

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
(PRODEMA)

NÍVEL: MESTRADO
Gilmar Silvestre da Cruz Silva

**ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA: um estudo do
potencial de conservação da energia elétrica nos sistemas de iluminação e
condicionamento de ar do IFS – Campus Lagarto**

SÃO CRISTÓVÃO/SE
2017

GILMAR SILVESTRE DA CRUZ SILVA

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA: um estudo do potencial de conservação da energia elétrica nos sistemas de iluminação e condicionamento de ar do IFS – Campus Lagarto

Dissertação de mestrado acadêmico apresentada ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, na linha de pesquisa Dinâmica e Avaliação Ambiental, área de concentração: Desenvolvimento de Regiões Semiáridas e Costeiras.

Orientador: Prof. Dr. Gregório Guirado Faccioli

**SÃO CRISTÓVÃO/SE
2017**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins unicamente de estudo e/ou pesquisa desde que a fonte seja devidamente citada.

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DE LAGARTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S586a Silva, Gilmar Silvestre da Cruz.
Análise da Sustentabilidade Energética: um estudo do potencial de conservação da energia elétrica nos sistemas de iluminação e condicionamento de ar do IFS – Campus Lagarto / Gilmar Silvestre da Cruz Silva; orientador Gregório Guirado Faccioli. – São Cristóvão, 2017.
232 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Edifícios públicos. 3. Energia elétrica – Conservação. 4. Aquecimento global. I. Faccioli, Gregório Guirado, orient. II. Título.

CDU 502.131.1

GILMAR SILVESTRE DA CRUZ SILVA

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA: um estudo do potencial de conservação da energia elétrica nos sistemas de iluminação e condicionamento de ar do IFS – Campus Lagarto

Dissertação defendida por **Gilmar Silvestre da Cruz Silva** em 29 de março de 2017 e aprovada pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Gregório Guirado Faccioli
PRODEMA/PRORH/UFS
Presidente



Prof. Dr. Inaja Francisco de Souza
PRODEMA/PRORH/UFS
Titular Interno



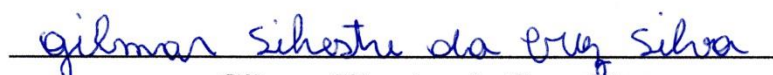
Prof. Dr. José Osman dos Santos
COLIF/IFS
Titular Externo

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação de mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, concluído no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Foi revisado e alterado em relação à versão original de acordo com as observações levantadas pela banca examinadora na data da defesa, sob a responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.



Prof. Dr. Gregorio Guirado Faccioli
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe – UFS

É concedida permissão ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), responsável pelo mestrado acadêmico em Desenvolvimento e Meio Ambiente para disponibilizar, reproduzir esta dissertação e emprestar ou vender tais cópias.



Gilmar Silvestre da Cruz Silva

Mestrando

Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe – UFS



Prof. Dr. Gregório Guirado Faccioli

Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe – UFS

A Deus, pelo dom da vida.
Aos meus pais: Sr. Geraldo Silvestre Silva e Da. Eugênia da Cruz Silva.
Às minhas irmãs: Vanda Maria da Silva e Luciene Maria da Silva.
Ao amor da minha vida: minha esposa, Felina Pereira dos Santos.

AGRADECIMENTOS

Existem situações da vida nas quais é fundamental poder contar com o apoio e ajuda de algumas pessoas. Para a realização desta dissertação, pude contar com várias. E a estas prestarei, através de poucas palavras, os mais sinceros agradecimentos:

Ao Deus Pai, ao Deus Filho e ao Deus Espírito Santo, pois, sem Ele, nada do que foi feito se fez;

Aos meus queridos e amados pais, Sr. Geraldo Silvestre Silva e Da. Eugênia da Cruz Silva, pelo amor, carinho e dedicação tão necessários à minha formação moral como cidadão e ser humano;

À minha esposa, Felina Pereira dos Santos, pelo seu companheirismo, carinho, compreensão, paciência, amor incondicional e por dividir comigo todos os nossos bons e maus momentos;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gregorio Guirado Faccioli, pelo empenho e dedicação às muitas horas a fio com as revisões, críticas e sugestões;

Aos professores do PRODEMA, por contribuírem para que houvesse grande expansão no horizonte dos meus conhecimentos, fazendo-me perscrutar os caminhos da sabedoria e a elucidar temáticas antes complexas;

A toda a turma PRODEMA 2015/1, por proporcionar momentos de debates e reflexões sobre as questões do nosso tempo por demais valiosas;

À Prof. Dr.^a Maria José do Nascimento Soares, coordenadora do PRODEMA, por seu trabalho incansável, visando sempre o aperfeiçoamento e progresso do programa de pós-graduação que está sob os seus cuidados;

Ao Instituto Federal de Sergipe (IFS) – Campus Lagarto, representado na pessoa do Prof. Dr. José Osman dos Santos, pela confiança em permitir que esse estudo fosse realizado nas dependências da instituição, viabilizando, com isso, a realização do presente trabalho;

Ao Coordenador de Manutenção do IFS – Campus Lagarto, Jocelmo Rodrigues Pereira, pelas informações cedidas e apoio;

Ao técnico em refrigeração José Randerson dos Santos Antunes, da empresa Comercial Confrio LTDA e ao técnico em eletrotécnica, Robson de Andrade Costa, da empresa Real Service, pelas informações e apoio prestados nas inspeções dos equipamentos elétricos durante o levantamento de dados.

*“O que anda com os sábios se tornará sábio, mas o
companheiro dos tolos será destruído.” Pv. 13:20*

RESUMO

SILVA, Gilmar. *Análise da Sustentabilidade Energética: um estudo do potencial de conservação da energia elétrica nos sistemas de iluminação e condicionamento de ar do IFS – Campus Lagarto*. 2017. 232 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, 2017.

A presente pesquisa estimou o Potencial de Conservação de Energia (PCE) dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar do Instituto Federal de Sergipe (IFS) – Campus Lagarto. Ambos foram classificados de acordo com o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), Portaria Inmetro n.º 372, de 17 de setembro de 2010. A análise foi feita utilizando-se o método comparativo para verificar a potência instalada e o quanto poderia ser economizado se fossem utilizadas unidades condicionadoras de ar e lâmpadas eficientes no lugar das atuais ineficazes. No que diz respeito ao sistema de iluminação, constatou-se que a instituição possui 66,576 kW de carga instalada. Analisou-se a sua eficiência pelo método das atividades do edifício constantes no RTQ-C e comprovou-se a hipótese inicial de que o mesmo está ineficiente. Verificou-se uma grande quantidade de lâmpadas queimadas e que muitos ambientes não possuíam interruptores para comandar o circuito de iluminação no local onde são realizadas as atividades, além do não aproveitamento da iluminação natural e da não automatização dos locais com áreas maiores que 240 m². Isto fez, após a verificação dos requisitos, a edificação receber a classificação C. Foi simulada a substituição das lâmpadas fluorescentes por LED e encontrou-se um significativo potencial de conservação de energia de 39,90% e que se constatou suficiente para iluminar completamente todo o prédio gastando apenas 1,01% mais energia do que atualmente é despendido com as lâmpadas operantes. Quanto ao sistema de condicionamento de ar a edificação possui um total de 2,5665 milhões de BTU/h (752,166 kW ou 213,875 TR), implicando em 271,048 kW de potência instalada conectada à rede elétrica. Foram avaliados todos os ambientes climatizados no IFS - Campus Lagarto e encontradas 91 unidades, distribuídas em três tipos: janela, *split* piso-teto e *split* Hi-wall. Desse total, 73 equipamentos são de nível de classificação D, sendo esta também a conjuntura geral do sistema. Ao se calcular o potencial de conservação de energia, chegou-se ao número de 29,30%, sendo que, em alguns equipamentos, a simples substituição pode gerar economia de 53,06%. Já em relação às emissões oriundas da aquisição de energia elétrica no período de 2010 a 2015, o IFS – Campus Lagarto registrou o consumo de 1,38 MWh de energia elétrica no intervalo de tempo considerado, incorrendo em 142,181 tCO₂ de emissões. Foram identificadas 106 árvores plantadas na instituição, sendo o quantitativo mínimo recomendável para a neutralização destas de 1.655 árvores. Caso o IFS – Campus Lagarto desejasse utilizar o mercado de créditos de carbono para tal, despenderia a quantia de R\$ 2.872,44. Recomenda-se, portanto, que a instituição realize um inventário completo das suas emissões de GEEs e plante um bosque ou uma reserva florestal fora do Campus a fim de neutralizar as suas emissões e utilizá-lo em pesquisas e/ou estudos científicos. Também é sugerido ao estabelecimento de ensino que crie um Projeto de Educação Ambiental local e permanente visando à redução do desperdício no consumo de energia elétrica e adoção de práticas ambientalmente sustentáveis.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Edificações públicas. Potencial de conservação da energia. Gases de efeito estufa. *GHG Protocol*.

ABSTRACT

SILVA, Gilmar. **Energy Sustainability Analysis: a study of the electrical energy conservation potential in the lighting and air conditioning systems of the IFS - Lagarto Campus**. 2017. 232 p. Dissertation (Academic Master) – Post-Graduate Program in Development and Environment, Federal University of Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE [BR], 2017.

The present study estimated the Energy Conservation Potential (PCE) of the lighting and air conditioning systems of the Federal Institute of Sergipe (IFS) – Campus Lagarto. Both systems were classified according to the Technical Regulation of Quality for the Energy Efficiency Level of Commercial Buildings, Services and Public Buildings (RTQ-C), Inmetro Ordinance n.º 372, of September 17, 2010. The analysis was done using the comparative method to check the installed power and how much could be saved if efficient air conditioning units and lamps were used instead of the current ineffective ones. With regard to the lighting system, it was verified that the institution has 66.576 kW of installed load. The efficiency of this system was analyzed by the method of the building activities included in the RTQ-C and the initial hypothesis that the system was inefficient was verified. There was a great amount of burned lamps and that many environments did not have switches to control the lighting circuit in the place where the activities are carried out, besides the lack of natural light and the non-automation of the places with areas bigger than 240 m². This made, after checking the requirements, the building receives the C classification. It was simulated the replacement of the fluorescent lamps by LED and found a significant energy conservation potential of 39.90% and it was found enough to completely illuminate the whole building spending only 1.01% more energy than is currently spent with the working lamps. Regarding the air conditioning system, the building has a total of 2.5665 million of BTU/h (752.166 kW or 213.875 TR), implying 271.048 kW of installed power connected to the electric grid. All air-conditioned environments in the FIS - Campus Lagarto were evaluated and 91 units were found, distributed in three types: window, split floor-ceiling and split Hi-wall. Of this total, 73 equipment's are of classification level D, being this also the general conjuncture of the system. When calculating the energy conservation potential, it reached 29.30%, and in some equipment, simple replacement can generate savings of 53.06%. Regarding the emissions from the acquisition of electric energy in the period from 2010 to 2015, the FIS - Campus Lagarto registered the consumption of 1.38 MWh of electricity, incurring 142.181 tCO₂ of emissions. It was identified 106 trees planted in the institution, being the minimum quantitative recommended for the neutralization of these of 1655 trees. If FIS - Campus Lagarto wanted to use the carbon credits market to do so, it would have to pay the sum of R\$ 2872.44. It is therefore recommended that the institution conduct a complete inventory of its GHG emissions and plant a forest or forest reserve outside the Campus to neutralize its emissions and use it for research and/or scientific studies. It is also suggested to the school that creates a permanent Environmental Education Project aimed at reducing waste in the consumption of electric energy and adoption of environmentally sustainable practices.

Keywords: Sustainability. Public buildings. Potential energy conservation. Greenhouse gases. GHG Protocol.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Interação entre as causas e contramedidas de um problema.	59
Figura 2.2 – Estrutura da atmosfera terrestre.	82
Figura 2.3 – Passos para identificação e cálculo das emissões de GEEs seguindo a metodologia GHG Protocol.....	91
Figura 2.4 – Registro das emissões indiretas de GEEs associadas à eletricidade adquirida. ...	93
Figura 3.1 – Vista panorâmica do IFS - Campus Lagarto.	99
Figura 3.2 – Zona bioclimática (a) e modelo de carta climática (b) da área de estudo.	99
Figura 3.3 – Equivalente numérico para cada nível de eficiência	111
Figura 3.4 – Fluxograma das etapas de realização de um inventário de GEEs.	116
Figura 4.1 – Classificação do sistema de iluminação antes da análise dos requisitos.....	128
Figura 4.2 – Classificação do sistema de iluminação após a análise dos requisitos.....	129
Figura 4.3 – Modelo de formulário para cálculo simplificado da carga térmica de verão conforme referência da norma ABNT NBR 5858/1983.	137
Figura 4.4 – Nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar do IFS – Campus Lagarto.	139

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 – Evolução da concentração de CO ₂ na atmosfera terrestre.....	87
Gráfico 3.1 – Variação do comportamento do mercado de créditos de carbono em 2016 (€/tCO ₂).....	121
Gráfico 4.1 – Distribuição da carga instalada em iluminação no IFS - Campus Lagarto.	126
Gráfico 4.2 – Distribuição da capacidade de resfriamento pelos blocos da instituição.	135
Gráfico 4.3 – Emissões de GEEs provenientes do consumo de eletricidade pelo IFS – Campus Lagarto (tCO ₂ e).....	145
Gráfico 4.4 – Geração x consumo de energia elétrica pelo estado de Sergipe.....	145
Gráfico 4.5 – Emissões de GEEs no Brasil em função da geração de energia elétrica.	146
Gráfico 4.6 – Geração de eletricidade por tipo de fonte primária no brasil.	147

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Espécies plantadas no terreno do IFS – Campus Lagarto.	100
Quadro 3.2 – Relação entre os requisitos e níveis de eficiência do sistema de iluminação. ...	109
Quadro 3.3 – Classes de rigor de inventários das fontes de emissões de GEEs.	117
Quadro 3.4 – Potencial de aquecimento global de diversos GEEs.	118
Quadro 4.1 – Resumo das metodologias de neutralização de CO ₂ e.	149

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 2.1 – Cálculo da potência elétrica.	75
Equação 2.2 – Cálculo da demanda de diversos equipamentos.	76
Equação 2.3 – Cálculo do fator de potência.	77
Equação 2.4 – Cálculo do fator de demanda.	77
Equação 2.5 – Cálculo do fator de carga.	78
Equação 2.6 – Cálculo do fator de perda.	78
Equação 2.7 – Cálculo do consumo mensal por área útil.	79
Equação 2.8 – Cálculo do consumo mensal em iluminação por área iluminada.	79
Equação 2.9 – Cálculo do consumo mensal em condicionamento de ar por área climatizada.	80
Equação 2.10 – Cálculo da potência instalada em iluminação por área iluminada.	80
Equação 2.11 – Cálculo da potência instalada em iluminação por número de interruptores. ..	80
Equação 2.12 – Porcentagem de luminárias defeituosas.	81
Equação 2.13 – Potência instalada em condicionamento de ar por área climatizada.	81
Equação 2.14 – Consumo mensal por usuário equivalente.	81
Equação 3.1 – Determinação do índice do ambiente.	107
Equação 3.2 – Determinação da razão da cavidade do ambiente.	107
Equação 3.3 – Determinação da eficiência total do sistema condicionador de ar.	111
Equação 3.4 – Cálculo do potencial de conservação do sistema de iluminação.	113
Equação 3.5 – Cálculo do potencial de conservação com a utilização de detectores de presença.	113
Equação 3.6 – Cálculo do consumo estimado para sistemas de condicionamento de ar eficientes.	114
Equação 3.7 – Cálculo do potencial de conservação em sistema de condicionamento de ar.	114
Equação 3.8 – Cálculo da energia elétrica conservada em função da redução da carga térmica de condicionadores de ar.	115
Equação 3.9 – Cálculo das emissões de CO ₂ equivalentes pelo consumo de eletricidade.	120
Equação 3.10 – Determinação do número de mudas para neutralizar as emissões de GEEs.	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Fator de simultaneidade de diversos aparelhos.	78
Tabela 2.2 – Fator de utilização de diversos aparelhos.	79
Tabela 3.1 – Limite máximo aceitável de DPI_L (W/m^2) – método da área da edificação.....	105
Tabela 3.2 – Limite máximo aceitável de DPI_L (W/m^2) – método das atividades da edificação.....	107
Tabela 3.3 – Fatores de emissão de CO_2 do SIN para os anos de 2010 a 2015.	119
Tabela 4.1 – Quantitativo da potência instalada em iluminação e dos tipos de lâmpadas do IFS – Campus Lagarto.....	125
Tabela 4.2 – Agrupamento das atividades e suas características.	127
Tabela 4.3 – Parâmetros de substituição do sistema atual por lâmpadas de LED.....	131
Tabela 4.4 – Dados consolidados do sistema de condicionamento de ar do IFS - Campus Lagarto	135
Tabela 4.5 – Coeficientes de ponderação do sistema de condicionamento de ar atual.	138
Tabela 4.6 – Características do novo sistema de condicionamento de ar proposto para o IFS – Campus Lagarto.....	140
Tabela 4.7 – Potencial de conservação de diferentes grupos de condicionadores de ar do IFS – Campus Lagarto.....	141
Tabela 4.8 – Emissões de tCO_2 /ano pelo IFS – Campus Lagarto de 2010 a 2015.....	144

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A3P	Agenda Ambiental da Administração Pública
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFNOR	<i>Association Française de Normalisation</i> (Associação Francesa de Normalização)
AML	Ação Madeira Legal
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Petróleo
Aqua	Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers</i> (Sociedade Americana dos Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Condicionamento de Ar)
AT	Alta Tensão
BEN	Balanco Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRE	<i>Building Research Establishment</i> (Centro de Pesquisa em Edificações)
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i> (Método de Avaliação Ambiental do Centro de Pesquisa em Edificações)
BT	Baixa Tensão
BTU	<i>British Thermal Unit</i> (Unidade Térmica Britânica)
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CEF	Caixa Econômica Federal
CFC	Clorofluorcarbono
CGCE	Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
CICE	Comissão Interna de Conservação de Energia

CIE	<i>International Commission on Illumination</i> (Comissão Internacional de Iluminação)
CMMAD	Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNUMAD	Primeira Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
Conpet	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
Defra	<i>Department for Environment Food and Rural Affairs</i> (Departamento de Meio Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais)
DGNB	<i>Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen</i> (Conselho Alemão de Construções Sustentáveis)
DOF	Documento de Origem Florestal
DOU	Diário Oficial da União
DPI	Densidade de Potência de Iluminação
EER	<i>Energy Efficiency Ratio</i> (Índice de Eficiência Energética)
Eletrobrás	Centrais Elétricas Brasileiras S. A.
Eletrosul	Eletrosul Centrais Elétricas S. A.
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> (Agência de Proteção Ambiental)
EUA	Estados Unidos das Américas
GB	<i>Green Buildings</i> (Edificações Verdes)
GBC Brasil	<i>Green Building Council Brasil</i> (Conselho de Edificações Verdes do Brasil)
GEE	Gases de Efeito Estufa
GERE	Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso da Energia
GHG	<i>Greenhouse Gas</i> (Gases de Efeito Estufa)
GHG Protocol	<i>Greenhouse Gas Protocol</i> (Protocolo de Gases de Efeito Estufa)
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)

GVces	Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas
GWP	<i>Global Warming Potential</i> (Potencial de Aquecimento Global)
HCFC	Hidroclorofluorcarbono
HFC	Hidrofluorcarbono
HQE	<i>Haute Qualité Environnementale</i> (Alta Qualidade Ambiental)
IFS	Instituto Federal de Sergipe
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IN	Instrução Normativa
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas)
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Normalização)
IV	<i>Infrared</i> (Radiação Infravermelha)
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (Diodo Emissor de Luz)
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> (Projeto de Liderança em Energia e Meio Ambiente)
MA	<i>Millennium Ecosystem Assessment</i> (Avaliação Ecossistêmica do Milênio)
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio Exterior
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MPOG	Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NR	Norma Regulamentadora

ONS	Operador Nacional do Sistema
ONU	Organização das Nações Unidas
PAG	Potencial de Aquecimento Global
PAS	<i>Public Available Specification</i> (Especificações Disponíveis ao Público)
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PBE Edifica	Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações
PBH	Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs
PCE	Potencial de Conservação de Energia
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i> (Planejar-Fazer-Verificar-Agir)
PDO	Potencial de Destruição de Ozônio
PEG	Programa de Eficiência do Gasto
Petrobrás	Petróleo Brasileiro S. A.
PGOU	Programa da Gestão da Operação e Uso
PNCURE	Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia
PNE	Plano Nacional de Energia
PNEf	Plano Nacional de Eficiência Energética
PNMC	Política Nacional Sobre a Mudança do Clima
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
Procel EPP	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica: Eficiência Energética nos Prédios Públicos
Proesco	Programa de Apoio aos Projetos de Eficiência Energética
QAE	Qualidade Ambiental do Edifício
RCR	<i>Room Cavity Ratio</i> (Razão da Cavidade do Recinto)
RGMAT	Registro Geral de Materiais

RTQ-C	Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
SDO	Substância Destruidora de Ozônio
SGE	Sistema de Gestão do Empreendimento e, também, Sistema de Gerenciamento Energético
SLTI	Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação
SIN	Sistema Interligado Nacional
ST&D	Sistema de Transmissão e Distribuição
TEPs	Toneladas Equivalentes de Petróleo
TR	Toneladas de Refrigeração
UAM	<i>Universidad Autónoma de Madrid</i> (Universidade Autônoma de Madrid)
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UKAS	<i>United Kingdom Accreditation Service</i> (Sistema de Acreditação do Reino Unido)
Unoesc	Universidade do Oeste de Santa Catarina
USGBC	<i>United States Green Building Council</i> (Conselho de Edificações Verdes dos Estados Unidos)
USP	Universidade de São Paulo
Utal	<i>Universidad de Talca</i> (Universidade de Talca)
UV	<i>Ultraviolet</i> (Radiação Ultravioleta)
WBSCD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i> (Conselho Empresarial Para o Desenvolvimento Sustentável Mundial)
WRI	<i>World Resources Institute</i> (Instituto de Recursos Mundiais)
ZEB	<i>Zero Energy Buildings</i> (Edificações de Energia Zero)

LISTA DE SIMBOLOS

%	Porcentual
€	Euro (moeda oficial da zona do Euro)
$\Delta t_{(Ociosidade)i}$	Período de tempo no qual o ambiente i permanece desocupado (h)
$\Delta t_{(Total)i}$	Período de trabalho do ambiente i (h)
Δt_i	Tempo de operação do equipamento i (h)
°C	Graus Celsius
A	Área do ambiente (m ²)
A_M	Alunos matriculados no mês considerado
A_p	Área de parede entre o plano iluminante e plano de trabalho (m ²)
A_{pt}	Área do plano de trabalho (m ²)
Ar	Argônio
Art.º	Artigo
A_t	Área do teto (m ²)
A_u	Área útil da edificação (m ²)
Cap_n	Capacidade do condicionador de ar n (BTU/h)
Cap_t	Capacidade total instalada em condicionamento de ar (BTU/h)
C_{au}	Consumo mensal por área útil (kWh/m ²)
CH ₄	Gás Metano
C_i	Capacidade do aparelho de condicionamento de ar i (BTU/h)
$C_{m(kWh)}$	Consumo de energia elétrica mensal faturada pela concessionária (kWh)
C_{mue}	Consumo mensal por usuário equivalente (kWh/usuário)
CO ₂	Gás Dióxido de Carbono

$\cos\phi$	Fator de potência da carga (adimensional)
C_{rm}	Consumo mensal de energia reativa (kVARh)
CV	Cavalo-vapor (1 CV = 736 W)
D	Demanda dos equipamentos (W)
D_{max}	Demanda máxima registrada no período considerado (kW)
$D_{média}$	Demanda média do período analisado (kW)
$E_{Economizada}$	Energia economizada em condicionamento de ar (kWh)
E_m	Iluminância média (lux)
EqNumCA	Equivalente numérico geral do sistema de condicionamento de ar (adimensional)
EqNumCA _n	Equivalente numérico do equipamento de condicionamento de ar n (adimensional)
ERR _i	Eficiência do aparelho de condicionamento de ar i (BTU/h x W ⁻¹)
E_t	Emissão total de GEEs estimada no cálculo (tCO ₂ e)
etc.	Entre outros
F_C	Fator de carga (adimensional) e de compensação para possíveis perdas de mudas (1,2)
F_D	Fator de demanda (adimensional)
FE	Fator de emissão calculado para o mês considerado (tCO ₂ /MWh)
F_f	Fator de fixação do carbono em biomassa no local de plantio do projeto (árvores/tCO ₂ e)
F_P	Fator de perda (adimensional)
FS	Fator de serviço (adimensional)
F_T	Funcionários terceirizados
F_u	Fator de utilização (adimensional)
g	Grama (unidade de medida de massa)

GtCO ₂ e	Gigatonelada de dióxido de carbono equivalente (1 GtCO ₂ e = 10 ⁹ tCO ₂ e)
GW	Gigawatt (1 GW = 10 ⁹ W)
GWh	Gigawatt-hora (1 GWh = 10 ⁹ Wh)
h	Horas (1 h = 3,6 x 10 ³ s)
H ₂ O	Água
H ₂ SO ₃	Ácido Sulfuroso
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
He	Hélio
h _p	Altura da parede entre o plano iluminante e o plano de trabalho (m)
I _F	Corrente eficaz de fase (A)
I _L	Corrente eficaz de linha (A)
K	Índice do ambiente (adimensional)
kg	Quilograma (1 kg = 10 ³ g)
Kr	Criptônio
kV	Quilovolt (1 kV = 10 ³ V)
kW	Quilowatt (1 kW = 10 ³ W)
kWh	Quilowatt-hora (1 kWh = 10 ³ Wh)
l	Litro (unidade de medida de volume)
L _d	Luminárias defeituosas (adimensional)
L _n	Luminárias normais (adimensional)
m	Metro (unidade de medida de comprimento)
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico

mg	Miligrama ($1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$)
min	Minutos ($1 \text{ min} = 60 \text{ s}$)
MW	Megawatt ($1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$)
MWh	Megawatt-hora ($1 \text{ MWh} = 10^6 \text{ Wh}$)
n	Quantidade (esta simbologia é genérica e adimensional)
n.º	Número
N ₂	Gás Nitrogênio
N ₂ O	Óxido Nitroso
Ne	Neônio
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
O ₂	Gás Oxigênio
O ₃	Gás Ozônio
P	Perímetro do ambiente (m) e potência elétrica (W)
P (CV)	Potência dos motores monofásicos ou trifásicos ($1 \text{ CV} = 736 \text{ W}$)
p.	Página
PC	Potencial de conservação de energia (%)
P _E	Professores em efetivo exercício
P _{ld}	Porcentagem de luminárias defeituosas (%)
pp.	Páginas
P _{Redução}	Redução da demanda média do equipamento (kW)
P _S	Professores substitutos
R\$	Real (moeda brasileira)
S	Potência aparente (VA)

s	Segundos (unidade de medição de tempo)
SO ₂	Dióxido de Enxofre
t	Tonelada (1 t = 10 ³ kg = 10 ⁶ g)
T _A	Técnicos administrativos
tCO ₂	Toneladas de dióxido de carbono
tCO ₂ e	Toneladas de dióxido de carbono equivalente
Total _i	Total anual das emissões i (tCO ₂)
TWh	Energia ativa (1 TWh = 10 ¹² Wh)
US\$	Dólar norte-americano (moeda)
V	Volt (unidade de medida da tensão elétrica)
V _F	Tensão eficaz de fase (V)
V _L	Tensão eficaz de linha (V)
W	Watt (unidade de medida da potência elétrica)
Xe	Xenônio
η	Rendimento (adimensional)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	27
1.1. PROBLEMÁTICA.....	27
1.2. JUSTIFICATIVA.....	30
1.3. HIPÓTESE	33
1.4. OBJETIVOS	33
1.4.1. Geral.....	33
1.4.2. Específicos	33
1.5. CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA	35
1.6. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	37
CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	39
2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS EDIFICAÇÕES PÚBLICAS BRASILEIRAS.....	39
2.1.1. O Conceito de Desenvolvimento Sustentável	39
2.1.2. Políticas Públicas e Legislação da Eficiência Energética	42
2.1.3. Modelos de Edifícios Eficientes no Brasil	52
2.2. PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO ENERGÉTICO.....	57
2.2.1. Método de Deming/Shewhart.....	58
2.2.2. Sistemas de Avaliação e Certificação da Sustentabilidade das Edificações	65
2.2.3. Fatores de Projeto e Indicadores do Uso da Energia Elétrica	75
2.3. CONSUMO DE ENERGIA E O AQUECIMENTO GLOBAL.....	82
2.3.1. Composição Básica da Atmosfera Terrestre	82
2.3.2. Gases de Efeito Estufa.....	88
2.3.3. Fontes de Gases de Efeito Estufa	88
2.3.4. Processo de Formação do Efeito Estufa	89
2.4. MÉTODO GHG PROTOCOL DE CÁLCULO DE INVENTÁRIOS DE GEE.....	90
2.4.1. Escopo 1: Emissões Diretas de GEEs	91
2.4.2. Escopo 2: Emissões Indiretas de GEEs de Energia.....	92
2.4.3. Escopo 3: Outras Emissões Indiretas de GEEs	94
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....	97
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	97
3.2. PLANEJAMENTO DA ANÁLISE ENERGÉTICA	100
3.2.1. Dados das Faturas de Energia Elétrica	102
3.2.2. Eficiência do Sistema de Iluminação	103
3.2.3. Eficiência do Sistema de Condicionamento de Ar	109
3.2.4. Análise do Potencial de Conservação de Energia dos Usos Finais de Iluminação e Condicionamento de Ar.....	112

3.3. PLANEJAMENTO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES.....	115
3.3.1. Limites e Período de Realização do Inventário.....	116
3.3.2. Metodologia de Cálculo das Emissões de GEEs.....	118
3.3.3. Estratégias de Mitigação das Emissões de GEEs.....	120
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	123
4.1. EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO.....	123
4.1.1. Análise do Sistema de Iluminação	123
4.1.2. Potencial de Conservação de Energia do Sistema de Iluminação	126
4.1.3. Análise de Medidas de Eficiência Energética no Sistema de Iluminação.....	129
4.2. EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR	133
4.2.1. Análise do Sistema de Condicionamento de Ar	134
4.2.2. Potencial de Conservação de Energia do Sistema de Condicionamento de Ar.....	138
4.2.3. Análise de Medidas de Eficiência Energética no Sistema de Condicionamento de Ar	139
4.3. INVENTÁRIO DE EMISSÕES POR CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	144
4.3.1. Cálculo das Emissões	144
4.3.2. Propostas de Mitigação	148
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	151
REFERÊNCIAS	157
APÊNDICE A – DETALHAMENTO DOS AMBIENTES FÍSICOS DO IFS – CAMPUS LAGARTO	177
APÊNDICE B – DETALHAMENTO DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR DO IFS – CAMPUS LAGARTO.....	187
APÊNDICE C – DADOS DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DO IFS – CAMPUS LAGARTO	195
APÊNDICE D – CLASSIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NOS AMBIENTES DO IFS – CAMPUS LAGARTO	215
ANEXO A – RESULTADO DA SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL DO IFS – CAMPUS LAGARTO	223
ANEXO B – RESULTADO DA SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR DO IFS – CAMPUS LAGARTO	229

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por função introduzir a temática abordada na presente pesquisa, explicitar as razões da sua realização, a hipótese que a norteia e os seus objetivos.

1.1. PROBLEMÁTICA

As mudanças climáticas são reconhecidas como uma das principais barreiras ao desenvolvimento sustentável. Os resultados das pesquisas conduzidas pelo Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007a) indicam que este processo está progredindo mais rapidamente do que o esperado. Embora esse fenômeno seja causado e acelerado pelas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de todos os setores de usos finais de energia, como transporte, indústria, edificações, agricultura, energia e gerenciamento de resíduos, o setor da construção contribui com aproximadamente um terço das emissões mundiais de CO₂ relacionadas à energia. Assim, os estudos coordenados pelo IPCC (2007b) estimaram que aproximadamente 30% da referência de emissões de CO₂ em edifícios projetadas para 2020 poderiam ser mitigadas ou evitadas mundialmente, com uma relação custo-benefício eficiente, ou seja, sem custos ou até mesmo a custos negativos se várias opções tecnológicas forem introduzidas, tais como: sistemas de aquecimento e resfriamento com melhores indicadores energéticos, além de eletrodomésticos mais eficientes.

Portanto, explorar esse potencial no setor da construção contribuirá consideravelmente para resolver o problema da mudança climática global. Além disso, desenvolver esses potenciais também trará outros benefícios: diminuição da poluição atmosférica, melhoria da saúde e redução da mortalidade, melhoria do bem-estar social e segurança energética, entre outros (BRASIL, 1995). Apesar do potencial que pode ser empregado em benefício da sociedade ser conhecido há muito tempo, muitas dessas possibilidades de eficiência energética ainda não foram adotadas. Isto se deve às características dos mercados, tecnologias, e usuários finais que inibem escolhas racionais e economizadoras de energia na compra e uso de eletrodomésticos, bem como, durante o ciclo de vida de um edifício. No setor público, os limites orçamentários são barreiras maiores que prejudicam os investimentos em eficiência energética (IPCC, 2007c).

Por esta razão, as políticas que têm como objetivo superar as barreiras à aplicação de tecnologias mais avançadas são importantes para a mitigação de GEEs em edifícios. Existem

três formas principais para diminuir as emissões de GEEs: reduzir o consumo de energia, substituir combustíveis fósseis por energia renovável e aumentar a eficiência energética (PLESSIS, 2015). Embora haja medidas políticas disponíveis para todas elas, o presente trabalho enfatiza as que visam à melhoria da eficiência energética e a redução do consumo de energia para, desta forma, atenuar os efeitos das emissões de GEEs, uma vez que estão entre as opções mais baratas e importantes na redução destas em edifícios governamentais.

Em 2014, no setor público brasileiro, que engloba as entidades e os serviços de utilidade à população, do total de energia consumida por este setor 92,2% correspondeu à eletricidade (BRASIL, 2015a). O Balanço Energético Nacional (BEN) de 2015, ano base 2014, detectou que nestes prédios não são utilizadas fontes de energia diversificadas, a exemplo da lenha, carvão vegetal, querosene e gás canalizado, além de vários outros derivados de petróleo. Diversas outras fontes, como o óleo diesel (0,1%), óleo combustível (0,3%), dentre outros (7,5%), tiveram a sua participação na matriz energética dessa esfera reduzida consideravelmente.

