminárias utilizadas nas edificações.

Diferentemente da iluminação LED, as lâmpadas tubulares e compactas do tipo fluorescente utilizam reatores, no caso das compactas os reatores estão integrados a lâmpada, os reatores das tubulares devem ser adquiridos e instalados separadamente.

No caso das lâmpadas LED com Dispositivo de Controle Integrado à Base, é regulamentado que os fornecedores devem seguir as regras estabelecidas na portaria do INMETRO de nº 69 de 16/02/2022. A tabela 8 foi retirada da portaria de nº 69, e informa a relação de eficiência mínima para este tipo de lâmpadas.

Tabela 8: Relação de eficiência mínima lâmpada de LED tubular

	Comprimento nominal da lâmpada (mm)	Tipo de Base	Eficiência mínima inicial (lm/W)
Lâmpada de LED tubular	550 – 1 150	G5	100
	600 – 2 400	G13	85

Fonte: INMETRO de nº 69 (2022)

As Lâmpadas tubulares são largamente utilizadas em escritórios, salas comerciais e salas de aula. As Lâmpadas do tipo compacta, são utilizadas nos mais diversos espaços, sejam comerciais, residenciais ou industriais. As lâmpadas do tipo LED tubular e compactas, estão gradualmente substituindo as convencionais do tipo Fluorescente, pois chegam a ter uma economia de 50% em relação as fluorescentes, quando colocado o conjunto reator e lâmpada (DPAE, 2022)

No caso da iluminação externa a portaria do Inmetro que veio para facilitar e padronizar a utilização da iluminação do tipo LED, foi a Portaria nº. 20 de 15/02/2017 publicada pelo Inmetro, que trata do regulamento técnico da qualidade para luminárias para iluminação pública viária, incluindo as iluminações com LED, está atualizada agora em 2022 pela Portaria no. 62 de 17/02/2022.

Registra-se que as portarias citadas se limitam ao regulamento técnico das luminárias para os sistemas viários. Ou seja, para outras aplicações de iluminação externa não se tem qualquer portaria do Inmetro associada.

Dentro das normas de eficiência e para termos de comparação, a tabela 8 retirada da Portaria no. 62 do INMETRO de 17/02/2022. Onde são estabelecidas as regras mínimas para a comercialização das lâmpadas de descarga, que devem atender a eficiência mínima de 70 lm/W, a tabela 9 também classifica as luminárias conforme as classes de eficiência energética.

Tabela 9: Eficiência energética para luminárias com lâmpadas de descarga.

<b>Classes</b>	<b>Nível de Eficiência Energética (lm/W)</b>	<b>Valor Mínimo Aceitável Medido (lm/W)</b>
<b>A</b>	$EE \geq 90$	88
<b>B</b>	$80 \leq EE < 90$	78
<b>C</b>	$70 \leq EE < 80$	68
<b>D</b>	$EE < 70$	-

Fonte: Portaria no. 62 do INMETRO (2022)

Uma das principais características das lâmpadas de descarga é que elas iluminam para todos os lados, ou seja, não tem um fluxo direcional, elas possuem característica construtiva na qual o fluxo luminoso é direcionado para o interior da luminária e depois refletido, então o direcionamento depende das características da luminária onde vão ser instaladas, isso pode ser uma vantagem ou desvantagem. A principal vantagem é que independente do fabricante que se compra a lâmpada e/ou reator em substituição a danificada, ela vai continuar iluminando igual. A principal desvantagem é que se acaba tendo uma perda quando se reflete iluminação no interior de uma luminária.

No caso da iluminação do tipo LED, as células de LED, sejam elas únicas ou de várias células em uma mesma luminária. Os equipamentos que usam tecnologia LED têm seu encapsulamento feito para que o fluxo seja direcionado, em sua totalidade, para o ambiente que se deseja iluminar, o que aumenta a eficiência e cada projeto pode ser projetado de uma forma e para um uso específico o que aumenta e muito a gama de produtos.

Para lâmpadas do tipo LED serem comercializadas elas devem seguir a tabela 9, retirada da Portaria no. 62 do INMETRO de 17/02/2022. Onde são estabelecidas as regras mínimas para a comercialização das lâmpadas/luminárias do tipo LED, segundo as regras estabelecidas elas devem atender a eficiência mínima de 68 lm/W, a tabela 10 também classifica as luminárias conforme as classes de eficiência energética.

Tabela 10: Eficiência Energética para luminárias do tipo LED

<b>Classes</b>	<b>Nível de Eficiência Energética (lm/W)</b>	<b>Valor Mínimo Aceitável Medido (lm/W)</b>
<b>A</b>	$EE \geq 100$	98
<b>B</b>	$90 \leq EE < 100$	88
<b>C</b>	$80 \leq EE < 90$	78
<b>D</b>	$70 \leq EE < 80$	68

Fonte: Portaria no. 62 do INMETRO (2022)

As lâmpadas de Vapor de Mercúrio não devem ser mais utilizadas em novos projetos, apesar de ainda estarem em uso, se tornou muito difícil encontrar fabricantes deste tipo lâmpadas. A principal justificativa para isso é que esses equipamentos têm baixa eficiência luminosa e vida útil menor do que as lâmpadas de Vapor de Sódio e os LEDs, elas também possuem maior quantidade de mercúrio em sua composição (COPEL, 2022).

As lâmpadas de vapor de sódio têm boa durabilidade e são eficientes, mas possuem uma cor de luz amarelada com temperatura de cor em torno de 2000K e um baixo IRC.

As lâmpadas de vapores metálicos é, das convencionais, a que apresenta melhores características visuais, com alto IRC e temperatura de cor elevada. Mas acabam tendo menos eficiência e menor vida mediana que as Lâmpadas de Vapor de Sódio (COPEL, 2022).

Um ponto importante a se destacar no comparativo entre as tecnologias são os reatores, que por conta das características de funcionamento das tecnologias de descarga de gases, se torna necessário a utilização de reatores para o funcionamento destes tipos de lâmpadas. Esses reatores acabam também consumindo energia, torna-se necessário na comparação considerar também o consumo destes reatores. Conforme pode ser observado na tabela 11, o consumo do reator pode chegar a 20% do consumo do conjunto lâmpada reator.

Tabela 11: Características dos Reatores

Tipo de lâmpada (220 V - 60 Hz)	Potência do reator (W)	Perdas Máximas (W)	Fator de potência
VS	70	14	0,92
	100	17	
	150	22	
	250	30	
	400	38	
VM	80	11	
	125	14	
	250	20	
	400	26	
VMT	35	10	
	70	14	
	150	25	

Fonte: CEMIG (2022)

Sobre a padronização é que diferentemente das Lâmpadas internas seja as compactas ou tubulares, que em geral conseguem se encaixar nas luminárias existentes no ambiente, as luminárias externas estão vindo com uma solução diferente onde é trocada a luminária e não apenas as lâmpadas. Espera-se que futuramente, devido a maior padronização, as lâmpadas de descarga (vapor de sódio, vapor metálico, vapor de mercúrio e mista) largamente utilizadas nas luminárias de iluminação pública, sejam enfim substituídas sem grades mudanças na infraestrutura, da mesma forma que acontece hoje com as lâmpadas de uso interno.

As lâmpadas de descarga que já estão há alguns anos no mercado possuem características semelhantes, mesmo sendo fabricadas por empresas diferentes, ou seja, seguem um padrão estabelecido. Essas lâmpadas são utilizadas em luminárias de iluminação pública, ou em projetores comuns figura 13 e 14.

Com essa padronização, em tese, é possível adquirir lâmpadas de qualquer fabricante e executar a instalação em qualquer luminária/projetor.

Figura 13: Luminária de Iluminação pública para de descarga



Fonte: DMPI (2022).

Figura 14: Projetor para lâmpada de descarga



Fonte: DMPI (2022).

Já nas luminárias de LED para iluminação pública, não existe a possibilidade de substituição da fonte luminosa (no caso, os LEDs). Luminária e LEDs são um só produto Figuras 15 e 16.

O que se pode fazer, caso algum fabricante disponibilize, é a aquisição de partes para futura manutenção eletrônica (lentes, módulos de LEDs, LEDs etc). De qualquer forma, estas peças/partes são exclusivas de cada modelo de luminária/fabricante e não são compatíveis com os demais.

Figura 15: Luminárias de iluminação pública de LED



Fonte: DMPI (2022).

Figura 16: Refletores de LED



Fonte: DMPI (2022).

Através das figuras 15 e 16, é possível observar a falta de padronização e a diversidade de tamanhos e modelos, as diferentes quantidades, agrupamentos em módulos e distribuição dos LED utilizados etc.

Outra questão a ser considerada, é o lançamento frequente de novos modelos pelos fabricantes, que utilizam outras peças/partes e possuem outras características. Logo, pode algum modelo não estar mais disponível no futuro para substituição, gerando a descaracterização do ambiente, na troca de uma ou poucas unidades, ou gastos adicionais, caso se opte pela troca de todas as luminárias do sistema.



Segundo a Norma ABNT NBR 5101 "Iluminação Pública - Procedimento" (ABNT, 2012, p.7), que tem como objetivo principal proporcionar visibilidade para segurança do tráfego de veículos e de pedestres, os projetos dos sistemas de iluminação pública devem produzir iluminação adequada, se o projetista e o usuário, utilizarem:

- "a) Lâmpadas, reatores e luminárias eficientes, com distribuições apropriadas para cada tipo de instalação;
- b) Luminárias com posicionamento e alturas de montagem adequadas;
- c) Um bom programa de manutenção, para assegurar a integridade do sistema e a preservação do nível de iluminação considerado no projeto."

Desta forma, a garantia da iluminação adequada pode não ser garantida pela substituição de uma tecnologia por outra de forma simplória e pontual. Segundo a NBR 5101 (ABNT, 2012, p.7), a função da Iluminação pública é prover visibilidade em forma de luz ou claridade artificial, de maneira rápida, confortável e precisa, com o objetivo de propiciar segurança e benefícios econômicos e sociais, como se segue:

- a) Reduzir acidentes noturnos e facilitar o tráfego;
- b) Auxiliar na segurança pública, visando à segurança de indivíduos e de propriedades;
- c) Incrementar a qualidade de vida, principalmente em comunidades carentes;
- d) Promover a eficiência energética;
- e) Prover iluminação especial, para destaque de pontos públicos importantes como prédios e monumentos. “

Pode-se, ainda, observar, por exemplo, como previsto na NBR 5101, uma correlação da criminalidade com a iluminação pública em determinadas regiões, Mena (2019) relata um estudo realizado, em 2016, na cidade de Nova York, em parceria com a polícia metropolitana, cujo resultado apontou para uma redução de 36% nos crimes ocorridos durante a noite em ruas que receberam iluminação pública extra por um período de seis meses.

Segundo Souza et al. (2011), com a utilização eficiente dos sistemas de iluminação, se torna possível alcançar economias de 30 a 70% em edificações não residenciais, o que mostra a importância do estudo e da aplicação de formas mais eficientes e inteligentes em projetos luminotécnicos comerciais, industriais e residenciais.

#### 4.2.2 Apresentação dos dados obtidos na Instituição

Conforme dados obtidos através de levantamentos feitos nos dados do Almoxarifado da Prefeitura Universitária, que é o setor responsável pelo armazenamento dos materiais elétricos da Universidade, e do DMPI que é responsável pela aquisição dos materiais de manutenção elétrica, até o mês de Setembro de 2022, a UFSC vem adquirindo apenas quatro tipos de lâmpadas LED, conforme apresentado na tabela 12. Esses dados não contemplam as luminárias e lâmpadas adquiridas através de projetos e obras novas executadas.

Tabela 12: Lâmpadas em estoque no almoxarifado

Código	Descrição	Estoque 2022	Preço médio de aquisição em 2021
4067	LÂMPADA LED TUBULAR 1200 MM, T8, G13, 220V, 4.000K, 25.000H	23688	9,99 Reais
4068	LÂMPADA LED TUBULAR 600 MM, T8, G13, 220V, 4.000K, 25.000H	12173	7,99 Reais
4106	LÂMPADA LED BULBO A, 75W (EQUIV.), 220 V, E27, 6.500K, 25.000H	4930	6,14 Reais
4126	LÂMPADA LED BULBO A, 60W (EQUIV.), 220 V, E27, 6.500K, 25.000H	8120	4,06 Reais
	Estoque total	48911	

Fonte: Autor (2022)

Na tabela 12 é possível observar que o preço médio de aquisição das lâmpadas LED é muito baixo, e que o estoque de lâmpadas LED é muito grande. O DMPI, não está mais adquirindo lâmpadas fluorescentes compactas e fluorescentes tubulares de 32W e 16W, e seus reatores de 32W e 16W, entre os motivos está o custo, pois as florescentes são mais caras, e no caso das tubulares o custo de uma manutenção é maior, por conta dos reatores, a manutenção de uma lâmpada tubular LED em média é muito mais rápida que uma fluorescente.

As estimativas apresentadas na tabela 13, mostram que a instituição conta com um número elevado de lâmpadas instaladas, isso se deve por conta de seu tamanho. Os dados da tabela, foram obtidos com base em projetos, tabelas e levantamentos feitos pelos departamentos da Prefeitura Universitária.

Tabela 13: Estimativas de lâmpadas na universidade

Estimativa da quantidade lâmpadas em Setembro de 2022	
Materiais	Número
Estimativa de Lâmpadas Internas na Universidade	120000
Estimativa de lâmpadas Externas na Universidade	1900

Fonte: Autor (2022)

Na tabela 14 são apresentadas a estimativa da quantidade de Lâmpadas do tipo LED instaladas na Instituição, para as lâmpadas internas as estimativas foram feitas através de levantamento da quantidade lâmpadas do tipo LED retiradas do Almoxarifado, diminuindo da quantidade das que foram trocadas por estarem danificadas. Para as externas a estimativa se deu através de dados obtidos por levantamentos em campo feitos pelo DMPI. Com a tabela 14 é possível observar, que a instituição ainda conta com um número muito pequeno de lâmpadas e luminárias do tipo LED instaladas.

Tabela 14: Estimativas de lâmpadas na universidade

Estimativa de LED instaladas Setembro de 2022	
Materiais	Número
Total de Lâmpadas LED Internas instaladas na Universidade	20000
Total de Lâmpadas LED Externas instaladas na Universidade	100

Fonte: Autor (2022)

A tabela 15, apresenta a estimativa da quantidade de lâmpadas mais utilizadas na instituição, as lâmpadas apresentadas são utilizadas principalmente em ambientes internos da instituição, as estimativas foram feitas através de levantamento da quantidade lâmpadas do tipo LED retiradas do Almoxarifado, diminuindo da quantidade das que foram trocadas por estarem danificadas. A estimativa de lâmpadas fluorescentes ainda instalada foi obtida diminuindo a quantidade de LED estimadas pelos dados e fornecidos pelo DMPI, e outros departamentos da extinta SEOMA atual Prefeitura Universitária. Um dado relevante é que as lâmpadas do tipo LED adquiridas pelo DMPI, consomem em torno de 50% menos energia do que as suas equivalentes fluorescentes.

Tabela 15: Estimativas de lâmpadas na universidade

Estimativa das lâmpadas instaladas em Setembro de 2022	
Materiais	Número
LÂMPADA LED BULBO A, 75W (EQUIV.), 220 V, E27, 6.500K, 25.000H	4000
LÂMPADA LED BULBO A, 60W (EQUIV.), 220 V, E27, 6.500K, 25.000H	5000
LÂMPADA LED TUBULAR 1200 MM, T8, G13, 220V, 4.000K, 25.000H 18W	10000
LÂMPADA LED TUBULAR 600 MM, T8, G13, 220V, 4.000K, 25.000H 9W	1000
LÂMPADA FLUORESCENTE TUBULAR 32 W, G13, 4.000K	84000
LÂMPADA FLUORESCENTE TUBULAR 16 W, BASE G13	4000
LÂMPADA FLUORESCENTE TUBULAR 14 W, G5	1000
LÂMPADA FLUORESCENTE TUBULAR 28 W, BULBO T5, BASE G5	10000
Outras modelos de lâmpadas para ambientes internos	1000

Fonte: Autor (2022)

Segundo informações do DMPI, departamento responsável pelas substituições e aquisições de lâmpadas na Universidade, a troca da iluminação original para o sistema LED é mais trabalhosa, pois a Instituição possui alguns tipos de luminárias que não são compatíveis com lâmpadas LED e por conta da falta de padronização no mercado na época acabava se tornando difícil a aquisição de lâmpadas por meio de licitações.

Outra questão foi por conta da falta de dinheiro para fazer a aquisição das lâmpadas do tipo LED. Por conta disso a aquisição inicial só foi possível após a parceria do DMPI com alguns Centros de Ensino e a Administração Central da UFSC, que liberaram o dinheiro para a aquisição das lâmpadas, as trocas foram inicialmente em salas de aula do Centro Tecnológico (CTC), Centro de Comunicação e expressão (CCE), Centro de Ciências Físicas e Matemáticas (CFM), Centro de Ciências da Saúde (CCS) e na Biblioteca Universitária (BU). Nesta troca as Lâmpadas Fluorescentes e reatores retirados que estavam em boas condições, eram armazenados para serem utilizados em outros locais da Instituição.

A partir do mês de maio de 2022, o DMPI resolveu que em vez de fazer as trocas por edificações, reaproveitando Lâmpadas Fluorescentes e Reatores que estavam em boas condições, para serem utilizados em outros locais. As trocas seriam feitas quando acontecesse a queima das Lâmpadas fluorescentes, assim não sendo mais utilizadas as lâmpadas fluorescentes. A partir do momento em que existe a queima ou defeito na luminária, vão ser utilizadas lâmpadas do tipo LED para a substituição, isso para os quatro tipos de lâmpadas presentes na listagem do almoxarifado conforme já abordados na tabela 12.

No mês de setembro de 2022, as Lâmpadas do tipo Fluorescente tubular de 28W e 14W, ainda não tem substitutas do tipo LED catalogadas e em estoque no Almoxarifado, pois até este mês ainda não estavam sendo adquiridas em licitação.

Como informado acima, algumas luminárias não são compatíveis com as lâmpadas tipo tubular LED, sendo assim, quando isso acontece é necessária a troca da calha/luminária onde as lâmpadas são instaladas, nos locais onde foram feitas as trocas, foi utilizada a calha da figura 17. A calha utilizada é uma calha simples e que não tem direcionamento de iluminação, foi adquirida desta forma para atender a todos os locais, em uma substituição direta e imediatista, sem um estudo luminotécnico adequado. Isso diminui muito a eficiência luminosa, pois a iluminação não é focada no plano de trabalho do local, e acaba se perdendo iluminação, iluminando locais que não precisariam ser iluminados, como pode ser observado na figura 17 a lâmpada acaba iluminando o teto, o qual não precisa de iluminação.

Figura 17: Luminária instalada em calha simples



Fonte: Autor (2022)

Na iluminação externa da UFSC, só estão sendo utilizadas Iluminação do tipo LED em novas instalações, e o DMPI não está adquirindo Luminárias e Refletores do tipo LED para futuras trocas. Segundo informações do DMPI, não está sendo feito a aquisição por conta da falta de padronização, e pela obrigatoriedade de um estudo luminotécnico, pois diferentemente da troca do sistema de iluminação interno, os sistemas de iluminação externo não permitem uma substituição direta, sendo muitas vezes necessário trocas de posição do refletor, mudança de tamanho e/ou tipo de poste. Trocas e serviços que impossibilitam que o setor execute este tipo de serviço.

Os sistemas de iluminação externa do tipo LED instalados que precisarem ser substituídos quando danificados, necessariamente são adquiridos por compra direta do item. A compra para manutenção é um outro ponto levantado como dificuldade pelo DMPI, pois

segundo relatos de servidores do setor, é muito difícil encontrar o mesmo modelo no mercado, e quando encontra, torna-se muito difícil adquirir o mesmo modelo, pois em uma licitação não se pode especificar um fabricante. E no caso do LED cada fabricante tem o seu design, diferentemente dos antigos sistemas que seguiam um padrão, a queima e dano se dava na lâmpada e/ou reator, que estavam na parte interna da estrutura da luminária, a qual, não havia a necessidade de ser trocada.

Na iluminação externa da Instituição, a maior parte das Lâmpadas instaladas são do tipo Vapor de Sódio e Metálicas, com potência de 250 watts e 400 watts, segundo informações repassadas pelos servidores do DMPI, na últimas licitações feitas pelo departamento para aquisição deste tipo de material, já foi possível perceber uma maior dificuldade de encontrar Reatores e lâmpadas de boa qualidade no mercado, na última, foi necessário, baixar o nível de exigência de vida mediana e de eficiência mínima exigida, para os itens a serem licitados, essa atitude foi necessária para não correr o risco de uma licitação deserta. Segundo conversas com fornecedores, isso se deve principalmente ao fato de que os grandes fabricantes como OSRAM, PHILIPS e entre outros, estão parando de fabricar este tipo material, e focando sua produção nas lâmpadas do tipo LED.

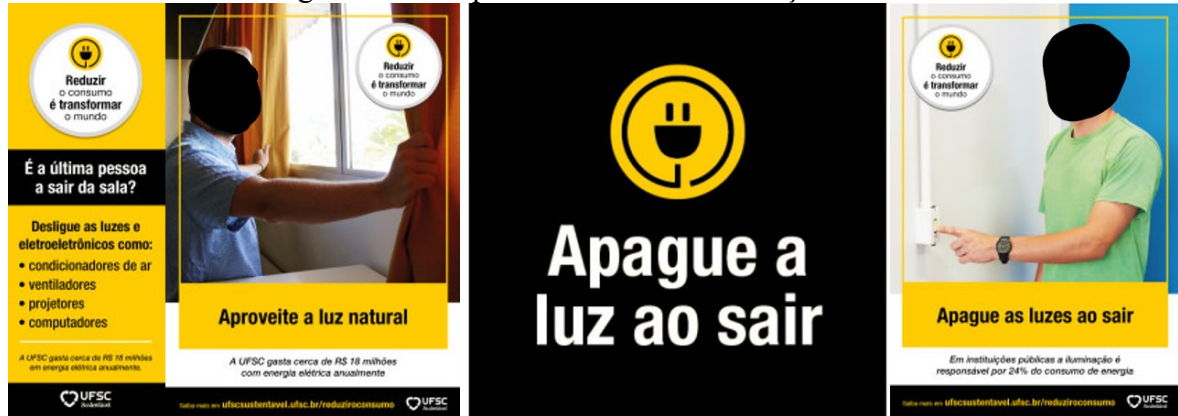
A Universidade ainda conta com uma quantidade muito grande de lâmpadas de Vapor de mercúrio em seu almoxarifado, que são lâmpadas que não devem mais ser utilizadas, pois são menos eficientes, em comparação com as de Vapor de Sódio e Metálicas, essas lâmpadas já estão estocadas a mais de 8 anos. No mês de Outubro de 2022 o estoque do almoxarifado conta com 1460 lâmpadas de vapor de mercúrio de alta pressão, 250w, base e40, e elas não devem ser utilizadas, esse é um exemplo, dentro do almoxarifado existem de vários outros tipos. Atualmente, apesar da ocupação do espaço do almoxarifado, não se tem previsão da retirada dos itens que não serão mais instalados, como é o caso das lâmpadas de vapor de mercúrio, visto que os mesmos contam com metais pesados em sua composição, demandando processo de descarte específico.

Como acontece com os equipamentos de refrigeração, a utilização correta por parte dos usuários também é um problema para os sistemas de iluminação. Então também faltam campanhas mais expressivas de para educação e orientação dos usuários quanto ao uso consciente dos sistemas para evitar desperdícios.

A campanha “Reduzir o Consumo é transformar o mundo”, que faz parte do programa UFSC sustentável, e que se iniciou em 2016 e que continua sendo realizada na UFSC, busca

orientar os usuários quanto ao uso consciente da energia. Alguns dos cartazes da campanha que são voltados ao melhor aproveitamento e utilização dos sistemas de iluminação, podem ser observados na Figura 18.

Figura 18: Campanha educativa iluminação UFSC



Fonte: Autor (2022)

O PLS “Plano de Logística Sustentável”, também faz parte do programa UFSC sustentável e nele são práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na Administração Pública conforme já abordado. Dentro do plano de ações do PLS 2021 – 2024, está estabelecido a meta de que 80% das lâmpadas adquiridas pela universidade entre 2021 e 2024, vão ser lâmpadas/luminárias que utilizam a tecnologia LED.

#### 4.2.3 Análise e apresentação das possíveis melhorias

Neste tópico estão apresentadas sugestões de melhorias, com base nos dados e informações obtidas na literatura e na instituição.

Os dados existentes sobre os sistemas de iluminação instalados na instituição são imprecisos, é necessário a execução de um projeto *As-Built* geral, levantando todas as informações dos ambientes e dos equipamentos instalados, tornando assim possível o planejamento para adequação dos sistemas existentes na Instituição.

A execução de projetos e estudos luminotécnicos, para adequação dos sistemas as normas vigentes, e a instalação de equipamentos mais ecoeficientes. É necessário a elaboração de contrato para obras de reforma, para que após os estudos de adequação dos sistemas de iluminação, tanto externa como interna, os sistemas já comecem a ser adequados e atualizados.

A aquisição de lâmpadas e luminárias com tecnologia Led que são mais eficientes, mais ecológicas, tem uma durabilidade maior e hoje já existem normativas e uma padronização por parte dos fabricantes tornado possível a troca das existentes por LED.