Uma vez que o poder público é composto pelas forças armadas, escolas e hospitais da rede oficial e órgãos da administração pública, nos diversos níveis governamentais, presta diversos serviços de utilidade pública por meio das empresas de água e saneamento e da iluminação pública que demandam quantidade considerável de energia elétrica. Como uso final da energia elétrica pelo poder público, portanto, destacam-se: a iluminação, a força motriz (principalmente em bombeamento nas empresas de água e saneamento) e na refrigeração, principalmente com a climatização artificial do ar (BRASIL, 2007).

Percebendo esta conjuntura o governo brasileiro planejou reduzir, até 2030, em 10% o consumo de energia elétrica com base unicamente em ações de eficiência energética (BRASIL, 2010a). Entretanto, a pesquisa realizada por Oliveira (2013) constatou que reduções de até 40% no consumo de energia elétrica são possíveis de serem alcançadas com bons projetos de eficiência energética e a obrigatoriedade da certificação dos prédios públicos. A autora não detectou metas estipuladas pelo governo brasileiro para a eficiência energética no setor de edificações, muito menos para o setor de edificações públicas, existindo apenas as metas na redução do consumo de energia elétrica categorizada pelos seguintes setores: residencial, comercial, agropecuário, industrial e público.

Com o estabelecimento dos Protocolos de *Montreal* e de *Quioto*, que alçaram a eficiência energética à condição de instrumento privilegiado e, algumas vezes, preferencial de mitigação de efeitos decorrentes das emissões de GEEs, destruidores da camada de Ozônio e

de poluentes ambientais, ressaltou-se a percepção de que o aumento da eficiência constituiria uma das formas mais econômicas e ambientalmente favoráveis de atendimento parcial aos requisitos de energia (BRASIL, 2007). No Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) o governo brasileiro reconheceu que o país se encontra, atualmente, frente a um cenário extremamente favorável ao fortalecimento do mercado de eficiência energética, dispondo de um imenso potencial a ser explorado. Todavia, os incentivos a esses mecanismos não parecem estar se consolidando na prática.

Desta forma, a emissão de GEEs torna-se, a cada dia, uma questão mais relevante diante da crescente preocupação mundial com as mudanças globais do clima, especialmente o aquecimento do planeta (ROCKSTROM et al, 2009). Nesse aspecto, o Brasil tem-se destacado por apresentar reduzidos índices comparativamente ao resto do mundo. Basicamente, isto se deve ao elevado percentual de participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira, que, em 2005, foram responsáveis por 44,5% da oferta interna de energia no país (BRASIL, 2007). Entretanto, estudos como o de Furtado (2001) trazem evidências de que a energia hidroelétrica não é limpa. Nos resultados apresentados pelo trabalho do autor, concluiu-se que, de fato, existem emissões gasosas provenientes da geração hidroelétrica, ainda que o seu desempenho seja quase sempre superior em relação às termoeletricas.

1.2. JUSTIFICATIVA

No contexto considerado, o IFS Sustentável, programa socioambiental do Instituto Federal de Sergipe instituído pela Portaria IFS n.º 1.337 de 05 de junho de 2014, representa o compromisso da instituição em defesa do meio ambiente, na perspectiva de contribuir para o desenvolvimento de valores e atitudes da comunidade acadêmica (IFS, 2014a). O objetivo geral do programa é implantar ações que contribuam para a redução do uso de recursos naturais, financeiros e que, além disso, minimizem os impactos ao meio ambiente provocados pelas diversas atividades do IFS. O programa prevê a adoção de critérios ambientais pelo instituto, buscando a melhoria contínua do processo de gestão, por meio da compatibilização das práticas administrativas à política de prevenção de impactos ambientais e de uso racional dos recursos naturais (IFS, 2015a).

Possui as seguintes áreas de atuação: uso racional de recursos, construções sustentáveis, educação ambiental, saúde, qualidade de vida e socialização, licitações sustentáveis, gestão em logística sustentável, gestão pública sustentável, sensibilização e

capacitação de professores, técnicos administrativos, alunos e colaboradores e minimização dos impactos ao meio ambiente (IFS, 2014b, 2015b). Uma das primeiras ações do IFS Sustentável foi aplicar um questionário autoavaliativo à comunidade acadêmica da instituição visando prospectar a atuação dos docentes, técnicos administrativos e alunos em relação à temática socioambiental nos Campi do instituto. Para tal, foi desenvolvido o teste de sustentabilidade do Instituto Federal de Sergipe (IFS), uma adaptação do que já foi aplicado pela Universidade de São Paulo (USP), em parceria com a Universidade Autônoma de Madrid (UAM), buscando conhecer a opinião da comunidade concernente às ações socioambientais em cada Campus do IFS (IFS, 2015c).

Os resultados obtidos, no entanto, devem ir além da retórica teórico-metodológica: precisam ser quantitativos e mensuráveis. Para que o programa IFS Sustentável consiga realizar com êxito as suas funções, necessita da avaliação e análise da ecoeficiência, uma metodologia que compara indicadores ambientais (como o consumo de energia e da água) aos índices econômicos, tais como preço e gastos com manutenção de equipamentos e o consumo de energia. O autor do presente trabalho fez um estudo dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar no prédio da instituição e detectou os seguintes problemas relacionados:

- Necessidade da instituição alinhar tanto o seu discurso quanto a sua prática gerencial aos princípios do desenvolvimento sustentável;
- Escassez de análise dos dados relativos à demanda de energia pelo IFS – Campus Lagarto, essenciais à tomada de decisões que incentivem as práticas ambientalmente corretas por parte da Direção Geral do Campus, bem como, norteiem ações concretas por parte do programa IFS Sustentável;
- Não há cálculo das emissões de GEEs geradas pelo consumo de energia, além da inexistência de projetos de neutralização destas, tais como o descrito nos itens 2.4 e 3.3 e desenvolvido no item 4.3;
- As instalações elétricas estão em desacordo com a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) de Instalações Elétricas em Baixa Tensão (BT): a ABNT NBR 5410 (2004a) e da Norma Regulamentadora (NR) de Segurança em Serviços Elétricos do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), a NR-10 (BRASIL, 2004);

- Foi constatada ineficiência dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar, como mostrado nos itens 4.1 e 4.2.

Pelo exposto, a presente pesquisa objetivou realizar uma análise energética no IFS – Campus Lagarto por diversas outras razões além das acima apresentadas: inicialmente, porque Drumond, Souza e Martins (2004) acompanharam a implantação de um Sistema de Gerenciamento Energético (SGE) na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e verificaram ser mais barato economizar energia do que construir novos sistemas de geração de eletricidade em um tempo no qual os investimentos em infraestrutura estão abaixo das necessidades do crescimento econômico do país. Outra motivação para a realização do presente estudo é que o desperdício de energia no Brasil é imenso. Os dados do Brasil (2009a) mostram que tais perdas alcançam os 40 milhões de kWh e com um custo equivalente a 2,8 bilhões de dólares. Desse total, 22 milhões de kWh são desperdiçados pelos consumidores (prédios públicos inclusos) e 18 milhões pelas próprias concessionárias! Isso comprova o quanto se pode avançar nesse objetivo.

Além disso, os impactos ambientais provocados pela construção das usinas hidrelétricas são irreversíveis. Apesar de utilizarem um recurso natural renovável e de custo zero – que é a água – não poluem o ambiente, porém alteram a paisagem. Ocorrem grandes desmatamentos responsáveis por provocarem prejuízos à fauna e à flora, inundarem áreas verdes, além do que, muitas famílias são deslocadas das suas residências para darem lugar à construção dessa fonte de energia (MA, 2003). Durante a construção de uma usina hidrelétrica muitas árvores de madeira de lei são derrubadas, outras são submersas, apodrecendo debaixo d'água, permitindo a proliferação de mosquitos causadores de doenças. Muitos animais silvestres morrem por não haver possibilidade de serem resgatados, tudo isso em nome do desenvolvimento e conforto. Uma usina hidrelétrica leva em média 10 anos para ser construída e tem vida útil média de 50 anos (DIAS et al, 1999; SANCHEZ, 2008; SANTOS, 2004).

As usinas termoeletricas poluem muito porque produzem Dióxido de Enxofre (SO_2) que reage com o Oxigênio (O_2) do ar e forma o Ácido Sulfuroso (H_2SO_3). Este, por sua vez, sofre oxidação e forma o Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) – maior responsável pela produção da chuva ácida que, se arrastada por muitos quilômetros, polui outros locais. Os automóveis e as indústrias que lançam SO_2 na atmosfera são os piores poluentes. Na realidade, a chuva é ligeiramente ácida em locais onde há baixa poluição, porém o problema ocorre quando ela se

torna muito ácida. Ao atingir lagos, mata peixes e sacrifica a vegetação, chegando ao ponto de abrir enormes clareiras nas matas (FURTADO, 2001).

1.3. HIPÓTESE

Uma vez que as análises permitem avaliar o comportamento energético das instalações, a hipótese deste trabalho é de que a aplicação de uma metodologia de avaliação do potencial de conservação da energia nos sistemas de iluminação e condicionamento de ar das edificações do setor público, particularmente educacional, permitiria conhecer os padrões de uso, detectaria problemas operacionais, encontraria oportunidades de conservação da energia, estimaria a quantidade de GEEs resultantes do uso da energia elétrica, avaliaria a sustentabilidade energética desses sistemas e, portanto, oportunidades de redução da demanda de eletricidade, permitindo às tais alcançarem importante economia de energia, além de contribuírem para a redução dessas emissões.

1.4. OBJETIVOS

Tendo em vista o problema acima explicitado seguem os objetivos, geral e específicos da presente pesquisa:

1.4.1. GERAL

O presente trabalho teve como objetivo apresentar a metodologia de análise da sustentabilidade do consumo de energia elétrica dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar no IFS – Campus Lagarto. Foi realizado um estudo dos dois usos finais anteriormente citados de modo a identificar o potencial de economia de energia adotando as diretrizes do Brasil (2009a, 2010b), Eletrobrás et al. (2009) e do Procel (2008). Foram, também, inventariados os GEEs emitidos pelo respectivo consumo de energia elétrica, seguindo as orientações do IPCC (2007a) e os procedimentos do GHG Protocol (2010).

1.4.2. ESPECÍFICOS

- Realizar um levantamento das características de potência e formas de uso dos equipamentos de iluminação e condicionamento de ar conforme a metodologia detalhada nos itens 2.2.3 e 3.2, apresentado nos Apêndices A, B, C e D;
- Determinar a classificação da eficiência dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar de acordo com a metodologia do Brasil (2010c), tal como mostrada nos itens 3.2.2, 3.2.3, 4.1.1 e 4.2.1, exposta nos Anexos A e B;

- Calcular os respectivos potenciais de conservação de energia dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar do IFS – Campus Lagarto seguindo a metodologia proposta por Alvarez (1998) e propor eventuais medidas corretivas, como expostos nos itens 3.2.4, 4.1.2, 4.1.3, 4.2.2 e 4.2.3;
- Elaborar um inventário das emissões de GEEs da instituição objeto de estudo, provenientes das fontes diretamente controladas e das atividades administrativas consumidoras de energia elétrica, no período de 2010 a 2015, utilizando as ferramentas do GHG Protocol (2010) tal como delineado nos itens 2.4 e 3.3, apresentado no tópico 4.3;
- Propor possíveis formas de gerenciar e neutralizar as emissões de GEEs do IFS – Campus Lagarto avaliadas, tais como explicitadas no item 4.3.2, visando propor medidas nesse campo que contribuam com a sustentabilidade da instituição.

Foi, então, realizada análise dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar do IFS – Campus Lagarto, com base nas orientações dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), de modo a identificar o potencial de economia de energia elétrica no sistema de climatização, bem como o nível de eficiência desse sistema, que, concomitantemente à avaliação da envoltória, compõem a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

Uma vez que o governo federal brasileiro está promovendo a expansão da rede de ensino federal superior e tecnológica, os gastos relacionados ao consumo de energia elétrica e de combustíveis devem receber atenção especial. Portanto, é relevante a análise e levantamento de dados nos prédios públicos de ensino federal a fim de identificar e quantificar as perdas de energia existentes na instalação de tal forma que se possa avaliar a sua utilização. Os resultados da presente análise poderão servir para a readequação dos projetos elétricos da instituição, por meio dos seus gestores, além de servir como base para novos empreendimentos na área de eficiência energética em outros Campi.

Os resultados também estimularão a preocupação com a conservação da energia nos prédios públicos de ensino, entre outros edifícios no estado de Sergipe, uma vez que, desde agosto de 2014, a Etiquetagem de Edificações tornou-se obrigatória nos edifícios da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional: a Instrução Normativa (IN) SLTI n.º 002/2014, do Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão (MPOG), que dispõe sobre as regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia

e o uso da ENCE nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit. Segundo a IN n.º 002/2014, Brasil (2014a), para as edificações, os projetos devem ser desenvolvidos ou contratados visando, obrigatoriamente, à obtenção da ENCE Geral de Projeto classe “A”, assim como a construção da nova edificação deve ser executada ou contratada de forma a garantir a obtenção da ENCE Geral da Edificação Construída classe “A”.

Não menos importante para a instituição é o inventário periódico das suas emissões de GEEs, que neste trabalho, avaliou somente as resultantes da aquisição de energia elétrica pela mesma. Uma vez que é o primeiro passo rumo à economia de baixo carbono, constituindo-se em um instrumento fundamental para se compreender o perfil das tais, possibilita o conhecimento do impacto das suas ações organizacionais no meio ambiente. O inventário de emissões diretas e indiretas é um instrumento que permitirá a sua autoavaliação, além de preparar a instituição para os futuros marcos regulatórios, oportunizará ao IFS – Campus Lagarto implantar ações estratégicas e consistentes de redução, além de traçar metas de compensação das emissões da organização, as quais devem integrar o planejamento, implementação e operação das atividades institucionais, visando colocá-la no caminho do desenvolvimento sustentável.

1.5. CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA

O Brasil instituiu a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei n.º 12.187/2009 que define o compromisso nacional voluntário de adoção de ações de mitigação com vistas à redução das suas emissões entre 36,1% e 38,9% em relação às projetadas até 2020 (BRASIL, 2009b). Segundo o Decreto n.º 7.390/2010, que regulamenta a PNMC, a projeção de emissões de GEEs para 2020 foi estimada em 3,236 GtCO₂e (BRASIL, 2010d, 2014b).

A pesquisa realizada por Pinto (2014) levantou que, a exemplo da Alemanha, o governo brasileiro pode ser o catalisador destes ganhos, estabelecendo políticas públicas que promovam e incentivem tanto a sua implementação quanto os alvos de desempenhos a serem alcançados. Na análise do autor, até a data do estudo por ele feito, isto não vem acontecendo no Brasil e as atividades constantes no Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) não estão sendo executadas, ainda que sejam promissoras. Portanto, há que se considerar uma demanda por proposições e, assim, busca-se no presente contexto, a realização de um estudo no qual a metodologia proposta seja aplicável na prática, uma vez que, na avaliação de Kruger

e Mori (2012), o setor público brasileiro é considerado um dos que têm maior urgência por soluções nesse sentido.

Dentre os trabalhos que têm sido publicados utilizando a metodologia anteriormente mencionada em instituições de ensino, Melara, Kaminski e Langer (2011) apresentaram sugestões para a neutralização das emissões de GEEs geradas pela utilização da energia elétrica no Campus I da Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), em Xanxerê/SC, utilizando-se os valores dos dados mensais do ano de 2009 e abrangendo exclusivamente o Escopo 2 do processo de cálculo. Após o tratamento dos dados, obtiveram um resultado de 10,46 tCO₂ originados pelo consumo de 425.600 kWh de eletricidade. Os autores chegaram à conclusão de que o dispêndio é alto, no entanto, como a matriz energética dessa eletricidade é a hidroelétrica, vista como energia mais limpa, consideraram baixa a relação de tCO₂e e kWh que não foi reconhecida como altamente impactante e propuseram o plantio de 7,14 árvores nativas da Mata Atlântica/tCO₂ para compensar as emissões emitidas pela instituição objeto de estudo.

Vasquez et al (2015) estudaram as emissões de GEEs lançados pelo campus Curico da Universidade de Talca (Utal), *Curicó/CHI*, bem como, cenários de mitigação para as emissões detectadas. Elas foram classificadas de acordo com a padronização *Greenhouse Gas (GHG Protocol)*, nos Escopos 1, 2 e 3. A totalização para o Campus, em 2012, foi de 1,0 tCO₂/aluno, dos quais 68% corresponderam ao Escopo 3, 16% se referem ao âmbito de aplicação 1 e 16% de esfera 2. Os autores detectaram que os principais contribuintes para as emissões de gases são as viagens dos alunos e o consumo de energia elétrica. Na comparação que fizeram com outras instituições de ensino superior em todo o mundo, na sua maioria, situadas em países desenvolvidos, concluíram que para o Campus Curico o valor das emissões de GEEs está abaixo da média. Além disso, analisaram quatro panoramas com propostas de redução de emissões e verificaram que o cenário mais eficaz está correlacionado aos estudantes que usam bicicletas ao invés de veículos motorizados.

Assim, a contribuição científica da presente pesquisa reside na análise de que forma um planejamento adequado e padronizado se reflete na utilização dos recursos energéticos pelo IFS – Campus Lagarto, além de propor o emprego *GHG Protocol* de forma inédita no Campus para contabilizar as emissões de GEEs oriundas da aquisição e uso da energia elétrica pelo estabelecimento de ensino e analisar possíveis cenários de neutralização destes, uma vez que o governo do Brasil (2015b) anunciou objetivo ousado de reduzir em 43% as emissões de GEEs até 2030, mas sem especificar de que forma essa meta seria atingida. Portanto, foi

determinado o Potencial de Conservação de Energia (PCE) dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar, bem como, as estratégias que a instituição tem adotado para contribuir com a sustentabilidade energética do planeta, uma vez que demanda energia elétrica para a consecução das suas atividades.

1.6. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente documento está subdividido em oito partes, quais sejam:

a) Introdução

Este capítulo tem por função introduzir a temática abordada na presente pesquisa, explicitar as razões da sua realização, a hipótese que a norteia e os seus objetivos, a problemática tratada, justificativa da sua realização, hipótese assumida, objetivos (geral e específicos), contribuição científica e por este tópico.

b) Referencial teórico

Cuida do aprofundamento teórico da temática abordada. Está dividido em quatro subitens: desenvolvimento sustentável e eficiência energética nas edificações públicas brasileiras, planejamento e gerenciamento energético, consumo de energia e o aquecimento global e o método GHG Protocol de cálculo de inventários de GEEs.

c) Metodologia

Detalha as técnicas e métodos utilizados para a concretização da presente pesquisa. Apresenta três subitens: caracterização da área de estudo, planejamento da análise energética e o planejamento do inventário de emissões.

d) Resultados e discussão

Tem por função expor os resultados da pesquisa e discuti-los sob a ótica do que foi apresentado nos procedimentos metodológicos. Está dividido em três subitens: eficiência do sistema de iluminação, eficiência do sistema de condicionamento de ar e o inventário de emissões por consumo de energia elétrica.

e) Considerações finais

Esta é a parte final da pesquisa. Nesta seção, realiza-se uma síntese dos elementos constantes no texto do trabalho, unindo as ideias e fechando as questões apresentadas na introdução. Também são citados autores que trazem informações importantes e que envolvem a temática abordada, identificando se tais dados confirmam ou não a hipótese inicial.

f) Referências

Esta parte da dissertação contém todas as referências citadas ao longo do texto e que servem para dar suporte ao embasamento teórico do trabalho.

g) Apêndices

Apêndices são textos elaborados pelo autor a fim de complementar a sua argumentação. No caso do presente documento, contém várias tabelas de dados brutos que se tornariam longas demais para serem inseridas ao longo do texto. Este trabalho contém quatro apêndices: detalhamento dos ambientes físicos do IFS – Campus Lagarto, especificações do sistema de condicionamento de ar, dados do sistema de iluminação e classificação das atividades desenvolvidas nos ambientes da instituição segundo o RTQ-C.

h) Anexos

Anexos são os documentos complementares não elaborados pelo autor, que servem de fundamentação e comprovação. No caso do presente trabalho foram elaborados dois anexos, quais sejam: um deles contém o resultado da simulação computacional da eficiência energética do sistema de iluminação e o outro, do sistema de condicionamento de ar do IFS - Campus Lagarto.

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

Para trabalhar o estudo proposto, faz-se necessário conhecer, de forma mais aprofundada, os principais referenciais da literatura utilizados para embasá-lo. Sendo assim, serão discutidos, nesta fundamentação teórica, os conceitos mais significativos e abrangentes da presente pesquisa.

2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS EDIFICAÇÕES PÚBLICAS BRASILEIRAS

Este tópico discute as origens e as implicações do conceito de desenvolvimento sustentável na política da eficiência energética aplicável às edificações públicas brasileiras. Serão aqui apresentados os dispositivos legais aplicáveis à temática abordada, bem como, as políticas públicas mais importantes relacionadas.

2.1.1. O CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Pode-se dizer que, até o início da década de 1970, o pensamento mundial dominante era o de que o meio ambiente seria fonte inesgotável de recursos e que qualquer ação de aproveitamento da natureza poderia ser infinita (BRUNDTLAND, 1991). Mas fenômenos como secas prolongadas, que afetaram lagos e rios, a chuva ácida e a inversão térmica fizeram com que essa visão ambiental do mundo começasse a ser questionada com base em estudos científicos responsáveis por identificarem problemas, especialmente por conta da poluição atmosférica (ESPÍNDOLA; ARRUDA, 2008; PORTELA, 2008; IPEA, 2014).

A ideia de desenvolvimento sustentável surgiu a partir do conceito de ecodesenvolvimento proposto durante a Primeira Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), em Estocolmo, Suécia, no ano de 1972. Segundo a Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) da Organização das Nações Unidas (ONU), desenvolvimento sustentável é aquele capaz de suprir as necessidades dos seres humanos da atualidade sem, no entanto, comprometer a capacidade do planeta para atender as futuras gerações. Portanto, é o desenvolvimento que não esgota os recursos, tornando-os perenemente disponíveis, respeitando o nível de resiliência do ecossistema do qual esses recursos são extraídos (VARGAS, 1996; BARBOSA, 2008; ONU, 2000).

A Declaração Política de 2002 da Cúpula Mundial Sobre o Desenvolvimento Sustentável, Johannesburgo/RSA, afirma que ele é construído sobre três pilares interdependentes e que se suportam mutuamente: desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental. Na prática, se não houver a conscientização e o reconhecimento da importância do desenvolvimento sustentável, sua complexidade e o inter-relacionamento dos seus pilares com as diversas questões ambientais, a geração presente deixará para trás solos pobres, falta de água, atmosfera poluída, enfim, um planeta todo alterado e sujo. Para evitar que isso ocorra o estilo de vida das nações ricas, bem como a economia mundial necessitam de serem reestruturados visando à preservação do meio ambiente, ainda que questões como essas esbarrem nos interesses de poderosos grupos econômicos (SEQUINEL, 2002).

Um dos mais importantes estudos sobre a biodiversidade mundial é a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MA). Foi realizado entre 2001 e 2005 no intuito de avaliar as consequências das mudanças nos ecossistemas sobre o bem-estar humano e estabelecer uma base científica que fundamentasse as ações necessárias para assegurar a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas, bem como, a suas contribuições para tal. Essa pesquisa veio ao encontro das solicitações governamentais por informações provenientes de quatro convenções internacionais: Convenção Sobre a Diversidade Biológica, Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, Convenção Ramsar Sobre as Zonas Úmidas e a Convenção Sobre Espécies Migratórias. Visa, portanto, suprir também as necessidades de outros grupos de interesse, incluindo a comunidade empresarial, setores de saúde, organizações não governamentais e povos nativos (MA, 2003).

Portanto, a sustentabilidade no tempo das civilizações humanas vai depender da sua capacidade de se submeter aos preceitos da prudência ecológica e de fazer um bom uso da natureza (SCHROTER; POLSKY; PATT, 2005; CARVALHO; BARCELLOS, 2014). É por isso que se discute o desenvolvimento sustentável. A rigor, a adjetivação deveria ser desdobrada em socialmente incluyente, ambientalmente sustentável e economicamente sustentado no tempo (VEIGA, 2008). Existem diversas sugestões sobre as dimensões que se relacionam a sustentabilidade, mas, nesse sentido, será feita uma análise inicial do conceito a partir de Bellen (2006) apresentando cinco dimensões: sustentabilidade social, econômica, ecológica, geográfica e cultural.

- a) Sustentabilidade econômica → abrange a alocação e distribuição eficiente dos recursos naturais dentro da escala apropriada;

- b) Sustentabilidade social → a preocupação maior é com o bem-estar humano, a sua condição e os meios utilizados para aumentar a qualidade de vida da população;
- c) Sustentabilidade ambiental → ela é contabilizada na forma de capital natural. Assim, a produção primária proporcionada pela natureza é base fundamental sobre a qual se assenta a espécie humana;
- d) Sustentabilidade geográfica e cultural → São alcançadas por meio de uma melhor distribuição dos assentamentos humanos e das atividades econômicas.

A abordagem de Pereira, Silva e Carbonari (2011) é derivada de Veiga (2008), na qual, o tripé da sustentabilidade está fundamentado em três dimensões: econômica, ambiental e social. Para que o resultado seja sustentável, cada dimensão deve receber a mesma atenção, além do que esses conceitos podem ser aplicados tanto de maneira macro, para um país ou o próprio planeta, como micro, em casa ou numa pequena vila agrária. Em cada pilar, há aspectos mais subjetivos para serem trabalhados junto à questão da sustentabilidade. Podem-se analisar as questões políticas e culturais. Aceitando a premissa de que tudo está interligado, chega-se ao desfecho de que todas as dimensões são importantes para qualquer tipo de análise do tripé.

2.1.2. POLÍTICAS PÚBLICAS E LEGISLAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De acordo com o Brasil (2012a), diversas iniciativas sistematizadas vêm sendo empreendidas no país há mais de 20 anos. Destacam-se o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), cujo gerenciamento executivo está a cargo das Centrais Elétricas Brasileiras S. A. (Eletrobras), e o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet), cujo controle é de responsabilidade do Petróleo Brasileiro S. A. (Petrobras), o Programa de Apoio aos Projetos de Eficiência Energética (Proesco), cuja administração está sob a responsabilidade do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

O PBE é vinculado ao Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio Exterior (MDIC). O Procel e o Conpet estão vinculados ao Ministério de Minas e Energia (MME), tal como afirma o Brasil (2012a). Além destes, a Lei n.º 10.295/2001, Brasil (2001a), determina a instituição de níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados e comercializados no país e o Decreto n.º 4.059/2001, Brasil (2001b), regulamenta a mesma.

Nesse sentido, mais recentemente, foi instituída a política de banimento gradativo das lâmpadas incandescentes por faixa de potência através da Portaria Interministerial MME/MCTI/MDIC, n.º 1.007/2010 (BRASIL, 2011a).

a) Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)

Em 1984, o Inmetro iniciou, juntamente com o MME, uma discussão sobre a conservação de energia, com a finalidade de contribuir para a racionalização no seu uso no país, informando os consumidores sobre a eficiência energética de cada produto e estimulando-os a fazer compras mais conscientes. Esse esforço deu início ao PBE que tem por função a promoção da eficiência energética por meio de etiquetas informativas a respeito do desempenho de máquinas e equipamentos, sendo de adesão compulsória para alguns aparelhos a partir da Lei n.º 10.295/2001, conhecida como a Lei de Eficiência Energética.

Há dezenas de dispositivos etiquetados como, por exemplo: refrigeradores, congeladores verticais e horizontais, máquinas de lavar roupa, condicionadores de ar, motores elétricos trifásicos, lâmpadas fluorescentes compactas, aquecedores de água de passagem, fogões e fornos domésticos a gás, entre outros. De 2006 a 2013, a etiquetagem de lâmpadas foi responsável por uma economia de cerca de R\$ 23 bilhões. No tocante a refrigeradores e condicionadores de ar, estima-se uma economia de R\$ 6 bilhões desde o ano 2000 (BRASIL, 2012a).

b) Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel)

Criado em 1985, coordenado pelo MME e operacionalizado pela Eletrobrás, o Procel é constituído por diversos subprogramas, dentre os quais, destacam-se as ações nas áreas de iluminação pública, industrial, saneamento, educação, edificações, prédios públicos, gestão energética municipal, informações, desenvolvimento tecnológico e divulgação. As ações de marketing, notadamente a etiquetagem, o Selo e o Prêmio Procel são responsáveis por cerca de 90% dos resultados do programa. Desde a sua criação já foram investidos mais de R\$ 1,4 bilhão, sendo responsável pela economia estimada de cerca de 70 TWh, equivalente ao suprimento de 35 milhões de residências durante um ano (BRASIL, 2012a).

Ao longo dos últimos dez anos os programas de eficiência energética no Brasil cresceram, em média, 15% ao ano. Em 2003, o Procel foi responsável por uma economia de energia de 1,82 TWh, chegando a 6,16 TWh no ano de 2010 e 9,74 TWh em 2013. De 2003 a 2016, os refrigeradores domésticos passaram a consumir cerca de 15% menos energia enquanto que o número de categorias agraciadas com o selo Procel cresceu. Esse selo foi

criado em 1993, instituído através de decreto presidencial, com o intuito de indicar aos consumidores os equipamentos e eletrodomésticos disponíveis no mercado nacional que apresentam os maiores índices de eficiência energética em cada categoria. Além disso, estimula a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, do ponto de vista energético, minimizando os impactos ambientais no país (PROCEL, 2016).

Toma como base os resultados dos ensaios realizados para o PBE e coordenado pelo Inmetro. Os equipamentos são ensaiados nos laboratórios indicados pelo Inmetro e categorizados de acordo com sua eficiência energética. Os classificados como “A” são contemplados com o selo por apresentarem maior eficiência energética. Atualmente este selo é concedido a refrigeradores, freezers, condicionadores de ar e coletores solares (PROCEL, 2008). Já o Selo Procel Inmetro de Desempenho foi criado em 1998, sendo concedido anualmente aos produtos nacionais ou estrangeiros, etiquetados pelo PBE. Esses produtos devem atender a níveis mínimos de eficiência e qualidade definidos pelo Procel. Os equipamentos que atualmente recebem este selo são: reservatórios térmicos, lâmpadas fluorescentes compactas, reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão e para lâmpadas fluorescentes tubulares e motores elétricos trifásicos *standard* e de alto rendimento com potências entre 1 e 250 CV.

Para participar, a empresa deve primeiramente consultar a associação de classe a que pertence para saber se o produto que fabrica e/ou comercializa no país está contemplado no PBE. Se obtiver resposta positiva, deve contatar o Inmetro e solicitar sua inclusão nesse programa. Após o ensaio do seu produto e atendidos os critérios do Procel, está automaticamente habilitado a receber o selo. Os fabricantes interessados em participar do programa devem consultar o Regulamento do Selo Procel de Economia de Energia e o do Selo Procel Inmetro de Desempenho no site do programa, como também o Regulamento Específico para Uso da ENCE no site do Inmetro, referente ao equipamento que desejarem etiquetar.

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica: Eficiência Energética nos Prédios Públicos (Procel EPP) foi estruturado em julho de 1997 e, ainda que algumas ações já estivessem em curso, foi a partir dessa data que o programa começou a estabelecer estratégias unificadas para atingir o objetivo de promover ações de eficiência energética para prédios públicos. Durante a crise de energia elétrica em meados de 2001 o Governo Federal instituiu a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (CGCE). Neste contexto, colaborou estimando metas de redução do consumo, através do estudo das informações de consumo e da demanda

obtidos com a implementação do cadastro das unidades públicas. Colaborou, ainda, incentivando a criação das Comissões Internas de Conservação de Energia (CICEs) nas empresas e órgãos públicos, alcançando o status de principal motivador das aplicações das medidas de eficiência energética capacitando diversos gestores, disseminando informações sobre projetos que foram considerados casos de sucesso e publicando manuais para a orientação e adoção de medidas para a redução do consumo e da demanda (BRASIL, 2010a).

c) Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet)

Criado em 1991, coordenado pelo MME e operacionalizado pela Petrobras, o Conpet é constituído por vários subprogramas, dentre os quais se destacam: ações na área de transporte de carga, passageiros e combustíveis, educação, marketing e premiação. Um destes programas, o EconomizAR, atende a 22 estados da Federação e possui mais de 5.000 empresas participantes, tendo promovido a economia de mais de 1 bilhão de litros de diesel e evitado a emissão de cerca de 2,7 milhões de toneladas de CO₂ e de 60 mil toneladas de material particulado desde sua criação (BRASIL, 2012a).

De 2003 a 2013, o selo Conpet para fogões a gás, fornos e aquecedores de água promoveu uma economia de cerca de 6 milhões de metros cúbicos no consumo de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), o que representa 10 milhões de toneladas de CO₂ evitado. Em 2012, foram incorporados critérios de eficiência energética no novo regime automotivo, permitindo que 70% dos automóveis vendidos no Brasil possuam etiqueta de eficiência energética. Em junho de 2014 eram mais de 550 modelos de 36 marcas diferentes. Até 2017, 100% da produção nacional deveria estar etiquetada. O uso do selo Conpet está associado aos modelos que utilizam a ENCE, que compara os automóveis semelhantes em suas categorias desde “A”, para mais eficientes, até “E”, para menos eficientes, e informa o consumo de combustível do veículo. Recebem o selo Conpet os modelos eficientes em suas categorias e também eficientes na comparação com todos os demais modelos participantes do programa (BRASIL, 2012a).

d) Os Programas de Eficiência Energética das Concessionárias

No Brasil, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) estabelece obrigações e encargos das concessionárias de energia elétrica perante o poder concedente. Uma dessas obrigações está definida na Lei n.º 9.991, de 24 de julho de 2000, que versa sobre os investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das

empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica (BRASIL, 2000a).