A padronização, regulamentação e centralização do planejamento quanto as instalações de novos equipamentos na universidade, para que assim se torne possível o planejamento de manutenção e de obras por parte dos departamentos competentes da Instituição. Impedindo também a compra e instalação de equipamentos de iluminação ineficientes e instalados de forma incorreta.

A necessidade de maior agilidade para a atualização dos sistemas, e maior fiscalização por parte dos departamentos quanto a utilização e manutenção adequada dos sistemas.

A necessidade de definição de quais itens que estão estocados no almoxarifado e não vão mais ser utilizados, a retirada dos mesmos do almoxarifado, e que seja dada a destinação correta para os materiais.

Necessidade de retomada e da atualização da campanha “Reduzir o Consumo é transformar o mundo”, que é muito importante, e que consegue orientar e educar os usuários quanto ao uso correto dos sistemas de iluminação. Principalmente, pois nos últimos dois anos muitos usuários estiveram fora das instalações da Instituição, e muitos usuários novos entraram isso faz com que aumente ainda mais a necessidade da educação dos usuários.

#### 4.3 ÁREA: INFRAESTRUTURA

Neste tópico estão apresentadas as informações e dados obtidos por meio de estudos da literatura, e de dados fornecidos pela instituição, referentes a infraestrutura elétrica da instituição.

##### 4.3.1 Levantamento da literatura e legislações sobre a Infraestrutura

Neste tópico estão apresentadas as informações coletadas em estudos da literatura, são apresentadas as informações encontradas sobre a eficiência e o funcionamento dos sistemas de infraestrutura, buscando formas mais eficientes e dados literários que auxiliem na identificação de problemas pertinentes na instituição.



Em relação à infraestrutura física, as instituições públicas tem como obrigatoriedade o cumprimento da Lei nº 4.150, de 21 de novembro de 1962 que:

“Institui o regime obrigatório de preparo e observância das normas técnicas nos contratos de obras e compras do serviço público de execução direta, concedida, autárquica ou de economia mista, através da Associação Brasileira de Normas Técnicas e dá outras providências”:

Art. 1º Nos serviços públicos concedidos pelo Governo Federal, assim como nos de natureza estadual e municipal por ele subvencionados ou executados em regime de convênio, nas obras e serviços executados, dirigidos ou fiscalizados por quaisquer repartições federais ou órgãos paraestatais, em todas as compras de materiais por eles feitas, bem como nos respectivos editais de concorrência, contratos ajustes e pedidos de preços será obrigatória a exigência e aplicação dos requisitos mínimos de qualidade, utilidade, resistência e segurança usualmente chamados “normas técnicas” e elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, nesta lei mencionada pela sua sigla “ABNT”.

A ABNT dispõe de muitas normas técnicas, onde são feitas recomendações sobre as mais diversas áreas, as quais devem ser seguidas, elas trazem recomendações sobre projetos, execução, manutenção e fiscalização do funcionamento das instalações elétricas, trazendo também normas específicas para tipos de estabelecimentos. Entre as várias normativas disponíveis, abaixo estão citadas algumas das que se encaixam nas atividades da UFSC:

Para as instalações elétricas de baixa tensão, são utilizadas a ABNT NBR 5410:2004 Instalações elétricas de baixa tensão, a ABNT NBR 13570:1996 Instalações elétricas em locais de afluência de público, a ABNT NBR 13534:2008 Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde, a ABNT NBR 16008:2011 que trata sobre Extensões elétricas, protetores e filtros de linha e a ABNT NBR IEC 61439-2:2016 que trata sobre Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão Parte 2: Conjuntos de manobra e comando de potência.

Para as instalações elétricas em média tensão é utilizada a ABNT NBR 14039:2005 que trata sobre instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV.

Para a proteção contra descargas atmosféricas, são utilizadas as normas ABNT NBR 5419-1:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas Parte 1: Princípios gerais a ABNT NBR 5419-2:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas Parte 2: Gerenciamento de risco, a ABNT NBR 5419-3:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida, ABNT NBR 5419-4:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;

Concomitante à ABNT, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, por meio da Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL, estabelece que as Instituições de Ensino Público Federal integram a classe poder público, subclasse poder público federal. Assim, as UCs da Universidade com tensão de fornecimento em AT são enquadradas no Grupo A – Subgrupo A4. Enquanto as UCs com tensão de fornecimento em BT são enquadradas no Grupo B – Subgrupo B3.

Dentro dos contratos de fornecimento de energia é necessário escolher a modalidade tarifária. Essa escolha define o conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e demanda de potência ativas.

De acordo com a ANEEL Nº 1000 DE 7/12/2021, para os contratos enquadrados no grupo A, existem tipos diferentes tipos de modalidades tarifárias sendo:

Verde: modalidade caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia, e uma única tarifa de demanda de potência. Geralmente, enquadram-se nessa modalidade indústrias e estabelecimentos comerciais de médio ou grande porte a exemplo de supermercados;

Azul: na modalidade Azul, são aplicadas tarifas diferenciadas de consumo e de demanda de acordo com o horário de utilização da energia no dia.

Para os contratos enquadrados no grupo B, existem tipos diferentes tipos de modalidades tarifárias sendo:

Tarifa Branca: a modalidade tarifária branca é caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia;

Tarifa Convencional Monômnia: tarifa única de consumo de energia, independente das horas de utilização do dia.

A ANEEL Nº 1000 DE 7/12/2021, estabelece o limite mínimo de fator de potência de 0,92 indutivo ou capacitivo, para as UC's do Grupo A. Caso os limites não sejam respeitados são cobradas multas nos montantes excedentes”.

No mesmo sentido, o Ministério do Trabalho e Previdência, por meio da Norma Regulamentadora 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade, com relação aos locais que possuem carga instalada superior a 75kW, ou que possuam subestação instalada, há o estabelecimento das seguintes determinações técnicas especializadas relacionadas à segurança do trabalho envolvendo instalações elétricas, assim sendo:

10.2.3 As empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.

10.2.4 Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no subitem 10.2.3, no mínimo:

- a) conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;
- b) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;
- e) resultados dos testes de isolação elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;
- f) certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;
- g) relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f”.

A infraestrutura elétrica das edificações necessita de um dimensionamento correto, de uma manutenção adequada, e que os sistemas sejam utilizados e operados de forma adequada, quando isso não acontece, conforme as recomendações da NBR 5410 de 2004, os sistemas elétricos das edificações que não seguem a norma podem apresentar problemas como:

- Oscilações de energia que é a baixa tensão a curto prazo.
- Subtensão que é a tensão de linha reduzida por períodos prolongados (minutos ou até mesmo dias).
- Tensão Excessiva ou Sobretensão que é a tensão aumentada por períodos prolongados.
- Picos de Tensão ou Surtos de Energia que é a alta tensão a curto-prazo acima de 110% do valor nominal.
- Falhas de Energia que é a perda total da energia útil (conhecido também como apagão).
- Ruído que é conhecido também como interferência eletromagnética, o ruído é a quebra na suavidade da onda senoidal da energia fornecida pela rede elétrica.
- Distorções Harmônicas que é a distorção da forma de onda normal da linha, geralmente transmitida por cargas não lineares.
- Esses problemas podem causar a queima e diminuição da vida útil dos equipamentos, a diminuição da produtividade pela interrupção do fornecimento de energia, a perda de dados, maior gasto de energia, maior gasto com manutenção, e entre outros problemas.

- Uma subestação mal dimensionada, ou que está ligada sem carga, acaba consumindo energia só por estar ligada e essas perdas tem uma relevância importante, isso acontece, pois é nas subestações que ficam instalados os transformadores, e neles acontecem as perdas em vazio e as perdas em carga.

As perdas em vazio ocorrem com o transformador fornecendo energia ou não, ou seja, pelo fato de estar ligado na rede o transformador já está consumindo energia, essas perdas do transformador. Já as perdas em carga são aquelas que ocorrem em regime de funcionamento, ou seja, quando o transformador está fornecendo energia para as cargas nele ligadas. (ABNT NBR 5458)

Um bom investimento para conquistar a ecoeficiência energética, é investindo em sistemas fotovoltaicos e de aquecimento solar. O investimento nesse tipo de infraestrutura é uma das medidas mais eficazes para alcançar a ecoeficiência energética. A opção pelos sistemas de energia solar dispensa o uso de fontes hídricas e termoeletricas, que têm custos elevados de produção, são escassas e geram impactos negativos para o meio ambiente.

Um sistema fotovoltaico e de aquecimento de água também elimina uma cadeia de desperdício de energia, desde a geração até a distribuição pela concessionária. Além disso, a energia solar é renovável, inesgotável e traz redução na conta de luz.

De acordo com a Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL o mínimo permitido para as contas de energia é de 0,92 para unidades consumidoras do grupo A. Abaixo deste valor, a Concessionária deve cobrar multa na fatura de energia sobre o consumo de Potência Reativa além dos 8% máximos permitidos.

Segundo a Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL. Caso haja uma medida de demanda utilizada maior do que o contratado, a concessionária cobrará uma multa pelo excesso, em que a tarifa aplicada será duas vezes a demanda ultrapassada.

As perdas em vazio que acontecem nos transformadores são relevantes, conforme pode ser observado na figura 19, retirada do catálogo de produtos da WEG, onde é apresentado um exemplo de um transformador Óleo de 1000kVA 13,8/0,38kV, a parte grifada em amarelo representa o consumo de potência do transformador só por estar ligado.

Figura 19: Informações técnicas Transformador 1000kVA

Transformador Óleo 1000.0kVA 13.8/0.38kV CST ONAN			
<a href="#">VISÃO GERAL</a> <a href="#">DETALHES DO PRODUTO</a> <a href="#">SOBRE O PRODUTO</a> <a href="#">CENTRAL DE DOWNLOADS</a> <a href="#">PRODUTOS RELACIONADOS</a>			
DADOS TÉCNICOS			DESENHOS
			GERAR DOCUMENTOS
Potência	1000 kVA	Tipo Comutação	CST
Tensão nominal AT	13.8 kV	Taps	-4x0.6 kV
Tensão nominal BT	0.38 kV	Classe temperatura material isolante	E (120 °C)
Forma construtiva	Tanque corrugado	Refrigeração	ONAN
NBI (AT)	95.0 kV	Material dos condutores AT/BT	Al/Al
Norma	NBR 5356	Elevação temperatura dos enrolamentos média	65.0 °C
Frequência	60.0 Hz	Elevação de temperatura dos enrolamentos no ponto mais quente	80.0 °C
Grupo ligação WT	Dyn1	Impedância	5.0 %
Fase	Trifásico	Perdas em vazio	2.0 kW
Instalação	Ao tempo	Perdas totais	17.5 kW
Altitude máxima de instalação	1000.0 m	Corrente de excitação	1.5 %
Atmosfera	Não agressiva	Nível de ruído	58.0 dB

Fonte: Catálogo de transformadores WEG. (2022)

Na tabela 16 são mostradas as perdas em vazio dos transformadores, a tabela foi retirada da NBR5440, a norma trata sobre Transformadores para redes aéreas de distribuição, na tabela estão representados os valores garantidos de perdas, correntes de excitação e tensões de curto-circuito para transformadores com tensão máxima de 15kV.

Tabela 16: Valores de perdas em transformadores trifásicos de 15kV

Potência do transformador kVA	Corrente de excitação %	Perda em vazio W	Perda total W	Tensão de curto-circuito a 75°C %
1	2	3	4	5
15	4,8	100	440	3,5
30	4,1	170	740	
45	3,7	220	1 000	
75	3,1	330	1 470	
112,5	2,8	440	1 990	
150	2,6	540	2 450	4,5
225	2,3	765	3 465	
300	2,2	950	4 310	

Fonte: Nbr5440 (2014)

As perdas por uma subestação superdimensionada, ou que não está sendo usada, não se resumem apenas aos transformadores, mas a todos componentes que integram a subestação, componentes que somados podem dobrar o valor das perdas no transformador. Outro fator relevante, é que por conta do superdimensionamento do sistema torna-se necessário a instalação de bancos de capacitores para a correção do Fator de potência.

#### **4.3.2 Levantamento dos dados obtidos sobre a Infraestrutura da Instituição**

O Campus da UFSC Florianópolis, conta com diversas entradas de energia espalhadas pela cidade como já citado no item 3.1 deste estudo, são um total de 30 unidades consumidoras, sendo 16 alimentadas em Alta Tensão (AT) e 14 alimentadas em Baixa Tensão (BT).

De acordo com a Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL, a UFSC integra a classe poder público, subclasse poder público federal. Assim, as UCs da Universidade com tensão de fornecimento em AT são enquadradas no Grupo A – Subgrupo A4. Enquanto as UCs com tensão de fornecimento em BT são enquadradas no Grupo B – Subgrupo B3.

Todos os contratos de fornecimento de energia elétrica da UFSC foram realizados no Ambiente de Contratação Regulada – ACR, nos quais foram empregadas as seguintes modalidades tarifárias:

- Modalidade Tarifária Horária Verde para as UCs de alta tensão;
- Modalidade Tarifária Convencional Monômnia para as UCs de baixa tensão.

Para as Unidades Consumidoras alimentadas em média tensão (Grupo A) a modalidade tarifária horária é a verde, para as unidades de BT (Grupo B) a modalidade é a convencional monômnia.

A instituição conta com um bom sistema de controle de suas despesas com energia elétrica, com gráficos e tabelas que são atualizados mensalmente, esses dados podem ser encontrados na planilha de monitoramento, que é pública e está disponibilizada no Site do DPAE. os dados são fornecidos pela CELESC, e o DPAE trabalha esses dados para torna-los de fácil controle e de fácil entendimento para torna-los públicos e com maior transparência.

Com a elaboração da planilha de monitoramento os servidores da instituição conseguem controlar os gastos e elaborar mudanças contratuais juntamente com a CELESC, afim de obter a diminuição dos gastos com excedentes de energia. Evitando desperdícios de dinheiro público.

A tabela 17 apresenta os gastos de todas as unidades consumidoras da região da Trindade, onde são apresentados os gastos com Energia, com a demanda contratada, os acréscimos e os descontos na conta. A tabela 17 trata-se de uma tabela resumida, na planilha de monitoramento, existe várias tabelas e gráficos que detalham o consumo das Unidades Consumidoras.

Tabela 17: Despesas campus Florianópolis

DESPESAS - TODAS AS UCS DA REGIÃO - 2022						
	Energia	Demanda	Acréscimos <sup>1</sup>	Descontos <sup>2</sup>	Total	
Jan	R\$ 659.791,39	R\$ 56.606,96	R\$ 224.838,91	-R\$ 60.603,16	R\$ 880.634,10	
Fev	R\$ 706.753,40	R\$ 74.247,02	R\$ 244.658,52	-R\$ 63.518,50	R\$ 962.140,44	
Mar	R\$ 761.578,27	R\$ 121.894,28	R\$ 260.309,79	-R\$ 66.789,08	R\$ 1.076.993,26	
Abr	R\$ 894.961,99	R\$ 82.389,79	R\$ 305.909,40	-R\$ 78.577,50	R\$ 1.204.683,68	
Mai	R\$ 834.720,05	R\$ 95.077,34	R\$ 147.953,64	-R\$ 67.034,36	R\$ 1.010.716,67	
Jun	R\$ 870.010,40	R\$ 69.935,55	R\$ 8.143,22	-R\$ 57.848,61	R\$ 890.240,56	
Jul	R\$ 799.710,58	R\$ 84.874,68	R\$ 6.267,83	-R\$ 55.037,66	R\$ 835.815,43	
Ago	R\$ 780.963,06	R\$ 84.630,76	R\$ 5.790,92	-R\$ 55.891,27	R\$ 815.493,47	
Set	R\$ 747.550,56	R\$ 84.819,65	R\$ 24.571,86	-R\$ 56.306,48	R\$ 800.635,59	
Out	R\$ 802.899,11	R\$ 96.588,07	R\$ 23.220,05	-R\$ 62.310,53	R\$ 860.396,70	
Nov	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
Dez	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
<b>Total</b>	<b>R\$ 7.858.938,81</b>	<b>R\$ 851.064,10</b>	<b>R\$ 1.251.664,14</b>	<b>-R\$ 623.917,15</b>	<b>R\$ 9.337.749,90</b>	

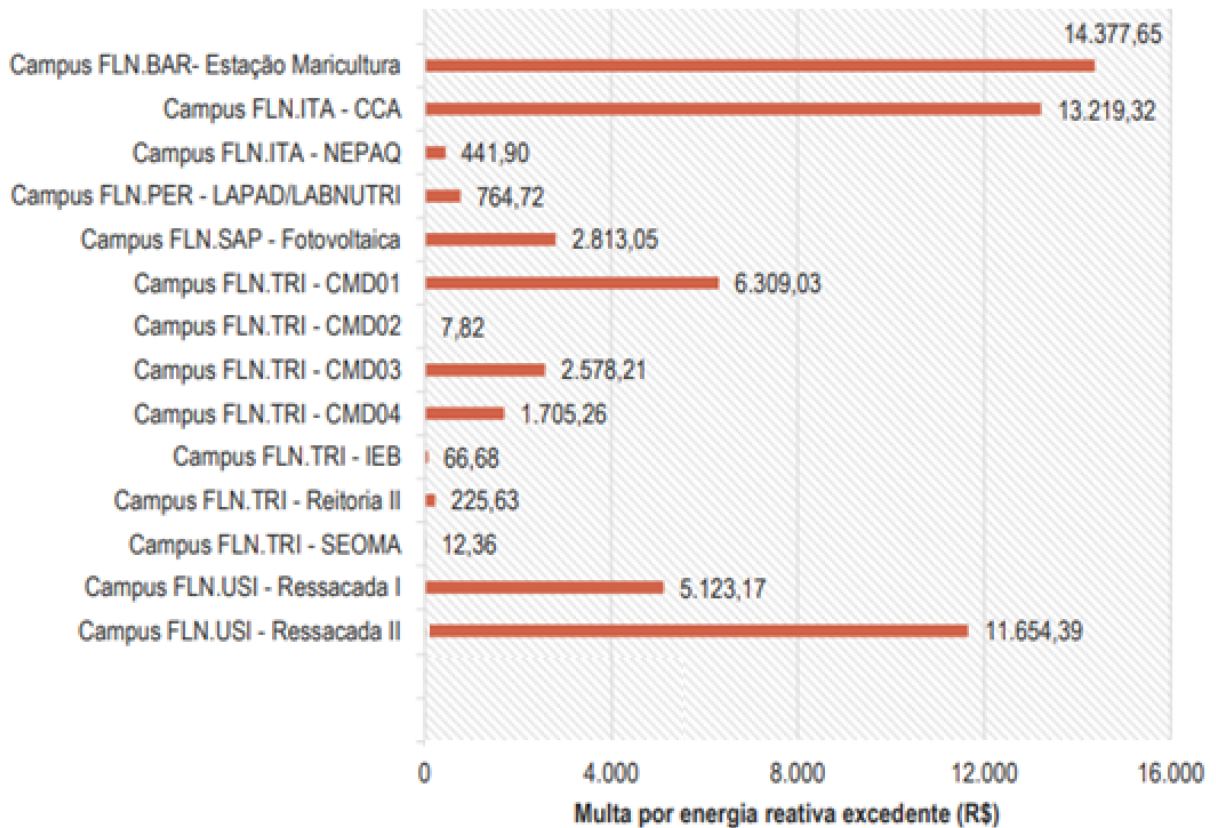
Fonte: Adaptado planilha de contas DPAAE

O campo acréscimo é composto pelos custos referentes ao Custeio do Serviço de Iluminação pública (COSIP), adicional de bandeiras tarifárias, Excedente de consumo de energia reativa, solicitações de desligamento programado, taxa de vistoria, multas e juros por atrasos de pagamento.

O campo descontos é composto pelo crédito referente ao excedente de geração fotovoltaica, dedução por violação da meta de continuidade de fornecimento de energia pela concessionária, Retenção dos impostos PIS, COFINS e CSLL.

A figura 20 apresenta os valores das multas, por excedente de energia reativa, nas unidades consumidoras da UFSC Florianópolis. As multas foram de quase R\$ 60.000, foram feitas pela CELESC e são referentes ao ano de 2019. Os dados de 2020 e 2021, foram afetados por conta da pandemia.

Figura 20: Multa por Excedente Reativo



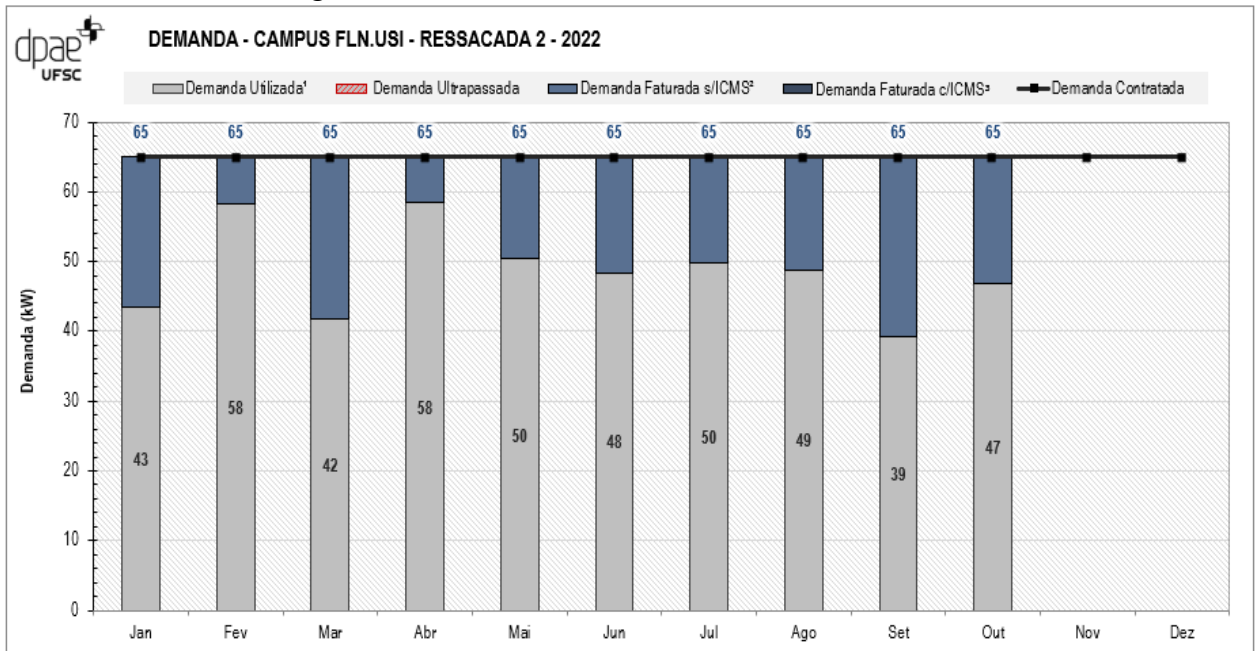
Fonte: Adaptado, relatório de energia DPAE (2021)

Com esses dados é possível observar que as unidades consumidoras com situação crítica são as da Estação Maricultura, Centro de Ciências Agrárias e Ressacada II, esse tipo de multa acontece principalmente por grandes cargas indutivas ligadas a rede. Com gráficos e dados deste tipo se torna possível o planejamento e a atuação para fazer as correções necessárias nos sistemas, seja com aquisição e instalação de bancos de capacitores e/ou com a manutenções nos equipamentos.

Na figura 21 é apresentado o gráfico da Demanda da Unidade Consumidora 2 da Fazenda Ressacada, onde é possível observar que a demanda contratada foi de 65kW, e que em nenhum momento a demanda contratada foi ultrapassada. O fato de não ultrapassar a demanda contratada é muito bom, pois quando a demanda contratada é ultrapassada existe a geração de multa.



Figura 21: Demanda contratada Fazenda Ressacada



Fonte: Adaptado planilha de contas DPAAE (2022)

Como a demanda não ultrapassa o valor de 65kW, isso demonstra que a unidade não necessitaria de transformadores de grande potência, os quais geram gastos desnecessário apenas por estarem ligados. A tabela 18 apresenta os transformadores instalados no Campus Florianópolis, e os transformadores que estão entre a linha 53 e 62 são pertencentes a esta unidade consumidora, e tem potências muito acima da demanda contratada.

Analisar apenas pela demanda, é uma análise insuficiente; é necessário entender o contexto e o que está acontecendo no local. No caso da Fazenda Ressacada, o que acontece é que o sistema foi superdimensionado, existem vários transformadores, foi dimensionado uma carga pensando em uma instalação futura de vários laboratórios no local, que precisariam desta carga, mas isso não aconteceu e não tem previsão de acontecer. Então há anos o sistema está todo ligado, gastando energia, tempo e gastos com manutenção e se deteriorando com o tempo.