Tal compromisso consiste em aplicar anualmente o montante de no mínimo 0,5 % de sua receita operacional líquida, em ações que tenham por objetivo o combate ao desperdício de energia elétrica. Desde a sua criação os programas de eficiência energética totalizaram investimentos superiores a R\$ 5,7 bilhões. Em 2013 essa metodologia foi responsável por uma economia de aproximadamente 9,1 TWh e uma retirada de ponta de 2,8 GW. Nesse período, foram realizados 3.219 projetos de eficiência energética, sendo substituídos mais de 800 mil refrigeradores antigos e obsoletos por modelos novos e eficientes (BRASIL, 2012a).

e) A Lei de Eficiência Energética

A Lei n.º 10.295, de 17 de outubro de 2001, dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (PNCURE), estabelecendo níveis máximos de consumo específico de energia e mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos fabricados ou comercializados no país. Em 19 de dezembro de 2001, o Decreto n.º 4.059 veio a regulamentar a Lei, instituindo o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), encarregado de operacionalizar o estabelecido pela lei. De acordo com Cruz e Junior (2014) um estudo realizado em 2012 apontou que os equipamentos regulamentados e em regulamentação serão capazes de reduzir o consumo de energia elétrica em 14 TWh/ano até 2030 e a demanda de ponta, em 9 GW.

Em junho de 2012, iniciou-se a gradativa retirada das lâmpadas incandescentes ineficientes do mercado a começar pelas de potência maior que 100 W. Os benefícios energéticos desta medida, nos próximos vinte anos, representarão cerca de 10 TWh/ano, equivalendo à expansão de 2.433 MW na oferta, proporcionando uma economia de aproximadamente R\$ 6 bilhões em custos de geração, transmissão e distribuição. A implementação destas medidas é parte do esforço do governo federal no sentido de promover a eficiência energética no Brasil, alinhando-se com as premissas e diretrizes do PNEf (BRASIL, 2010a).

f) Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE)

Instituído por meio do Decreto n.º 4.059/2001, Brasil (2001b), o CGIEE tem por objetivo implementar o disposto na Lei de Eficiência Energética. Suas principais atribuições são: regulamentar os níveis máximos de consumo de energia ou mínimos de eficiência energética de aparelhos consumidores de energia, estabelecer programas de metas com

indicação da evolução dos níveis a serem alcançados por cada equipamento regulamentado e constituir comitês técnicos para analisar matérias específicas.

O processo de definição dos parâmetros necessários para a regulamentação dos equipamentos se fundamenta em metodologias e regulamentos específicos, estudos de impacto e priorização, critérios de avaliação de conformidade, e conta com laboratórios credenciados para ensaios e testes. Tanto a lei quanto o decreto estabelecem a obrigatoriedade de realização de audiências públicas para aprovação das regulamentações específicas. O CGIEE é composto pelo MME, que o preside, MDIC, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Aneel, Agência Nacional de Petróleo (ANP), por um representante de universidades brasileiras e um cidadão brasileiro, ambos especialistas em matéria de energia.

g) O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf)

Para fazer frente ao desafio de economizar 10% de energia no horizonte de 2030, o PNEf objetiva alinhar os instrumentos de ação governamental, orientar a captação dos recursos, promover o aperfeiçoamento do marco legal e regulatório afeto ao assunto, constituir um mercado sustentável de eficiência energética e mobilizar a sociedade brasileira no combate ao desperdício de energia com vistas à preservação de recursos naturais. O MME tem a responsabilidade de coordenar as atividades de implantação do plano, acionando ou promovendo negociação com outros órgãos do governo federal, congresso nacional, estados, municípios, associações, confederações, universidades e instituições representativas (BRASIL, 2010a).

h) Resolução Normativa ANEEL n.º 414/2010

A Resolução n.º 414 da Aneel de 09 de setembro de 2010, que revoga a Resolução n.º 456 da Aneel, de 29 de novembro de 2000, é o documento que estabelece, de forma atualizada e consolidada, as condições gerais de fornecimento de energia elétrica (BRASIL, 2010e; ANEEL, 2015). A revisão da norma n.º 456/2000 foi um processo que começou em 2008, na Audiência n.º 008/2008 durante o período de 01 de fevereiro a 23 de maio do mesmo ano, onde aconteceram sessões presenciais em Porto Alegre (RS), São Paulo (SP), Belém (PA), Salvador (BA) e Brasília (DF) e também pela Consulta Pública n.º 002/2009 que aconteceu entre 09 de janeiro e 27 de março de 2009 (ANEEL, 2010).

A nova norma faz uma revisão da Resolução Aneel n.º 456/2000, agora revogada, que consolidou diversos outros regulamentos a fim de aglutinar as condições de fornecimento e os direitos e deveres dos consumidores de energia elétrica. Organizada de forma clara para servir

como um guia ao consumidor, a nova norma apresenta as definições dos termos usados ao longo do texto e trata, dentre outros, de aspectos relativos à classificação e à titularidade de unidades consumidoras, de prazos para ligação, das modalidades tarifárias, dos contratos, dos procedimentos para leitura e faturamento, da recuperação de receita em virtude da ocorrência de procedimentos irregulares e do ressarcimento por danos elétricos (ANEEL, 2010).

A unidade consumidora de energia elétrica é classificada em dois grupos: A e B. O grupo A, Alta Tensão (AT), é composto por unidades consumidoras que recebem energia em tensão igual ou superior a 2,3 kV ou são atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifa binômia (aplicada ao consumo e à demanda faturável). No grupo A, subdividido em seis subgrupos, geralmente se enquadram indústrias e estabelecimentos comerciais de médio ou grande porte. O grupo B, baixa tensão, é caracterizado por unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 2,3 kV, com tarifa monômia (aplicável apenas ao consumo). Está subdividido em quatro subgrupos. O consumidor do tipo B1 é o residencial, o grupo B2 engloba os consumidores rurais, enquanto estabelecimentos comerciais ou industriais de pequeno porte, como por exemplo, uma pastelaria ou uma marcenaria, são classificadas como B3. A iluminação pública é enquadrada no subgrupo B4 (ANEEL, 2015).

Dentre as principais alterações em relação à norma anterior as distribuidoras passaram a ter que oferecer atendimento presencial em todos os municípios da sua área de concessão. Outra mudança foi a redução dos prazos de ligação e religação das unidades consumidoras localizadas em áreas urbanas. Além disso, a suspensão do fornecimento só poderá ocorrer em horário comercial e só pode ser feita até 90 dias após o vencimento da fatura em aberto, a não ser em casos de determinação judicial ou outro motivo justificável. Outra alteração da norma refere-se às restrições ao consumidor inadimplente. Nesses casos, a distribuidora pode condicionar a prestação de alguns serviços, como ligação ou alteração da titularidade da unidade consumidora bem como os pedidos de religação, aumento de carga, contratação de fornecimentos especiais ou de serviços. Entretanto, a distribuidora não pode condicionar o atendimento a essas solicitações ao pagamento de débito não autorizado pelo consumidor ou de débito pendente em nome de terceiros, exceto nos casos de sucessão comercial (ANEEL, 2010).

i) Energy Star

Esse programa pertence à Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos das Américas (EUA). O governo americano, em uma tentativa de promover a conservação de

energia nos dispositivos digitais o iniciou em 1992. O que começou como política de combate ao desperdício de energia de equipamentos de processamento de dados abrange diversas categorias de produtos (SAIDEL et al., 2001). O *Energy Star* foi criado para incentivar os fabricantes a desenvolverem produtos que funcionassem com baixo consumo de energia, diminuindo, assim, as emissões de CO₂. O congresso americano aprovou a Lei de Política e Conservação de Energia em 1975, que estabeleceu padrões mínimos de dispêndio de energia para diversos eletrodomésticos importantes, fornecendo informações confiáveis e objetivas para comércios e consumidores para que eles não precisassem investir tempo e dinheiro em pesquisas sobre a eficiência de energia (SAIDEL; ALVAREZ, 1997; SILVA, 2013).

O projeto inicial era certificar somente computadores e monitores. Esses equipamentos residenciais eram relativamente novos no mercado, então, muitos consumidores não sabiam que essa tecnologia podia aumentar as suas contas de energia significativamente. Outros equipamentos de aquecimento e resfriamento de escritórios e residências foram adicionados à lista nos anos subsequentes e, em 1996, a EPA fez uma parceria com o Departamento de Energia, incluindo outras categorias de produtos. Dessa forma, o programa opera diminuindo o custo de produção para que os consumidores possam comprar, a preços mais acessíveis, produtos que economizam energia (JÚNIOR; SAIDEL; HENRIQUES, 2004).

O selo torna o produto mais chamativo para os consumidores, então, tornar seus produtos mais eficientes no consumo de energia é um incentivo para os fabricantes. O programa *Energy Star* testa os aparelhos em relação ao uso de energia e garante que as inovações de redução no gasto de energia não diminuam a qualidade funcional do aparelho. O selo permite que o consumidor considere um número de produtos em potencial, pois ele fica sabendo imediatamente quanta energia gastará (ENERGY STAR, 2016a).

De acordo com a EPA, prédios comerciais contribuem com cerca de 18% das emissões de Dióxido de Carbono nos EUA e desperdiçam até 30% da energia que consomem. Assim, a classificação se aplica a prédios comerciais, iluminação, equipamentos de serviços de alimentação, aquecimento, resfriamento, ventilação, equipamentos de escritório e eletrodomésticos. Se o produto estiver de acordo com os critérios específicos de sua categoria, que geralmente envolvem uma redução percentual do consumo de energia em comparação a outros produtos da mesma categoria obterá a etiqueta amarela do programa. As categorias específicas incluem os itens a seguir (ENERGY STAR, 2016b):

- Eletrodomésticos → Máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar louça, geladeiras e condicionadores de ar de uso doméstico;
- Aquecimento e resfriamento → Aparelhos de condicionamento de ar central, fornalhas e termostatos programáveis;
- Itens domésticos → Janelas, materiais para telhados e isolamento;
- Eletroeletrônicos → Televisores, receptores, aparelhos de DVD e aparelhos de som;
- Equipamentos de escritório → Computadores, monitores, fotocopiadoras, notebooks e impressoras;
- Iluminação → Instalações e lâmpadas elétricas;
- Produtos comerciais → Placas de saída, máquinas de venda automáticas e refrigeradores de água.

Além dos equipamentos eletroeletrônicos qualquer casa nova nos EUA com menos de três andares pode receber o selo azul do programa se estiver, no mínimo, 15% mais eficiente do que o estipulado pelo Código Residencial Internacional de 2004. Se uma pessoa está construindo uma moradia nova e quer melhorar a eficiência de energia em seu imóvel atual, o programa também dá sugestões. Ambientalistas radicais podem obter avaliações completas de suas residências pelos assessores terceirizados, mas esse sistema somente está disponível em 16 estados norte-americanos. Algumas empresas de serviços públicos fornecem avaliações de energia e podem aconselhar os clientes sobre isolamento residencial e equipamentos de aquecimento e resfriamento. Muitas delas oferecem descontos para clientes que utilizam os serviços de seus parceiros para instalar sistemas ou consertar itens da residência (UOL, 2016; ENERGY STAR, 2016c, 2016d).

j) Outros Instrumentos Legais

Com a publicação da IN n.º 002, de 04 de junho de 2014, Brasil (2014a), que dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional, e o uso da ENCE nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit, o setor público deverá absorver esta nova demanda e adequar seus processos para a obtenção da etiqueta no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica).

As informações sobre como avaliar a eficiência energética de um projeto, segundo o método adotado pela etiqueta PBE Edifica, estão contidas na Portaria Inmetro n.º 372, de 17 de setembro de 2010, Brasil (2010c), que dispõe sobre o Regulamento Técnico da Qualidade

de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), nas portarias complementares Portaria Inmetro n.º 17, de 16 de janeiro de 2012, Brasil (2012b), Portaria n.º 50, de 01 de fevereiro de 2013, Brasil (2013a), Portaria Inmetro n.º 299 de 19 de junho de 2013, Brasil (2013b), Portaria Inmetro n.º 126, de 19 de março de 2014, Brasil (2014c) e nas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), bem como, nas demais legislações pertinentes. A Resolução Normativa Aneel n.º 300, de 12 de fevereiro de 2008, Brasil (2008a), estabelece critérios para aplicação de recursos em programas de eficiência energética e, concomitantemente, aprova o respectivo Manual Para Elaboração do Programa de Eficiência Energética.

Os recursos destinados aos projetos de conservação de energia em prédios públicos estão disponíveis em programas anuais de eficiência energética das concessionárias de energia elétrica através da Resolução Aneel n.º 300/2008. A legislação determina que as concessionárias devam aplicar anualmente 0,5% da receita operacional líquida no desenvolvimento de ações com o objetivo de incrementar a eficiência energética no uso final de energia elétrica. A Lei n.º 12.212/2010, Brasil (2010f), determinou que 60% deste montante devem ser direcionados às unidades consumidoras beneficiadas pela tarifa social. O restante do recurso pode ser aplicado entre as tipologias de projetos de eficiência energética previstas pelo Manual do Plano de Eficiência Energética, aprovado na Resolução n.º 300/2008.

O Decreto Federal n.º 99.656, de 26 de outubro de 1990, Brasil (1990), cria a Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) em cada estabelecimento pertencente aos órgãos ou entidades da administração federal que apresente consumo anual superior a 600 MWh ou consumo de combustível superior a 15 Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEPs). O Decreto Federal de 21 de setembro de 1993, Brasil (1993a), estabelece que uma das principais ações supervisionadas pelo Grupo Executivo do Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso da Energia (GERE) é acompanhar e orientar o desenvolvimento das atividades da CICE e propor as adequações necessárias na legislação de forma a propiciar maior eficácia na produção e no uso da energia.

Por ocasião da crise de fornecimento de energia, em 2001, vários decretos foram criados com o objetivo de propor medidas emergenciais de redução de consumo no âmbito da administração pública federal. O Decreto Federal n.º 3.330, de 06 de janeiro de 2000, Brasil (2000b), determinava uma redução de 20%, até dezembro de 2002, no consumo de energia elétrica para fins de iluminação, refrigeração e arquitetura ambiental em órgãos da

administração pública direta, fundações, empresas e sociedades de economia mista, controladas diretas ou indiretamente pela União, sendo o Procel o responsável pelo acompanhamento e supervisão técnica e a Aneel, pela regulamentação dos procedimentos necessários à operacionalização. No período de vigência da CGCE, que foi de 2001 a 2002, vários dispositivos legais foram publicados com o objetivo de racionalizar o uso de energia elétrica no âmbito da administração pública federal, sendo que a maioria foi revogada ou perdeu eficácia tão logo a Câmara foi desfeita (BRASIL, 2012a).

O Decreto Federal n.º 4.131, de 14 de fevereiro de 2002, Brasil (2002), determinou que os órgãos da administração pública federal direta, autárquica e fundacional deveriam observar a meta de consumo de energia elétrica correspondente a 82,5% da média do consumo mensal, tendo como referência o mesmo mês do ano 2000, a partir de fevereiro de 2002. Estabelecia que os órgãos e entidades da administração pública federal deveriam diagnosticar o grau de eficiência energética sobre sua administração com vistas à identificação de soluções e à elaboração de projetos de redução de consumo. Instituiu também que, na aquisição de equipamentos ou contratação de obras e serviços, deveriam ser adotadas especificações que atendessem aos requisitos inerentes à eficiência energética.

2.1.3. MODELOS DE EDIFÍCIOS EFICIENTES NO BRASIL

As construções sustentáveis são conceitos aplicados ao conjunto de padrões adotados durante todas as etapas da obra que visam à sustentabilidade da edificação. Através do emprego dessas medidas é possível minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente, além de promoverem a economia dos recursos naturais e a melhoria na qualidade de vida dos seus ocupantes. Uma obra sustentável leva em consideração todo o projeto da mesma, desde a sua pré-construção, onde o ciclo de vida do empreendimento e dos materiais que serão usados devem ser analisados, passando por cuidados com a geração de resíduos e minimização do uso de matérias-primas com reaproveitamento de materiais durante a execução da obra até o tempo de vida útil e a sustentabilidade da sua manutenção (BRASIL, 2016a).

a) O Projeto Casa Eficiente

O projeto Casa Eficiente é o resultado de uma parceria entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Eletrosul Centrais Elétricas S.A. (Eletrosul) e a Eletrobras para a construção de um centro de demonstrações em eficiência energética. Durante a metade de cada mês, por um período de dois anos, a casa funcionou como laboratório possibilitando diversas pesquisas de doutorado, mestrado e iniciação científica. Na outra metade do mês a

casa funcionou como um centro de visitação, expondo ao público, em geral, novas referências em termos de uso eficiente e racional de energia. Na casa foram testadas diversas tecnologias ligadas ao aproveitamento da energia solar, adaptações ao clima local, uso eficiente de energia, coleta de água da chuva e sustentabilidade ambiental. Os autores apresentaram 04 (quatro) volumes contendo os resultados de dois anos de pesquisa (LAMBERTS et al, 2010a, 2010b, 2010c, 2010d).

O Volume 01 aborda o tema Desempenho Térmico da Casa Eficiente a partir dos resultados do monitoramento desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE), aprofundando a investigação acerca do desempenho de estratégias bioclimáticas recomendáveis para o clima de Florianópolis: a ventilação mecânica noturna e o uso de telhado vegetado. Para Lamberts et al. (2010a), avaliar o desempenho térmico de uma edificação significa estimar a sua resposta física à influência do meio ambiente externo e do seu uso pelos ocupantes, confrontando os resultados com requisitos quantitativos e qualitativos pré-estabelecidos.

A resposta da edificação às variáveis climáticas externas (ventilação, insolação, temperatura, umidade) e ao comportamento do usuário (manipulação das esquadrias, acionamento dos sistemas artificiais de iluminação e condicionamento) configura o seu comportamento térmico, expresso através da variação da temperatura e umidade nos ambientes internos. O comportamento térmico da edificação é influenciado, também, pelos ganhos de calor através das superfícies (teto, parede, piso, janelas) e gerado internamente (pessoas e equipamentos), bem como pela renovação de ar proporcionada pela ventilação.

Os resultados demonstraram que as combinações entre inércia térmica, ventilação nos períodos adequados e sombreamento contribuíram para a manutenção de temperaturas internas adequadas ao conforto dos usuários, tanto no verão quanto no inverno. Também foram demonstrados os efeitos negativos, advindos do uso inadequado da edificação, principalmente no tocante à ausência de proteção solar e admissão da ventilação em períodos quentes no verão. Foi possível, ainda, identificar a necessidade de algumas adaptações no projeto, relativas ao posicionamento das esquadrias, capazes de melhorar o desempenho da ventilação cruzada.

Por fim, a ventilação mecânica noturna e o emprego do telhado vegetado demonstraram a viabilidade de estratégias bioclimáticas que apresentam baixo custo de manutenção, mas que causam impactos significativos no desempenho térmico da edificação, podendo minimizar a dependência da utilização de sistemas de condicionamento artificial. A

casa eficiente representou um referencial para a elaboração do projeto arquitetônico de residências localizadas em Florianópolis e outras cidades com clima semelhante. Os pesquisadores demonstraram resultados e propuseram recomendações, de forma que o projeto da casa eficiente se tornou fundamental para a disseminação dos benefícios da adequação climática, cumprindo o seu papel de vitrine tecnológica e apresentando-se com significativa contribuição ao cenário nacional.

Quanto ao consumo energético da casa eficiente, Lamberts et al. (2010b) chegaram a conclusão de que a casa eficiente, por não ser ocupada, teve baixo consumo de energia durante todo o dia. Para comparar a geração de energia do sistema fotovoltaico com o consumo de uma família, foram realizadas estimativas com diferentes padrões de uso, simulando a ocupação da casa. Tais estimativas confirmaram tanto a importância da escolha de equipamentos eficientes quanto à adoção de hábitos conscientes de consumo por parte dos usuários. Se fosse ocupada por habitantes conscientes e utilizando-se equipamentos eficientes a casa teria a sua demanda totalmente atendida pela geração da energia elétrica oriunda do sistema fotovoltaico.

Através das pesquisas realizadas, os autores verificaram grande potencial de economia de energia elétrica a partir do uso da energia solar, tanto para a geração de energia quanto para o aquecimento de água, e da adoção de equipamentos e hábitos eficientes. Os resultados das medições na casa eficiente apontaram que, tendo em vista a adoção de equipamentos eficientes e a adoção de hábitos conscientes por parte dos usuários, ela poderia ser considerada como Edificação de Energia Zero (ZEB). Isso significa que a quantidade de energia gerada no local, através de uma fonte renovável de energia, é igual ou superior à quantidade que seria consumida pela edificação.

Com relação à avaliação da economia de água na casa eficiente com base em simulações de consumo no período analisado, Lamberts et al (2010c) verificaram que a demanda de água potável poderia ser reduzida em cerca de 41% em função do aproveitamento de água de chuva. As características físicas da edificação, as características locais e a estimativa de demanda de água pluvial adotada possibilitaram obter uma economia de água potável satisfatória. A economia financeira média mensal obtida no período estudado foi de R\$ 55,60, o que representa 54,40% de economia na conta de água e esgoto.

A avaliação das estratégias de uso racional da água adotadas na casa eficiente indica, para os condicionantes locais, a viabilidade da utilização da água de chuva como um recurso hídrico complementar alternativo e também o potencial de economia de água potável, a partir

da utilização das águas cinzas claras e componentes economizadores de água em uma residência, servindo, assim, como modelo de conservação da água e sustentabilidade para o setor habitacional.

Por fim, Lamberts et al. (2010d) procederam à simulação computacional visando a avaliação do comportamento dos diferentes tipos de coberturas existentes na casa. Os resultados mostraram que, tanto a cobertura com telha metálica (sala), quanto com telha de barro (quarto de casal), promoveram grande ganho de calor no período diurno, durante o verão, e grande perda de calor no período noturno, durante o inverno, significando que elas ganham e perdem calor nos momentos mais indesejados. Já o telhado vegetado (quarto de solteiro e banheiro), tem maiores ganhos de calor no período noturno e ganhos menores, ou até perdas, de calor no período diurno. Desta forma, o telhado vegetado mostrou ser a cobertura que mais favorece o desempenho térmico da casa.

Todos os estudos realizados demonstraram a importância e grande utilidade da simulação computacional nas análises termoenergéticas de edificações, tais como os executados para a casa eficiente. Com tais ferramentas foi possível estudar o comportamento térmico e consumo energético da edificação, mesmo antes da sua construção. A simulação também colaborou para o entendimento das trocas de calor na casa, do efeito da ventilação natural e do aquecimento solar em seu desempenho térmico.

b) O Projeto Esplanada Sustentável

Foi levado a efeito por meio de uma ação institucional coordenada entre os Ministérios promotores: MPOG, MME e Ministério do Meio Ambiente (MMA) e os seus respectivos programas – Programa de Eficiência do Gasto (PEG), Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI), Procel e a Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P). O projeto Eficiência e Sustentabilidade na Esplanada dos Ministérios teve como principal objetivo a incorporação dos critérios de sustentabilidade e eficiência nas edificações da Esplanada dos Ministérios, visando proporcionar economia de recursos naturais e financeiros (BRASIL, 2010a).

Pretendeu-se, com isso, transformar a Esplanada dos Ministérios num exemplo de sustentabilidade e eficiência para a sociedade, promovendo a realocação de recursos direcionados à inovação tecnológica em eficiência energética, construções sustentáveis e redução de emissões, utilizando o poder de compra do governo federal para fomentar boas práticas de gestão e induzir o mercado à produção e consumo sustentáveis. Como fruto do

trabalho dos representantes dos ministérios articuladores. Por meio das oficinas realizadas, a formatação da proposta pode ser finalizada, apoiada nos seguintes eixos temáticos: eficiência do gasto, central de compras, eficiência energética, novas edificações, gestão racional de recursos, comunicação e energia renovável.

Entre os critérios temáticos apresentados, seguem abaixo com maior detalhamento os três eixos criados no âmbito do MME/Procel (BRASIL, 2010a):

- i. Eficiência Energética → promover ações de eficiência energética nas edificações da Esplanada dos Ministérios, com ações de replicabilidade para todo o poder público para capacitação de áreas técnicas, gestão da energia elétrica e compras eficientes. As ações elencadas para o cumprimento dos objetivos desse eixo são as seguintes:
 - Processo de sensibilização dos gestores para a adoção de práticas de eficiência energética;
 - Elaboração de questionário para os levantamentos preliminares (condicionamento de ar e iluminação);
 - Levantamento preliminar para identificar a situação do sistema de condicionamento de ar, incluindo estado de conservação;
 - Levantamento preliminar amostral para identificar a situação do sistema de iluminação, incluindo estado de conservação;
 - Levantamento preliminar dos dados de consumo energético mensal, por meio das contas de energia elétrica fornecidas pela concessionária de energia;
 - Elaboração de relatório técnico discriminando as principais medidas de eficiência energética, visando à execução de programa de efficientização de edifícios;
 - Intervenções complementares sugeridas;
 - Planejar e concretizar a etiquetagem nos prédios da Esplanada dos Ministérios;
 - Avaliação das edificações quanto ao nível de eficiência energética, aplicando as diretrizes do RTQ-C, objetivando a etiquetagem das edificações;
 - Aplicação dos conhecimentos adquiridos em ações internas de conscientização.

- ii. Novas Edificações → incentivar ações de eficiência energética e sustentabilidade, especificamente nos projetos e construções de novas edificações, incluindo o estabelecimento das normas para adoção dos regulamentos de classificação do nível de eficiência energética como ferramentas de eficiência na utilização da energia elétrica. Para tanto, foram elaboradas as diretrizes padrão para contratação de edificações eficientes e inserção do processo de sensibilização dos gestores para a adoção de práticas de eficiência energética;
- iii. Energia Renovável → estimular a instalação de sistemas fotovoltaicos nas edificações da Esplanada dos Ministérios com ações de replicabilidade para todo o poder público. Tais procedimentos induzem à redução da demanda de energia contratada e à promoção do conceito de sustentabilidade ambiental. Para alcançar tais objetivos, pretendeu-se atingir as seguintes ações:
 - Processo de sensibilização dos gestores para fazerem uso dessa tecnologia;
 - Levantamentos técnicos: curva de carga dos prédios e potencial solar;
 - Tratamento dos dados e modelagem dos sistemas: dimensionamento e análise de custos;
 - Elaboração do projeto básico;
 - Instalação do sistema fotovoltaico dimensionado;
 - Capacitação para operação e manutenção dos sistemas, bem como, análise periódica dos resultados.

Posteriormente, visando torná-la uma política pública abrangente, a proposta foi apresentada aos ministros do MPOG, MME e MMA. Uma vez que o governo federal figura como um dos maiores consumidores de energia elétrica, fato que sugere torná-lo um exemplo para a sociedade brasileira na gestão dos recursos naturais e financeiros, eficiência energética e sustentabilidade. O governo brasileiro espera que as propostas decorrentes do PNEf, do mesmo modo que o projeto Eficiência e Sustentabilidade na Esplanada dos Ministérios, resultem na formatação de um projeto piloto, embrião de uma política pública de longo prazo que possa contemplar o universo dos 27 mil prédios públicos federais, por conseguinte, induzir ações semelhantes nas esferas estaduais e municipais (BRASIL, 2010a).

2.2. PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO ENERGÉTICO

Esta seção discute o ciclo Planejar-Fazer-Verificar-Agir (PDCA) e algumas das suas particularidades, uma vez que o mesmo é a estrutura base das normas da Organização Internacional de Normalização (ISO) 9001, 14000 e 50001. Também trata das certificações

existentes para assegurar a racionalização do uso da energia em edificações, assim como, dos procedimentos tipicamente adotados para a execução de um diagnóstico energético em edifícios públicos (ABNT, 2011).

2.2.1. MÉTODO DE DEMING/SHEWHART

O conceito do método de melhorias, conhecido atualmente pela sigla *PDCA*, foi originalmente desenvolvido na década de trinta, na empresa norte-americana *Bell Laboratories*, pelo estatístico americano *Walter Andrew Shewhart*, como sendo um ciclo de controle estatístico do processo e que podia ser repetido continuamente sobre qualquer procedimento ou problema (PERUCHI, 2013). Em 1931, *Shewhart* publicou o livro *Economic Control of Quality of Manufactured Product*, o qual conferia um caráter científico às questões relacionadas à qualidade. Contudo, esse procedimento somente foi popularizado na década de cinquenta pelo especialista em qualidade *William Edwards Deming*, ficando mundialmente conhecido por aplicá-lo aos conceitos de qualidade em trabalhos desenvolvidos no Japão. Após refinar o trabalho original de *Shewhart*, *Deming* desenvolveu o que ele próprio chamou de *Shewhart PDCA Cycle*, em honra ao mentor da técnica (DEMING, 1990).

a) Módulo de Planejamento

O primeiro módulo do ciclo *PDCA* é expresso pela letra P (Planejar). Essa parte é considerada como a mais importante por ser o início do mesmo, desencadeando todo processo. Ou seja, a eficácia futura do sistema estará baseada em um planejamento bem elaborado e minucioso, o qual proverá dados e informações a todas as etapas restantes do método (BADIRU; AYENI, 1993). Clark (2001 apud HERNANDES, 2011) acrescenta que nessa fase todas as pessoas envolvidas devem sempre procurar meios para melhorarem as suas atividades, desenvolvendo metas para o funcionamento sistemático da melhoria contínua. Para que essa etapa possa atender a todas as premissas expostas com relação à importância do planejamento dentro do contexto do ciclo, o mesmo é subdividido em cinco fases, as quais são elencadas a seguir (CAMPOS, 2014; MELO & CARAMORI, 2001):

i. Localização do Problema

O primeiro item, localizar a adversidade, segundo Campos (2014), é realizado todas as vezes que a empresa se depara com um resultado (efeito) indesejado, provindo de um processo (conjunto de causas). A identificação adequada de qualquer embaraço, delimitando seu campo de atuação e detalhando-o para todos os envolvidos, proporcionará um aumento da eficácia da solução da dificuldade. Portanto, a empresa deve despende um prazo relevante

para que o imbróglio possa ser bem definido e esclarecido. Problema é definido, segundo Campos (2014) e Moura (2003), como um resultado indesejado de um processo. De uma maneira mais detalhada, Hosotani apud Melo e Caramori (2001), estabelece as relações entre as causas e contramedidas dos tais como mostrado na Figura 2.1.

Figura 2.1 – Interação entre as causas e contramedidas de um problema.

CONTRAMEDIDA	Desconhecida	B Problemas que requerem alta tecnologia	A Problemas que valem ser resolvidos
	Conhecida	C Problemas simples	D Problemas que requerem cuidado
		Conhecida -----> Desconhecida	
		CAUSA	

Fonte: Melo e Caramori (2001).

Analisando a figura, é possível observar que um problema é tangenciado por dois fatores principais: a causa e a contramedida a ser tomada. De acordo com a combinação da complexidade desses dois elementos é que se pode definir o tipo de dificuldade a ser resolvida (MELO; CARAMORI, 2001). Seja o exemplo de uma situação difícil localizada na região D, cuja causa é desconhecida, porém, as contramedidas para solucioná-la são conhecidas, logo, se uma organização possui a solução, para tanto, não existem motivos para mantê-la sem contramedida.

Nesse caso, porém, após eliminar a circunstância embaraçosa por meio de ações corretivas, deve-se aplicar uma metodologia (Ex.: *Brainstorming*) para que sejam encontradas as causas e evitar que a mesma não surja novamente (tendo-se as causas, a instituição pode tomar ações preventivas a fim de impedir que não reapareça). Essa prática de se localizar as causas de uma adversidade não deve ser descartada, mesmo que tenha sido resolvida, visto que um impasse nessa região requer um cuidado especial para que não torne a ocorrer. Caso volte a se repetir, pode vir a se tornar crônico.

Para um problema localizado na região B, a situação é inversa à da região D. Nesse caso, as causas do problema são conhecidas, porém, as contramedidas não se encontram tão evidentes para a organização. Aconselha-se nessa situação a recorrer a centros de pesquisas, ou às empresas de consultorias especializadas para que a companhia possa obter a solução

para o seu problema. Na região D, nem as causas nem as contramedidas são conhecidas pela corporação, devendo esse problema ter um tratamento especial (geralmente são circunstâncias críticas ou crônicas dentro do negócio, as quais prejudicam, de forma indireta, o desempenho global do mesmo).

A região C é oposta à região A e se caracteriza por ter as causas e as contramedidas conhecidas pela empresa, formalizando a mesma como sendo uma ocorrência de simples resolução. Assim, a região C é, segundo Melo e Caramori (2001), onde os episódios indesejados devem ser resolvidos imediatamente. Analisando sob o ponto de vista da geração do problema, este poderá ser proveniente das atividades da rotina da organização, cujo resultado não está sendo adequado para os padrões estabelecidos pela mesma. Por exemplo, eventos inconvenientes oriundos de perdas, tais como o excesso de energia desperdiçada em atividades executadas ou problemas de quedas frequentes de tensão nas instalações elétricas.

Em quaisquer casos responsáveis por originarem situações ruins é imprescindível que a organização saiba delimitar os mesmos, a fim de equalizar seus recursos internos para que possam ser passíveis de soluções. Analogamente, toda dificuldade gerada poderá ser classificada segundo a Figura 2.1, adequando-a da forma mais eficaz ao processo de solução da mesma. Tendo identificado e classificado a adversidade, o passo seguinte é o estabelecimento de metas e prazos.

ii. Estabelecimento de Metas

Um alvo sempre deverá ser definido para qualquer produto ou serviço, em quaisquer circunstâncias. Um problema, segundo Campos (2014), será sempre um resultado indesejável de um processo. Em outras palavras, será sempre um propósito não alcançado, sendo a diferença entre o resultado atual e um valor desejado chamado meta. As metas devem ser sempre estabelecidas nos fins (no produto, na satisfação e segurança das pessoas envolvidas com o processo), e nunca nos meios (no processo), pois no método não haverá metas, mas sim medidas (ou contramedidas) para as causas das adversidades.

Todo propósito a ser definido deverá sempre ser constituído de três partes: objetivo gerencial, prazo e valor. A primeira parte deverá demonstrar o parecer da meta a ser colocada. Este deve especificar, geralmente por meio de um verbo no infinitivo, a finalidade da proposta. A segunda parte é fundamental para que haja o cumprimento do objetivo definido (Ex.: Reduzir o consumo de energia elétrica em 10% do valor atual no ano de 2016). A

terceira parte pode estar implícita na primeira, ou caso contrário, deverá ser explicitado aqui. Esse valor pode ser tanto de ordem absoluta como de ordem percentual

iii. Análise do Fenômeno

Essa parte irá tratar exclusivamente da análise detalhada do problema detectado. Ou seja, irá descobrir todas as características da dificuldade em questão por meio das coletas de dados pertinentes. Para tanto, deve-se fazer um levantamento do histórico de ocorrências através da análise de relatos anteriores (os quais podem estar formalizados ou não), e empregar ferramentas específicas – instrumentos de análise e melhoria de processos – a fim de estratificá-la, facilitando a atuação sobre a mesma. Esses procedimentos podem variar de acordo com cada caso. A descoberta das características do problema por meio de coleta de dados inicia-se com a observação do mesmo sob vários pontos de vista (estratificação).