Tabela 18: Subestações e transformadores UFSC Florianópolis

Item	Nome	ID	Entrada de Média Tensão	T1 (kVA)		T2 (kVA)		T3 (kVA)		T4 (kVA)		Potência Total (kVA)
1	CMD 01	CMD 01	Aérea	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	Reitoria	SE 21	Subterrânea	---	---	112,5	óleo	225	óleo	225	óleo	562,5
3	BU	SE 35	Subterrânea	500	óleo	1000	seco	---	---	---	---	1500
4	CCE	SE 25	Subterrânea	500	óleo	225	óleo	225	óleo	---	---	950
5	CFH	SE 03	Subterrânea	750	seco	500	seco	500	seco	---	---	1750
6	Horto	SE 24	Subterrânea	500	seco	---	---	---	---	---	---	500
7	Bloco 1	SE 04	Subterrânea	750	seco	750	seco	750	seco	---	---	1500
8	CFM	SE 02	Subterrânea	225	óleo	112,5	óleo	---	---	---	---	337,5
9	CCB	SE 01	Subterrânea	150	óleo	---	---	---	---	---	---	150
10	EMC Ext	SE 26	Subterrânea	300	óleo	500	óleo	225	óleo	750	óleo	1775
11	Superfícies	SE 67	Subterrânea	500	seco	---	---	---	---	---	---	500
12	CTC	SE 17	Subterrânea	150	óleo	500	óleo	300	óleo	150	óleo	1100
13	CCS	SE 16	Subterrânea	225	óleo	500	óleo	500	óleo	75	óleo	1300
14	EMC Int	SE 29	Subterrânea	300	óleo	225	óleo	---	---	---	---	525
15	Pólo	SE 30	Subterrânea	500	óleo	---	---	---	---	---	---	500
16	Fomo	SE 66	Subterrânea	1000	seco	---	---	---	---	---	---	1000
17	Ru Nova	SE 22	Subterrânea	1000	óleo	1000	seco	---	---	---	---	2000
18	Ru Velha	SE 08	Subterrânea	112,5	óleo	112,5	óleo	225	óleo	---	---	450
19	Imprensa	SE 07	Subterrânea	150	óleo	---	---	---	---	---	---	150
20	CCU Inf	SE 31	Subterrânea	750	seco	---	---	---	---	---	---	750
21	CCU Sup	SE 32	Subterrânea	500	óleo	---	---	---	---	---	---	500
22	CMD 02	CMD 02	Aérea	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23	Eng. Civil	SE 36	Subterrânea	500	óleo	112,5	óleo	---	---	---	---	612,5
24	Eng. QMC	SE 37	Subterrânea	225	seco	1000	seco	---	---	---	---	1225
25	CCB-MIP	SE 38	Subterrânea	225	óleo	500	óleo	---	---	---	---	725
26	Biotério Externa	SE 39	Aérea	150	óleo	---	---	---	---	---	---	150
27	Almoxarifado	SE 40	Aérea	112,5	óleo	---	---	---	---	---	---	112,5
28	Dpto. Eng. QMC	SE 41	Aérea	150	óleo	---	---	---	---	---	---	150
29	Biotério Interna	SE 46	Subterrânea	500	óleo	---	---	---	---	---	---	500
30	CCB Nova	SE 60	Subterrânea	1000	seco	1000	seco	500	seco	1000	seco	3500
31	CDM 03	CDM 03	Subterrânea	---	---	---	---	---	---	---	---	---
32	CSE	SE 11	Subterrânea	225	óleo	225	óleo	500	óleo	---	---	950
33	QMC	SE 23	Subterrânea	225	óleo	500	óleo	500	óleo	500	óleo	1725
34	Pedestal CSE	SE 10	Subterrânea	500	óleo	---	---	---	---	---	---	500
35	Reitoria II	SE 05	Subterrânea	500	seco	---	---	---	---	---	---	500
36	Prefeitura	SE 42	Aérea	150	óleo	---	---	---	---	---	---	150
37	IEB	SE 44	Subterrânea	300	óleo	---	---	---	---	---	---	300
38	C. do Estudante	SE 06	Aérea	112,5	óleo	---	---	---	---	---	---	112,5
39	CCA	SE 47	Subterrânea	225	óleo	500	óleo	1000	seco	---	---	1725
40	NEPAQ	SE 52	Aérea	150	óleo	---	---	---	---	---	---	150
41	CMD 05	CMD 05	Subterrânea	---	---	---	---	---	---	---	---	---
42	---	SE 48	Subterrânea	300	óleo	---	---	---	---	---	---	300
43	---	SE 49	Subterrânea	150	óleo	---	---	---	---	---	---	150
44	---	SE 50	Subterrânea	300	óleo	---	---	---	---	---	---	300
45	M. das Pedras	SE 51	Subterrânea	300	óleo	---	---	---	---	---	---	300
46	UFSC do MEC	SE 45	Subterrânea	500	óleo	---	---	---	---	---	---	500
47	CDS Piscina	MD 04/SE 3	Subterrânea	750	seco	---	---	---	---	---	---	750
48	Labtucal I	SE 20	Subterrânea	750	seco	---	---	---	---	---	---	750
49	Labtucal II	SE 19	Subterrânea	500	óleo	---	---	---	---	---	---	500
50	ARQ	SE 28	Subterrânea	300	óleo	---	---	---	---	---	---	300
51	Pista	SE 65	Subterrânea	150	óleo	---	---	---	---	---	---	150
52	Fazenda Ressacada (FR)	---	Aérea	300	óleo	---	---	---	---	---	---	300
53	FR- Ramal 1	Trafo. 1	Aérea	300	óleo	---	---	---	---	---	---	300
54	FR- Ramal 1	Trafo. 3	Aérea	300	óleo	---	---	---	---	---	---	300
55	FR- Ramal 2	Trafo. 5	Aérea	300	óleo	---	---	---	---	---	---	300
56	FR- Ramal 2	Trafo. 6	Aérea	300	óleo	---	---	---	---	---	---	300
57	FR- Ramal 3	Trafo. 2	Aérea	45	óleo	---	---	---	---	---	---	45
58	FR- Ramal 3	Trafo. 4	Aérea	300	óleo	---	---	---	---	---	---	300
59	FR- Ramal 3	Trafo. 8	Aérea	75	óleo	---	---	---	---	---	---	75
60	FR- Ramal 3	Trafo. 9	Aérea	75	óleo	---	---	---	---	---	---	75
61	FR- Ramal 4	Trafo. 7	Aérea	112,5	óleo	---	---	---	---	---	---	112,5
62	FR- Ramal 4	Trafo. 10	Aérea	75	óleo	---	---	---	---	---	---	75
63	Reserva	---	---	225	óleo	---	---	---	---	---	---	225
64	Reserva	---	---	150	óleo	---	---	---	---	---	---	150

Fonte: Adaptado do DMPI (2022).

Como já abordado, uma subestação com transformadores superdimensionados, geram uma maior ineficiência e um maior gasto, com a análise dos dados de consumo das subestações, esses desperdícios podem ser diminuídos, através da desconexão dos equipamentos que estão ligados a rede sem necessidade. O caso mais emblemático observado, é o caso do transformador do antigo Restaurante Universitário, se trata de um transformador de 1MVA que servia principalmente para ligar as caldeiras, com a desativação da caldeira o transformador ficou alimentando apenas uma pequena carga de laboratório, que em seu pico de demanda consumia 30 kW de potência, o transformador ficou ligado por anos, no início deste estudo ele ainda estava ligado, sem grades custos a carga foi realocada para um outro alimentador e o transformador foi desligado.

Para diminuir e conseguir analisar melhor a sua carga, a Instituição necessita de um sistema supervisorio, que fica analisando em tempo real as cargas do sistema, com isso seria possível resolver esses problemas de multas por potência reativa, saber se os sistemas estão muito carregados ou pouco. A instituição conta com vários equipamentos que poderiam ser utilizados para um sistema supervisorio, contudo ainda não os utiliza para este fim.

Em praticamente todos os Quadros de distribuição principais de baixa tensão da instituição, existem equipamentos como os da figura 22, que são os Transdutores de Energia Elétrica, grande parte deles são da marca CCK, e as informações por eles geradas não são aproveitadas pela instituição. Da mesma forma, as condições de uso e operação destes equipamentos também são desconhecidas.

Figura 22: Transdutores de energia elétrica



Fonte: Autor (2022)

Durante a pandemia, o DMPI aproveitou que a instituição estava fechada, e fez a manutenção e a troca de equipamentos das Subestações e Centros de Medição e Distribuição “CMD” da Universidade, o que modernizou e deixou o sistema elétrico da Instituição muito mais completo, operacional e confiável. Na figura 23 é mostrado a parte interna do CMD01, onde é possível observar os novos disjuntores de média tensão, esses disjuntores possibilitam o monitoramento e atuação remota, o que torna o sistema muito mais seguro, eficiente e possibilita um maior controle com as informações por eles geradas.

Figura 23: Parte interna (CMD01)

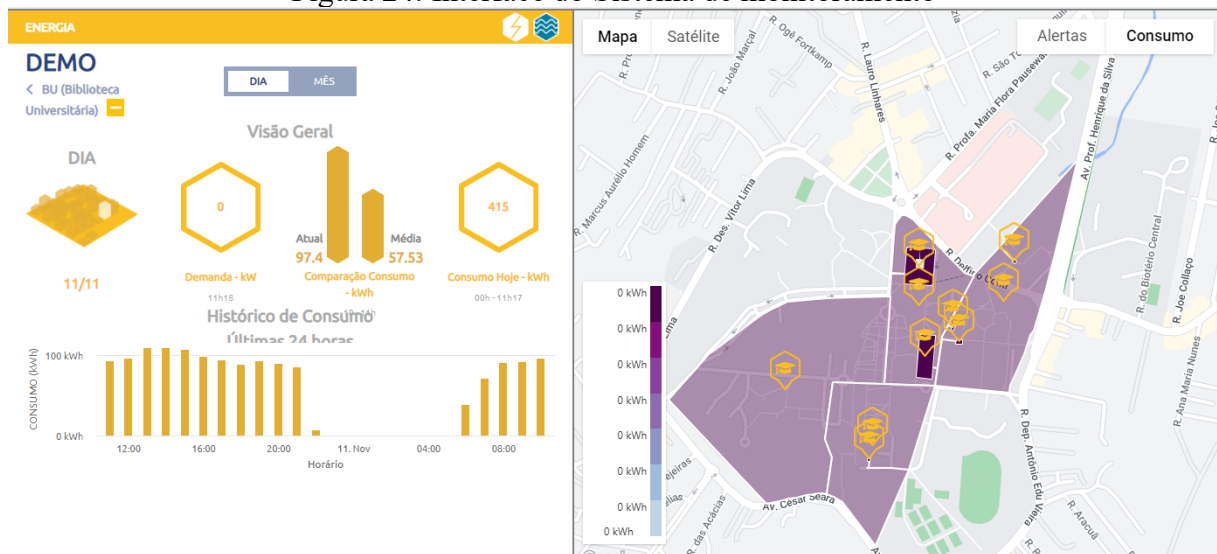


Fonte: Autor (2022)

Após a instalação dos disjuntores, foi dado início no processo de implantação de um sistema supervisorio, onde as informações coletadas pelos disjuntores seriam colocadas na rede, o que aumenta e muito o controle dos sistemas de energia elétrica existentes na instituição, algumas das informações ficariam disponíveis para o público em geral, com o intuito de aumentar a transparência. O que foi feito até o momento deste ano de 2022, é apenas o início, e está muito longe ainda do que o sistema pode fornecer, no presente ano de 2022 o sistema apenas fornece informações de tensão e potência, não tendo a opção de operar os equipamentos remotamente. O sistema está sendo implantado apenas para os disjuntores de Média Tensão, não incluindo os outros sistemas existentes, como por exemplo utilizando as informações dos Transdutores de energia.

O sistema supervisorio pode ser conferido no site <https://demo.liteme.com.br/>, o acesso é livre e algumas informações são disponibilizadas para o público em geral. Na figura 24, é demonstrada a interface do sistema e as informações coletadas do disjuntor da Biblioteca Universitária no dia 11/11/2022.

Figura 24: Interface do Sistema de monitoramento



Fonte: Autor (2022)

Como forma de se tornar mais sustentável e reduzir as despesas com energia elétrica, a UFSC vem investindo na geração de energia solar fotovoltaica. A instituição já possui algumas estruturas de geradores de energia solar fotovoltaicos, mas infelizmente algumas são pouco ou nada utilizados.



Dentre as estruturas montadas a mais tempo, está a do prédio da mecânica que segundo a (fotovoltaicaufsc,2022) ainda se encontra em operação, existe também a estrutura fotovoltaica do Centro de Eventos, mostrado na figura 25, no Centro de eventos também foram montadas novas estruturas.

Figura 25: Energia Fotovoltaica – Centro de Cultura e Eventos e prédio da Eng. Mecânica



Fonte: Notícias UFSC (2018)

Na figura 26 é mostrado o Laboratório Fotovoltaica (UC 47156947), que produz mais energia do que consome em alguns períodos. Desta forma, o excedente de energia produzido é inserido na rede da Concessionária e a UFSC recebe créditos pelo montante de energia injetado.

Figura 26: Energia Fotovoltaica UFSC – Laboratório Fotovoltaica (Sapiens Park)



Fonte: Notícias UFSC (2018)

A UFSC está finalizando a instalação de novos módulos geradores de energia solar fotovoltaicos no Campus Florianópolis, objeto do contrato nº 355/UFSC/2019 e contrato nº285/UFSC/202010. No primeiro foram instalados 7 módulos de 18,48 kWp, totalizando uma potência 683,76 kWp, sendo distribuídos da seguinte forma:

- CCEVEN - 10 Usinas de 18,48 kWp;
- RU - 13 Usinas de 18,48 kWp;
- ENS - 2 Usinas de 18,48 kWp;
- INE - 1 Usina de 18,48 kWp;
- CCA - 4 Usinas de 18,48 kWp;
- CCS - 7 Usinas de 18,48 kWp.