A observação dos desajustes também deve ser realizada *in loco*. Após um pré-estudo dos tais, devem ser analisados no próprio local da ocorrência para a coleta de informações suplementares que não puderem ser obtidas na forma de dados numéricos. Realizando essa avaliação onde os mesmos se originaram, as características apresentadas para os tais poderão ser confirmadas ou sofrerem alterações com base no que realmente foi relatado. Recomenda-se que, nesta fase, sejam utilizadas câmeras fotográficas e/ou filmadoras para que o relatório do fenômeno observado se apresente da maneira mais clara possível (MELO; CARAMORI, 2001).

iv. Análise do Processo

A análise do processo consiste basicamente na identificação e priorização das causas elencadas relativas ao problema estudado. Segundo Campos (2014), analisar o processo é buscar os antecedentes mais importantes que provocam situações críticas, através da análise das características relevantes. Para que essa fase obtenha êxito o processo de identificação dos precedentes deve ser executado da maneira mais democrática e participativa possível. Partindo dessa premissa, todas as pessoas que trabalham na empresa e que, independente do cargo que ocupam e estão envolvidas com o impasse identificado, podem contribuir para a solução do mesmo. Portanto, devem participar da reunião de análise das causas, enriquecendo com diversos pontos de vista a percepção dos motivos mais prováveis que provocam tais circunstâncias (MELO; CARAMORI, 2001).

v. Elaboração do Plano de Ação

O plano de ação se apresenta como o produto de todo processo referente à etapa *PLAN* do ciclo *PDCA*. Nele estão contidas, em detalhes, todas as atitudes que deverão ser tomadas para se atingir a meta proposta inicialmente. Segundo Campos (2014), os tais colocam o gerenciamento em movimento. Essa ferramenta viabiliza a ação concreta no gerenciamento, delegando responsabilidades para todos os envolvidos no plano. O objetivo é tornar operacional a implantação de metas no processo de produção de maneira que se tenha elevada probabilidade de sucesso.

As organizações devem montar seu plano tático neste momento, isto é, definir seus meios próprios para realizarem a implantação, considerando-se os recursos disponíveis e as suas características organizacionais. Para tanto, deve-se seguir uma metodologia para a sua construção. A mais indicada, segundo Campos (2014), é conhecida como *5W1H*. A mesma consiste em elaborar o plano de ação baseado em seis perguntas que irão definir a estrutura do plano. Essas perguntas, compostas no idioma inglês, se apresentam da seguinte maneira:

- *What* (o que) → Define o que será executado, contendo a explicação da ação a ser tomada (utilizam-se geralmente verbos no infinitivo, de maneira sucinta, a fim de demandar uma ação);
- *When* (quando) → Fixa tempo e prazo nos quais será efetivada a ação (limite de início e término);
- *Who* (quem) → Outorga a responsabilidade pela atuação a uma pessoa (nesse caso, aconselha-se que haja apenas um responsável por ação a fim de manter a credibilidade da realização);
- *Where* (onde) → Estabelece o local onde será concretizada a ação (pode ser desde uma localidade física especificada, como um setor da organização);
- *Why* (por que) → Fundamenta a justificativa para a ação em questão (esse campo apresenta a finalidade imediata da atitude a ser tomada);
- *How* (como) → Detalha como será processada a ação (este campo é um complemento para o primeiro – *What* – pormenorizando o ato designado neste último).

b) Módulo de Execução

Nesta etapa, todas as metas e objetivos traçados na fase anterior, devidamente formalizados em um plano de ação, deverão ser postos em prática de acordo com a filosofia de trabalho de cada organização. Esse estágio somente será viável se houver a existência de uma proposta bem estruturada. Por outro lado, um planejamento não atingirá seu objetivo caso não seja colocado em prática. A etapa *Do*, traduzida por execução, permite que o mesmo seja executado de forma progressiva, organizado, em uma escala gradual, permitindo maior eficácia das medidas a serem tomadas (BADIRU; AYENI, 1993).

Para que esse módulo apresente a eficiência desejada, Campos (2014) subdivide o mesmo em duas etapas principais: a etapa de treinamento e a etapa de execução. Na parte relativa ao treinamento, a organização deverá efetuar a divulgação do plano a todos os funcionários envolvidos. Para tanto, torna-se necessário verificar quais ações necessitam da cooperação ativa de todos os membros, enfatizando-as a fim de que possam ser executadas da melhor maneira possível. A divulgação deve ser realizada por meio de reuniões participativas (utilizando-se técnicas de treinamento), apresentando claramente as tarefas e a razão delas, assim como as pessoas responsáveis pelas mesmas. Ao final dessas conferências, deve-se certificar de que todos os envolvidos compreenderam as ações que serão executadas e se a maioria concorda com as medidas propostas. Dessa forma, a divulgação do plano de ação estará sendo efetuada de maneira eficaz, abrangendo todos os setores envolvidos da empresa, estando pronto de fato para ser executado.

A segunda etapa da fase *Do* consiste em concretizar o planejamento proposto. Uma vez amplamente divulgado e ciente da compreensão de todos os envolvidos, o mesmo poderá ser colocado em prática. Para tanto, durante a efetivação do mesmo, deve-se efetuar verificações periódicas no local em que as ações estão sendo realizadas a fim de se manter o controle e dirimir possíveis dúvidas que possam ocorrer ao longo da execução. Todas as ações e os resultados bons ou ruins devem ser registrados com a data em que foram tomados, para alimentar a fase seguinte do ciclo *PDCA* (módulo *Check*).

c) Módulo de Verificação

Essa fase irá se basear nos resultados das ações procedentes do momento de planejamento, e devido a esse fato, todas as ações deverão ser monitoradas e formalizadas adequadamente na fase *Do*, para que a verificação dos resultados na etapa em questão possa ser realizada da maneira mais eficaz possível. Badiru e Ayeni (1993) sugerem que, nesse

momento, algumas questões devem ser levantadas a fim de analisar criticamente as ações tomadas na fase anterior. Esses pontos são: qual a eficácia das atividades frente aos objetivos iniciais? Qual o grau de desvio das intervenções estipuladas inicialmente e se os mesmos foram aceitáveis e eficazes para se atingir os objetivos? O(s) problema(s) detectado(s) pode (puderam) ser superado(s)?

Os procedimentos tomados foram eficazes o suficiente para se estabelecer um padrão? Para que essas demandas sejam analisadas de forma organizada, Melo e Caramori (2001) propõem subdividir essa fase em três partes: comparação dos resultados, listagem dos efeitos secundários e verificação da continuidade ou não do problema. Desse modo, a etapa em questão é sistematizada para sustentar uma confirmação da efetividade da ação.

Na fase de comparação dos resultados, segundo Melo e Caramori (2001), devem-se utilizar os dados coletados antes e após a tomada das decisões efetuadas na fase anterior a fim de se verificar a efetividade das medidas e o grau de redução dos resultados indesejáveis. A segunda fase dessa etapa de verificação compreende a listagem dos efeitos secundários. As ações executadas no passo anterior podem provocar efeitos secundários positivos ou negativos à organização. Cabe à mesma tomar as devidas providências com relação aos tais.

A verificação da continuidade ou não do problema deve ser a terceira fase dessa etapa de verificação. A recomendação de Melo e Caramori (2001), quando o resultado da ação é tão satisfatório quanto o esperado, é de que a organização se certifique da implementação de todas as ações planejadas de acordo com a estratégia inicial. Caso contrário, quando os efeitos indesejáveis continuarem a ocorrer, mesmo após a execução das ações planejadas, significa que a solução apresentada falhou. Neste último caso, o ciclo *PDCA* deve ser reiniciado a fim de que novas ações possam ser discutidas para que as causas desse obstáculo possam ser de fato bloqueadas e solucionadas.

d) Módulo de Atuação

É caracterizada pelo processo de padronização das ações executadas cuja eficácia foi verificada na etapa anterior, objetivando a melhoria contínua. Segundo Badiru e Ayeni (1993), os procedimentos adotados nesse momento devem ser baseados nos resultados positivos obtidos na fase anterior, *Check*, na expectativa de padronizar essas ações para serem utilizadas em outras ocasiões semelhantes. O processo de uniformização, esclarecem Melo e Caramori (2001), consiste em elaborar um novo padrão ou alterar o já existente. No caso, a organização deve esclarecer no modelo os itens fundamentais da sua estrutura, tais como: o

que fazer? Quem deverá executar tal tarefa? Quando a mesma deve ser feita? Onde deve ser efetivada? Como deve ser realizada? E principalmente: por que essa tarefa deve ser concretizada? Sendo que esses itens deverão permear todas as atividades incluídas ou alteradas nos padrões já existentes.

O ciclo *PDCA* chega à sua fase final no módulo *Act*. É nessa fase que se deflagra a necessidade de se iniciar um dos processos mais importantes, e, atualmente discutidos para uma organização: o processo de aperfeiçoamento contínuo. Tal metodologia pode ser executada, como citado anteriormente, utilizando o método de melhorias *PDCA*. A partir do momento no qual uma organização obtém seus padrões de excelência, estes deverão sofrer constantes mudanças, a fim de que evolua cada vez mais, visando manter a competitividade a eles associada.

2.2.2. SISTEMAS DE AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES

O setor da construção civil tem um histórico de ser grande gerador de resíduos, além de vastas emissões de GEEs. Por esse motivo, diversas organizações públicas e privadas criaram normas para reduzir os impactos gerados por esse tipo de atividade econômica (BUENO; ROSSIGNOLO, 2013). Este trabalho contemplará apenas os mais conhecidos no Brasil.

a) *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)*

O Conselho de Edificações Verdes dos Estados Unidos (*USGBC*) desenvolveu em 1994 o Projeto de Liderança em Energia e Meio Ambiente (*Leed*) como um sistema de avaliação de desempenho ambiental da construção e fornecendo orientações para promover a sustentabilidade nesse setor (*USGBC*, 2014). A certificação *Leed* fornece padrões que definem o que é uma Edificação Verde (*Green Building*), constituindo-se em um processo no qual os critérios técnicos propostos de avaliação são constantemente revistos e aprovados através de um processo de discussão aberto à participação de mais de 16 mil associados que fazem parte do *USGBC*. No Brasil, esta certificação é recente e vem sendo adequada a realidade brasileira através do Conselho de Edificações Verdes do Brasil (*GBC Brasil*), criado em 2007, e que desde então, tem interpretado as ferramentas disponíveis e adaptando-as ao mercado nacional (*GBC BRASIL*, 2016).

De acordo com o *GBC Brasil* (2016), trata-se de uma organização não governamental que surgiu para auxiliar no desenvolvimento da indústria da construção civil sustentável,

utilizando as forças de mercado para conduzir e divulgar a adoção das melhores práticas de edificações verdes na concepção, construção e operação de edificações e espaços construídos, inclusive tecnologias, materiais, processos e procedimentos operacionais, além de promover o sistema de certificação *Leed* no Brasil. Para quem se interessar pela obtenção da certificação em sua edificação, deve seguir o processo descrito pelo *GBC Brasil*, a começar pelo registro do projeto no sistema internacional de certificação *Leed* através da plataforma *LEED Online*, onde deverão ser fornecidos os dados gerais do empreendimento.

Em seguida, a equipe de projetos formada por arquitetos, engenheiros, técnicos de comissionamento, o empreendedor e um *Leed AP (LEED Accredited Professional)* coletarão informações acerca do projeto para determinar os objetivos e começar o planejamento para a certificação, devendo preparar memoriais, relatórios, plantas e registros fotográficos. Além disso, é necessário preencher formulários e planilhas e enviar as documentações do projeto ao *USGBC* que fará a pré-análise da certificação. O sistema *Leed* possui as seguintes categorias de análise (*GBC BRASIL*, 2016):

- *Leed NC (New Construction)* → Certifica novas construções e grandes projetos de renovação ou remodelação de edifícios já existentes. Elaborado para guiar projetos com alta performance em energia, água, qualidade ambiental e produtividade;
- *Leed EB (Existing Buildings)* → Avalia edificações já existentes, baseando-se no desempenho de operações e em melhorias na manutenção da edificação, objetivando maximizar a eficiência operacional e minimizar os impactos ambientais;
- *Leed CI (Commercial Interiors)* → Classifica concepções de interiores em edifícios comerciais, em termos de ambiente saudável, locais produtivos de trabalho, baixo custo de manutenção e operação, e redução do impacto ambiental. É realizada somente para os inquilinos de áreas de escritórios com vistas às melhorias de instalações existentes ou novas edificações;
- *Leed CS (Core and Shell)* → Examina projetos da parte externa e parte central do edifício de uso coletivo, realizada para o terreno, as áreas comuns e, internamente para o sistema de condicionamento de ar e elevadores. É utilizada por construtores que desenvolvem o projeto direcionado à comercialização, garantindo que suas instalações oferecem todas as condições para o alto desempenho do edifício;
- *Leed ND (Neighborhood Development)* → Inspecciona bairros e o desenvolvimento de comunidades, integrando aos princípios do crescimento inteligente, urbanismo e

construção sustentável para a concepção de bairros. O sistema avalia o grau de sustentabilidade de um empreendimento urbano, direcionado a elementos de projeto e construção que os formam, relacionando-os ao entorno e paisagem em maior escala;

- *Leed Schools* → Vistoria a concepção e construção de escolas, abordando questões como a sala de aula, acústica, planejamento central, prevenção contra mofo e avaliação ambiental;
- *Leed Homes* → Verifica residências unifamiliares e prédios multifamiliares de até três pavimentos;
- *Leed Retail NC & CI* → Qualifica lojas de varejo;
- *Leed Healthcare* → Analisa unidades de saúde.

A certificação *Leed* avalia estas categorias através de critérios constituídos por indicadores de desempenho, cada qual com sua pontuação, e que ao final da avaliação, o edifício recebe a certificação de acordo com o total de pontos obtidos. Em cada critério de avaliação, há condições prévias que devem ser obrigatoriamente preenchidas (os pré-requisitos), sem as quais a edificação não receberá a certificação. De acordo com a pontuação recebida, o edifício poderá ser classificado em níveis de desempenho como: *Certified* (Certificado), *Gold* (Ouro), *Silver* (Prata), e *Platinum* (Platina). Estes critérios têm as suas especificações diferenciadas para cada categoria de análise em virtude das particularidades dos tipos de edificações. Os critérios avaliados pelo *LEED* são (GBC BRASIL, 2016):

- *SS* → Espaço sustentável;
- *WE* → Eficiência do uso da água;
- *EA* → Energia e atmosfera;
- *MR* → Materiais e recursos;
- *EQ* → Qualidade ambiental interna;
- *IN* → Inovação e processos;
- *RP* → Créditos regionais.

Dentre os trabalhos que aplicaram a metodologia considerada, Stefanuto e Henkes (2012) analisaram os critérios e procedimentos exigidos pela certificação *Leed* para que o supermercado Pão de Açúcar de Indaiatuba/SP fosse construído e operasse com métodos ecológicos e obtivesse a devida certificação. Os autores visitaram o empreendimento, fizeram

registros fotográficos e coletaram informações a fim de demonstrarem os aspectos ambientais utilizados.

Em seguida, discutiram as concepções que se relacionam com as exigências do *Leed*, além de sugerirem propostas de soluções para a melhoria desses aspectos, a exemplo dos sistemas de aproveitamento de água da chuva e utilização do sistema de energia eólica e solar. O sistema de captação e aproveitamento de água da chuva foi avaliado apenas para uso não potável. Assim, chegaram à conclusão de que a sua implantação é viável e beneficiará tanto o supermercado como também diminuirá o desperdício de água potável para fins não nobres. Sobre os sistemas eólico e solar foram analisados em conjunto, como um sistema híbrido a ser implantado no supermercado, para que se tirasse o máximo de proveito e obtivesse ganhos energéticos.

b) *Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)*

O Método de Avaliação Ambiental do Centro de Pesquisa em Edificações (*BREEAM*) é conduzido pelo Centro de Pesquisa em Edificações (*BRE*), instituição inglesa responsável pela criação do selo. Muito popular no Reino Unido e nos países europeus. Foi introduzido no Brasil sob o esquema de certificação internacional *Bespoke* – um sistema personalizado e adaptado que incorpora as normas e regulamentos locais, desenvolvido para projetos internacionais e cobre diversos programas: residenciais, comerciais, escritórios, industriais, entre outros (*BREEAM*, 2016a).

Utiliza medidas de avaliação de desempenho reconhecidas internacionalmente, aplicadas a partir de uma ampla gama de categorias e critérios relacionados à energia, água, ambiente interno (saúde e bem-estar), poluição, transporte, materiais, resíduos, ecologia e processos de gestão. Sua metodologia robusta foi desenvolvida com base em pesquisas científicas relacionadas à construção civil. O nível de exigência é altíssimo e sua introdução no cenário brasileiro ainda é recente e pouco desenvolvida. O referencial desenvolvido para aplicação em países fora da Europa, o *BREEAM International Bespoke*, é dividido em nove categorias (*BREEAM*, 2012):

- Gerenciamento;
- Energia;
- Água;
- Transporte;
- Materiais;

- Poluição;
- Saúde e bem-estar;
- Uso da terra e ecologia;
- Resíduos.

Cada categoria possui diversos critérios, denominados créditos. Pelo fato do *Bespoke* poder ser aplicado em qualquer tipologia de edificação, em qualquer lugar do mundo, nem todos os créditos existentes no *Bespoke* necessariamente serão requeridos para a certificação de dado empreendimento. A avaliação dos créditos aplicáveis é feita pelo *BRE* a partir da análise do projeto do empreendimento. O *BREEAM* utiliza medidas de desempenho determinadas em face das marcas de referência estabelecidas para a avaliação do projeto, construção e uso de uma edificação (BREEAM, 2016b).

Tais medidas são aplicadas a partir de categorias e de critérios de caráter prescritivo, com um alto nível de especificação e detalhamento. A avaliação certificada *BREEAM* é feita por um organismo licenciado, por meio de assessores treinados de acordo com o Sistema de Acreditação do Reino Unido (*UKAS*), em diversas fases do ciclo de vida de uma edificação. Isso fornece aos clientes, incorporadores, projetistas e ao mercado os seguintes benefícios:

- Reconhecimento do mercado para edifícios de baixo impacto ambiental;
- Confiança de que práticas ambientais devidamente testadas foram incorporadas ao edifício;
- Marca de referência superior às regulamentares;
- Sistema que auxilia a reduzir custos operacionais e melhorar os ambientes domésticos e de trabalho;
- Padrão que demonstra o progresso em relação aos objetivos ambientais, organizacionais e corporativos.

A avaliação desse sistema, conforme assinala Breeam (2012), é baseada em pontuação e não exige o cumprimento de pré-requisitos. São 100 pontos distribuídos em nove categorias com créditos que variam de peso. A pontuação mínima para garantir o primeiro nível de certificação, que concede apenas o título de empreendimento certificado, equivale 30 pontos. A partir daí, pode-se obter as seguintes classificações: *Pass* (30 pontos), *Good* (45 pontos), *Very Good* (55 pontos), *Excellent* (70 pontos) e *Outstanding* (85 pontos).

c) Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB)

A certificação *DGNB* é uma ferramenta de avaliação das construções oriundo da Alemanha e foi desenvolvido pelo Conselho Alemão de Construções Sustentáveis (*DGNB*). O conselho foi fundado em *Stuttgart* em junho de 2007, e hoje representa todos os setores da construção e desenvolvimento imobiliário daquele país. Esta certificação está em expansão por toda a Europa e países como Áustria, Bulgária, Dinamarca, China, Tailândia e Brasil. Um diferencial é que esta é a única certificação na qual a adaptação para outros países faz parte do seu sistema e leva em consideração as zonas climáticas, custos, bases de dados para a avaliação do ciclo de vida, entre outros (LEITE, 2013).

Segundo o *DGNB* (2012) a certificação objetiva disseminar o conhecimento dos seus sistemas mundialmente, tornando-a acessível e adaptável aos países, além de possuir 441 edifícios certificados ou em fase de certificação na Alemanha. A certificação se aplica a edifícios novos e existentes, bem como a distritos urbanos. Assim como o *BREEAM* seus critérios são regularmente atualizados visando uma adaptação às condições específicas locais e globais. O objetivo principal é estabelecer um padrão de qualidade único, baseado em parcerias e variações dos sistemas, estimulando a construção de edifícios sustentáveis. De acordo com Leite (2013), esta certificação possui 50 critérios de avaliação, é dividida em seis grupos na sua estrutura básica e apresentados conforme segue:

- Qualidade ambiental;
- Qualidade econômica;
- Qualidade sociocultural e funcionalidade;
- Qualidade técnica;
- Qualidade do processo;
- Qualidade do terreno.

De acordo com Leite (2013), estas seis áreas foram ponderadas a partir de uma predefinição específica da importância dos seis grupos que a formam. As quatro primeiras: Qualidade Ambiental, Econômica, Sociocultural e Técnica representam cada uma, 22,5% do índice total; já a qualidade do processo representa 10%. Para os edifícios a qualidade da localização ou terreno não está incluída na pontuação total, mas é avaliada separadamente, para os distritos urbanos, ela faz parte. As áreas são divididas em vários critérios, como demanda energética, qualidade acústica, demanda de área, entre outros; para cada critério alguns requisitos são definidos junto com métodos de medição, documentação e verificação.

Cada um dos critérios é avaliado numa escala de 1 a 10 onde 1 é o mínimo e 10, o máximo; ou seja, com as melhores práticas possíveis e podendo variar de acordo com o perfil do usuário. Ainda em relação à pontuação, as categorias possuem peso de 1 a 3 de acordo com a sua relevância e pertinência, como por exemplo, a demanda energética do edifício é considerada mais relevante do que a qualidade acústica. Sua pontuação é distribuída de acordo com o atendimento aos requisitos básicos e é composto de três categorias: bronze, prata e ouro. Padronizando sua pontuação desta forma, o sistema garante que todas as categorias serão consideradas, analisadas e preferencialmente atendidas. Se a pontuação total for, pelo menos, de 50% o local recebe a certificação Bronze. Caso seja, pelo menos, 65% receberá a certificação Prata e, finalmente, se for pelo menos 80%, receberá a certificação Ouro (LEITE, 2013).

A pontuação total não é suficiente para definir o nível da certificação, além do desempenho em cada área necessitar atingir uma porcentagem mínima. Para o bronze tem que ser atingido 35% em todas as áreas, para a Prata, 50% e, para o Ouro, 65%. Importante destacar que o sistema analisa o edifício como um todo e não incentiva o emprego de soluções pontuais ou específicas, além disso, sua abordagem obriga que todas as áreas e critérios possuam um equilíbrio.

d) Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento (Aqua)

A certificação Aqua nada mais é que uma adaptação da metodologia Alta Qualidade Ambiental (*HQE*). Está no mercado desde 1990, registrado pela Associação Francesa de Normalização (AFNOR). É mantida pela Fundação Vanzolini, que é uma entidade formada em 1967, sustentada e gerida por alguns professores da engenharia de produção da USP. Em 1991 iniciaram-se as atividades de certificações, sendo a fundação o primeiro organismo de sistemas de gestão da qualidade acreditado pelo Inmetro. Hoje se caracteriza como membro pleno brasileiro e é responsável por 1/3 da certificação mundial em sistemas de gestão, a qual já certifica há 15 anos (AQUA, 2014; CARVALHO, 2014).

Com o objetivo de lançar no mercado uma certificação de sustentabilidade para a construção civil, em 2008 lançou o processo de certificação sob análise. Já em 2010, a fundação lançou o Registro Geral de Materiais (RGMAT), para analisar o desempenho ambiental dos materiais baseado no seu ciclo de vida, incluindo o consumo de recursos naturais: energia, água, emissão de gases, resíduos sólidos, entre outros (AQUA, 2014). É possível alcançar o selo de identidade ambiental, que será concedido após o cumprimento de

exigências para os produtos, que podem vir a serem apostos nas embalagens e nos pontos de vendas.

O Aqua é o primeiro referencial técnico brasileiro e contém os requisitos para o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) e os critérios de desempenho nas categorias da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE). A definição da certificação é um sistema de avaliação que valoriza a coerência das soluções, personalizadas para cada projeto, respeitando suas especificidades. Todo o processo foi desenvolvido pela parceria entre os professores da USP com a Fundação Vanzolini e já conta no Brasil com 55 edifícios certificados, sendo 38 em São Paulo (AQUA, 2014; LEITE, 2011).

Os benefícios para o empreendedor são o de diferenciar seu portfólio no mercado, comprovar a eficiência, aumentar a velocidade de vendas, entre outros. Para os compradores de um imóvel certificado, o benefício é de economia direta nas contas de energia e água, menores custos de condomínio (contas, conservação e manutenção), melhores condições estruturais e de conforto, entre outros. Ainda é possível identificar benefícios socioambientais que trazem vantagens para toda população, como a diminuição do consumo de água e energia, assim, todos saem ganhando. Outro exemplo é a redução de emissões de GEEs ou a redução da poluição, e até mesmo o menor impacto à vizinhança.

A certificação Aqua possui referencial técnico para: escritórios, edifícios escolares, hotéis, hospitais, comércio, indústria e logística, loteamento, bairro, arenas e complexos esportivos, reformas e operação e uso (AQUA, 2007). Para obtenção da QAE é necessário um acompanhamento e geração de indicadores, ou seja, um SGE, devendo as soluções do projeto ou construção estar de acordo com cada empreendimento, porém sempre considerando os seguintes tópicos:

- Política do empreendedor;
- Exigências legais e regulamentares;
- Opções funcionais do edifício;
- Necessidades e expectativa das partes interessadas;
- Análise do entorno e restritivas do sítio;
- Avaliação dos custos de investimento e operação.

O processo de certificação, de acordo com o Aqua (2007), acontece em três etapas: primeiramente, com a análise do local, hierarquização das 14 categorias, justificativa e proposta do perfil da QAE, planejamento do SGE e avaliação da QAE. Neste momento é feita

a análise do dossiê, auditoria e então é emitido o certificado da fase de programa. Em um segundo momento são elaboradas as soluções de projeto e o gerenciamento do empreendimento conforme o SGE, além da avaliação da QAE. Em paralelo ocorrem as auditorias e a emissão do certificado da fase de concepção. No terceiro e último momento há a execução da obra conforme o SGE, a gestão de registros de controle dos materiais e impactos do canteiro de obras, a capacitação dos usuários e gestores prediais, o comissionamento, o balanço do empreendimento e a avaliação da QAE. Em seguida, após a auditoria e análise do dossiê é emitido o certificado da fase de realização.

As auditorias de certificação atestam que as obras estão em conformidade com os requisitos do SGE e atendem aos parâmetros de desempenho da QAE e atestam a eficiência de acordo com as seguintes categorias (AQUA, 2007):

- Bom → desempenho de prática corrente ou regulamentar;
- Superior → desempenho superior de boas práticas;
- Excelente → desempenho calibrado conforme o resultado máximo constatado recentemente nas melhores práticas das operações de alto desempenho ambiental.

A certificação pode ser para edifícios novos, renovação ou para gestão da operação e uso. O primeiro acontece em três etapas: ao final da fase de programa, ao final da fase de concepção e ao término da obra. O segundo acontece em duas etapas: na efetivação de um Programa da Gestão da Operação e Uso (PGOU); e, após a coleta de registros da PGOU correspondentes a, pelo menos, um ano de operação do empreendimento (AQUA, 2014; LEITE, 2011).

e) Programa Casa Azul da Caixa Econômica Federal (CEF)

A CEF foi a primeira empresa a lançar um sistema de classificação da sustentabilidade de projetos ofertados no Brasil, chamado de selo Casa Azul Caixa, foi desenvolvido para a realidade das construções brasileiras (CEF, 2010). O selo é um instrumento de classificação sócio ambiental de empreendimentos habitacionais onde o foco é reconhecer as iniciativas que adotem soluções diferentes e mais eficientes aplicadas à construção civil, tanto ao uso, quanto à ocupação e à manutenção das edificações e incentivar o uso racional dos recursos naturais e a melhoria da qualidade da habitação e do seu entorno.

O selo se aplica a todos os tipos de projetos de empreendimentos habitacionais apresentados adequadamente à CEF para financiamento ou programas de repasse. Os interessados em obtê-lo podem ser construtoras, empresas públicas habitacionais, para

cooperativas, para associações, para o Poder Público e para entidades representantes de movimentos sociais. O método utilizado é simples e consiste em verificar o atendimento aos critérios estabelecidos pelo instrumento onde é estimulada a adoção de práticas voltadas à sustentabilidade, isto durante a análise de viabilidade técnica do empreendimento. Abaixo segue a gradação do selo e seu atendimento mínimo (CEF, 2010).

- Bronze → Critérios obrigatórios;
- Prata → Critérios obrigatórios e mais seis de livre escolha;
- Ouro → Critérios obrigatórios e mais doze de livre escolha.

A adesão ao selo é voluntária e o interessado deve ir até à CEF e mostrar seu interesse para que o projeto seja analisado adequadamente. Com o selo Casa Azul, a CEF pretende estabelecer uma relação de parceria com os proponentes de projeto, fornecendo orientações para incentivar a produção de habitações mais sustentáveis. O candidato ao selo deve preencher os seguintes pré-requisitos (CEF, 2010):

- i. Atendimento às regras dos programas operacionalizados pela CEF de acordo com a linha de financiamento ou produto de repasse;
- ii. Apresentação dos documentos obrigatórios em cada caso, como projetos aprovados pela prefeitura municipal, declaração de viabilidade de atendimento das concessionárias de água e energia, alvará de construção, licença ambiental e demais documentos necessários à legalização do empreendimento, entre outros;
- iii. Todos os projetos devem atender às regras da Ação Madeira Legal (AML) e apresentar, até o final da obra, o Documento de Origem Florestal (DOF) e a declaração informando o volume, as espécies e a destinação final das madeiras utilizadas nas obras;
- iv. Deve prever o atendimento à norma ABNT NBR 9.050/2015 (ABNT, 2015a), além de atender ao percentual mínimo de unidades habitacionais adaptadas, conforme legislação municipal ou estadual. No caso da ausência de legislação específica, os empreendimentos devem contemplar o percentual mínimo de 3% de unidades habitacionais adaptadas;
- v. Deverá atender às normas técnicas vigentes sempre que houver norma da ABNT específica sobre o assunto.

O selo Casa Azul possui 53 critérios de avaliação, distribuídos em seis categorias que orientam a classificação do projeto: Qualidade Urbana, Projeto e Conforto, Eficiência

Energética, Conservação de Recursos Naturais, Conservação de Recursos Materiais, Gestão da Água e Práticas Sociais. Para cada categoria há diversos critérios (CEF, 2010).

2.2.3. FATORES DE PROJETO E INDICADORES DO USO DA ENERGIA ELÉTRICA

Os indicadores do uso da energia elétrica constituem uma importante ferramenta para a realização de diagnósticos energéticos. Através das informações obtidas na fase de levantamento de dados, é possível determinar um conjunto de relações que retratam o perfil de consumo da instalação sob análise. Esses indicadores, quando aplicados aos diagnósticos energéticos, permitem um estudo detalhado das características de consumo da instalação, possibilitando a determinação do PCE elétrica através de comparações com valores típicos obtidos para instalações com características semelhantes (BENAVIDES, 2014).

Diversos autores recomendam índices com aplicações práticas para análise do uso da energia elétrica em edificações (CAVALIN; CERVELIN, 2006; CREDER, 2007; COTRIM, 2008; FILHO, 2010). Segue abaixo o detalhamento aprofundado sobre os índices mais utilizados em análises energéticas de edificações. É importante ressaltar que nem todos serão utilizados no presente trabalho, mas eles constam aqui porque é desejável mensurar a eficiência no uso da energia em edificações públicas, uma vez que são mantidas com recursos públicos oriundos dos impostos e tributos pagos pela população, agora obrigatória no âmbito federal por força da IN n.º 002, de 04 de junho de 2014 (BRASIL, 2014a).

- a) Potência elétrica $\rightarrow$ é a energia efetivamente transformada em trabalho por um equipamento. É calculada de acordo com as Equações 2.1a à 2.1d.

Equação 2.1 – Cálculo da potência elétrica.

- Cargas monofásicas $P_{1\phi} = V_F \times I_F \times \cos\phi$ (2.1a)

- Cargas trifásicas equilibradas $P_{3\phi} = 3 \times V_F \times I_F \times \cos\phi$ (2.1b)

- Cargas trifásicas desequilibradas $P_{3\phi} = P_{\phi A} + P_{\phi B} + P_{\phi C}$ (2.1c)

- Potência de motores trifásicos $P_{m3\phi} = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \eta \times \cos\phi \times FS$ (2.1d)

Fonte: Filho (2010).

Onde: $P_{1\phi} \rightarrow$ Potência da carga monofásica (W);

$P_{3\phi} \rightarrow$ Potência da carga trifásica (W);

$P_{m3\phi} \rightarrow$ Potência do motor trifásico (W);

$P_{\phi A} \rightarrow$ Potência elétrica da fase A (W);

$P_{\phi B} \rightarrow$ Potência elétrica da fase B (W);

- $P_{\phi C} \rightarrow$ Potência elétrica da fase C (W);
 $V_F \rightarrow$ Tensão eficaz de fase (V);
 $V_L \rightarrow$ Tensão eficaz de linha (V);
 $I_F \rightarrow$ Corrente eficaz de fase (A);
 $I_L \rightarrow$ Corrente eficaz de linha (A);
 $\eta \rightarrow$ Rendimento (adimensional);
 $\cos\phi \rightarrow$ Fator de potência da carga (adimensional);
 $FS \rightarrow$ Fator de serviço (adimensional).

- b) Demanda $\rightarrow$ é a média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da potência instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado. A demanda dos equipamentos da instalação será calculada de acordo com as Equações 2.2a à 2.2e.

Equação 2.2 – Cálculo da demanda de diversos equipamentos.

• Cargas monofásicas. $D = \frac{P_{1\phi}}{\eta \times \cos\phi}$ (2.2a)

• Motores unitários. $D = \frac{P(CV) \times 736}{\eta \times \cos\phi}$ (2.2b)

• Conjunto de motores. $D = \sum_{i=1}^n \left(n_m \times \frac{P(CV) \times 736}{\eta \times \cos\phi} \times F_u \times F_s \right)_i$ (2.2c)

• Conjunto de lâmpadas. $D = \sum_{i=1}^n \left(n_l \times \frac{P_l + P_r}{\cos\phi} \right)_i$ (2.2d)

• Conjunto de tomadas. $D = \sum_{i=1}^n \left(n_t \times \frac{P_t}{\cos\phi} \right)_i$ (2.2e)

Fonte: Filho (2010).

Onde: $D \rightarrow$ Demanda dos equipamentos (VA);

$P_{1\phi} \rightarrow$ Potência das cargas monofásicas (W);

$P(CV) \rightarrow$ Potência dos motores monofásicos ou trifásicos (1 CV = 736 W);

$\eta \rightarrow$ Rendimento dos equipamentos (adimensional);

$\cos\phi \rightarrow$ Fator de potência das cargas (adimensional).

$F_u \rightarrow$ Fator de utilização (adimensional);

$F_s \rightarrow$ Fator de serviço (adimensional);

$n_m \rightarrow$ Número de motores com as características i;

$n_l \rightarrow$ Número de lâmpadas com as propriedades i;

$n_t \rightarrow$ Número de tomadas com os atributo i;

$P_l \rightarrow$ Potência das lâmpadas (W);

$P_r \rightarrow$ Potência dos reatores (W);

$P_t \rightarrow$ Potência das tomadas (W);

$\cos\phi \rightarrow$ Fator de potência do equipamento (adimensional).

- c) Fator de potência $\rightarrow$ é a relação entre a potência ativa e reativa, consequentemente, energia ativa e reativa (Equação 2.3). Ele indica a eficiência com a qual a energia está sendo usada.

Equação 2.3 – Cálculo do fator de potência.

$$FP = \cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{\sqrt{C_{am}}}{\sqrt{C_{am}^2 + C_{rm}^2}} \quad (2.3)$$

Fonte: Filho (2010).

Onde: $FP \rightarrow$ Fator de potência (adimensional);

$P \rightarrow$ Potência ativa (W);

$S \rightarrow$ Potência aparente (VA);

$C_{am} \rightarrow$ Consumo mensal de energia ativa (kWh);

$C_{rm} \rightarrow$ Consumo mensal de energia reativa (kVARh).

- d) Fator de demanda $\rightarrow$ é a relação entre a demanda máxima do sistema e a carga total a ele conectada durante um intervalo de tempo (Equação 2.4).

Equação 2.4 – Cálculo do fator de demanda.

$$F_D = \frac{D_{max}}{P_{inst.}} \quad (2.4)$$

Fonte: Filho (2010).

Onde: $F_D \rightarrow$ Fator de demanda (adimensional);

$D_{max} \rightarrow$ Demanda máxima registrada (kW ou kVA);

$P_{inst} \rightarrow$ Potência das cargas conectadas (kW ou kVA).

- e) Fator de carga $\rightarrow$ é a razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora, ocorrida em um determinado intervalo de tempo. Neste caso, considera-se um intervalo de tempo de 730 horas, que é o total de horas de um mês, como mostra a Equação 2.5.

Equação 2.5 – Cálculo do fator de carga.

$$F_C = \frac{D_{\text{media}}}{D_{\text{max}}} = \frac{C_m}{D_{\text{max}} \times 730} \quad (2.5)$$

Fonte: Filho (2010).

Onde: $F_C \rightarrow$ Fator de carga (adimensional);

$C_m \rightarrow$ Consumo mensal do período considerado (kWh);

$D_{\text{media}} \rightarrow$ Demanda média do período (kW);

$D_{\text{max}} \rightarrow$ Demanda máxima registrada no período (kW).

- f) Fator de perda $\rightarrow$ é a relação entre a perda na demanda média e na demanda máxima, considerando um intervalo de tempo especificado. Para aplicações práticas, Filho (2010) recomenda a Equação 2.6.

Equação 2.6 – Cálculo do fator de perda.

$$F_p = (0,30 \times F_C) + (0,7 \times F_C^2) \quad (2.6)$$

Fonte: Filho (2010).

Onde: $F_p \rightarrow$ Fator de perda (adimensional);

$F_C \rightarrow$ Fator de carga (adimensional).

- g) Fator de simultaneidade $\rightarrow$ é a relação entre a demanda máxima do grupo de aparelhos pela soma das demandas individuais dos equipamentos que o formam durante um intervalo de tempo especificado. A Tabela 2.1 elenca os fatores de simultaneidade de alguns grupos de dispositivos elétricos.

Tabela 2.1 – Fator de simultaneidade de diversos aparelhos.

APARELHOS (CV)	NÚMERO DE APARELHOS							
	2	4	5	8	10	15	20	50
Motores: $\frac{3}{4}$ a 2,5	0,85	0,80	0,75	0,70	0,60	0,55	0,50	0,40
Motores: 3 a 15	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,65	0,55	0,45
Motores: 20 a 40	0,80	0,80	0,80	0,75	0,65	0,60	0,60	0,50
Motores: ≥ 40	0,90	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60
Retificadores	0,90	0,90	0,85	0,80	0,75	0,60	0,60	0,70
Soldadores	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30
Fornos resistivos	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-
Fornos de indução	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-

Fonte: Filho (2010).

- h) Fator de utilização $\rightarrow$ é o fator pelo qual deve ser multiplicada a potência nominal do aparelho para se obter a potência média absorvida da rede pelo mesmo. Na falta de dados mais precisos, Filho (2010) recomenda adotar $F_u = 0,75$ para motores, enquanto que aparelhos de iluminação, aquecimento e condicionamento

de ar devem ter este fator unitário. A Tabela 2.2 enumera os fatores de utilização de alguns grupos de equipamentos.

Tabela 2.2 – Fator de utilização de diversos aparelhos.

APARELHOS (CV)	FATORES DE UTILIZAÇÃO
Motores: $\frac{3}{4}$ a 2,5	1,00
Motores: 3 a 15	0,83
Motores: 20 a 40	0,85
Motores: ≥ 40	0,87
Retificadores	1,00
Soldadores	1,00
Fornos resistivos	1,00
Fornos de indução	1,00
Secadores, caldeiras etc.	1,00

Fonte: Filho (2010).

- i) Consumo mensal por área útil $\rightarrow$ é a relação entre o consumo mensal e a área efetivamente ocupada da edificação, como mostrado na Equação 2.7.

Equação 2.7 – Cálculo do consumo mensal por área útil.

$$C_{au} = \frac{C_m}{A_u} \quad (2.7)$$

Fonte: Alvarez (1988).

Onde: $C_{au} \rightarrow$ Consumo mensal por área útil (kWh/m²);

$C_m \rightarrow$ Consumo mensal do período considerado (kWh);

$A_u \rightarrow$ Área ocupada da edificação (m²).

- j) Consumo mensal em iluminação por área iluminada $\rightarrow$ é a relação entre o consumo mensal de energia demandada pelas lâmpadas da edificação e a área efetivamente iluminada pelas mesmas, calculado de acordo com a Equação 2.8.

Equação 2.8 – Cálculo do consumo mensal em iluminação por área iluminada.

$$C_{ia} = \frac{C_{ml}}{A_{ei}} \quad (2.8)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: $C_{ia} \rightarrow$ Consumo mensal em iluminação por área iluminada (kWh/m²);

$C_{ml} \rightarrow$ Consumo mensal das lâmpadas do período considerado (kWh);

$A_{ei} \rightarrow$ Área efetivamente iluminada (m²).

- k) Consumo mensal em condicionamento de ar por área climatizada → é a relação entre o consumo mensal de energia demandada pelos condicionadores de ar da edificação e a área climatizada pelos mesmos, determinado conforme a Equação 2.9.

Equação 2.9 – Cálculo do consumo mensal em condicionamento de ar por área climatizada.

$$C_{mac} = \frac{C_{mc}}{A_{ec}} \quad (2.9)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: C_{mac} → Consumo mensal em condicionamento de ar por área climatizada (kWh/m²);

C_{mc} → Consumo mensal dos condicionadores de ar no período considerado (kWh);

A_{ec} → Área efetivamente climatizada (m²).

- l) Potência instalada em iluminação por área iluminada → é a relação entre o somatório das potências das lâmpadas da edificação e a área efetivamente iluminada pelas mesmas, como definida pela Equação 2.10.

Equação 2.10 – Cálculo da potência instalada em iluminação por área iluminada.

$$P_{iai} = \frac{\sum P_l}{A_{ei}} \quad (2.10)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: P_{iai} → Potência da iluminação por área iluminada (kW/m²);

P_l → Potência das lâmpadas (kW);

A_{ei} → Área efetivamente iluminada (m²).

- m) Potência instalada em iluminação por número de interruptores → é a relação entre o somatório das potências das lâmpadas da edificação e a quantidade total de interruptores utilizada para comandá-las, conforme designado pela Equação 2.11.

Equação 2.11 – Cálculo da potência instalada em iluminação por número de interruptores.

$$P_{iii} = \frac{\sum P_l}{n_i} \quad (2.11)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: P_{iii} → Potência instalada de iluminação por interruptores (kW/interruptor);

P_l → Potência das lâmpadas (kW);

n_i → Quantidade de interruptores (adimensional).

- n) Porcentagem de luminárias defeituosas → Expressa o percentual de luminárias defeituosas ou inoperantes em relação à quantidade total, como mostra a Equação 2.12.

Equação 2.12 – Porcentagem de luminárias defeituosas.

$$P_{ld} = \frac{\sum L_d}{\sum (L_n + L_d)} \times 100 \quad (2.12)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: P_{ld} → Porcentagem de luminárias defeituosas (%);

L_n → Luminárias normais (adimensional);

L_d → Luminárias defeituosas (adimensional).

- o) Potência instalada em condicionamento de ar por área climatizada → é a relação entre a soma das potências individuais dos condicionadores de ar da edificação e a área climatizada pelos mesmos, calculada conforme a Equação 2.13.

Equação 2.13 – Potência instalada em condicionamento de ar por área climatizada.

$$P_{iac} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{A_{ec}} \quad (2.13)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: P_{iac} → Potência instalada em condicionadores de ar por área climatizada (kW/m²);

P_i → Potência dos condicionadores de ar (kW);

A_{ec} → Área efetivamente climatizada (m²).

- p) Consumo mensal por usuário equivalente → Refere-se à quantidade média de energia gasta por usuário da edificação, determinada pela Equação 2.14.

Equação 2.14 – Consumo mensal por usuário equivalente.

$$C_{mue} = \frac{C_m}{A_M + P_E + P_S + T_A + F_T} \quad (2.14)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: C_{mue} → Consumo mensal por usuário equivalente (kWh/usuário);

C_m → Consumo mensal (kWh);

A_M → Alunos matriculados no mês considerado;

P_E → Professores em efetivo exercício;

P_S → Professores substitutos;

T_A → Técnicos administrativos;

F_T → Funcionários terceirizados.

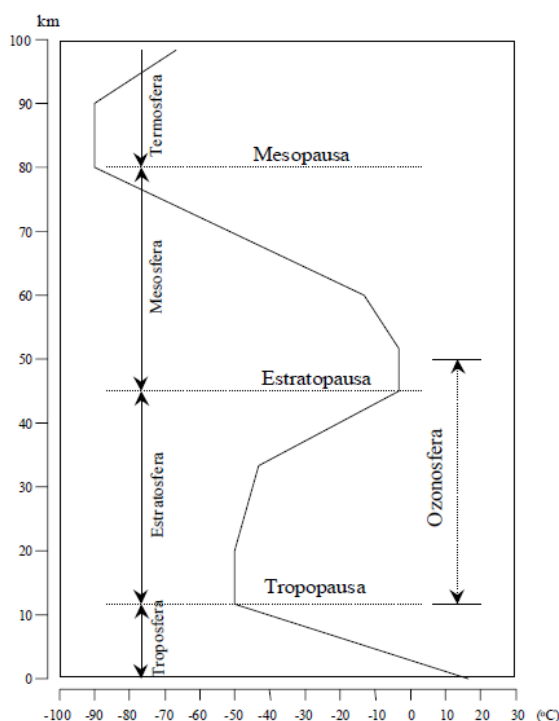
2.3. CONSUMO DE ENERGIA E O AQUECIMENTO GLOBAL

Neste subitem discute-se a relação entre as emissões de GEEs pelas atividades econômicas e o aquecimento global.

2.3.1. COMPOSIÇÃO BÁSICA DA ATMOSFERA TERRESTRE

A atmosfera terrestre é o envelope gasoso, relativamente fino, que envolve o planeta, sendo de fundamental importância à vida na Terra, pois atua como sede dos fenômenos meteorológicos e também como determinante da qualidade e da quantidade da radiação solar que atinge a superfície. A atmosfera pode ser dividida verticalmente em camadas em função de suas características físicas e químicas, por exemplo, temperatura e concentração de gases. É subdividida nas seguintes camadas, conforme mostra a Figura 2.2: Troposfera (camada onde ocorrem os fenômenos meteorológicos), Tropopausa (isotermia), Estratosfera (camada onde ocorre a absorção dos raios Ultravioletas pelo O_3), Estratopausa, Mesosfera, Mesopausa e Termosfera (VIANELLO; ALVES, 2013).

Figura 2.2 – Estrutura da atmosfera terrestre.



Fonte: Vianello e Alves (2013).

A atmosfera pode ser considerada como constituída majoritariamente por dois gases: Nitrogênio (78% em volume) e Oxigênio (21%). São também seus constituintes naturais os gases inertes: Argônio, Criptônio, Hélio, Neônio, e Xenônio. Esses sete gases formam a matriz atmosférica. Existem ainda na atmosfera outros gases de importância física, química e

biológica, destacando-se o Dióxido de Carbono (CO_2), o Ozônio (O_3), e o vapor d'água. Os gases atmosféricos naturais fazem parte de ciclos geológicos, sempre com tendência ao equilíbrio dinâmico, no qual os oceanos e florestas atuam como reservatórios, tanto para suprirem deficiências quanto para absorverem excessos (JACOB, 1999).

Assim, existem sítios de produção (fontes) e sítios de consumo (drenos) desses gases, havendo reciclagem natural. É importante notar que num determinado instante um sítio pode ser fonte e no momento seguinte atuar como dreno. A natureza é dinâmica, com mudanças contínuas e sempre em busca do equilíbrio. Por exemplo, uma floresta é primariamente fonte de Oxigênio durante o período de brilho solar, quando predomina o processo de fotossíntese e sabidamente um dreno para o mesmo Oxigênio durante o período noturno quando somente há o processo respiratório. O balanço ao fim de um período é o que vai determinar se a floresta é, na realidade, fonte ou dreno (VIANELLO; ALVES, 2013).

Portanto, em função dessa dinâmica, só se pode falar de uma composição atmosférica média que varia no tempo e no espaço. Um fator que afeta significativamente essa composição média são as erupções vulcânicas, que injetam grande quantidade de gases e partículas na atmosfera, num intervalo de tempo reduzido. Tais gases são muito quentes e formam correntes verticais ascendentes intensas, que atingem altitudes elevadas, onde os ventos fluem a grande velocidade. Isso resulta em dispersão dos gases e partículas vulcânicas na escala global, afetando o ciclo natural dos gases atmosféricos não apenas no local de emissão. Felizmente, essas erupções são esporádicas e aparentemente não cíclicas (LUTGENS; TARBUCK, 1995).

Após a revolução industrial, as atividades antropogênicas resultaram em “microerupções” urbanas responsáveis pela injeção contínua de uma quantidade cada vez maior de gases e partículas. O agrupamento de fábricas em polos industriais tem resultado em concentração de fontes poluidoras. São frequentes os episódios nos quais a poluição atinge níveis preocupantes. O caso de *Bopal*, na Índia, onde um vazamento de uma indústria química resultou na morte de centenas de pessoas, dramatizou os efeitos da poluição industrial.

Tendo em vista esses precedentes, a busca incessante por novos processos e fontes de energia se justifica plenamente sob a ótica da sobrevivência e da manutenção do ambiente favorável aos seres vivos. Dispositivos redutores (filtros) de substâncias tóxicas são as tentativas de se controlar os níveis dessas emissões. O aumento no número de veículos que circulam nos grandes centros urbanos é bastante preocupante, pois são microfuentes de poluição. Há, nas megalópoles, consciência cada vez maior da necessidade de se controlar tais

emissões com filtros e catalisadores de gases e partículas tóxicas (VIANELLO; ALVES, 2013).

As partículas suspensas (aerossóis) na atmosfera funcionam como núcleos de condensação, aumentando a formação de nuvens e de chuvas que as arrastam de volta à superfície, mas nem sempre no local de origem. Por exemplo, no caso do polo industrial de Cubatão/SP, tanto as condições orográficas da região como a circulação atmosférica imposta pelo sistema terra-mar, resultaram em danos quase irreversíveis à natureza (destruição da mata na vertente atlântica na Serra do Mar, e manguezais nas baixadas). As chuvas são responsáveis pela lavagem natural (limpeza) da atmosfera. Esse fenômeno pode ser apreciado logo após uma chuva intensa, principalmente nos grandes centros urbanos e industriais, quando o ar se torna mais “respirável”. A remoção pelas chuvas (ácidas) não soluciona o problema, pois apenas muda o cenário da poluição do ar para o solo, lagos, e rios. A mortalidade de peixes em lagos urbanos é uma consequência desse fenômeno, principalmente em dias calmos e frios, quando as águas ficam mais estagnadas, com menor poder de mistura e oxigenação (VIANELLO; ALVES, 2013).

Os ventos funcionam como agentes de dispersão dos gases e partículas, diminuindo suas concentrações nas regiões de emissão (fontes) pela agitação constante da atmosfera. Em dias em que as condições atmosféricas não permitem essa dispersão, a concentração de poluentes próxima às fontes se torna insuportável, resultando em perigo à saúde da população. Essa situação se agrava em dias nos quais ocorre o fenômeno atmosférico denominado de “inversão térmica”, quando uma camada de ar mais frio (mais denso) junto à superfície é sobreposta por uma camada de ar mais quente (menos denso). A camada de ar quente estando acima impede o desenvolvimento de movimentos verticais (convecção) da atmosfera, tornando-a estagnada e incapaz de dispersar os poluentes, aumentando sua concentração. A condição normal da atmosfera durante o dia é a camada de ar quente estar abaixo da camada fria (LENZI; FAVERO, 2009).

Desse modo, o ar quente sobe e se mistura com o ar frio, homogeneizando a atmosfera, dispersando os poluentes para uma camada muito maior. O nome “inversão” significa que está acontecendo justamente o contrário ao normal. Inversão térmica ocorre frequentemente, mas sua intensidade é maior no período de inverno quando a camada mais fria é mais espessa. Para as formigas, por exemplo, a inversão térmica ocorre todos os dias. Para os humanos, sua ocorrência só é preocupante quando envolve grandes centros urbanos (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; SILVA, 2004).

Um constituinte da atmosfera que merece bastante atenção é o Ozônio (O_3). Esse gás tem ciclo extremamente curto, explicam Lenzi e Favero (2009), sendo produzido principalmente na estratopausa (~50 km de altitude), por reações fotoquímicas. Uma molécula de Oxigênio (O_2) é quebrada pela absorção da radiação Ultravioleta (UV), liberando Oxigênio atômico (O). Esse Oxigênio atômico reage com uma molécula de Oxigênio (O_2), resultando numa molécula de Ozônio (O_3). A molécula de Ozônio é altamente instável e, na presença de radiação Infravermelha (IV) terrestre, reage com outro Oxigênio atômico formando duas moléculas de Oxigênio. Logo, o processo é reversível, sem ganho ou perda de Oxigênio.

Portanto, no entendimento de Lutgens e Tarbuck (1995) há atenuação da radiação UV que é absorvida e impedida de alcançar a superfície da Terra. Isso é altamente positivo e benéfico, pois a radiação UV é altamente energética, com alto poder de penetração e destruição das células, tanto animais como vegetais. Em locais montanhosos, com altitude elevada e atmosfera rarefeita, há estreita correlação entre os níveis de radiação UV incidente e a ocorrência de câncer de pele.

A Estratosfera (região entre 10 e 40 km de altitude) é caracterizada por uma constante inversão térmica, quando comparada com a Troposfera. Essa inversão é resultante da formação do Ozônio, que absorve diretamente os raios solares, liberando essa energia no processo de reconstituição do Oxigênio. Portanto, a Estratopausa é muito mais quente que a Tropopausa. Logo, o Ozônio formado na Estratopausa se difunde para a camada de baixo, e sua concentração atinge o ponto máximo entre os 15 e 30 km de altitude. Na Troposfera (camada que vai da superfície até cerca de 10 km de altitude), a concentração de Ozônio diminui significativamente. Isso é extremamente relevante, pois o Ozônio tem alto poder oxidante, sendo danoso aos seres vivos, principalmente as mucosas e os tecidos recém-formados (JACOB, 1999).

No entanto, a queima incompleta de combustíveis fósseis injeta Ozônio diretamente na Biosfera (camada da Troposfera que abriga os seres vivos). Essa fonte artificial aumenta sua concentração acima de limites suportáveis, tornando-o um poluente altamente perigoso. Não é difícil imaginar que a concentração do Ozônio natural é maior no lado ensolarado (dia) da Terra que no lado sombreado (noite), visto que sua formação depende de radiação UV e sua dissociação depende da radiação terrestre. Portanto, o ozônio tem efeito significativo no balanço energético da atmosfera e, por consequência, da superfície terrestre.

Recentemente, a dinâmica do Ozônio ganhou um aspecto negativo pelo uso indiscriminado de Clorofluorcarbonetos (CFC) na sociedade moderna. Os CFCs são

moléculas artificiais, bastante estáveis, não tóxicas, não inflamáveis, e utilizadas principalmente na refrigeração (gás refrigerante das geladeiras), nos *sprays* (aerossóis dispersantes pressurizados), em isolantes térmicos (isopor), e como solventes na indústria microeletrônica. Aparentemente, o CFC é uma maravilha química, com número ilimitado de aplicações. No entanto, quando atingida por radiação UV, a molécula de CFC se dissocia liberando o cloro (Cl), que tem alta afinidade pelo Ozônio. Estima-se que um átomo de Cloro seja capaz de destruir dezenas de milhares de moléculas de Ozônio. Dessa forma, o aumento no uso de CFCs resultou na redução da camada de ozônio. Portanto, uma molécula praticamente inerte torna-se altamente reativa na presença de raios solares (VIANELLO; ALVES, 2013).

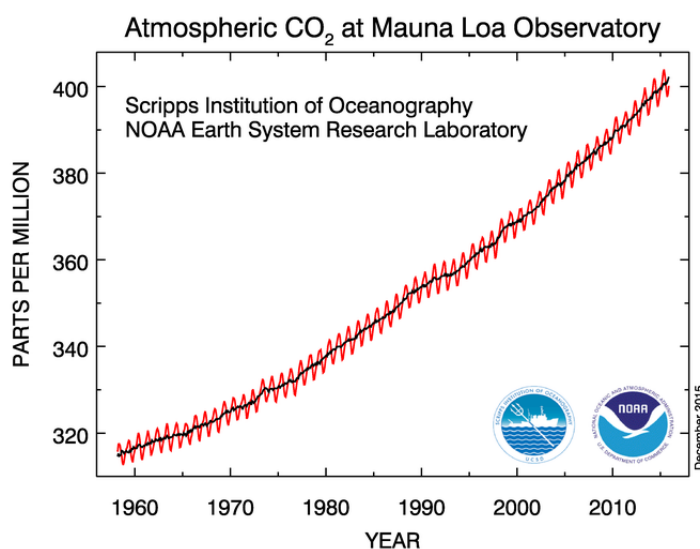
O Protocolo de *Montreal* (acordo internacional para redução de poluentes) prevê que a emissão de CFC deve ser severamente reduzida nos próximos anos. Tais ações foram impulsionadas pela detecção da existência de um buraco na camada de Ozônio sobre a Antártida com área duas vezes maior do que o território dos EUA. Depois de muitos experimentos e análises, um painel de mais de 100 cientistas de 10 países, trabalhando por 16 meses, concluiu que os CFCs foram e são os maiores responsáveis pela destruição da camada de Ozônio.

Outro constituinte atmosférico de importância vital para os seres vivos é o Dióxido de Carbono (CO₂), que é utilizado pelos vegetais no processo fotossintético. Os oceanos são os principais reservatórios desse gás, de tal forma que o processo de fotossíntese representa um dreno para o CO₂, enquanto que a respiração (vegetal e animal) constitui-se em fonte. Logo, o manejo de exploração do solo afeta o ciclo do CO₂. A concentração desse gás na atmosfera tem aumentado significativamente desde o século passado, em função da queima de combustíveis fósseis, e do desmatamento e queima da biomassa. O monitoramento contínuo da concentração de CO₂ tem sido feito no observatório de *Mauna Loa, Havaí* (meio do oceano Pacífico), isto é, uma área isolada das grandes fontes industriais. Portanto, a concentração ali encontrada é representativa da tendência global e não apenas resultante de um problema local (JACOB, 1999).

O Gráfico 2.1 mostra que em 1958 a concentração estava ao redor de 315 ppmv (partes por milhão em volume), com tendência crescente, estando atualmente com 365 ppmv. Mas se o CO₂ faz parte do metabolismo das plantas e animais, qual é então a preocupação com o aumento em sua concentração? Experimentos mostram que realmente a taxa de fotossíntese aumenta quando se aumenta a concentração de CO₂ no ambiente; logo, o

aumento detectado no *Havaí* deve ser benéfico às plantas. Porém, a preocupação não é com a fotossíntese, mas com outra propriedade da molécula de CO₂. Ela é excelente absorvedora de radiação de ondas longas terrestres, e este fato traz preocupação, pois aumento em sua concentração significa balanço de energia atmosférico mais positivo, com temperatura ambiente mais elevada. Esse é o efeito estufa; isto é, a energia entra na atmosfera, mas tem dificuldade para sair.

Gráfico 2.1 – Evolução da concentração de CO₂ na atmosfera terrestre.



Fonte: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/webdata/ccgg/trends/co2_data_mlo.png>. Acesso em: 14 fev. 2016.

Outro constituinte atmosférico de fundamental importância é o vapor d'água. A água é o único elemento que se encontra na natureza, nos três estados físicos (sólido, líquido e gasoso), simultaneamente. Mesmo na atmosfera, não é incomum encontrar gelo, água, e vapor dentro de uma nuvem. A água funciona como termorregulador, evitando flutuações muito intensas da temperatura do ambiente. A sua distribuição na atmosfera varia tanto espacialmente como temporalmente. Nos desertos e nas regiões geladas, o teor de vapor d'água é extremamente baixo. Nas regiões tropicais, próximas de oceanos quentes, sua concentração é elevada. Regiões próximas a oceanos frios também apresentam baixa umidade atmosférica (LUTGENS; TARBUCK, 1995).

O ciclo da água é de vital importância na redistribuição de energia na escala global. Para se evaporar 1 kg de água são necessários 2,45 MJ de energia (calor latente de evaporação). Essa energia é provida pelo ambiente, o que causa uma redução na temperatura local. O vapor d'água resultante sobe à atmosfera até uma altura com condições de provocar sua condensação (liquefação). Ao condensar, há liberação daquela energia utilizada na evaporação, resultando em aquecimento da atmosfera naquele nível. A condensação da água

na atmosfera provoca o aparecimento de nuvens, que são transportadas pelo sistema circulatório, levando consigo o calor liberado. Há, portanto, transporte de energia associado ao processo evaporativo (VIANELLO; ALVES, 2013).

2.3.2. GASES DE EFEITO ESTUFA

Os principais gases componentes da atmosfera terrestre que exercem influência no efeito estufa são: o vapor d'água (H_2O), o Dióxido de Carbono (CO_2), e o Metano (CH_4). Em seguida vêm os compostos Fluorcarbonados (CFCs), o Óxido Nitroso (N_2O), o Ozônio troposférico e outros de menor importância. Todos estes componentes apresentam-se com concentrações muito pequenas na atmosfera terrestre, mas experimentam atualmente uma taxa relativamente elevada de acréscimo anual. O vapor d'água, que é o principal gás do efeito estufa na atmosfera terrestre, está presente em proporções variáveis de até 4% em volume, ou seja, cerca de duas ordens de grandeza mais que o conteúdo de CO_2 . Portanto, cerca de 90% da absorção da radiação na atmosfera são processadas pelo vapor d'água, as nuvens e o CO_2 , ficando os 10% restantes a cargo dos demais gases do efeito estufa (MARQUES, 1992).

O efeito estufa é causado, portanto, principalmente, pela emissão de CO_2 , CH_4 , N_2O , Clorofluorcarbonos (CFCs) e vapor d'água. Entre eles, o CO_2 é o gás que mais contribui para o efeito estufa, devido à grande quantidade que é emitida – cerca de 55 % do total. Por sua vez, a quantidade de CH_4 emitida para a atmosfera é bem menor, mas seu potencial de aquecimento é 23 vezes maior que o de CO_2 . Embora as concentrações de N_2O e de CFCs na atmosfera sejam menores ainda, o poder de aquecimento global desses gases é muito superior, sendo, respectivamente, em torno de 298 e de 6.200 a 7.100 vezes maior que o de CO_2 (IPCC, 2007a, 2007b).

2.3.3. FONTES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

As principais estratégias para mitigar a emissão de GEEs resultantes de atividades antrópicas consistem na menor utilização de combustíveis fósseis, redução das taxas de desmatamento e de queima de material vegetal, uso inadequado do solo e, por fim, estratégias de maximização do sequestro de Carbono no solo e na vegetação. Estimativas apontam que as conversões de ecossistemas nativos para agrossistemas, somados à agricultura, contribuem atualmente com aproximadamente 24 % das emissões mundiais de CO_2 , 55 % das emissões de CH_4 e 85 % do total das emissões de N_2O para a atmosfera (IPCC, 2007a).

A concentração de CO_2 e de outros GEEs tem aumentado drasticamente desde a revolução industrial. Desde 1750, aproximadamente 35 % das emissões antrópicas de CO_2

estão diretamente relacionadas às mudanças do uso da terra (FOLEY et al., 2005). Ao longo de 250 anos, a concentração de CO₂ aumentou de 280 para 390 ppmv (partes por milhão em volume) no final da década passada e, atualmente, aumenta a uma taxa estimada de 2,2 ppmv ano⁻¹, equivalente a um incremento de 3,3 Pg ano⁻¹ de C (IPCC, 2007a); alguns autores citam uma taxa de aumento de 3,5 Pg ano⁻¹ de C (ALBRECHT; KANDJI, 2003). A concentração de CH₄ na atmosfera aumentou cerca de 150 %, variando de 700 para >1.745 ppbv (partes por bilhão em volume) nesse mesmo período, e vem aumentando a uma taxa de 7 ppbv ano⁻¹. A concentração de N₂O na atmosfera aumentou cerca de 16 % (de 270 para 320 ppbv) e sua taxa de aumento é de 0,8 ppbv ano⁻¹ (IPCC, 2007a). Desse modo, fica evidente a elevação da concentração desses GEEs na atmosfera e a necessidade de medidas para mitigar essas emissões.

O aumento da concentração de GEEs na atmosfera devido às atividades antrópicas elevou a temperatura média do globo em 0,6 °C no século passado e, atualmente, exibe a taxa de aquecimento de 0,21 °C a cada década (IPCC, 2007a). Entretanto, alguns cientistas preveem aumentos da ordem de 5,8 °C para os próximos 100 anos (IPCC, 2007b). Aumentos dessa ordem na temperatura do planeta estão acima do nível crítico considerado por Lal (2004 apud Carvalho et al, 2010). Esse autor afirma que aumentos acima de 0,1 °C por década seriam críticos para os ecossistemas, ou seja, em incrementos de temperaturas superiores a esse, os ecossistemas não seriam capazes de se reajustarem às novas condições.

2.3.4. PROCESSO DE FORMAÇÃO DO EFEITO ESTUFA

O efeito estufa natural ocorre devido às concentrações de GEEs na atmosfera antes do aparecimento do homem. A energia solar de comprimento de onda curto ultrapassa a atmosfera terrestre sem interação com os gases presentes nessa camada. Ao atingir a superfície terrestre, a energia é refletida e volta para a atmosfera com um comprimento de onda mais longo (infravermelho), que interage parcialmente com os GEEs nesta camada. Parte dessa irradiação é absorvida pela atmosfera, aumentando, consequentemente, a temperatura média do ar. Essa interação permite que a temperatura média da atmosfera terrestre seja de 15 °C, promovendo o chamado "efeito estufa natural", essencial para a existência da vida no planeta. Caso não houvesse esses gases na atmosfera, a temperatura média da Terra seria 33 °C menor, ou seja, -18 °C, o que inviabilizaria a vida atualmente existente (CARVALHO et al, 2010).

Nas últimas décadas, as atividades antrópicas têm provocado uma série de alterações na paisagem terrestre e, mais recentemente, na atmosfera. O aumento da emissão de GEEs e o consequente aquecimento global do planeta vêm acarretando a busca por estratégias que visem à redução das fontes desses gases. Sabe-se que alguns sistemas agrícolas ou condições de manejos adotados podem potencializar ou mitigar a emissão de GEEs para a atmosfera. Essas propostas, por sua vez, devem ser tratadas de maneira globalizada, já que todos os países contribuem para a emissão de tais gases e todos deverão sofrer suas consequências (IPCC, 2007a).

2.4. MÉTODO GHG PROTOCOL DE CÁLCULO DE INVENTÁRIOS DE GEE

O inventário de emissões é uma espécie de raios-X que se faz em uma empresa, grupo de empresas, setor econômico, cidade, estado ou país para se determinar fontes de GEEs nas atividades produtivas e a quantidade lançada à atmosfera. Fazer a contabilidade significa quantificar e organizar dados sobre emissões com base em padrões e protocolos e atribuir essas emissões corretamente a uma unidade de negócio, operação, empresa, país ou outra entidade (FGV, 2009; BRASIL; JUNIOR & CARVALHO, 2008).