Pode-se realizar uma simulação simples do primeiro contrato, e considerando os 683,76kWp instalados e em funcionamento, exposto a uma radiação solar útil diária de 5 horas e com as perdas de 20% do sistema, considerando também que o sistema permaneça operante em 30 dias no mês, os valores que são obtidos de geração são 82MVAh por mês.

Enquanto no segundo o escopo apresenta 7 módulos de 30 kWp (210 kWp de potência total instalada). Sendo distribuídos na seguinte forma;

- CDS (Bloco de sala de aulas) - 2,5 Usinas de 30 kWp;
- CCB (Bloco B) - 2 Usinas de 30 kWp;
- CSE (Bloco de sala de aulas)- 2,5 Usinas de 30 kWp;

Da mesma forma, realizando uma simulação simples do segundo contrato, e considerando os 210kWp instalados e em funcionamento, exposto a uma radiação solar útil diária de 5 horas e com as perdas de 20% do sistema, considerando também que o sistema permaneça operante em 30 dias no mês, são obtidos os valores de geração de 25MVAh por mês.

No presente ano de 2022, nem todos ainda estão em operação. Na figura 27 está sendo mostrado o Restaurante Universitário, e na figura 28 os prédios do INE e ENS, nas imagens é possível observar que as edificações já estão com as novas placas fotovoltaicas instaladas.

Figura 27: Fotovoltaica Restaurante Universitário



Fonte: Autor

Figura 28: Fotovoltaica INE/ENS



Fonte: Autor



Na prospecção de elaboração dos projetos e dos contratos nº 355/UFSC/2019 e contrato nº285/UFSC/2020, que são referentes a instalação dos sistemas solares fotovoltaicos, foi feita uma estimativa de *payback* de menos de 8 anos para o sistema.

Apesar do *payback* de 8 anos indicado pela prospecção dos contratos ser interessante para a aplicação do sistema, a sua viabilidade financeira para a instituição não foi o critério predominante na tomada de decisão da sua contratação. O recurso para sua instalação se deu por conta de uma liberação de verba do MEC para investimento direto em energia fotovoltaica, o que possibilitava sua implantação.

Os Sistemas fotovoltaicos necessitam de manutenção e, segundo informações do DMPI até o momento não se tem previsão de elaboração de contratos para manutenção e operação destes equipamentos dentro da instituição.

Por se tratarem de sistemas sensíveis, sua operação e manutenção é chave para evitar desperdícios, como é o caso do sistema fotovoltaico instalado no CCA, que acabou ficando alguns dias desligado sem gerar energia, devido à queda de um disjuntor. Desligado, o sistema parou de gerar energia e ninguém foi informado. O disjuntor só foi religado alguns dias depois, por acaso, visto que ninguém tinha a informação da ocorrência e não havia ninguém operando e vistoriando o sistema.

Como acontece com os sistemas fotovoltaicos, os sistemas de aquecimento solar também não recebem a manutenção necessária e não tem contratos de manutenção, os sistemas de aquecimento solar, são eficientes e reduzem muito o gasto com energia e esses sistemas estão instalados em algumas edificações da Instituição.

A Moradia estudantil é um dos locais que tem o sistema de aquecimento solar instalado. Na figura 29, é possível observar as placas instaladas na edificação. O sistema do local atualmente se encontra em funcionamento parcial, onde o que aquece realmente a água é a resistência presente internamente no Boiler e não as placas solares. No Restaurante Universitário o sistema se encontra desativado.

Figura 29: Painéis de aquecimento solar Moradia Estudantil



Fonte: Autor

Outro local que tem o sistema instalado, e o mesmo está em operação é na Edificação do Curso de Engenharia Química e de Alimentos, como mostrado na figura 30, trata-se de um equipamento novo, e que está em operação e economizando energia.

Figura 30: Painéis de aquecimento solar EQA



Fonte: Autor

Na UFSC muitos dos locais que foram instalados sistemas de aquecimento solar, e que os mesmos ainda existem nas edificações, não estão catalogados e não passam pela manutenção adequada.

#### **4.3.3 Análise e apresentação das possíveis melhorias sobre a Infraestrutura**

Neste índice estão apresentadas sugestões de melhorias, com base nos dados e informações obtidas na literatura e na instituição.

A UFSC é uma instituição de ensino pesquisa e extensão e que tem em sua infraestrutura, cargas das mais variadas e que necessitam de uma infraestrutura elétrica adequada para os seus diversos usos. Seja para o funcionamento de um equipamento complexo ou um equipamento mais simples.

É necessário a realização de campanhas educativas para o uso consciente de energia, nestas campanhas, deve ser incluídas recomendações sobre a aquisição de equipamentos eficientes e a forma correta de uso, os usuários também devem ser orientados a informar a administração sobre a instalação de equipamentos de maior porte, para que caso seja necessário, a demanda contratada seja ajustada, afim de não pagar multas. Os usuários que utilizam equipamentos de grande porte, e que tem alto consumo de energia, também devem ser orientados a se possível, se programarem para utilizar os equipamentos em horários fora da ponta, pois a tarifa no horário de ponta é muito superior.

A instituição precisa urgentemente, que seja levantado e atualizado todo o seu sistema de dados, com dados atualizados de projetos, informações, relatórios e prontuários sobre a infraestrutura elétrica das edificações.

Devem ser tomadas providências quanto às unidades consumidoras que apresentaram excedentes de energia reativa, como visto as multas são altas e com instalação de bancos de capacitores podem ser evitadas. Outra solução para evitar as multas por excedente reativo é em locais onde existem sistemas de geração fotovoltaica, seja feita a configuração para que o inversor do sistema compense essa energia reativa.

Outro ponto que merece atenção, e que devem ser tomadas providências, é sobre locais que estão com equipamentos superdimensionados ou subdimensionados, e que devem ser adequados afim de evitar os desperdícios, nessa adequação já deve ser pensando em reaproveitar os equipamentos que se encontravam em boas condições, e que foram

desinstalados, com isso se consegue uma boa economia não adquirindo novos equipamentos, como por exemplo a reutilização de um transformador, que possui um alto valor agregado, e que pode ser utilizado em outros locais.

Para obter o maior controle de todo o seu sistema de infraestrutura, a instituição deve fazer a implantação de um sistema supervisorio, que analise a instituição como um todo, centralizando as informações em um único sistema e dando a possibilidade de que os servidores responsáveis pela operação tomem as melhores decisões, e façam análises mais precisas quanto as melhorias.

A instituição deve definir e responsabilizar um setor para a operação dos sistemas de infraestrutura, nessa questão entram a operação dos sistemas de geração de energia fotovoltaica e também o monitoramento e operação dos sistemas supervisorios existentes.

Devem ser elaborados contratos de manutenção para os sistemas fotovoltaicos e de aquecimento solar, bem como treinamentos para os servidores quanto a operação e manutenção dos sistemas, fazer um investimento em sistemas que visam reduzir os gastos e tornar a instituição mais eficiente e não fazer manutenção deixando-os abandonados, não resolve e só aumenta os desperdícios em vez de diminuir.

## **5 SÍNTESE DE COMPARAÇÃO E PROPOSTA DE MELHORIAS ENTRE AS CATEGORIAS DE ESTUDO DA ECOEFICIÊNCIA DA UFSC**

Neste tópico são relacionados os problemas e as sugestões para as soluções dos problemas encontrados na UFSC para as três áreas conforme foi dividido este estudo, que são os Sistemas de Refrigeração, Sistemas de Iluminação e Infraestrutura. As sugestões vêm de encontro com os conceitos de ecoeficiência, e visam diminuir os desperdícios encontrados com base nos dados levantados juntamente com os departamentos da instituição. A síntese está apresentada na tabela 19.

Tabela 19: Síntese de comparação literatura, problemas UFSC e propostas de melhoria

Área de Análise	Literatura e Legislação	Problemas UFSC	Proposta de melhoria
Sistemas de Refrigeração	Educação/Orientação dos usuários sobre o uso correto dos sistemas de refrigeração, pode trazer economia, o uso incorreto danifica o sistema e o torna ineficiente	Os usuários do sistema não são orientados/educados quanto ao uso correto dos sistemas de refrigeração e a rotatividade de usuários é muito grande	Necessidade de retomada, reforço e da atualização da campanha "Reduzir o Consumo é transformar o mundo"
	Utilização de aparelhos antigos e pouco eficientes, e instalações inadequadas, aumentam o consumo do equipamentos de refrigeração. Necessidade de atendimento da NR17 Ergonomia	Existência de aparelhos muito antigos e pouco eficientes e instalados de forma inadequada, seja pela localização errada ou pela falta de vedação entre o meio externo e a sala, ou pela capacidade térmica diferente do necessário para o local	Readequação dos locais com instalações inadequadas, substituição dos aparelhos antigos por novos com tecnologia inverter reduzindo o consumo em 30%, e tornando o ambiente mais agradável.
	Lei 13.589/2018 PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Controle em sistemas de ar condicionado, o sistema de Manutenção preventiva, reduzir entre 15 e 20% o consumo de energia	Falta de manutenção periódica, falta de informação e de planejamento quanto ao que tem instalado, falta do Plano de Manutenção, Operação e Controle - PMOC	Elaboração de contrato de manutenção que contemple a Lei 13.589/2018, e posteriormente uma fiscalização ativa do contrato de manutenção
Sistemas de Iluminação	Educação/Orientação dos usuários sobre o uso correto dos sistemas de iluminação, pode trazer economia de 30%	Os usuários do sistema não são orientados/educados quanto ao uso correto dos sistemas de iluminação e a rotatividade de usuários é muito grande	Necessidade de retomada, reforço e da atualização da campanha "Reduzir o Consumo é transformar o mundo"
	As luminárias/lâmpadas LED trazem maior durabilidade, o menor dano ambiental, maior eficiência e tem um maior IRC	A baixa utilização da iluminação LED, e a falta de estudo luminotécnico para aquisição correta dos sistemas e equipamentos, bem como, o maior custo dos sistemas de iluminação utilizados atualmente na UFSC	Maior agilidade para a atualização dos sistemas de iluminação, a troca e os estudos luminotécnicos para as trocas devem ser feitos. O custo econômico e ambiental de manter o sistema como está atualmente é muito alto
	Norma ABNT 8995-1 - Iluminação em ambientes de trabalho, que substitui a NBR 5413 e a NBR 5382	Os sistemas de iluminação em muitos locais não seguem a norma vigente ABNT 8995-1, e nos locais onde foram feitas a troca do sistema por LED, não foi feito estudo luminotécnico, para verificação se o sistema está adequado	Elaboração de estudo luminotécnico para os locais, e a adequação, implantando sistemas LED onde ainda não está instalado e adequar os locais as normas vigentes
	Norma ABNT NBR 5101 "Iluminação Pública - Procedimento"	Os sistemas de iluminação pública, em vários locais não seguem a Norma ABNT NBR 5101 "Iluminação Pública - Procedimento"	Existe a necessidade de um estudo luminotécnico para os locais, implantando sistemas mais eficientes como o LED e adequando-os as normas vigentes
Infraestrutura	Educação/Orientação dos usuários sobre o uso correto dos sistemas, o uso incorreto danifica o sistema, o torna ineficiente, e traz maior gasto	Os usuários do sistema não são orientados/educados quanto ao uso correto da Infraestrutura elétrica da UFSC e a rotatividade de usuários é muito grande	Retomada, reforço e atualização da campanha "Reduzir o Consumo é transformar o mundo"
	Os sistemas de Infraestrutura elétrica de Média Tensão, devem ser adequados para atender as normas pertinentes ao sistema como a ABNT NBR 5410:2004, NR10	Os sistemas de Infraestrutura elétrica de baixa tensão da instituição, não estão adequados as normas pertinentes dentre elas a ABNT NBR 5410:2004, NR10. Atualmente a maior parte das documentações de projetos, relatórios e inspeções estão desatualizados	Elaboração de planejamento para a execução de um projeto "As-Built" dos sistemas de Infraestrutura elétrica da Instituição e posterior elaboração de contratos de reforma com o intuito de adotar o sistema as normas vigentes
	Os sistemas de Infraestrutura elétrica de Média Tensão, devem ser adequados para atender as normas pertinentes ao sistema como a ABNT NBR 5410:2004, NR10	A fiscalização, o controle da manutenção e operação dos sistemas, é falho e provoca desperdícios, como a queima e diminuição da vida útil de equipamentos, interrupção do fornecimento de energia, o maior gasto de energia, e uma rede instável	Maior fiscalização dos contratos de manutenção, centralização do controle e da operação dos sistemas
	Os sistemas de Infraestrutura elétrica de Média Tensão, devem ser adequados para atender as normas pertinentes ao sistema como a ABNT NBR 14039:2005	Os sistemas de Infraestrutura elétrica de Média Tensão, não estão adequados as normas pertinentes ao sistema dentre elas a ABNT NBR 14039:2005	Elaboração do contrato para manutenção dos sistemas de média tensão e levantamento e adequação dos sistemas de média que não estão seguindo as normas
	Os sistemas de Infraestrutura que visam proteger as edificações contra descargas atmosféricas, devem seguir as normas pertinentes ao sistema como a ABNT NBR 5419-1,2,3,4 de 2015	Os sistemas de Infraestrutura que visam proteger as edificações contra descargas atmosféricas SPDA, não estão adequados a norma ABNT NBR 5419-1,2,3,4 de 2015	Elaboração de contrato para reinstalação e adequação dos sistemas SPDA das edificações
	Os sistemas fotovoltaicos e de aquecimento solar, necessitam de manutenção periódica	Os sistemas fotovoltaicos e de aquecimento solar, instalados atualmente na instituição, em sua maioria estão sem contrato de manutenção	Elaboração de contrato para reinstalação e adequação dos sistemas de aquecimento solar e elaboração de contrato para manutenção dos sistemas fotovoltaicos, respeitando a garantia dos sistemas recém instalados
	Para um maior controle das instalações, da qualidade da energia e do consumo é necessário um sistema supervisorio e uma equipe de operação do sistema	A UFSC não conta com um sistema supervisorio, que agregue todas as instalações e não existe uma equipe dedicada a operação do sistema, quem faz a operação atualmente é a equipe de manutenção	A elaboração e/ou contratação de um sistema supervisorio que analise a instituição como um todo e que agregue, todos os equipamentos que possibilitem a supervisão, bem como, a destinação de uma equipe para operação dos sistemas