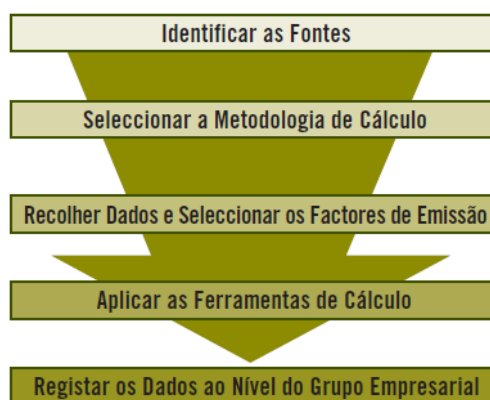
O início do processo para o gerenciamento de GEEs é a concepção de um inventário de emissões no qual serão contabilizadas as fontes dentro do escopo de gerenciamento de uma organização. Yabushita (2013) esclarece que existem três instrumentos amplamente utilizados e reconhecidos internacionalmente para quantificação das emissões: o *GHG Protocol*, a norma ABNT ISO 14.064 (2007a, 2007b, 2007c) e o *PAS 2.050/2011* do Departamento Inglês de Meio Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais (DEFRA, 2011). No Brasil, os dois primeiros são mais recomendáveis, contudo, nada impede qualquer instituição de relatar voluntariamente seus GEEs sob as regras das Especificações Disponíveis ao Público (PAS), do departamento inglês *Defra*, uma vez que não há regulamentação específica tratando deste tema.

No presente trabalho foi utilizada a metodologia do *GHG Protocol*, ressaltando-se que é uma ferramenta utilizada para entender, quantificar e gerenciar emissões de GEEs originalmente desenvolvida nos EUA, em 1998, pelo Instituto de Recursos Mundiais (*WRI*) e é hoje o método mais usado mundialmente pelas empresas e governos para a realização de inventários de GEEs. É também compatível com a norma ABNT ISO 14.064/2015 e com os métodos de quantificação do *IPCC*. Em 2008, o método foi adaptado ao contexto nacional pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (GVces) e pelo *WRI*

em parceria com o MMA, com o Conselho Empresarial Brasileiro Para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), com o Conselho Empresarial Para o Desenvolvimento Sustentável Mundial (WBSCD) e 27 empresas fundadoras (FGV, 2009; GHG PROTOCOL, 2010).

Na ferramenta *GHG Protocol* tais emissões são divididas em três categorias, quais sejam: Escopo 1, que são as emissões de GEEs diretas da corporação; Escopo 2, que são as emissões indiretas relacionadas à aquisição de energia elétrica e térmica; e Escopo 3, que é um relato opcional e permite a contabilização de todas as outras emissões indiretas, tais como aquelas decorrentes de viagens a trabalho realizada em veículos não pertencentes à empresa, extração e produção de matérias-primas realizados em outras empresas mas utilizados naquela inventariada, entre outras (GHG PROTOCOL, 2010). A sequência necessária para gerar o inventário é apresentada na Figura 2.3.

Figura 2.3 – Passos para identificação e cálculo das emissões de GEEs seguindo a metodologia GHG Protocol.



Fonte: GHG Protocol (2006, p. 41).

Para criar um registro exato das emissões, as empresas pensaram que seria útil dividir o total das emissões em categorias específicas. Isto permite a uma organização utilizar metodologias especificamente desenvolvidas para calcular com maior precisão as emissões de cada categoria e fonte. Todos os negócios têm processos, produtos ou serviços que geram emissões diretas ou indiretas das mais variadas fontes, sendo assim, as ferramentas de cálculo do *GHG Protocol* são organizadas nestas categorias (GHG PROTOCOL, 2006). Nos itens subsequentes os escopos de emissões de GEEs serão explanados com maiores detalhes.

2.4.1. ESCOPO 1: EMISSÕES DIRETAS DE GEEs

As emissões diretas de GEEs são as provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização, como, por exemplo, as emissões de combustão em caldeiras, fornos, veículos da empresa ou por ela controlados, emissões da produção de químicos em equipamentos de processos que pertencem ou são controlados pela organização, emissões de

sistemas de condicionamento de ar e refrigeração, entre outros. As emissões diretas de CO₂ resultantes da combustão de biomassa não deverão ser incluídas no Escopo 1, mas, sim, comunicadas separadamente. As emissões de GEEs e gases precursores destes que não estejam cobertas pelo Protocolo de *Kyoto*, como, por exemplo, CFCs, HFCs, NO_x etc., não deverão ser incluídas no Escopo 1, mas podem ser comunicadas em separado. As emissões do Escopo 1 são subdivididas nas cinco categorias abaixo (ABNT, 2013a; GHG PROTOCOL, 2010):

- Combustão estacionária para geração de eletricidade, vapor, calor ou energia com o uso de equipamento (caldeiras, fornos, queimadores, turbinas, aquecedores, incineradores, motores, fachos etc.) em um local fixo;
- Combustão móvel para transportes em geral (frota operacional da empresa) e veículos fora de estrada, tais como os usados em construção, agricultura e florestas;
- Emissões de processos físicos e químicos: emissões, que não sejam de combustão, resultantes de processos físicos ou químicos, tais como as emissões de CO₂ da calcinação na fabricação de cimento, as emissões de CO₂ da quebra catalítica no processamento petroquímico, as emissões de Perfluorocarbonetos (PFCs) da fundição do alumínio, entre outros;
- Emissões fugitivas: (i) liberações da produção, processamento, transmissão, armazenagem e uso de combustíveis e (ii) liberações não intencionais de substâncias que não passem por chaminés, drenos, tubos de escape ou outra abertura funcionalmente equivalente, tais como liberação de Hexafluoreto de Enxofre (SF₆) em equipamentos elétricos, vazamento de HFCs durante o uso de equipamentos de refrigeração e condicionamento de ar, além dos vazamentos de metano (CH₄) ocorridos durante o transporte de gás natural;
- Emissões agrícolas: (i) fermentação entérica (CH₄); (ii) manejo de esterco (CH₄, N₂O); (iii) cultivo do arroz (CH₄); (iv) preparo do solo (CO₂, CH₄, N₂O); (v) queima prescrita da vegetação nativa (CH₄, N₂O); (vi) queima dos resíduos agrícolas (CH₄, N₂O).

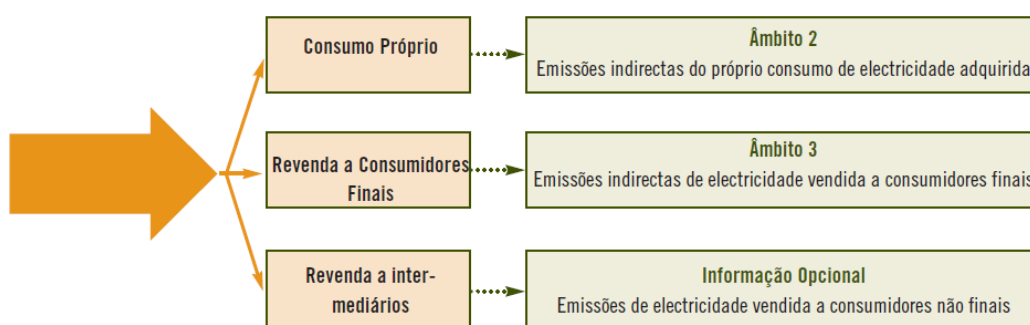
2.4.2. ESCOPO 2: EMISSÕES INDIRETAS DE GEEs DE ENERGIA

O Escopo 2, como mostrado na Figura 2.4, contabiliza as emissões de GEEs provenientes da aquisição de energia elétrica e térmica que é consumida pela empresa. A energia adquirida é definida como sendo aquela que é comprada ou então trazida para dentro

dos limites organizacionais da empresa. No Escopo 2 as emissões ocorrem fisicamente no local onde a energia é produzida, quando a produção ocorre fora do limite organizacional. As emissões de Escopo 2 constituem uma categoria especial de emissões indiretas (GHG PROTOCOL, 2010).

Para muitas organizações, a energia adquirida representa uma das principais fontes de emissões de GEEs e a oportunidade mais significativa de reduzir tais emissões. Contabilizar emissões de Escopo 2 permite avaliar oportunidades e riscos associados à mudança nos custos da energia e das emissões de GEEs. Outra razão importante para contabilização dessas emissões é que a informação pode ser obrigatória para alguns programas de gestão de GEEs.

Figura 2.4 – Registro das emissões indiretas de GEEs associadas à eletricidade adquirida.



Fonte: GHG Protocol (2006, p. 86).

O GHG Protocol (2010) esclarece que uso de energia pode ser reduzido investindo-se em tecnologias e processos em prol da eficiência energética e da conservação de energia. Além disso, os mercados emergentes de “energia verde” oferecem oportunidades para algumas organizações migrarem para fontes de energia que sejam menos intensivas em termos de emissões de GEEs. Também podem ser instalados geradores eficientes, em particular se eles substituem a compra de energia mais intensiva em GEEs da rede ou da distribuidora. Relatar emissões de Escopo 2 permite a contabilização transparente de emissões e reduções de GEEs relacionadas a tais oportunidades.

a) Emissões Indiretas da Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica

As companhias de energia elétrica, segundo o GHG Protocol (2010) frequentemente adquirem energia de geradores independentes ou da rede e a revendem para os consumidores finais através de um Sistema de Transmissão e Distribuição (ST&D). Parte da energia adquirida pelas companhias de energia elétrica é perdida (perda de ST&D) durante sua transmissão e distribuição aos consumidores finais. De acordo com a definição do Escopo 2, as emissões resultantes da geração de energia elétrica adquirida que é perdida durante a

transmissão e a distribuição devem ser relatadas no Escopo 2 pela companhia que é proprietária ou controladora da operação de ST&D. Os consumidores finais da energia adquirida não relatam emissões indiretas relacionadas a perdas de ST&D no Escopo 2, porque não são nem proprietários nem controladores da operação de ST&D na qual a energia é perdida (perda de ST&D).

Essa abordagem garante que não haja dupla contabilização no Escopo 2, uma vez que somente a companhia de energia elétrica contabilizará no Escopo 2 as emissões indiretas relacionadas às perdas de ST&D. Outra vantagem dessa abordagem é que ela simplifica o inventário de emissões de Escopo 2, por permitir o uso dos fatores de emissão que estão normalmente disponíveis e que na maioria das vezes não incluem perdas de ST&D. Os consumidores finais podem, porém, relatar suas emissões indiretas relacionadas a perdas de ST&D no Escopo 3 sob a categoria “geração de energia consumida em sistemas de ST&D” (GHG PROTOCOL, 2006, 2010).

b) Outras Emissões Indiretas Relacionadas à Energia

As emissões indiretas provenientes de atividades que, na cadeia de energia, são anteriores ao fornecedor de energia elétrica da empresa (por exemplo, prospecção, perfuração de poços, queima de gases descartados ou *flaring*, transporte) são relatadas no Escopo 3. Já as emissões resultantes da geração de energia adquirida para revenda a consumidores finais são relatadas no Escopo 3 sob a categoria “geração de energia adquirida e revendida a consumidores finais”. Por fim, as emissões resultantes da geração de energia adquirida para revenda a usuários não finais (por exemplo, distribuidoras de energia) podem ser relatadas fora do Escopo 3 em “informações opcionais” (GHG PROTOCOL, 2010).

2.4.3. ESCOPO 3: OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS DE GEES

O Escopo 3 é uma categoria de relato opcional, segundo o GHG Protocol (2010), que permite a consideração de todas as outras emissões indiretas. As emissões do Escopo 3 são consequências das atividades da empresa, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas por ela. Alguns exemplos de atividades de Escopo 3 são: a extração e produção de matérias-primas e outros materiais realizados por outra companhia, mas utilizados nos processos da empresa que está elaborando o inventário; o transporte de colaboradores da corporação em meios não controlados por ela própria; e as emissões relativas ao uso final de bens de consumo vendidos pela empresa inventariada, entre outras.

O relato de emissões de Escopo 3 é opcional, segundo as diretrizes do Programa Brasileiro GHG Protocol (2010). Porém, o programa recomenda fortemente o relato das emissões de Escopo 3, que contribuem significativamente para o total de emissões da empresa participante. O relato dessas emissões é particularmente importante nos seguintes casos:

- Extração e produção de materiais e combustíveis adquiridos;
- Atividades relacionadas aos transportes;
- Transporte de materiais ou bens adquiridos;
- Transportes de combustíveis adquiridos;
- Viagens de negócios de empregados;
- Transporte de empregados de ida e volta ao trabalho;
- Transporte de produtos vendidos;
- Transporte de resíduos;
- Atividades relacionadas à energia não incluídas no Escopo 2;
- Extração, produção e transporte de combustíveis consumidos na geração de energia (adquiridos ou gerados pela própria empresa que prepara o inventário);
- Aquisição de energia que é revendida para consumidores finais (relatada pela companhia de energia);
- Geração de energia que é perdida no sistema de ST&D (relatada pelo consumidor final);
- Ativos arrendados, franquias e atividades terceirizadas (as emissões resultantes desses acordos contratuais somente são classificadas como Escopo 3 se a abordagem de consolidação escolhida, participação acionária ou controle operacional, não se aplica às mesmas);
- Uso de produtos e serviços vendidos;
- Descarte de resíduos;
- Descarte dos resíduos gerados nas atividades;
- Descarte dos resíduos gerados na produção de materiais e combustíveis adquiridos;
- Descarte de produtos vendidos ao fim de sua vida útil.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

A caracterização do uso da energia elétrica na instituição foi feita utilizando as técnicas recomendadas pela Eletrobrás (2009) e por Guilliod e Cordeiro (2010). As fontes de GEEs analisadas perfaceiam pela aquisição e utilização da energia elétrica, durante o período de 2010 a 2015. Esse recorte temporal se fez necessário em virtude da execução orçamentária e financeira descentralizada oriunda da criação dos Institutos Federais por meio da Lei n.º 11.892, de 29 de dezembro de 2008, Brasil (2008b), quando, então, a Reitoria do IFS começou a disponibilizar os dados por Campus a partir de 2010, momento no qual os Campi passaram a ter autonomia administrativa. Para tanto, foi utilizado o método hipotético-dedutivo, uma vez que se assenta em reunir observações, hipóteses, fatos e ideias (HÜHNE, 1990; MARCONI & LAKATOS, 2010; GERHARDT & SILVEIRA, 2009; GIL, 2008), combinados com as técnicas de inventário de GEEs definidas pelo IPCC (2007a, 2007b, 2007c) e GHG Protocol (2010).

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O IFS – Campus Lagarto encontra-se localizado na Rua Cauby, n.º 523, Bairro: Jardim Campo Novo, Lagarto/SE, CEP: 49.400-000, aos 10°56'18.0"S de latitude sul e 37°39'25.0"W de longitude oeste, sendo as referidas coordenadas geográficas obtidas utilizando-se o aparelho de Sistema de Posicionamento Global (GPS) eTrex Legend™ fabricado pela empresa Garmin® (2005). Está edificado em um terreno cuja área total é de 26.820 m² com 10.117 m² de área efetivamente construída e 9.980,84 m² de área útil.

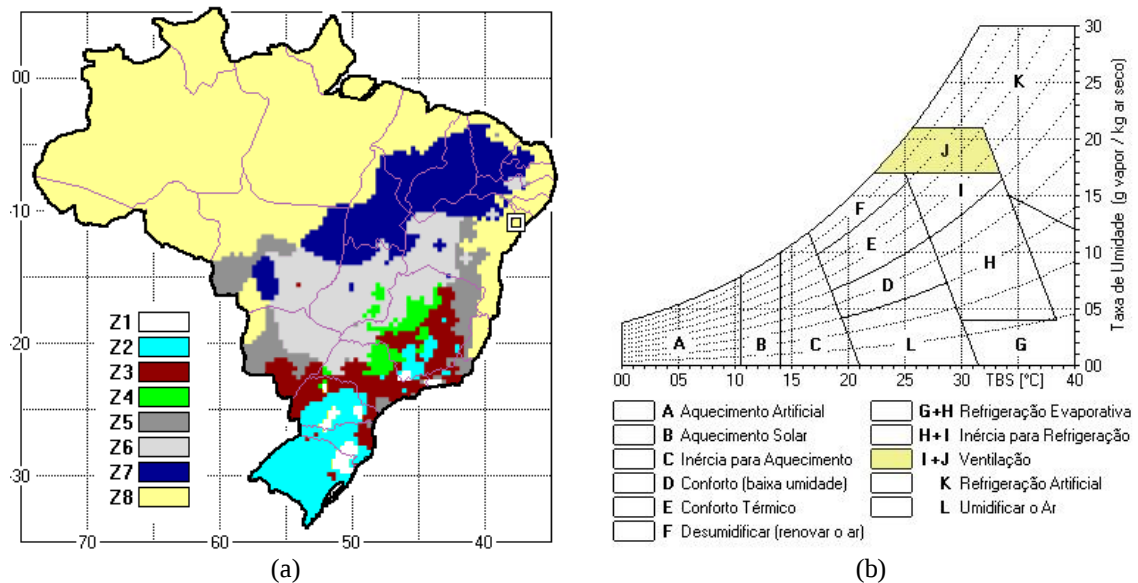
Todas as medidas físicas da instituição necessárias à presente pesquisa estão contidas no Apêndice A e a Figura 3.1 mostra a vista aérea da edificação que está aos 183 m de altitude e situada na zona bioclimática ZB8. Com isso, enquadra-se na zona J da carta climática visualizada nas Figuras 3.2a e 3.2b com estratégia de ventilação. De acordo com o Relatório de Gestão da instituição (Exercício 2014), encerrou o ano considerado com 1.245 alunos matriculados, 98 docentes efetivos e temporários, 34 funcionários terceirizados e 08 cursos técnicos e superiores (IFS, 2015d).

Figura 3.1 – Vista panorâmica do IFS - Campus Lagarto.



Fonte: Imagem cedida pelo Prof. Me. André Luis Canuto Duarte Melo – Adaptado.

Figura 3.2 – Zona bioclimática (a) e modelo de carta climática (b) da área de estudo.



Fonte: Roriz (2004) e ABNT (2005c).

Percorrendo-se o terreno da instituição no dia 09 de novembro de 2015, detectou-se uma grande quantidade de árvores frutíferas, tanto em fase adulta quanto jovem, além de 17 exemplares da espécie exótica indiana *Azadirachta indica* (Neem), distribuídas em uma área de 16.703 m² (inclusive ao longo da área reservada aos estacionamentos) contabilizadas no Quadro 3.1, abaixo. Conforme análise efetuada no item 4.3, essas árvores contribuem para o sequestro das emissões de carbono referentes ao processo de absorção e armazenamento do CO₂ atmosférico emitido em função das atividades da instituição, com a função de minimizar os seus impactos no ambiente, já que se trata de um GEE.

Quadro 3.1 – Espécies plantadas no terreno do IFS – Campus Lagarto.

ESPÉCIES		
NOMES		QUANTIDADE
CIENTÍFICO	POPULAR	
Anacardium occidentale	Cajueiro	11
Caesalpinia echinata Lam.	Pau Brasil	07
Prunus dulcis	Amendoeira	06
Thunbergia alata	Erva-de-cabrita	02
Eugenia uniflora L.	Pitangueira	03
Archontophoenix cunninghamiana	Palmeira Real	12
Spondias tuberosa x S. mombin	Umbu Cajá	01
Cocos nucifera L.	Coqueiro Verde	07
Psidium guajava L.	Goiabeira	13
Mangifera indica L.	Mangueira Espada	04
Annona squamosa	Pinha	01
Malpighia emarginata	Acerola	11
Ficus carica	Figueira	01
Punica granatum	Romãzeira	01
Citrus limonum	Limão	01
Hippeastrum hybridum Hort.	Açucena	01
Syzygium jambos	Jambuzeiro	06
Annona muricata	Graviola	01
Azadirachta indica	Neem	17
TOTAL		106

Fonte: Autor.

3.2. PLANEJAMENTO DA ANÁLISE ENERGÉTICA

Obter a eficiência energética, na visão da Eletrobrás (2009), significa utilizar processos e equipamentos que sejam mais eficientes, reduzindo o desperdício no consumo de energia elétrica, tanto na produção de bens como na prestação de serviços, sem que isso prejudique a sua qualidade. A empresa esclarece que é necessário conservar e estimular o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores socioeconômicos do Brasil, sendo de grande importância para o País a adoção efetiva de medidas de economia de energia e o consequente

impacto destas ações. Neste cenário destacam-se os prédios públicos, pelo elevado PCE das suas instalações.

O gerenciamento energético de qualquer instalação requer o pleno conhecimento dos sistemas energéticos existentes, dos hábitos de utilização da instalação, dos mecanismos de aquisição de energia e da experiência dos usuários e técnicos da edificação (ABNT, 2011). Por isso, o primeiro passo consiste em conhecer como a energia elétrica é consumida na instalação e em acompanhar o custo e o consumo mantendo, para isso, um registro cuidadoso e atualizado. Os dados mensais e históricos foram de grande importância para a execução desta análise, extraídos das faturas de energia elétrica. Guilliod e Cordeiro (2010) esclarecem que essas informações fornecem subsídios importantes sobre a contratação correta da energia e seu uso adequado, bem como, sobre a análise do seu desempenho, subsidiando a tomada de decisões.

A determinação do PCE elétrica em uma edificação pública, de acordo com Guilliod e Cordeiro (2010), pode ser dividida em três etapas: levantamento de elementos, análise e tratamento das informações e determinação do potencial de conservação. Os dados necessários à realização de cada uma das etapas acima no IFS – Campus Lagarto foram obtidos como descritos nos itens subsequentes. A obtenção das informações foi uma das fases mais importantes dessa análise energética. Todas as informações necessárias à determinação do PCE elétrica dos usos finais de condicionamento de ar e iluminação foram obtidas nesta etapa, que foi realizada de forma crítica e criteriosa.

Tais dados foram obtidos mediante solicitação de documentos com base na Lei de Acesso à Informação, Lei n.º 12.527, de 18 de novembro de 2011 (BRASIL, 2011b). As informações e procedimentos aplicados na coleta dos dados estão contidos nos Processos IFS n.º 23288.000310/2016-26 e n.º 23288.000897/2016-73, submetidos à apreciação dos gestores da instituição, visado o conhecimento da estrutura da mesma e do seu sistema de energia elétrica por intermédio da execução das seguintes etapas:

- a) Levantamento das funcionalidades do prédio com o pessoal responsável pela operação e manutenção das instalações;
- b) Verificação da situação das instalações elétricas e das condições de fornecimento;
- c) Coleta e análise das faturas de energia dos últimos seis anos (2010 a 2015);
- d) Levantamento de dados relativos aos sistemas de iluminação (número de luminárias, lâmpadas, reatores etc.);

- e) Levantamento de dados relativos aos sistemas de climatização, incluindo as suas condições de operação e de manutenção;
- f) Tratamento dos dados (preenchimento das tabelas de pré-análise) e proposição de ações para a obtenção de economia de energia;
- g) Avaliação das ações de gestão energética do prédio.

Foi utilizada a técnica do levantamento de dados por inspeção, que corresponde ao procedimento de aquisição de informações sobre as características físicas e os hábitos de uso da instalação, necessárias para a caracterização do consumo de energia elétrica da instalação. Nessa fase, o autor inspecionou todos os ambientes da instalação, preenchendo as planilhas contidas nos Apêndices A, B, C e D que contemplou as seguintes informações básicas: características físicas do ambiente, características de ocupação, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar (marca, modelo, quantidade, tensão, corrente e potência). Outros dados complementares e importantes para a pesquisa também foram coletados e estão contidos nas tabelas acima referenciadas.

3.2.1. DADOS DAS FATURAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Os dados históricos e periódicos do consumo de energia elétrica, especialmente nos consumidores tarifados em AT, são de grande importância para qualquer programa de conservação de energia (FILHO, 2010). Esses dados poderão fornecer informações importantes que subsidiarão a identificação dos equipamentos com maior consumo de energia, bem como, a análise dos seus desempenhos e programas de acompanhamento diário, semanal e mensal, trazendo resultados mais compensadores e reduzindo seus custos operacionais (COTRIM, 2005).

Em grandes edificações, como no caso do prédio do IFS – Campus Lagarto, a identificação dos equipamentos que mais consomem energia de forma inadequada, geralmente necessita de medições pontuais para acompanhamento do seu desempenho operacional, o que não foi objeto do presente trabalho. As contas de energia elétrica expedidas pela concessionária forneceram informações importantes, porém agregadas, sobre o uso de energia elétrica da instalação, constituindo-se em uma fonte de dados relativamente confiável e de fácil acesso. As principais informações geralmente disponíveis em contas de energia elétrica são: consumo de energia ativa (kWh), consumo de energia reativa (kVArh), demanda registrada (kW), demanda faturada (kW), fator de carga e o valor da fatura em reais (FILHO, 2010).

3.2.2. EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Na iluminação predial existe normalmente um elevado potencial de economia de eletricidade. Por isso, é importante, a adoção de um programa visando estimular todos os usuários e funcionários da administração do prédio a adotarem procedimentos que resultem no menor consumo de energia possível, sem perda da operacionalidade e conforto (PESSOA; GHISI; LAMBERTS, 2013). Para o atendimento das necessidades de iluminação existe uma relação correta entre a quantidade e a qualidade da luz necessária, a fonte de luz a ser utilizada, a tarefa visual a ser executada, a produtividade exigida e as condições de segurança da instalação. Em consequência, torna-se necessário analisar a quantidade e o tipo de iluminação, adequados à natureza da utilização de cada ambiente. Foi verificado se a iluminação da instituição atende aos requisitos das normas técnicas, uma vez que os sistemas de iluminação prediais devem obedecer às normas brasileiras, particularmente a ABNT NBR ISO/CIE 8995:1/2013, ABNT (2013b), desenvolvida originalmente pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE).

Para tanto, foram verificados quais os tipos de lâmpadas utilizadas (ex.: fluorescentes 40 W, fluorescentes 20 W, incandescentes, outros), quais os tipos de luminárias utilizadas (de embutir ou sobrepor), quais os tipos de reatores utilizados (eletromagnéticos ou eletrônicos) e armazenados nas tabelas constantes no Apêndice C. Para a otimização do sistema de iluminação conectado é importante examinar indicadores próprios dos sistemas de iluminação. Os mais utilizados são a Densidade de Potência de Iluminação (DPI) e a densidade de potência normalizada de iluminação. A DPI é um indicador amplamente utilizado para determinar a eficiência energética de um sistema de iluminação, é definida como a máxima potência de iluminação por unidade de área da classificação, pela função do espaço de uma edificação e medido em W/m^2 (ASHRAE, 2007).

A iluminação artificial é essencial para o funcionamento dos edifícios comerciais permitindo o trabalho em locais distantes da fachada e em horários nos quais a luz natural não atinge os níveis de iluminação mínimos adequados. É vital garantir níveis corretos de iluminação dentro dos ambientes internos dos edifícios para permitir o desempenho das tarefas por seus usuários em condições de conforto e salubridade. Por esse motivo, são definidos níveis mínimos de iluminância necessários para diferentes tipos de atividades. Por outro lado, o sistema de iluminação artificial consome energia e gera carga térmica. O sistema de iluminação apresenta, portanto, dois tipos de consumo de energia: o consumo direto, ao utilizar eletricidade para gerar luz, e um consumo indireto, decorrente do calor gerado nesse

processo. Esse calor tem de ser retirado dos ambientes obrigando um maior gasto do sistema de condicionamento de ar, aumentando desta forma o consumo geral de energia da edificação (LAMBERTS et al., 2016).

Assim, um edifício com um sistema de iluminação eficiente fornece os níveis adequados de iluminâncias para cada tarefa consumindo o mínimo de energia, e também gerando a menor carga térmica possível. Vários métodos podem ser utilizados para alcançar este objetivo. Este trabalho mostrará o método de avaliação do nível de eficiência energética do sistema de iluminação, através de pré-requisitos e cálculos envolvendo a eficiência e o projeto luminotécnico (método prescritivo) de acordo com os requisitos contidos no RTQ-C (BRASIL, 2010c). Os sistemas eficientes são definidos através da DPI do sistema de iluminação. Mas, há outros métodos utilizados de forma suplementar, como pré-requisitos específicos para os sistemas de iluminação a fim de garantir que o mesmo somente funcione quando é efetivamente necessário.

a) Procedimento de determinação da eficiência.

A determinação do método de avaliação mais adequado do sistema de iluminação foi feita em função das atividades principais desenvolvidas na edificação. O método da área da edificação avalia o sistema de iluminação de forma geral e deve ser aplicado quando a edificação possuir no máximo três atividades principais ou quando as atividades ocupam mais de 30% da área do edifício. Enquanto que o método das atividades da edificação avalia cada ambiente e seu uso de forma individual, podendo ainda proporcionar uma bonificação com o aumento da DPI_L em função do espaço interno dos ambientes (BRASIL, 2010c).

- Método da área do edifício

O método da área do edifício determina limites de DPI para a edificação como um todo. Os limites determinados pelo regulamento já consideram a existência de ambientes com funções secundárias, como copas, circulações, escadas e depósitos; desta forma utiliza-se apenas os valores das atividades principais da edificação. Edifícios que possuem mais de três atividades principais devem ser avaliados pelo método das atividades, pois já descaracterizam a proporção entre atividades principais e secundárias embutidas nos limites (LAMBERTS et al, 2016; CARLO; LAMBERTS, 2010).

No caso de uma garagem ocupar mais de 30% da área total da edificação, este método poderá ser utilizado. Quando a edificação for avaliada parcialmente, o Método da Área do Edifício não poderá ser aplicado. Através do método da área, o edifício é avaliado como um

todo, no entanto para o atendimento dos pré-requisitos os ambientes são avaliados separadamente. Para a avaliação, seguem-se as etapas abaixo. Vale salientar que este método não se aplica à edificação em análise, pois, de acordo com os dados contidos na Tabela 4.2 nenhuma das áreas das três principais atividades executadas na instituição ultrapassou os valores mínimos estabelecidos pelo regulamento. A maior delas, atividade 3, corresponde às áreas de circulação e contabilizou 22,57%. Já a segunda, que é a atividade 18, laboratórios, somou 19,84 % e a terceira maior, que é a atividade 17, ginásio de esportes, alcançou 13,13%.

- Identifica-se a atividade principal do edifício, de acordo com a Tabela 3.1, e a $(DPI_L = W/m^2)$ para cada nível de eficiência. Para edifícios com atividades não listadas deve-se escolher uma atividade equivalente;
- Determina-se a área iluminada do edifício;
- Multiplica-se a área iluminada pela DPI_L , para encontrar a potência limite do edifício;
- Caso o edifício seja caracterizado por até três atividades principais determina-se a DPI_L para cada atividade e a área iluminada para cada uma. A potência limite para o edifício será a soma das potências limites para cada atividade do edifício. A verificação do nível de eficiência será feita através da potência total instalada no edifício e não por atividade;
- Compara-se a potência total instalada no edifício e a potência limite para determinar o nível de eficiência do sistema de iluminação;
- Após determinar o nível de eficiência alcançado pelo edifício, verifica-se o atendimento aos pré-requisitos em todos os ambientes.

Tabela 3.1 – Limite máximo aceitável de DPI_L (W/m^2) – método da área da edificação.

Função da edificação	DPI_L (Nível A)	DPI_L (Nível B)	DPI_L (Nível C)	DPI_L (Nível D)
Academia	9,5	10,9	12,4	13,8
Armazém	7,1	8,2	9,2	10,3
Biblioteca	12,7	14,6	16,5	18,4
Bombeiros	7,6	8,7	9,9	11,0
Centro de Convenções	11,6	13,3	15,1	16,8
Cinema	8,9	10,2	11,6	12,9
Comércio	15,1	17,4	19,6	21,9
Correios	9,4	10,8	12,2	13,6
Venda e Locação de Veículos	8,8	10,1	11,4	12,8
Escola/Universidade	10,7	12,3	13,9	15,5
Escritório	9,7	11,2	12,6	14,1
Estádio de esportes	8,4	9,7	10,9	12,2
Garagem – Ed. Garagem	2,7	3,1	3,5	3,9
Ginásio	10,8	12,4	14,0	15,7
Hospedagem, Dormitório	6,6	7,6	8,6	9,6

Hospital	13,0	15,0	16,9	18,9
Hotel	10,8	12,4	14,0	15,7
Igreja/Templo	11,3	13,0	14,7	16,4
Restaurante	9,6	11,0	12,5	13,9
Restaurante: Bar/Lazer	10,7	12,3	13,9	15,5
Restaurante: Fast-food	9,7	11,2	12,6	14,1
Museu	11,4	13,1	14,8	16,5
Oficina	12,9	14,8	16,8	18,7
Penitenciária	10,4	12,0	13,5	15,1
Posto de Saúde/Clínica	9,4	10,8	12,2	13,6
Posto Policial	10,3	11,8	13,4	14,9
Prefeitura – Inst. Gov.	9,9	11,4	12,9	14,4
Teatro	15,0	17,3	19,5	21,8
Transportes	8,3	9,5	10,8	12,0
Tribunal	11,3	13,0	14,7	16,4

Fonte: Lamberts et al. (2016).

- Método das atividades do edifício

O método das atividades da edificação avalia através de limites de DPI para cada ambiente considerando as atividades desempenhadas no edifício. Os ambientes são avaliados separadamente tanto para obter o nível de eficiência energética quanto para analisar o atendimento aos pré-requisitos (Foi esse o método utilizado para classificar a eficiência do sistema de iluminação da edificação em análise).

- Identificaram-se adequadamente as atividades encontradas no edifício, de acordo com a Tabela 3.2;
- Consultou-se a DPI_L (W/m^2) para cada nível de eficiência em cada uma das atividades na Tabela 3.2. Para atividades não listadas escolheu-se outra equivalente;
- Multiplicou-se a área iluminada de cada atividade pela DPI_L , para encontrar a potência limite de cada atividade. A potência limite para o edifício foi a soma das potências limites das atividades;
- Calculou-se a potência instalada no edifício e a comparou-se com a potência limite, identificando o EqNum (equivalente numérico) do sistema de iluminação, consequentemente, a sua eficiência;
- Como existiram muitos ambientes que não atenderam aos pré-requisitos, o EqNum foi corrigido através da ponderação entre os níveis de eficiência e potência instalada dos ambientes que não atenderam aos pré-requisitos e a potência instalada e o nível de eficiência encontrado para o sistema de iluminação.

→ O RTQ-C, Brasil (2010c), opcionalmente, permite aos ambientes que possuam o índice de ambiente (K) menor do que o definido na Tabela 3.2 ou Razão da Cavidade do Recinto (RCR) maior, terem um aumento de 20% na DPI_L . Este acréscimo de potência poderá ser utilizado apenas por este ambiente, que deve ser avaliado individualmente, não sendo computado na potência limite para o edifício. A Equação 3.1 mostra como foi calculado o índice do ambiente (K).

Equação 3.1 – Determinação do índice do ambiente.

$$K = \frac{A_t + A_{pt}}{A_p} \quad (3.1)$$

Fonte: Lamberts et al. (2016).