Fonte: Autor

## 5.1 PROPOSTA DE MELHORIAS: CENTRALIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES, LEVANTAMENTOS E NECESSIDADE DE SUPERVISÃO

A instituição precisa, que seja levantado e atualizado todo o seu sistema de dados, com dados atualizados de projetos, informações, relatórios e prontuários sobre a infraestrutura elétrica das edificações.

A centralização das informações, bem como, um maior controle sobre os equipamentos que a instituição tem instalado é muito importante. Isso reduz o tempo de atendimento em uma eventual manutenção, reduz e aumenta a eficiência de um planejamento por parte das equipes. A centralização, reduz os gastos com equipamentos dimensionados de forma errada, e torna possível o controle para melhorar a usabilidade dos equipamentos.

É importante ressaltar que a centralização pode tornar o sistema mais transparente, pois toda a comunidade universitária, desde que autorizada, pode ter acesso às informações.

Uma proposta muito importante de melhoria e que necessita de muita atenção por parte da UFSC, é o fato de que a instituição não conta com um departamento específico para operação do seu sistema, acaba que ninguém é responsável por isso, então é importante que a UFSC se organize para criar um novo departamento de operação dos sistemas, ou que seja destinado a um dos departamentos essa função, isso se torna muito importante por conta das usinas de geração de energia. Atualmente o setor que mais trabalha com a operação dos sistemas é o setor de manutenção, mas não é oficialmente o setor responsável pela operação. Por se tratar do departamento responsável primariamente pela manutenção, não se tem suporte para a execução das tarefas de operação, gerando lacunas no atendimento destes sistemas.

Para obter o maior controle de todo o seu sistema de infraestrutura, a instituição deve implantar um sistema supervisorio, que analise a instituição como um todo, centralizando as informações em um único sistema e dando a possibilidade de os servidores responsáveis pela operação, tomem as melhores decisões, e façam análises mais precisas quanto as melhorias.

## 5.2 PROPOSTA DE MELHORIAS: PLANEJAMENTO PARA INSTALAÇÃO DE LÂMPADAS E LUMINÁRIAS MAIS EFICIENTES

Com a utilização eficiente dos sistemas de iluminação, se torna possível alcançar economias de 30 a 70% em edificações não residenciais, por conta disso é muito importante o

planejamento para instalações de formas mais eficientes e inteligentes de utilização da iluminação na Instituição.

A Instituição tem um número muito grande de lâmpadas e luminárias em funcionamento como já abordado na tabela 13 deste estudo. E como já abordado no item 4.2.2, grande parte desse sistema de iluminação é antigo e ineficiente, a sugestão é que os mesmos sejam trocados por equipamentos mais eficientes, essa troca pode gerar 50% economia nos gastos com iluminação.

A necessidade de maior utilização das Lâmpadas do tipo LED, e a redução de aquisição de outros tipos de lâmpadas, pois os equipamentos que utilizam a tecnologia LED, são equipamentos muito mais ecológicos, pois não possuem metais pesados em sua composição, diferentemente das lâmpadas mais utilizadas atualmente na instituição, que contém em sua composição metais pesados como mercúrio.

A Instituição não segue as Normas Vigentes de iluminação, a adequação é de extrema importância. Seguindo as normas os usuários ficam mais confortáveis e conseguem executar as suas tarefas de forma mais eficiente, tornando mais produtiva, seja qual for a tarefa a ser executada. Isso se torna ainda mais importante, pelo fato de ser uma Instituição de Ensino, onde os estudantes devem focar nos seus estudos e pesquisas, e a falta de iluminação adequada pode prejudicar e muito os estudos.

Apesar de o recurso no serviço público ser por muitas vezes muito limitado, com um bom planejamento, se consegue fazer uma relação de locais onde a iluminação está mais inadequada, e focar os esforços das novas adequações das instalações neste local. Não gastando mais recursos com lâmpadas e luminárias ineficientes e em manutenções que não resolvem de fato os problemas.

É importante ressaltar que a garantia da iluminação adequada, pode não ser garantida pela substituição de uma tecnologia por outra de forma simplória e pontual, ou seja, não é apenas trocar por LED. Soluções rápidas e sem estudo, no curto prazo acabam tendo um custo maior, por conta do desperdício de energia e de recursos, pela necessidade de readequação futura. Por isso, a urgência de estudos e projetos por parte dos departamentos responsáveis, para tornar os sistemas de iluminação mais adequados e eficientes.



### 5.3 PROPOSTA DE MELHORIAS: PLANEJAMENTO PARA INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO MAIS EFICIENTES

A Instituição tem um número muito grande de equipamentos antigos e ineficientes instalados e em funcionamento, conforme já abordado no item 4.1.2 deste estudo. A sugestão é que os mesmos sejam trocados por equipamentos mais eficientes.

Os modelos Split Inverter, por exemplo, são equipamentos com alta eficiência energética e são mais eficientes que os modelos de janela e os tradicionais Splits. Isso porque eles possuem um sistema inversor que controla a velocidade do compressor do aparelho, otimizando sua performance.

Conforme abordado o número de aparelhos de Ar-condicionado do tipo janela instalados na Instituição ainda é bem grande, conforme abordado na tabela 3 deste estudo. Em geral os equipamentos de Ar-condicionado do tipo janela são equipamentos antigos. Para a melhoria da eficiência, esses equipamentos devem ser trocados por aparelhos Split Inverter. Isso traz uma economia de 30% no consumo de energia, e os equipamentos com tecnologia *inverter* conseguem manter a temperatura mais constante e com menos ruídos, isso faz com que os usuários fiquem mais confortáveis no ambiente e consigam produzir mais.

Seria importante também a troca dos Splits tradicionais, por Splits inverter, mas a instituição precisa saber primeiro o que tem instalado nas suas edificações, as informações que a instituição possui são imprecisas e não existe a diferenciação do que é Split tradicional e do que é Split Inverter.

Os equipamentos antigos e ineficientes como refrigeradores, freezers, bebedouros e entre outros, devem ser trocados por equipamentos mais eficientes, que contenham o Selo Procel e com nível de eficiência A. Os equipamentos novos já estão sendo adquiridos com tecnologias mais eficientes, mas é importante que seja feito um planejamento para troca dos antigos, novamente não é possível estimar o quanto se conseguiria de economia ou a viabilidade econômica para essas trocas, pois a instituição não tem informações precisas sobre os equipamentos instalados em sua estrutura.

Apesar de o recurso no serviço público ser por muitas vezes muito limitado, com um bom planejamento, se consegue por exemplo, fazer uma relação de equipamentos que quando necessitarem de manutenção, já seja planejada a troca deste equipamento por um novo, não

gastando recursos consertando um equipamento ineficiente, que no curto prazo acaba tendo um custo maior por conta do desperdício de energia.

#### 5.4 PROPOSTA DE MELHORIAS: CONTRATO DE MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO

A execução do novo contrato de manutenção, se faz necessária, pois os equipamentos que passam por manutenção preventiva reduzem o desperdício. Com a manutenção sendo feita da forma correta, a redução do consumo de energia varia de 15 a 20%. Da mesma forma, quanto mais tempo a instituição passa desprovida destes serviços de manutenção, menor a eficiência do sistema e, portanto, maior o desperdício.

Com a manutenção preventiva e corretiva sendo feita, o índice de falhas diminui, os equipamentos são higienizados, regulados e consertados quando necessário. Isso faz com que aumente a vida útil dos equipamentos.

#### 5.5 PROPOSTA DE MELHORIAS: CONTRATO DE MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E DE AQUECIMENTO SOLAR

Devem ser elaborados contratos de manutenção para os sistemas fotovoltaicos e para os sistemas de aquecimento solar, bem como treinamentos para os servidores quanto a operação e manutenção dos sistemas. Ao mesmo tempo, salienta-se que apesar de se tratarem de sistemas que visam reduzir os gastos e tornar a instituição mais eficiente, o acompanhamento regular e a manutenção frequente destes é premissa para a diminuição real do desperdício.

#### 5.6 PROPOSTA DE MELHORIAS: EDUCAÇÃO/ORIENTAÇÃO DOS USUÁRIOS

A comunidade universitária não é orientada sobre a forma correta de utilização dos sistemas, seja de refrigeração, iluminação ou a infraestrutura em geral, por conta disso acabam causando muito desperdício, seja por ocasionarem um consumo maior da energia ou por danificarem os equipamentos.

A campanha “Reduzir o Consumo é transformar o mundo”, deve ser amplificada, publicando novos vídeos e apresentando formas de melhor utilização dos sistemas. É necessária

uma maior publicidade a campanha, e todo o novo semestre a campanha deve ser intensificada, pois novos usuários começam a utilizar as instalações da Universidade.

As campanhas educativas para o uso consciente de energia, devem incluir tanto recomendações sobre a aquisição de equipamentos eficientes e a forma correta de uso como orientações aos usuários para informar a administração sobre a instalação de equipamentos de maior porte, visando o ajuste da demanda contratada, caso necessário. Os usuários que utilizam equipamentos de grande porte, e que tem alto consumo de energia, também devem ser orientados a se possível, se programarem para priorizar o uso desses equipamentos em horários fora da ponta, pois a tarifa nesses horários é muito superior.

Dentro do tripé que as Universidades devem seguir está o ensino. Ensinando o usuário como utilizar os sistemas e equipamentos elétricos que estão em operação na instituição, consegue-se economizar com os desperdícios internamente, mas também proporciona ao usuário que ele leve esse conhecimento para a vida dele fora da instituição, assim a UFSC cumpre com o seu papel de uma forma economicamente viável, e produzindo conhecimento de uma forma sustentável.

## 6 CONSIDERAÇÕES

Este capítulo tem como objetivo trazer as conclusões deste trabalho, assim como as recomendações dos trabalhos futuros.

### 6.1 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs a realização do levantamento da ecoeficiência do campus da UFSC Florianópolis, através de um estudo de caso. Para isso foram levantadas as características dos consumidores e dos sistemas geradores de energia instalados na instituição, onde foi possível entender o tamanho da instituição e a quantidade e variedade de equipamentos em operação. Também foi feita a identificação do consumo e da geração energética da UFSC, onde foi identificado como é operado o sistema, como é feita manutenção e como ele é utilizado.

Para entender, se a UFSC Campus Florianópolis possui equipamentos e infraestrutura adequada, bem como, opera e utiliza de forma adequada os seus sistemas, foram feitos levantamentos na literatura, para identificar as legislações e regulamentos vigentes, os equipamentos e formas de operação mais eficientes, bem como as questões de ecoeficiência energética para os sistemas elétricos da instituição. Com base nas informações obtidas, foram feitas análises com base na avaliação ambiental e avaliação do valor do sistema de produto e a quantificação da ecoeficiência.

Com base nas análises, foram propostas as melhorias para o aumento da ecoeficiência energética do campus da UFSC Florianópolis setor de manutenção. No qual foi possível concluir que a UFSC Campus Florianópolis vem se esforçando para se tornar uma instituição mais sustentável, mas as mudanças estão muito lentas, e a falta de proatividade por parte de seus departamentos para que as coisas aconteçam é muito grande, bem como, a falta de colaboração entre departamentos e centros. Então, apesar dos esforços o caminho ainda é muito longo.

Com esta pesquisa, não foi possível identificar a aplicação plena na UFSC Campus Florianópolis das legislações e regulamentos estudados. Foi possível, contudo, identificar que os sistemas de iluminação em LED são mais ecoeficientes e a UFSC ainda usa pouco desta tecnologia mesmo sendo a mais adequada.

Por fim este trabalho conseguiu contribuir com a instituição propondo melhorias ao sistema elétrico, essas melhorias propostas vêm de encontro com as legislações vigentes e foram construídas a partir da estrutura dos conceitos da ecoeficiência, para proporcionar as propostas de melhoria com base nos levantamentos feitos na instituição.

Para concluir, a principal contribuição acadêmica deste trabalho, foi a importância e a identificação da necessidade de implantação de métodos e meios, que visem tornar os sistemas mais ambientalmente eficientes dentro de uma organização, um desses métodos é o da Ecoeficiência, que com esse estudo é possível apontar, que este é um método eficiente para encontrar e propor soluções para tornar os sistemas mais eficientes, tornando os bens e serviços mais sustentáveis, diminuindo os impactos ambientais e a geração de desperdícios de recursos naturais dentro de uma instituição. E que pode e deve ser aplicado em qualquer ambiente organizacional, entre eles, uma Instituições Federais de Ensino Superior.

## 6.2 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTURO

Após as coletas e análises de dados desta pesquisa podem-se sugerir alguns estudos futuros, como:

a) Desenvolver um software de sistema supervisorio, que colete, armazene e possibilite o acompanhamento em tempo real de todos os componentes, deixando também o sistema pronto para adaptações e inserção de novos equipamentos;

b) Analisar com base nos dados de geração de energia fotovoltaica, o quanto está sendo gerado de energia, e se isso poderia ser melhorado, caso a instituição operasse seu sistema de forma adequada.

c) Realizar estudos luminotécnicos para a iluminação pública e externa do campus, afim de escolher luminárias LED que substituam o sistema atual, com o menor custo e o mínimo de interferência na infraestrutura possível, analisando também equipamentos que possibilitem mais facilidade para a manutenção.

d) Realização e finalização do estudo e do sistema iniciado pelo DMPI, sobre os sistemas de refrigeração, aprimorando o mesmo e identificando o quão efetivo é este controle.

## REFERÊNCIAS

ABBADE, E. B.; NORO, G. B.; KÖHLER, G. D.; LENGLER, L. A **Ecoeficiência e a Gestão Sustentável: Um Estudo de Caso**. IX Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa n. 414**, de 09 de setembro de 2010. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Brasília, 2010.

AMARAL, L. P.; MARTINS, N.; GOUVEIA, J. B. **Quest for a Sustainable University: a review**. International Journal of Sustainability in Higher Education, v. 16, n. 2, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Áreas da engenharia de produção: ENEJEP**, 2017. Disponível em: <[https:// abepro.org.br/interna.asp?c=362/](https://abepro.org.br/interna.asp?c=362/)>. Acesso em 09 set. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14045: Avaliação da Ecoeficiência de sistemas de produto – Princípios, requisitos e orientações**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR5440: Transformadores para redes aéreas de distribuição**. Rio de Janeiro, 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 8995-1: Iluminação de Ambientes de trabalho – procedimento**. Rio de Janeiro, 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101: Iluminação Pública – procedimento**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5382: verificação da iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil - Infográfico ABSOLAR**. São Paulo, 2022. Disponível em: [http://<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>](http://www.absolar.org.br/mercado/infografico/). Acesso em: 25 out. 2022

BARBIERI, J. C. **A educação ambiental e a gestão ambiental em cursos de graduação em administração: objetivos, desafios e propostas**. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, RJ, v. 38, n. 6, p. 919 a 946, 2004.

BURRITT, R. L.; SAKA B, C. **Environmental management accounting applications and eco-efficiency: case studies from Japan**. Journal of Cleaner Production, ABI/INFORM Global, v. 14, n. 14, p. 1262-1275, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 200**, de 25 de Fevereiro de 1967.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 10.779**, de 25 de Agosto de 2021.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº. 64.395**, de 23 de Abril de 1969.

\_\_\_\_\_. **Instrução Normativa (MPOG) nº 10**, de 12 Novembro de 2012.

\_\_\_\_\_. **Instrução Normativa (MPOG) nº 23**, de 12 de fevereiro de 2015.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº. 20**, de 15/02/2017.

\_\_\_\_\_. **Portaria no. 62 de 17**, de fevereiro de 2022.

\_\_\_\_\_. **Portaria de nº 69**, de 16 de fevereiro de 2022.

\_\_\_\_\_. **Portaria Interministerial nº 1.877**, 30 de dezembro de 1985.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 3.523**, de 28 de agosto de 1998.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 4.150**, de 21 de novembro de 1962.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 8666**, e 21 de Junho de 1993.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.394**, de 20 de Dezembro de 1996.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11.892**, de 29 de dezembro de 2008

\_\_\_\_\_. **Lei nº 14133**, de 1 de Abril de 2021.

BRASIL. Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. **NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília, DF. 2019. Disponível em: <

<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-10.pdf>>

Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. **NR-17 – Ergonomia**, DF. 202. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2021.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2022.

CARVALHAES, B. B., ROSA, R. DE A., D'AGOSTO, M. DE A., & RIBEIRO, G. M. A **method to measure the eco-efficiency of diesel locomotive**. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v.51, p.29–42, 2

CAUCHICK, P. A. M. et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2012.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA. **Bandeiras Tarifárias**. Florianópolis, 2022. Disponível em: <<https://www.celesc.com.br/bandeiras-tarifarias>>. Acesso em: 21 set. 2022.

CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO ENERGÉTICA. **PROCEL Eficiência Energética no Poder Público**. Disponível em: <<http://procelinfo.com.br>>. Acesso em 10 out. 2022.

CNTL (CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS). **Manual metodologia de implantação do programa de produção mais limpa**. Curso de Consultores em Produção mais Limpa, Fortaleza, janeiro, 2002.

COSTA, C., **Um estudo sobre adaptações para redução do consumo de energia elétrica em sistemas de ar condicionado**. 15 p. 2016, Dissertações de Mestrado em Ciência da Computação Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2016.

DEPARTAMENTO DE PROJETOS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA. **Monitoramento de Energia Elétrica**. Disponível em: <<https://dpae.ufsc.br/monitoramento-energia/>>. Acesso em 30 nov. 2022.

DIVISÃO DE TEMAS EDUCACIONAIS. **Denominações das Instituições de Ensino Superior (IES)**. Disponível em: <[http://www.dce.mre.gov.br/nomenclatura\\_cursos.html](http://www.dce.mre.gov.br/nomenclatura_cursos.html)>. Acesso em 13 abr. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020 - ano base 2019**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-deenergia-eletrica>. Acesso em: 10 nov. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Eficiência Energética**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br>>. Acesso em 13 abr. 2022.

FOTOVOLTAICAUFSC. **Produção Científica**. Disponível em: <<https://fotovoltaica.ufsc.br/sistemas/fotov/>> Acesso em 30 out. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.



LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A., **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 1991.

LEHNI, M. **Eco-efficiency: creating more value with less impact**. Switzerland: WBCSD, 2000.

MARAN, M. **Manutenção baseada em condição aplicada a um sistema de ar condicionado como requisito para sustentabilidade de edifício de escritórios**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MARANGONI, F.; TELLINI, T. **Comparativo econômico entre condicionadores de ar com tecnologias convencional e inverter**, ENEJEP 2015. Disponível em <<https://www.researchgate.net/profile/Evandro-Andre-Konopatzki/>>. Acesso em: 25 out. 2022

MIRANDA, B. M. S.; PENTIADO, L. P. G.; GUILLET, V. M.; PRATO, C. R.; SAGRILLO, M. **Diagnóstico e reflexão sobre os processos de produção mais limpa numa empresa do ramo metal-mecânico**. Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233), São Paulo, v. 8, n. 2, p. 33–48, 2018. Disponível em: <<https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/1257>>. Acesso em: 21 dez. 2022

MIGUEL, P. A. C. **Estudo de Caso na Engenharia de Produção: Estruturação e Recomendações para a sua condução**. Revista Produção, v.17, n. 1, p. 216-229, 2007. MINISTERIO DA EDUCAÇÃO. **Instituições de Ensino Superior**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>>. Acesso em 13 abr. 2022.

PACHECO, R. M. **Análise da Sustentabilidade das Operações dos Campi da Universidade Federal de Santa Catarina com a Ferramenta STARS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

PLANO DE GESTÃO LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL. **PLS 2021**. Disponível em: <[https://pls.ufsc.br](https://https://pls.ufsc.br)>. Acesso em 30 set. 2022.

REDE DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA, **Guia de Produção Mais Limpa, faça você mesmo**. CEBDS, Rio de Janeiro, 2008.

RIBEIRO J. N. F. **Gestão da parceria entre universidades e fundações de apoio: o caso FUNDECC/UFLA**. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

RODRIGUES, D. I. **Avaliação da eficácia das políticas de eficiência energética do setor público**. Dissertação de mestrado, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10071/17337>>. Acesso em 20 dez. 2022.

SALGADO, V. G. **Indicadores de Ecoeficiência e o Transporte de Gás Natural**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. **Matriz de alocação de Recursos Orçamentários**. Disponível em: < <https://so.seplan.ufsc.br/files/2017/10/Matriz-de-Aloca%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em 20 dez. 2022.

SILVA, M. S. et al. **Eficiência energética na gestão da conta de energia elétrica da universidade federal de Sergipe**. INPEAU, 2011.

SOUZA, A. d. et al. **Gestão da eficiência energética em edificações das instituições públicas de ensino: um estudo aplicado ao sistema de iluminação da UFPR sob a ótica técnica e econômica**. Environmental & Social Management Journal/Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 6, n. 1, 2012.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. **A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário**. Gestão & Produção, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 503-515, 2006.

UFSCSUSTENTAVEL. **Campanha Redução de Energia Elétrica**. Disponível em: <<https://ufscsustentavel.ufsc.br/energiaeletrica/>> Acesso em 05 nov. 2022.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. **Governo federal faz novo corte na educação e inviabiliza funcionamento das universidades**. Disponível em: < <https://noticias.unb.br/76-institucional/6071-governo-federal-faz-novo-corte-na-educacao-e-inviabiliza-funcionamento-das-universidades>>. Acesso em 20 dez. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Secretária de Planejamento e Orçamento. **Relatório de Gestão 2019**. Florianópolis, 2020b. 164 p. Disponível em: <<https://dpgi-seplan.ufsc.br/files/2022/04/Relatorio-de-Gestao-UFSC-2021.pdf>> Acesso em: 12 nov. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **UFSC tem corte definitivo de R\$ 12,5 milhões no orçamento de custeio**. Disponível em: <<https://noticias.ufsc.br/2022/06/ufsc-tem-corte-definitivo-de-r-125-milhoes-no-orcamento-de-custeio/>>. Acesso em 20 dez. 2022.

VAN BERKEL, R. **A profitable road for sustainable development of Australian industry**. Clean Air, v. 33, n. 4, pp. 33-38, 1999.

VAN BERKEL, R. **Cleaner production and eco-efficiency**. J. The International Handbook on Environmental Technology Management. Edward Elgar, pp. 67-92, 2006.

VAZ C. R. **Efeito dos processos de aquisição sobre a eficiência ambiental em Instituições Federais de Ensino Superior**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, 2010.

VELLANI, C. L.; GOMES, C. C. M. P. **Como medir ecoeficiência empresarial?**. In: SEMEAD, 13., 2010, São Paulo. Anais... São Paulo: Ensino Pesquisa em Administração, 2010.

VERFAILLE, H. A.; BIDWELL, R. “**Ecoeficiência**”, WBSCD, Lisboa, Portugal, 2000. Medir a Ecoeficiência – **Um guia para comunicar o desempenho da empresa**”, WBSCD, Lisboa Portugal, 2000, 40 p.

WEBARCONDICIONADO. **Qual é o Ar-Condicionado é o mais Silencioso?** Porto Alegre, RS: c2019. Disponível em: <<https://www.webarcondicionado.com.br/qual-modelo-de-ar-condicionado-e-o-mais-silencioso/>> Acesso em 15 out. 2022.

WEBARCONDICIONADO. **Vazamento de gás no ar-condicionado de empresa causa mal estar.** Porto Alegre, RS: c2015. Disponível em: <<https://www.webarcondicionado.com.br/vazamento-de-gas-no-ar-condicionado-de-empresa-causa-mal-estar-em-50-funcionarios>> Acesso em 15 out. 2022.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Eficiência Energética.** Disponível em: < <https://www.wbcsd.org>>. Acesso em 13 abr. 2022.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Measuring ecoefficiency: a guide to reporting company performance.** Geneva, 2000.