Onde: K → Índice do ambiente (adimensional);

A_t → Área do teto (m^2);

A_{pt} → Área do plano de trabalho (m^2);

A_p → Área de parede entre o plano iluminante e plano de trabalho (m^2);

O RCR , determinada pela Equação 3.2, é a relação entre as dimensões do local, tanto para iluminação direta quanto indireta e utilizado no método norte-americano das cavidades zonais.

Equação 3.2 – Determinação da razão da cavidade do ambiente.

$$RCR = \frac{2,5 \times h_p \times P}{A} \quad (3.2)$$

Fonte: Lamberts et al. (2016).

Onde: RCR → Razão da cavidade do ambiente (adimensional);

h_p → Altura da parede entre o plano iluminante e o plano de trabalho (m);

P → Perímetro do ambiente (m);

A → Área do ambiente (m^2);

Tabela 3.2 – Limite máximo aceitável de DPI_L (W/m^2) – método das atividades da edificação.

Ambientes	Atividades	LIMITES		DPI_L (Nível A)	DPI_L (Nível B)	DPI_L (Nível C)	DPI_L (Nível D)
		K	RCR				
Armazém, Atacado	Material pequeno/leve	0,80	6,00	10,20	12,24	14,28	16,32
	Material médio/volumoso	1,20	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00
Átlio	$h \leq 12,20$ m	–	–	0,30	0,36	0,42	0,48
	$h > 12,20$ m	–	–	0,20	0,24	0,28	0,32
Auditórios e anfiteatros	Auditório	0,80	6,00	8,50	10,20	11,90	13,60
	Centro de convenções	1,20	4,00	8,80	10,56	12,32	14,08
	Cinema	1,20	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00
	Teatro	0,60	8,00	26,20	31,44	36,68	41,92
Banco/Escritório	Área de atividades bancárias	0,80	6,00	14,90	17,88	20,86	23,84
Banheiros	Banheiros	0,60	8,00	5,00	6,00	7,00	8,00
Biblioteca	Área de arquivamento	1,20	4,00	7,80	9,36	10,92	12,48
	Área de leitura	1,20	4,00	10,00	12,00	14,00	16,00
	Área de estantes	1,20	4,00	18,40	22,08	25,76	29,44
Casas de máquinas	Casa de máquinas	0,80	6,00	6,00	7,20	8,40	9,60
Centro de Convenções	Espaço de exposições	1,20	6,00	15,60	18,72	21,84	24,96

Circulações	Circulações	l < 2,4 m	7,10	8,52	9,94	11,36
Comércio	Área de vendas	0,80	6,00	18,10	21,72	25,34
	Pátio de área comercial	1,20	4,00	11,80	14,16	16,52
	Provador	0,60	8,00	10,20	12,24	14,28
Cozinhas	Cozinhas	0,80	6,00	10,70	12,84	14,98
Depósitos	Depósitos	0,80	6,00	5,00	6,00	7,00
Dormitórios	Alojamentos	0,60	8,00	4,10	4,92	5,74
Escadas	Escadas	0,60	10,00	7,40	8,88	10,36
Escritório	Escritório	0,60	8,00	11,90	14,28	16,66
	Planta livre	1,20	4,00	10,50	12,60	14,70
Garagem	Garagem	1,20	4,00	2,00	2,40	2,80
	Área de ginástica	1,20	4,00	7,80	9,36	10,92
	Arquibancadas	1,20	4,00	7,50	9,00	10,50
	Esportes de ringue	1,20	4,00	28,80	34,56	40,32
	Quadras de esportes – Classe 4 (mais de 5000 pessoas)	1,20	4,00	7,80	9,36	10,92
Ginásio/Academia	Quadras de esportes – Classe 3 (menos de 5000 pessoas)	1,20	4,00	12,90	15,48	18,06
	Quadras de esportes – Classe 2 (jogos classificatórios com presença de espectadores)	1,20	4,00	20,70	24,84	28,98
	Quadras de esportes – Classe 1 (recreação sem presença de espectadores)	1,20	4,00	32,40	38,88	45,36
						51,84
Hall de entrada	Vestíbulo	1,20	4,00	8,00	9,60	11,20
	Cinema	1,20	4,00	8,00	9,60	11,20
	Hotel	1,20	4,00	8,00	9,60	11,20
Salas de espetáculos	Salas de espetáculos	0,80	6,00	8,00	9,60	11,20
Hospitais	Circulação	l < 2,4 m	9,60	11,52	13,44	15,36
	Emergência	0,80	6,00	24,30	29,16	34,02
	Enfermaria	0,80	6,00	9,50	11,40	13,30
	Exames/Tratamento	0,60	8,00	17,90	21,48	25,06
	Farmácia	0,80	6,00	12,30	14,76	17,22
	Fisioterapia	0,80	6,00	9,80	11,76	13,72
	Sala de espera/Estar	0,80	6,00	11,50	13,80	16,10
	Radiologia	0,80	6,00	14,20	17,04	19,88
	Recuperação	0,80	6,00	12,40	14,88	17,36
	Sala de enfermeiros	0,80	6,00	9,40	11,28	13,16
	Sala de operação	0,80	6,00	20,30	24,36	28,42
	Quartos de pacientes	0,80	6,00	6,70	8,04	9,38
	Suprimentos médicos	0,80	6,00	13,70	16,44	19,18
						21,92
Igreja/Templo	Assentos	1,20	4,00	16,50	19,80	23,10
	Altar/Coro	1,20	4,00	16,50	19,80	23,10
	Sala de comunhão/Nave	1,20	4,00	6,90	8,28	9,66
Laboratórios	Salas de Aula	0,80	6,00	10,20	12,24	14,28
	Med./Ind./Pesq.	0,80	6,00	19,50	23,40	27,30
Lavanderia	Lavanderia	1,20	4,00	6,50	7,80	9,10
Museu	Restauração	0,80	6,00	11,00	13,20	15,40
	Sala de exibição	0,80	6,00	11,30	13,56	15,82
Oficinas	Seminários/Cursos	0,80	6,00	17,10	20,52	23,94
	Mecânica	1,20	4,00	6,00	7,20	8,40
Quartos de hotéis	Quartos de hotéis	0,80	6,00	7,50	9,00	10,50
Refeitórios	Refeitórios	0,80	6,00	11,50	13,80	16,10
Restaurantes	Salão	1,20	4,00	9,60	11,52	13,44
	Hotel	1,20	4,00	8,80	10,56	12,32
	Lanchonete/Café	1,20	4,00	7,00	8,40	9,80
	Bar/Lazer	1,20	4,00	14,10	16,92	19,74
Sala de Aula/ Treinamento	Sala de Aula/Treinamento	1,20	4,00	10,20	12,24	14,28
Sala de espera/Convivência	Sala de espera/Convivência	1,20	4,00	6,00	7,20	8,40
Sala de Reuniões/Conferência/ Multiuso	Sala de Reuniões/Conferência/ Multiuso	0,80	6,00	11,90	14,28	16,66
Vestiário	Vestiário	0,80	6,00	8,10	9,72	11,34
Transportes	Área de bagagem	1,20	4,00	7,50	9,00	10,50
	Aeroporto/Pátio	1,20	4,00	3,90	4,68	5,46
	Assentos/Espera	1,20	4,00	5,80	6,96	8,12
	Terminal/Bilheteria	1,20	4,00	11,60	13,92	16,24

Fonte: Lamberts et al. (2016).

Para classificação do sistema de iluminação, além dos limites de potência instalada estabelecidos acima, deverão ser respeitados os critérios de controle do sistema de iluminação, de acordo com o nível de eficiência pretendido, conforme os requisitos elencados no Quadro 3.2. Devido a grande quantidade de requisitos a serem analisados ($3 \times 202 = 606$ avaliações), esta etapa foi realizada utilizando-se o sistema Web Prescritivo, desenvolvido pelo LabEEE da UFSC, uma ferramenta de avaliação da eficiência energética de edificações pelo método prescritivo do RTQ-C e disponível na Web no seguinte endereço eletrônico: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>. Os resultados da simulação estão contidos no Anexo A.

Quadro 3.2 – Relação entre os requisitos e níveis de eficiência do sistema de iluminação.

PRÉ-REQUISITO	NÍVEL A	NÍVEL B	NÍVEL C
Divisão dos circuitos	x	x	x
Contribuição da luz natural	x	x	
Desligamento automático do sistema de iluminação	x		

Fonte: Lamberts et al. (2016).

3.2.3. EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

O sistema de climatização avaliado pela presente análise consiste em aparelhos de condicionamento de ar do tipo janela e *split*. Esta ação incidiu na perspectiva da possível substituição das máquinas existentes, que se encontravam ao final da sua vida útil por equipamentos tecnologicamente mais avançados, com compressores rotativos ou *scroll* que apresentam maior rendimento (PESSOA; GHISI, 2015). Para o correto dimensionamento dos equipamentos da forma adequada ao ambiente, devem ser consideradas, também, todas as ações de natureza operacional e de manutenção que possam maximizar a economia de energia nas instalações da edificação, desde que atendam as especificações das normas ABNT (2008a, 2008b, 2008c). O presente trabalho não se debruçou sobre o cálculo da carga térmica, portanto, foram propostos condicionadores de ar que possuíam o selo Procel nível A em substituição aos ineficientes encontrados.

A determinação do nível de eficiência de um sistema de condicionamento de ar depende, também, do cumprimento dos pré-requisitos. Os sistemas de climatização possuem exigências apenas para a classe A, portanto, caso os requisitos não sejam atendidos, este não poderá ser A. Os sistemas de condicionamento de ar são tratados de dois modos distintos no RTQ-C: dependendo, caso as máquinas sejam avaliadas pelo PBE/Inmetro ou não. Os sistemas compostos por equipamentos dos tipos janela e *Split*, avaliados pelo PBE/Inmetro,

são classificados através do nível de eficiência que o mesmo atribui a cada modelo (LAMBERTS et al, 2016; SCALCO et al, 2014).

Os sistemas compostos por condicionadores que não estão abrangidos por nenhuma norma de eficiência do Inmetro, por sua vez, são avaliados através do seu desempenho em relação aos níveis fornecidos pelo RTQ-C. Como todos os equipamentos encontrados na edificação em análise são classificados pelo Inmetro, a categorização da eficiência do sistema de climatização ocorrerá pelo primeiro método. O governo federal também passou a exigir o cumprimento das seguintes diretrizes contidas no Art. 3º da IN n.º 002/2014/SLTI/MPOG:

Nas aquisições ou locações de máquinas e aparelhos consumidores de energia, que estejam regulamentados no âmbito do PBE, conforme publicação no sítio eletrônico:

Sítio do Inmetro: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>

Deverá ser exigido, nos instrumentos convocatórios, que os modelos dos bens fornecidos estejam classificados com classe de eficiência "A" na ENCE vigente no período da aquisição (BRASIL, 2014a, p. 102).

Há cinco níveis de eficiência, tanto para classificações parciais como para totais, e são: A (mais eficiente), B, C, D e E (menos eficiente). Inicialmente, foram analisados todos os ambientes climatizados com condicionadores de ar do tipo janela, *Split* e *Split Hi-wall*. Foram coletados dados relevantes referentes aos ambientes no que diz respeito à: marca, modelo, quantidade de condicionadores de ar por local, tensão, corrente, potência dos equipamentos expressa em Unidade Térmica Britânica (BTU) e em kW, a área dos ambientes e o nível da etiqueta Procel de cada equipamento. Para a obtenção de nível A, as edificações que contiverem condicionadores de ar do tipo janela ou do tipo *Split*, precisam garantir sombreamento permanente no aparelho de janela e nas unidades condensadoras que existirem, como premissa básica. Tal análise deve ser feita em cada ambiente separadamente (SILVA, 2015).

O nível da etiqueta Procel foi consultado com o modelo do equipamento nas tabelas disponíveis nos sites da Eletrobrás e do Inmetro. O restante dos dados foi coletado passando-se de sala em sala e armazenados nas tabelas contidas no Apêndice B e no Anexo B. O estudo foi feito de acordo com o método comparativo para verificar o quanto está sendo gasto e o quanto poderia ser economizado se fossem utilizadas unidades condicionadoras de ar eficientes no lugar das atuais ineficientes. O estudo também procurou simular o nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar que seria registrado caso a instituição recebesse a etiqueta do Procel. As questões seguintes visam auxiliar a descrição do sistema de climatização utilizado na instituição: quais os tipos de aparelhos utilizados (*Split* ou janela)? Qual o tipo de compressor (alternativo ou rotativo)?

a) Procedimento para cálculo do coeficiente de ponderação

O coeficiente de ponderação é um número que representa a parcela de importância de cada equipamento no sistema de climatização analisado. Os coeficientes iniciais calculados foram determinados por grupos de potências e marcas. Dividiu-se a potência em BTU/h de cada grupo pela quantidade total para obter o coeficiente inicial. Este coeficiente é multiplicado pelo nível da etiqueta Procel do aparelho tal como mostrado na Figura 3.3 e pela quantidade de equipamentos na edificação, resultando em um coeficiente final que, somado, gera o valor do coeficiente final do sistema (LAMBERTS et al., 2016).

Figura 3.3 – Equivalente numérico para cada nível de eficiência

A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Fonte: Lamberts et al. (2016).

As cargas térmicas de projeto do sistema de aquecimento e resfriamento de ar deveriam ter sido calculadas de acordo com normas e manuais de engenharia de comprovada aceitação nacional ou internacional. Nos casos em que duas, ou mais, unidades de condicionamento partilhavam o mesmo ambiente, por exemplo, uma biblioteca com uma central de condicionamento para áreas comuns e dois *Splits* em uma sala de computadores e servidores, cada um destes sistemas tem potências e eficiências diferentes. Casos como este são resolvidos pela mesma Equação 3.3 que determina a eficiência geral do sistema. Assim, o nível de eficiência do condicionamento de ar da área é determinado da seguinte maneira:

- Determinar a eficiência de cada sistema individualmente;
- Ponderar o equivalente numérico de cada sistema por sua potência dividida pela capacidade total (soma das capacidades de todos os sistemas);
- O somatório destes coeficientes determinará a eficiência total.

Equação 3.3 – Determinação da eficiência total do sistema condicionador de ar.

$$EqNumCA = \sum_{n=1}^n \left(EqNumCA_n \times \frac{Cap_n}{Cap_t} \right) \quad (3.3)$$

Fonte: Lamberts et al. (2016).

Onde: $EqNumCA \rightarrow$ Equivalente numérico geral do sistema de condicionamento de ar (adimensional);

$EqNumCa_n \rightarrow$ Equivalente numérico do equipamento condicionador de ar n (adimensional);

$Cap_n \rightarrow$ Capacidade do equipamento condicionador de ar n (BTU/h);

$Cap_t \rightarrow$ Capacidade total instalada em condicionamento de ar (BTU/h).

3.2.4. ANÁLISE DO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA DOS USOS FINAIS DE ILUMINAÇÃO E CONDICIONAMENTO DE AR

As informações a seguir apresentadas objetivam o levantamento das possibilidades de redução do consumo do prédio do IFS – Campus Lagarto, por meio da avaliação dos desperdícios causados pela inadequação dos equipamentos instalados na edificação. Por outro lado, esse levantamento pode proporcionar ao administrador da instituição identificar oportunidades de conservação de energia apenas com mudanças de hábitos de consumo, alterações em horários de trabalho de equipamentos e funcionários, manutenção correta e programada dos equipamentos instalados, implementando medidas com os seguintes dispêndios:

- Custo zero $\rightarrow$ não necessitam de investimentos e podem ser implementadas imediatamente: limpeza de luminárias, ajustes de *setpoints* e desligamento de equipamentos inoperantes;
- Baixo custo $\rightarrow$ demandam pequenos investimentos e são de fácil implementação: instalar molas nas portas, utilizar cortinas de ar e toldos nas janelas, substituir termostatos ou fotocélulas danificadas;
- Médio e alto custo $\rightarrow$ requerem medidas de execução complexas. Deve ser verificada a viabilidade econômica de cada uma delas, além da disponibilidade orçamentária da instituição. Essas soluções envolvem *retrofit* da iluminação e dos *chillers*, substituição de motores padrão por alto rendimento e até mudança da matriz energética.

As equações que foram utilizadas na determinação do PCE do IFS – Campus Lagartos foram extraídas do trabalho de Alvarez (1998), no qual, o autor apresenta uma metodologia para a determinação do PCE elétrica de usos finais (iluminação, ar condicionado, microcomputadores pessoais e outros equipamentos elétricos), orientada para a análise de instalações de ensino, aplicável, também, a instalações comerciais em geral. Para fins de comparação da eficiência dos sistemas consumidores de energia elétrica da instituição, analisaram-se as questões pertinentes da regulamentação proposta pelo Procel Edifica, conforme as diretrizes do RTQ-C (BRASIL, 2010c).

a) Sistema de Iluminação

O emprego de uma tecnologia de iluminação adequada às atividades desenvolvidas é essencial para a eficiência e a eficácia do sistema. Sistemas de iluminação mal projetados podem reduzir o desempenho e prejudicar a saúde dos usuários, além de desperdiçar energia elétrica (ABNT, 2013b). A substituição de tecnologias de iluminação deve ser realizada mediante um novo projeto de iluminação, considerando as características físicas e de ocupação atuais da instalação (VIANA et al., 2012). Nesse caso, a iluminância média dos ambientes foi medida utilizando-se o luxímetro digital Minipa (2010), modelo MLM-1011 e o potencial de conservação, determinado a partir da potência instalada atual em luminárias operantes e das potências instaladas previstas para as alternativas em análise, através da Equação 3.4.

Equação 3.4 – Cálculo do potencial de conservação do sistema de iluminação.

$$PC = 100 \times \left[1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_{\text{Atual}}} \right) \right] \quad (3.4)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: PC → Potencial de conservação devido à mudança de tecnologia de iluminação (%);

P_i → Potência instalada do sistema projetado a partir da tecnologia i (kW);

P_{Atual} → Potência instalada em luminárias operantes do sistema de iluminação atual (kW);

n → Número de diferentes tecnologias de iluminação propostas.

Em relação ao uso de detectores de presença, a eficácia de utilização dessas medidas está diretamente relacionada com a frequência na qual os usuários abandonam os ambientes controlados. Dessa forma, cálculos precisos do PCE elétrica proporcionados pelo uso de detectores de presença só podem ser realizados em locais onde se conheça de antemão os horários de ociosidade, o que não foi feito neste trabalho, mas fortemente recomendado à instituição que o implemente em virtude da alta rotatividade de pessoas nos seus ambientes. Nesse caso, o potencial de conservação pode ser calculado pela Equação 3.5:

Equação 3.5 – Cálculo do potencial de conservação com a utilização de detectores de presença.

$$PC = 100 \times \sum_{i=1}^n \left(\frac{\Delta t_{(\text{Ociosidade})i}}{\Delta t_{(\text{Total})i}} \right) \quad (3.5)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: PC → Potencial de conservação devido ao uso de detectores de presença (%);

$\Delta t_{(\text{Ociosidade})i}$ → Período de tempo no qual o ambiente i permanece desocupado (horas);

$\Delta t_{(\text{Total})i}$ → Período de trabalho do ambiente i (horas);

$n \rightarrow$ Número de ambientes controlados por detectores de presença.

b) Condicionamento de ar

O PCE elétrica do uso final condicionamento de ar pode ser calculado a partir da comparação entre o consumo atual com o consumo esperado para sistemas mais eficientes (MARQUES et al., 2006). O consumo estimado para um sistema eficiente pode ser calculado pela Equação 3.6. Já os parâmetros de verificação da conformidade do projeto de sistemas condicionadores de ar do IFS – Campus Lagarto não foram estimados pela presente pesquisa, mas o autor constatou a ausência de medições dos tais e que devem ser averiguados de acordo com os requisitos contidos nas normas ABNT (2008a, 2008b, 2008c).

Equação 3.6 – Cálculo do consumo estimado para sistemas de condicionamento de ar eficientes.

$$C_{mAr} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i \times \Delta t_i}{1000 \times EER_i} \right) \quad (3.6)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: $C_{mAr} \rightarrow$ Consumo mensal do uso final condicionamento de ar (kWh);

$C_i \rightarrow$ Capacidade do aparelho condicionador de ar i (BTU/h);

$\Delta t_i \rightarrow$ Tempo de operação do aparelho condicionador de ar i (horas);

$EER_i \rightarrow$ Eficiência do aparelho condicionador de ar i (BTU/h $\times$ W⁻¹);

$n \rightarrow$ número total de aparelhos condicionadores de ar da instalação.

Alvarez (1998) advertiu que o cálculo exato da carga térmica de um ambiente (BTU/h) depende de muitos fatores, como, por exemplo, área útil do ambiente, pé direito, quantidade de portas e janelas, orientação solar, quantidade de pessoas, condições climáticas, quantidade e potência média de aparelhos elétricos, material do piso, teto e paredes, condições de isolamento térmica etc. Dessa forma, o cálculo da capacidade térmica necessária para climatizar um determinado ambiente torna-se bastante complexo e, dependendo do tamanho da instalação, inviável dentro do escopo de um diagnóstico energético. O cálculo do PCE pode ser determinado a partir da Equação 3.7.

Equação 3.7 – Cálculo do potencial de conservação em sistema de condicionamento de ar.

$$PC = 100 \times \left[1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_{Atual}} \right) \right] \quad (3.7)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: $PC \rightarrow$ Potencial de conservação devido à mudança de tecnologia de condicionamento de ar (%);

P_i → Potência instalada do sistema novo a partir da tecnologia i (kW);

P_{Atual} → Potência instalada do sistema de condicionamento de ar atual (kW);

n → Número de diferentes tecnologias de condicionamento de ar propostas.

O cálculo da energia elétrica conservada devida à redução da carga térmica irradiada pelos equipamentos elétricos de um ambiente pode ser calculado a partir do Índice de Eficiência Energética (EER) dos aparelhos de condicionamento de ar, através da Equação 3.8.

Equação 3.8 – Cálculo da energia elétrica conservada em função da redução da carga térmica de condicionadores de ar.

$$E_{\text{Economizada}} = 3,4121 \times \left(\frac{P_{\text{Redução}} \times \Delta t}{\text{EER}} \right) \quad (3.8)$$

Fonte: Alvarez (1998).

Onde: $E_{\text{Economizada}}$ → Energia economizada em condicionamento de ar (kWh);

$P_{\text{Redução}}$ → Redução da demanda média dos equipamentos (kW);

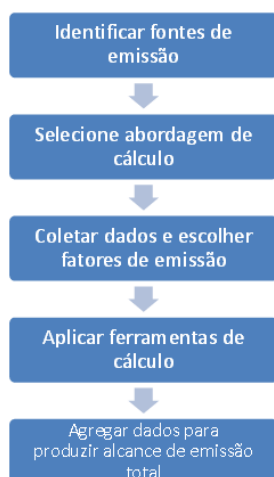
Δt → Tempo de operação do aparelho condicionador de ar com demanda reduzida (h);

ERR → Eficiência do aparelho de condicionamento de ar (BTU/h x W^{-1});

3.3. PLANEJAMENTO DO INVENTÁRIO DE EMISSÕES

As coletas de dados, bem como a quantificação das emissões foram realizadas para os GEEs listados no Protocolo de *Kyoto* (BRASIL, 1998a): Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Hidrofluorcarbonos (HFCs), Perfluorcarbonos (PFCs) e Hexafluoreto de Enxofre (SF_6) oriundos da geração de energia elétrica. A contabilização seguiu a metodologia do *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard* (GHG PROTOCOL, 2016), na sequência mostrada na Figura 3.4. No Brasil, uma ferramenta para contabilização das emissões corporativas de GEEs, baseada em tal metodologia e adaptada ao contexto nacional é disponibilizada pelo programa brasileiro *GHG Protocol* (GHG PROTOCOL, 2010). Tal ferramenta foi utilizada para realização desse trabalho, concebida como uma planilha do Microsoft Excel® cujos fatores de emissão, bem como as fórmulas de cálculo das emissões de GEEs já estão nela contidos, facilitando sobremaneira a condução dos inventários corporativos (GHG PROTOCOL, 2010, 2016).

Figura 3.4 – Fluxograma das etapas de realização de um inventário de GEEs.



Fonte: Autor.

3.3.1. LIMITES E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DO INVENTÁRIO

De acordo com a ABNT (2007a, 2007b, 2007c), a organização deve estabelecer limites organizacionais e operacionais para identificação de suas emissões e remoções de GEEs. O limite organizacional refere-se ao fato de quando a instituição possuir uma ou mais instalações. O IFS possui diversos Campi. No entanto, como o estudo de quantificação das emissões e remoções de GEEs será realizado apenas no Campus Lagarto, este será o limite organizacional adotado no presente trabalho. Desta forma, considera-se que, legalmente, a Direção Geral do Campus exercem total responsabilidade pelas emissões e remoções de GEEs quantificadas no limite físico adotado, aplicando-se a abordagem de controle operacional.

A norma ABNT NBR ISO 14.064 (2007a) aponta que todas as fontes de emissões e remoções diretas e indiretas dentro do limite organizacional devem ser levantadas e quantificadas. Entretanto, o GHG Protocol (2011) deixa a critério da organização a contabilização de suas fontes indiretas. Como alguns dados são de difícil mensuração como, por exemplo, emissões referentes ao deslocamento de veículos de alunos, professores, funcionários e outros até ao Campus, apenas serão contabilizadas as emissões/remoções, das quais o IFS – Campus Lagarto detém o controle operacional. A fim de auxiliar na definição do limite operacional definiram-se três escopos, separados em emissões diretas e emissões indiretas, de acordo com o GHG Protocol (2011) e a ABNT (2007b, 2015b, 2015c).

- Escopo 1 → Emissões diretas são relativas às fontes que pertencem ou são controladas pela organização, ou seja, emissões originadas dentro dos limites organizacionais definidos;

- Escopo 2 → Emissões indiretas provindas da geração de energia elétrica (rede) e do processo de tratamento de água e esgoto;
- Escopo 3 → Outras emissões indiretas causadas por atividades da organização, porém provindas de fontes não controladas e/ou não pertencentes a esta. Exemplo: veículos de alunos, professores, funcionários e outros que frequentam o Campus.

Além da definição dos limites organizacionais e operacionais do inventário, foi estabelecido um ano-base para referência do estudo. Para este trabalho, escolheu-se o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, cuja justificativa deste recorte temporal foi apresentada no início do presente tópico, além de tratar apenas das emissões indiretas relativas à aquisição de energia elétrica, portanto, de Escopo 2.

a) Classe de Rigor

A classe de rigor (Tier) refere-se à exatidão à qual está submetida cada metodologia de cálculo de emissões de GEEs adotada. São três níveis: o “Tier 1” se refere aos inventários de emissões que utilizam exclusivamente fatores de cálculo genéricos adotados no mundo. O “Tier 2” é a classe de rigor usada quando se possui fator de emissão específico nacional que possa contribuir para os cálculos de emissão desses gases. O “Tier 3” é o mais complexo, pois exige informações mais detalhadas para criação de um fator de emissão específico para as atividades da proponente, no caso, o IFS – Campus Lagarto. Para o presente estudo foi utilizado o Tier de tipo 2. As classes de rigor são apresentadas no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Classes de rigor de inventários das fontes de emissões de GEEs.

CLASSE DE RIGOR			
ESCOPO	FONTES DE EMISSÕES DE GEEs		TIER
1	Combustão estacionária	GLP	1
	Combustão móvel	Veículos de propriedade do IFS – Campus Lagarto	2
2	Eleticidade adquirida	Consumo de energia elétrica (rede)	2
3	Viagens de colaboradores	Viagens de funcionários a serviço	2

Fonte: ABNT (2007a, 2007b, 2007c).

b) Abordagem de Cálculo

A abordagem de cálculo de emissões do inventário de GEEs em tCO₂e da fonte contemplada foi levada a efeito por meio da aplicação da ferramenta de cálculo do *GHG Protocol*, sendo utilizados os fatores de emissões que reportaram a quantidade de CO₂ emitida por unidade dessa mesma atividade, tal como definido no trabalho de Vasquez et al. (2015).

c) Potencial de Aquecimento Global

Segundo a ABNT (2007a), o Potencial de Aquecimento Global (PAG) é o fator que descreve a intensidade de irradiação de uma unidade de massa de um GEE, relativa a uma unidade equivalente de dióxido de carbono durante um período de tempo (Quadro 3.4). De acordo com a ABNT (2007a), para elaboração de inventários corporativos de emissão e remoção de GEEs deve-se utilizar como horizonte de tempo uma perspectiva de, no mínimo, 20 anos.

Quadro 3.4 – Potencial de aquecimento global de diversos GEEs.

ANO: 2014				
GÁS	PERÍODO DE VIDA (anos)	HORIZONTE DE TEMPO (PAG)		
		20 anos	100 anos	500 anos
Dióxido de carbono (CO ₂)	Variável	1	1	1
Metano (CH ₄)	12 ± 3	56	21	6,5
Óxido nitroso (N ₂ O)	120	280	310	170
Hidrofluorcarbonetos (HFCs)	264	9100	11700	9800
Perfluorcarbonetos (PFCs)	2600 – 50000	4400 – 6200	6500 – 9200	10000 – 14000
Hexafluoreto de enxofre (SF ₆)	3200	16300	23900	34900

Fonte: ABNT (2007a).

d) Coleta de dados

Os dados foram solicitados junto à Gerência de Administração do IFS – Campus Lagarto, durante o ano de 2016, bem como, demais gerências e coordenações. As informações requeridas para o cálculo das emissões de GEEs envolveram a demanda de energia elétrica contida nas faturas emitidas pela concessionária e solicitadas por meio do Processo IFS n.º 23288.000310/2016-26, com base na Lei de Acesso à Informação, Lei n.º 12.527, de 18 de novembro de 2011 (BRASIL, 2011b).

3.3.2. METODOLOGIA DE CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GEEs

O cálculo das emissões do IFS – Campus Lagarto foi feito conforme descrito nos itens subsequentes. As emissões de Escopo 2 foram calculadas utilizando-se os fatores de emissão do MCTI (a Tabela 3.3 mostra os dados do período de 2010 a 2015) e preparados para serem utilizados em inventários, tendo como objetivo estimar a quantidade de CO₂ associada à geração de uma determinada quantia de energia elétrica. Portanto, calcula a média das emissões da geração, levando em consideração todas as usinas que estão gerando energia e não somente aquelas que estejam funcionando na margem.

Se todos os consumidores de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN), gerido pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) calculassem as suas emissões multiplicando a energia consumida por esse fator de emissão, o somatório corresponderia às emissões do SIN. Assim, o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. O SIN é formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Apenas 1,7% da energia requerida pelo país estão fora deste sistema, em pequenos sistemas isolados e localizados, principalmente, na região amazônica (BRASIL, 2015c).

Nesse sentido, esses fatores de emissões devem ser usados quando o objetivo for quantificar as emissões da energia elétrica que está sendo gerada em determinado momento. Ele serve, portanto, para inventários em geral, corporativos ou de outra natureza (BRASIL, 2015c). Logo, o estado de Sergipe está incluso no SIN e mesmo sendo autossuficiente na geração de energia elétrica, com predominância da hidroeletricidade – tida como fonte de energia limpa e de baixas emissões – é considerado responsável solidário pelas consequências advindas do consumo de energia elétrica (BRASIL, 2015a).

Tabela 3.3 – Fatores de emissão de CO₂ do SIN para os anos de 2010 a 2015.

MÊSES	FE do SIN (tCO ₂ /MWh) ¹					
	ANOS					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jan	0,0211	0,0262	0,0294	0,1151	0,0911	0,1275
Fev	0,0280	0,0288	0,0322	0,1090	0,1169	0,1321
Mar	0,0243	0,0208	0,0405	0,0981	0,1238	0,1369
Abr	0,0238	0,0198	0,0642	0,0959	0,1310	0,1301
Mai	0,0341	0,0270	0,0620	0,1151	0,1422	0,1258
Jun	0,0506	0,0341	0,0522	0,1079	0,1440	0,1406
Jul	0,0435	0,0308	0,0394	0,0838	0,1464	0,1221
Ago	0,0774	0,0301	0,0460	0,0833	0,1578	0,1183
Set	0,0907	0,0273	0,0783	0,0840	0,1431	0,1217
Out	0,0817	0,0350	0,0984	0,0831	0,1413	0,1180
Nov	0,0869	0,0356	0,1247	0,0930	0,1514	0,1127
Dez	0,0532	0,0349	0,1168	0,0841	0,1368	0,1075
MÉDIA ANUAL	0,0512	0,0292	0,0653	0,0960	0,1355	0,1244

Fonte: Verificar Nota de Rodapé.

O cálculo foi feito utilizando-se os fatores médios de emissões mensais. O GHG Protocol (2010) recomenda que seja feito mediante apresentação dos valores dos consumos

¹ Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0238/238209.htm>. Acesso em: 25 nov. 2015.

mensais uma vez que os mesmos apresentarão resultados mais precisos. Utilizou-se, portanto, a fórmula de cálculo recomendada pelo IPCC (2007c) mostrada na Equação 3.9, abaixo. As emissões de GEEs oriundas do setor elétrico são dependentes do consumo e também do fator de emissão equivalente aquele período. Assim, ainda que um determinado mês tenha maior consumo de energia elétrica em relação a outro período, não necessariamente o primeiro apresentará uma emissão de CO₂ mais elevada do que o segundo (BRASIL, 2015c, 2015d).

Equação 3.9 – Cálculo das emissões de CO₂ equivalentes pelo consumo de eletricidade

$$Total_i = \sum_{i=1}^{12} \frac{(C_{m(kWh)} \times FE)_i}{1000} \quad (3.9)$$

Fonte: Brasil (2015c).

Onde: Total_i → Total anual das emissões (tCO₂);
C_{m(kWh)} → Consumo da energia elétrica mensal faturada pela concessionária em kWh;
FE → Fator de emissão calculado para o mês considerado em tCO₂/MWh.

3.3.3. ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEEs

A determinação exata da quantidade de árvores necessárias para neutralizar uma tonelada de CO₂ continua em discussão entre os pesquisadores, reconhecem Melara, Kaminski e Langer (2011), pois o valor varia muito em relação à espécie arbórea considerada, à idade da árvore, ao ciclo de manejo para a produção e fixação de carbono e ao tipo de floresta a ser quantificada. Assim, uma das metodologias aceitas pelos pesquisadores anteriormente mencionados é a de que o carbono emitido em 1 ano é neutralizado em um período de aproximadamente 20 anos, uma vez que as árvores vão captá-lo durante o seu ciclo de crescimento. A partir do resultado final das emissões de GEEs em tCO₂e e dos dados de fixação de carbono pelas árvores, estipula-se o número de espécies arbóreas nativas a serem plantadas para neutralizar o CO₂ emitido pelo período de um ano, através da Equação 3.10:

Equação 3.10 – Determinação do número de mudas para neutralizar as emissões de GEEs.

$$n = E_t \times F_f \times F_c \quad (3.10)$$

Fonte: Yabushita (2013).

Onde: n → Quantidade de espécies nativas a serem plantadas;
E_t → Emissão total de GEEs estimada no cálculo (tCO₂e);
F_f → Fator de fixação do carbono em biomassa no local de plantio do projeto (árvores/tCO₂e);
F_c → Fator de compensação para possíveis perdas de mudas (1,2);

A quantidade n de árvores recomendada por Yabushita (2013) a serem plantadas é de 6,5/tCO₂e. Contudo, o estudo que determinou esse fator de fixação de carbono foi feito por

Carmo et al (2006) com seringueiras (*Hevea brasiliensis*). Com a utilização de cálculos matemáticos, os autores estimaram o valor de fixação de carbono em biomassa da árvore. Este cálculo leva em consideração o valor da área basal, isto é, o produto da medida da circunferência do tronco a 1,5 m do chão por esta altura. Utilizando equações alométricas, que relacionam a área basal com o volume de uma árvore, é possível calcular o volume de biomassa da mesma. Através das relações de densidade e teor de carbono, determinou-se a quantidade desse elemento estocada por árvore. Para converter toneladas de carbono em toneladas de CO₂ utiliza-se o fator de 3,6 que é a relação entre a massa molecular do carbono e a do CO₂. O fator de compensação para possíveis perdas de mudas refere-se às que, porventura, podem não vingar no local do plantio (SANTOS et al., 2010).

Araújo (2006) descreveu outra forma de compensação das emissões de GEEs: o mercado de créditos de carbono, onde há a possibilidade de comprá-los e compensar o CO₂e emitido. De acordo com o autor, uma vez que 1 crédito de carbono é igual a 1 tCO₂e, existem instituições financeiras (bolsas de valores) que negociam a compra e venda desses créditos. Esse mercado surgiu a partir do Protocolo de *Quioto*, acordo internacional que estabeleceu que os países desenvolvidos deveriam reduzir, entre 2008 e 2012, suas emissões de GEEs 5,2% em média, em relação aos níveis medidos em 1990. O Gráfico 3.1 mostra a variação de preços no mercado de créditos de carbono futuros entre os meses de maio e outubro de 2016.

Gráfico 3.1 – Variação do comportamento do mercado de créditos de carbono em 2016 (€/tCO₂).



Fonte: Investing. Disponível em: <<http://br.investing.com/commodities/carbon-emissions>>. Acesso em: 12 out. 2016.

Na verdade, os Créditos de Carbono são certificados que autorizam o direito das empresas poluírem. O princípio é simples. As agências de proteção ambiental reguladoras emitem certificados autorizando emissões de toneladas de dióxido de enxofre, monóxido de carbono e outros gases poluentes. Inicialmente, selecionam-se indústrias que mais poluem no

País e a partir daí são estabelecidas metas para a redução de suas emissões. As empresas recebem bônus negociáveis na proporção de suas responsabilidades. Todos os bônus, cotado em dólares, equivale a uma tonelada de poluentes (NETO, 2009).

Quem não cumpre as metas de redução progressiva estabelecidas por lei, tem que comprar certificados das empresas mais bem sucedidas. O sistema tem a vantagem de permitir que cada companhia estabeleça seu próprio ritmo de adequação às leis ambientais. Esses certificados podem ser comercializados por intermédio das Bolsas de Valores e de Mercadorias. Um dos primeiros leilões de créditos de carbono que aconteceu no Brasil foi levado a efeito pela BM&FBOVESPA S. A. no ano de 2012. Naquele tempo foi lançado o Edital de Leilão n.º 001/2012 e que arrecadou R\$ 4,5 milhões (BM&FBOVESPA, 2012).

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo tem por função apresentar os resultados da pesquisa e discuti-los, além de explicar os motivos que levaram aos desfechos observados e as suas implicações.

4.1. EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Este item trata da análise da eficiência energética do sistema de iluminação interno do IFS – Campus Lagarto, bem como, da determinação do PCE com a adoção da tecnologia de iluminação com Diodos Emissores de Luz (LED), energeticamente eficiente e ambientalmente sustentável.

4.1.1. ANÁLISE DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

A iluminação artificial é essencial para o funcionamento dos edifícios comerciais permitindo o trabalho em locais distantes da fachada e em horários em que a luz natural não atinge os níveis de iluminação mínimos adequados. É vital garantir níveis corretos de iluminação dentro dos ambientes internos dos edifícios para permitir o desempenho das tarefas por seus usuários em condições de conforto e salubridade. Por esse motivo, a norma ABNT NBR ISO/CIE 8.995:1/2013 define níveis mínimos de iluminância necessários para diferentes tipos de atividades (LAMBERTS et. al., 2014a, 2016).

Por outro lado, o sistema de iluminação artificial consome energia e gera carga térmica. O sistema de iluminação apresenta, portanto, dois tipos de consumo de energia: o consumo direto, ao utilizar eletricidade para gerar luz, e um consumo indireto, decorrente do calor gerado nesse processo. Esse calor tem de ser retirado dos ambientes obrigando um maior gasto do sistema de condicionamento de ar, aumentando desta forma o consumo geral de energia da edificação (MARCON, 2013; FERREIRA, 2014a).

O IFS – Campus Lagarto possui 66,576 kW de carga instalada relacionada ao seu sistema de iluminação artificial. Nesse cálculo já estão inclusas as perdas nos reatores de todas as lâmpadas de descarga, predominando as do tipo fluorescentes tubulares, base G13, T8, T10 e T12 com reatores eletrônicos, como consta no Apêndice C. Há grande diversidade de marcas, modelos, especificações e eficiência, totalizando 1.444 unidades desse tipo contabilizadas. Também foram encontradas em menor quantidade lâmpadas de base rosqueável E27 fluorescentes compactas (35 unidades), incandescentes (14 unidades) e de LED (8 unidades), instaladas em ambientes menores.

Em termos gerais, foram enumeradas 1.549 lâmpadas funcionando e 1.094 com defeito (queimadas ou retiradas das luminárias fixadas no projeto original da construção), comandadas por um número pequeno de interruptores (184 unidades) e 48 lâmpadas mistas de 160 W instaladas na quadra poliesportiva. A Tabela 4.1 mostra esses dados consolidados.

Tabela 4.1 – Quantitativo da potência instalada em iluminação e dos tipos de lâmpadas do IFS – Campus Lagarto.

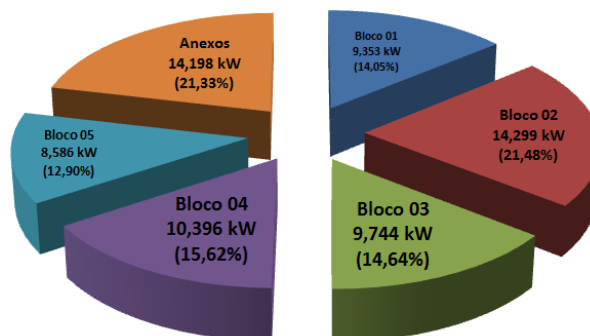
Ambientes	P _t (kW)	Funcionando					Defeito			Inter.
		Fluor. Tub.	Fluor. Comp.	LED	Incand.	Mista	Fluor. Tub.	Fluor. Comp.	Incand.	
Bloco 01	9,3530	224	11	4	3	-	197	5	-	30
Bloco 02	14,299	349	5	-	-	-	193	-	-	4
Bloco 03	9,7440	259	-	-	-	-	218	-	-	37
Bloco 04	10,396	260	7	4	-	-	240	-	-	36
Bloco 05	8,5860	199	8	-	1	-	73	3	-	28
Anexos	14,198	153	4	-	10	48	163	-	2	49
TOTAL	66,576	1.444	35	8	14	48	1.084	8	2	184

Fonte: Resultados da Pesquisa.

A iluminação externa é composta por três lâmpadas mistas Osram de 240 W e seis lâmpadas de 400 W a vapor de mercúrio Sylvânia e seus respectivos reatores da marca Imtral, somando 3,120 kW ou 4,69 % da iluminação interna. Também fazem parte da iluminação externa 05 (cinco) painéis solares com carregador de bateria SLAC-SL com capacidade de geração de 50 W cada um deles, $I_n = 3,03$ A, $V_n = 17,6$ V_{ap} a 22,6 V_{op}, baterias de 70 A/h e lâmpadas de LED cuja potência é de 100 W (2x50 W em cada poste). Estes números representam ínfimos 0,75% da carga total conectada à rede elétrica e 16,03% do consumo em iluminação externa, funcionando apenas 5 h/dia (das 18:00 às 23:00 h) e não devem ser utilizados na determinação da eficiência da edificação analisada uma vez que a metodologia do RTQ-C, de acordo com Lamberts et al. (2014b), é aplicável somente à iluminação interna.

Praticamente todas as lâmpadas das áreas de circulação são comandadas por meio de disjuntores sem qualquer tipo de automatização. A iluminação destes locais possui 343 lâmpadas com defeito ou inexistentes, 244 lâmpadas funcionando e 9,323 kW em potência instalada. O Gráfico 4.1 mostra a distribuição da carga instalada em iluminação pelos blocos da instituição.

Gráfico 4.1 – Distribuição da carga instalada em iluminação no IFS - Campus Lagarto.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

4.1.2. POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Como exposto no item 3.2.2 a avaliação do nível de eficiência da iluminação pode acontecer através de dois métodos: o método da área do edifício e o método das atividades realizadas. O método da área do edifício considera um único valor para a DPI, ou seja, para este método não são consideradas as diferentes atividades que podem ocorrer no interior de uma edificação. Este método deve ser aplicado em edifícios que tenham até três atividades principais, ou então quando as atividades realizadas na edificação superam 30% da área da construção.

Nos casos em que o método das áreas não pode ser aplicado, o método das atividades deve ser empregado. Neste procedimento, os ambientes são avaliados separadamente de acordo com as atividades que neles são empregadas. Para a edificação em análise, o método das atividades é o mais adequado uma vez que neste prédio são realizadas diversas tarefas além do ensino (salas de aula), aulas práticas em laboratórios e das tarefas administrativas (salas dos professores, coordenações e departamentos), além de que, dentre as três maiores atividades, nenhuma chegou aos 30%. A maior delas, atividade 3, corresponde às áreas de circulação e contabilizou 22,57%. Já a segunda, que é a atividade 18, laboratórios, somou 19,84 % e a terceira maior, que é a atividade 17, ginásio de esportes, alcançou 13,13%.

a) Agrupamentos das atividades e das suas características.

Foram formados 25 grupos de atividades com características semelhantes e agrupadas de tal forma as áreas e potências dos ambientes com elas identificados foram somadas, como mostrado na Tabela 4.2 e no Apêndice D. O RTQ-C também permite, opcionalmente, o cálculo dos índices K ou RCR (o Apêndice A, bem como o Anexo B contêm essas informações determinadas para cada ambiente) visando à obtenção de um aumento de 20% na DPI_L , atendidos os requisitos para tal. Assim, os ambientes que possuem o K menor ou RCR

maior do que os definidos na Tabela 3.2 podem ter um aumento de 20% na DPI_L . Este possível aumento de potência foi considerado no presente trabalho, avaliando esta situação utilizando o RCR, aplicando-o apenas aos ambientes que atenderam aos requisitos. Os recintos foram avaliados individualmente e essa bonificação não pode ser computada diretamente na Potência Limite (P_L) estabelecida para o edifício.

O cálculo da potência limite das atividades é dado pelo produto da área dos ambientes pela DPI_L contida na Tabela 3.2. Determinados os valores de potência limite para todos os níveis, deve-se comparar com as potências instaladas na edificação. Para isso, foram somadas as potências instaladas totais por ambiente e compará-las com a potência limite para o edifício. A potência limite para o edifício foi a soma das potências limites de cada uma das atividades.

Tabela 4.2 – Agrupamento das atividades e suas características.

Grupos	Atividades	Área (m ²)	Potência (W)	E_m (lux) ²	P_L A (W)	P_L B (W)	P_L C (W)	P_L D (W)	Nível
01	Academia de ginástica	108,63	732	300	847,31	1016,78	1186,24	1355,70	A
02	Almoxarifado	124,89	598	200	1273,88	1528,65	1783,43	2038,20	A
03	Área de circulação	2253,00	9399	100	15996,30	19195,56	22394,82	25594,08	A
04	Auditório	319,62	1176	500	2716,77	3260,12	3803,48	4346,83	A
05	Banheiros	241,50	1458	200	1207,50	1449,00	1690,50	1932,00	A
06	Biblioteca (área das estantes)	54,29	400	200	998,94	1198,72	1398,51	1598,30	A
07	Biblioteca (área de leitura)	98,32	560	500	983,20	1179,84	1376,48	1573,12	A
08	Casa de máquinas	6,68	0,00	200	40,08	48,10	56,11	64,13	A
09	Cozinha	80,11	434	500	857,18	1028,61	1200,05	1371,48	A
10	Depósito	356,60	1069	100	1783,00	2139,60	2496,20	2852,80	A
11	Dormitório	32,00	187	100	272,00	326,40	380,80	435,20	A
12	Escada	85,82	209	150	635,07	762,08	889,10	1016,11	A
13	Escritório	642,00	5175	500	7639,80	9167,76	10695,72	12223,68	A
14	Exames/tratamento	30,62	368	500	548,10	657,72	767,34	876,96	A
15	Hall de entrada (circulação)	87,01	415	100	617,77	741,33	864,88	988,43	A
16	Garagem de veículos	306,62	0,00	200	613,24	735,89	858,54	981,18	A
17	Ginásio de esportes	1310,40	7680	300	16904,16	20284,99	23665,82	27046,66	A
18	Laboratório	1980,00	23745	500 ³	20196,00	24235,20	28274,40	32313,60	B
19	Oficina mecânica	340,10	1360	500	2040,60	2448,72	2856,84	3264,96	A
20	Refeitório	226,66	620	200	2606,59	3127,91	3649,23	4170,54	A
21	Sala de aula	1009,08	9139	500	10292,62	12351,14	14409,66	16468,19	A
22	Sala de enfermeiros	10,92	160	300	102,65	123,18	143,71	164,24	D
23	Sala de espera	58,89	564	200	353,34	424,01	494,68	565,34	D

² E_m é a iluminância que deve ser mantida no plano de trabalho de acordo com a Seção 5 da norma ABNT NBR ISO/CIE 8995:1/2013.

³As três salas de desenho técnico que estão nesse grupo devem ter $E_m = 750$ lux.

24	Sala de reuniões, conferência, multiuso	123,40	886	300	1468,46	1762,15	2055,84	2349,54	A
25	Vestiário	93,68	242	200	758,81	910,57	1062,33	1214,09	A
TOTAL	25 grupos	9980,84	66576	-	91753,37	110104,03	128454,71	146805,36	A

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Nos números apresentados pela Tabela 4.2 o RCR não está computado aos recintos que o podem utilizar nem avaliados os pré-requisitos a serem atendidos para se manter o nível de classificação. Porém, foi necessário analisar separadamente os condicionantes em todos os ambientes da instituição de acordo com as diretrizes contidas no Quadro 3.2. Se atendidos, mantiveram-se o nível de classificação atual, do contrário, foi rebaixado pela ponderação das potências. Essa avaliação foi executada para cada ambiente, individualmente, conforme a metodologia explicitada no item 3.2.2 e os resultados estão contidos no Apêndice D e no Anexo A.

Como se pode inferir dos resultados apresentados na Tabela 4.2 e mostrado na Figura 4.1, a edificação receberia nível A se considerada apenas a potência instalada, uma vez que a $66576 < P_A = 91753,37$ W estabelecida para o melhor nível. Isto se explica pelo fato de 41,39% das lâmpadas se encontrarem ou com defeito ou não se encontrarem disponíveis para serem utilizadas como consequência de estratégias de redução da demanda de energia mal planejadas e executadas. Consequentemente, o RTQ-C avaliou isso como positivo e não o é. O Apêndice C mostra o resultado das medições da iluminação artificial, sendo possível observar que a iluminância média da maioria dos ambientes está abaixo do especificado pela norma ABNT ISO/CIE 8.995:1/2013. Caso todos os requisitos fossem atendidos a edificação receberia a classificação A fornecendo iluminação de qualidade questionável aos seus ocupantes.

Figura 4.1 – Classificação do sistema de iluminação antes da análise dos requisitos.

P_L (kW)	CLASSIFICAÇÃO
$\leq 91,75$	A
$> 91,75 \leq 110,10$	B
$> 110,10 \leq 128,45$	C
$> 128,45 \leq 146,80$	D
$> 146,80$	E

66,576

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Como consequência, muitos ambientes não possuem interruptores para comandar o circuito de iluminação no local onde são realizadas as atividades. Como esse é um pré-

requisito para os níveis A e B, o sistema não poderá ser enquadrado em quaisquer deles. Como implicação direta da não existência de interruptores nos ambientes ou de apenas 1 dispositivo instalado em locais com mais de uma fileira de lâmpadas, o requisito de contribuição da iluminação natural foi descumprido também em diversos locais. Apenas o terceiro requisito, que é de desligamento automático do sistema de iluminação foi atendido em praticamente todos os ambientes, uma vez que, somente é aplicável aos locais com áreas superiores a 250 m². Na edificação em análise há somente dois ambientes com essa característica e que não atenderam à terceira condição: a quadra poliesportiva e a garagem dos veículos institucionais. Com isso a classificação do sistema de iluminação, após a avaliação de todos os requisitos tais como mostrados no Anexo A, cairá para o nível C como pode ser visto na Figura 4.2.

Figura 4.2 – Classificação do sistema de iluminação após a análise dos requisitos

P_L (kW)	CLASSIFICAÇÃO
≤ 91,75	A
> 91,75 ≤ 110,10	B
> 110,10 ≤ 128,45	C
> 128,45 ≤ 146,80	D
> 146,80	E

66,576

Fonte: Resultados da Pesquisa.

4.1.3. ANÁLISE DE MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

As luminárias têm a função de distribuir, filtrar ou modificar a luz emitida pelas lâmpadas. Para uso geral, podem ser classificadas de acordo com a porcentagem de luz emitida para cima (iluminação indireta) ou para baixo (iluminação direta). Os principais componentes das luminárias são: o corpo, o refletor e as aletas. O corpo da luminária deve satisfazer aos requisitos necessários à sua função, através do uso de materiais adequados e da garantia de condições mecânicas, térmicas e elétricas que proporcionem a segurança dos usuários do local onde ela está instalada. Já o segundo elemento reflete e distribui a luz emitida pelas lâmpadas do interior da luminária (GUERRINI, 2008).

Os refletores podem ser do tipo parabólico, elipsoidal, esférico e hiperbólico, dependendo de sua geometria, podendo também ser calandrados ou multifacetados. Geralmente são confeccionados em alumínio ou em chapa de aço pintada. As aletas correspondem aos componentes das luminárias que possibilitam o controle do ofuscamento causado pelas lâmpadas. As aletas, assim como os refletores, podem ser confeccionadas em

alumínio ou em chapa de aço pintada. Uma vez que as luminárias encontradas na instituição objeto do presente estudo são, na sua quase totalidade do tipo sobrepor, com corpo em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente sem refletores de alto brilho e aletas, recomenda-se ao IFS – Campus Lagarto um *retrofit* no seu sistema de iluminação que considere as substituir pelas luminárias de sobrepor, com corpo em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor e aletas parabólicas em alumínio de alto brilho como curva fotométrica aberta do tipo “*bat wing*”.

Kalache et al (2013) elaboraram um estudo de viabilidade econômica baseado na projeção dos custos totais (instalação + custo operacional + custo com reposição) ao longo de um determinado período, comparando dois sistemas de iluminação distintos aplicados ao mesmo ambiente: sistema com lâmpadas fluorescentes compactas e sistema com lâmpadas LED. O objetivo foi verificar se, na data da pesquisa, era economicamente viável investir em uma tecnologia relativamente mais nova na implantação de sistemas de iluminação. Conforme as análises realizadas no estudo de caso, para um ambiente de 45 m² observou-se que, apesar de ser tecnicamente viável a utilização da tecnologia LED, tal sistema não se mostrou economicamente atrativo.

Entretanto, Silva et al (2015) ressaltaram que grande parcela da energia consumida pelo LED é revertida em iluminação e não em calor, tendo impacto significativo na economia de energia, uma vez que este tipo de lâmpada não possui reator, reduz a carga térmica do ambiente que deveria ser retirada pelo sistema condicionador de ar. Os autores também advertem que a iluminação LED também não emite radiação IV/UV, o que evita danos à pele, plantas e também objetos ou produtos expostos como roupas, calçados, móveis, decorações e obras de arte. Ponderando ainda os autores que esta tecnologia não possui em sua composição metais pesados como chumbo e mercúrio, não há necessidade de descarte especial como ocorre com as lâmpadas fluorescentes, tornando-se ecologicamente corretas e alinhando-se com as políticas do programa IFS Sustentável. A Tabela 4.3 mostra a configuração do sistema proposto.

Ferreira (2014a) observou que a iluminação de estado sólido aliada a uma política nacional de economia de energia elétrica pode trazer muitos benefícios à população e aos cofres públicos, gerando uma economia para todo o País em um curto espaço de tempo. Utilizando as lâmpadas de LED, o autor calculou que se pode atingir uma economia no consumo de energia elétrica de até 80%, quando comparada às lâmpadas incandescentes, e de 27,3%, se comparada às lâmpadas fluorescentes. Analisando o custo total do produto, a pesquisa também revelou que as lâmpadas de LED obtiveram uma redução de 81,7% em

relação às lâmpadas incandescentes e, quando comparado às lâmpadas fluorescentes compactas, esse número chegou a 46%.

Tabela 4.3 – Parâmetros de substituição do sistema atual por lâmpadas de LED.

Sistemas	Tipos	Quantidade Funcionando	Quantidade Funcionado + Defeito	Equivalente LED (W)	Potência LED Funcionando (W)	Potência LED Funcionando + Defeito (W)
Sistema 01	Incandescentes + Fluorescentes compactas	49	59	20	980	1180
Sistema 03	Fluorescentes T8, T10 e T12	1.444	2.528	25	36.100	63.200
Sistema 04	Mistas	48	48	60	2880	2880
TOTAL	5 tipos	1541	2644	-	39.960	67.260

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Para o cálculo do PCE foram excluídas as 10 lâmpadas de LED já existentes e a sua potência descontada da carga total. O resultado, juntamente com a soma das potências resultantes da substituição do sistema atual pelo proposto, foi adicionado à Equação 3.4. Como consequência, encontrou-se um significativo PCE de 39,90%. Isso é tão expressivo que se torna possível iluminar completamente a edificação, utilizando todos os pontos de iluminação previstos no projeto luminotécnico original da instituição com a tecnologia LED e gastando apenas 1,01% mais energia do que atualmente é despendido com o sistema fluorescente operando ineficazmente.

$$PC = 100 \times \left[1 - \sum_{i=1}^5 \left(\frac{P_i}{P_{\text{Atual}}} \right) \right] = 100 \times \left[1 - \sum_{i=1}^5 \left(\frac{39960}{66496} \right) \right] = 100 \times (1 - 0,6009) = 39,90 \%$$

Silva et al. (2015) também fizeram uma simulação envolvendo a substituição das lâmpadas fluorescentes por LED no IFCE – Campus Cedro e obtiveram diversos resultados benéficos associados à diminuição do consumo de energia elétrica no local. Os autores concluíram que o custo da utilização das lâmpadas LED é menor do que utilizar a tecnologia fluorescente. Também inferiram ser necessária a substituição de cinco lâmpadas fluorescentes para cada lâmpada com a tecnologia LED e vida útil de 40.000 h. Por se tratar de uma tecnologia cara o investimento inicial é alto, mas é recompensado após a vida útil de 40.000 h. Os maiores gastos com a instalação serão compensados satisfatoriamente com o baixo consumo e quase nenhuma manutenção.

Observaram Silva et al. (2015) que o custo inicial do projeto ainda se apresenta bastante elevado e apresentaram como alternativa a implementação gradual deste sistema, substituindo certa quantidade de lâmpadas (20% por exemplo) e a economia gerada pode ser usada para fazer a substituição gradual em todo o Campus que seria exemplo de sustentabilidade, pois também se obteve grandes melhoras para o meio ambiente por se tratar de uma iluminação eficiente, equipamentos recicláveis e que não utilizam na sua concepção materiais nocivos como mercúrio e ácido fluorídrico.

O autor da presente pesquisa constatou *in-locu* no IFS – Campus Lagarto que os reatores das lâmpadas fluorescentes ali instaladas possuem fator de fluxo luminoso menor que 1,0. Uma vez que as lâmpadas fluorescentes operam em conjunto com reatores, constatou-se que o fluxo luminoso total obtido neste caso depende deste fator de desempenho do dispositivo e que está sendo 10% menor (SAMPAIO; BOTURA; JÚNIOR, 2013). Uma vez que a vida útil das lâmpadas fluorescentes é reduzida em mais de 2 h para cada acionamento do interruptor, mas as lâmpadas LED não possuem reatores e estes possuem vida útil curta, evitam-se as perdas com estes dispositivos e a inconveniência da indisponibilidade do sistema de iluminação (FERREIRA, 2014b). Este fato pode estar prejudicando o processo de ensino, resultante dos defeitos ou da queima destes, demonstrado pela grande quantidade de lâmpadas inoperantes, equivalente a 70,63% do total instalado e funcionando corretamente.

Além disso, cada ambiente fechado por paredes ou divisórias até o teto deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento independente da iluminação interna do ambiente (ABNT, 2004a). O controle manual deve ser facilmente acessível e localizado de tal forma que seja possível ver todo o sistema de iluminação que está sendo controlado. Caso não seja possível visualizar todo o ambiente iluminado, é necessário informar ao usuário, através de uma representação gráfica da sala, qual a área abrangida pelo controle manual. Por questões de segurança, ambientes de uso público podem ter o controle manual em local de acesso a funcionários (LAMBERTS et al., 2015, 2016; BRASIL, 2010c).

As empresas, órgãos públicos e a população em geral desconhecem os efeitos adversos causados pelo mercúrio e não sabem como gerenciar os resíduos desse metal. Em 1998, 48,5 milhões de unidades de lâmpadas contendo mercúrio foram descartadas, com uma carga poluidora de cerca de uma tonelada de mercúrio, calculada com base numa média de 20,6 mg/lâmpada. No ano de 2000, esse descarte passou a 80 milhões de unidades e este total cresceu consideravelmente, principalmente pela substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas mais eficientes, principalmente no setor residencial e público,

incentivado por ocasião do racionamento de energia elétrica no Brasil em 2001 (SILVA, 2006).

O autor esclarece que os resíduos de lâmpadas que contêm mercúrio requerem tratamento específico e não devem ser lançados livremente ao meio ambiente. Dentre as técnicas de tratamento de resíduos de lâmpadas, o destaque vai para a reciclagem, via tratamento químico ou térmico. Essa atividade, além de ser ambientalmente correta, possibilita, adicionalmente, a obtenção e reutilização de subprodutos. Logo, as lâmpadas que contêm mercúrio, após o uso, são classificadas como resíduos perigosos (Classe 1) pela norma ABNT NBR 10.004 (2004b). Diante disto, merecem cuidados especiais quanto aos procedimentos de manuseio (retirada/coleta), acondicionamento, transporte, armazenagem e destinação final, em função das suas características peculiares e dos riscos que apresentam. Verificou-se que o IFS – Campus Lagarto não está reciclando este tipo de material e o descartando juntamente com o lixo comum.

Por esse motivo, sugere-se à instituição aderir ao acordo setorial para implantação do Sistema de Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista, assinado no dia 27 de novembro de 2014 e publicado no Diário Oficial da União (DOU) de 12 de março de 2015. O documento pretende garantir que a destinação final dos resíduos dessas lâmpadas seja feita de forma ambientalmente adequada e em conformidade com a Lei n.º 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A lei estabelece que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos que possam causar danos ao meio ambiente ou à saúde humana criem um sistema de recolhimento e destinação final, independente dos sistemas públicos de limpeza urbana (BRASIL, 2015e).

4.2. EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Sistemas de condicionamento de ar são equipamentos utilizados para manter um ambiente artificialmente adequado ao conforto humano. Isto inclui o controle da temperatura, umidade e qualidade do ar. Para isto, podem exercer as funções de aquecimento e/ou resfriamento, umidificação e desumidificação (PESSOA; GHISI, 2015). Neste subtópico estão contidos os parâmetros e procedimentos de cálculo do PCE do sistema de condicionamento de ar do IFS – Campus Lagarto, além de medidas de correção de problemas detectados, uma vez que, segundo Inácio (2014) a estimativa do conforto térmico dos ambientes a serem climatizados deve ser prevista durante as fases de projeto, construção e operação da edificação.

A climatização das salas de aula é um aspecto importante para a melhoria do espaço pedagógico, já que busca manter os alunos em situação de conforto durante as aulas. O clima ameno coopera para o melhor rendimento dos discentes, pois o ambiente físico, como iluminação, temperatura, acústica e uso de cores influenciam no conforto físico e psicológico, interferindo, portanto, diretamente no processo de aprendizagem (MORAES, 2013).

4.2.1. ANÁLISE DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

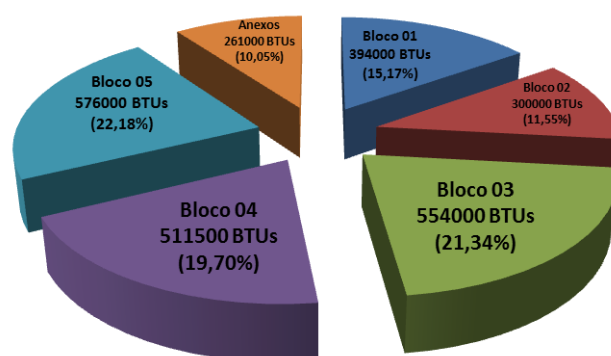
Foram avaliados todos os ambientes climatizados com condicionadores de ar no IFS - Campus Lagarto e encontradas 91 unidades, distribuídas em três tipos: janela, *split* piso-teto e *split Hi-wall*. Foram colhidos dados referentes aos ambientes no que diz respeito à(ao): quantidade de condicionadores de ar, ambiente, potência dos equipamentos expressa em BTUs, KWh/mês gasto por aparelho, o modelo e a marca, a área dos ambientes e o nível da etiqueta Procel de cada equipamento. Os dados foram coletados em visita a cada recinto e armazenados nas tabelas contidas no Apêndice B. Os pré-requisitos foram verificados nos itens 5.1.1 e 5.1.2 do RTQ-C e os seus resultados, apresentados no Anexo B. A análise foi feita de acordo com o método comparativo para verificar a potência instalada e o quanto poderia ser economizado se fossem utilizadas unidades condicionadoras de ar eficientes no lugar das atuais ineficientes. O estudo também procurou simular o nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar que seria registrado caso a instituição recebesse a etiqueta do PROCEL da forma como se encontrava na data em que esta pesquisa foi realizada.

Para a classificação do nível de eficiência dos sistemas condicionadores de ar é obrigatório que os edifícios condicionados artificialmente possuam equipamentos com eficácia conhecida (LAMBERTS et al., 2016). A categorização dos equipamentos contidos no Apêndice B obedeceu aos índices de eficiência em vigor da portaria Inmetro/MDIC n.º 410/2013, conforme Brasil (2013c), comparando os seus dados de placa com o resultado da Equação 3.3 e das tabelas de eficiência energética do Inmetro revisadas no ano de 2016. Com o passar do tempo o Inmetro exige índices de eficiência cada vez maiores e, uma vez que o modelo mais comum de sistema de condicionamento de ar no Brasil é o tipo *split*, o índice mínimo de eficiência energética para este modelo é de 2,6 W/W, que só passou a ser exigido para comercialização no varejo a partir de janeiro de 2015 (PESSOA; GHISI, 2015). Portanto, os equipamentos encontrados na instituição com EER abaixo deste valor, durante o período de coletas de dados, foram classificados como de nível E.

A edificação possui uma quantidade de 91 equipamentos instalados, totalizando 2,5965 milhões de BTU/h em máquinas de condicionamento de ar, equivalente a 760,96 kW

ou 216,375 Toneladas de Refrigeração (TR), implicando em 274,316 kW de potência instalada conectada à rede elétrica e que devem proporcionar adequada qualidade do ar interno conforme a norma ABNT (2008c). Desse total, 80,22% dos equipamentos são de nível de classificação D, o que além de extremamente ineficientes para os padrões atuais, demandam grande quantidade de energia elétrica por representarem 80,22% da capacidade instalada atualmente. O Gráfico 4.2 mostra a distribuição dos condicionadores de ar pelos blocos da instituição.

Gráfico 4.2 – Distribuição da capacidade de resfriamento pelos blocos da instituição.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Verificou-se *in loco* que o estabelecimento de ensino não está medindo os parâmetros de conforto térmico a fim de comprovar a qualidade do ar. As cargas térmicas de projeto do sistema de resfriamento de ar deveriam ter sido calculadas de acordo com normas da ABNT (2008a, 2008b) e manuais de engenharia de comprovada aceitação nacional ou internacional, a exemplo do que é recomendado por Creder (2015). Constatou-se, ainda, que muitos dos equipamentos de condicionamento de ar foram adquiridos por meio de adesão às atas de registros de preços de outros órgãos da administração pública federal, sem o cálculo prévio e preciso das cargas térmicas dos ambientes a serem condicionados. A Tabela 4.4 mostra a distribuição detalhada dos equipamentos pelos blocos do IFS – Campus Lagarto.

Tabela 4.4 – Dados consolidados do sistema de condicionamento de ar do IFS - Campus Lagarto

BLOCOS	QTD		C (BTUs)		P (kW)		EFICIÊNCIA				
	Q	%	C (BTUs)	%	P (kW)	%	A	B	C	D	E
Bloco 01	16	17,582%	394000	15,1743%	42,188	15,3793%	-	2	-	13	1
Bloco 02	10	10,989%	300000	11,5540%	31,680	11,5487%	-	-	-	10	-
Bloco 03	18	19,780%	554000	21,3364%	58,323	21,2612%	2	-	1	15	-
Bloco 04	19	20,879%	511500	19,6996%	54,601	19,9044%	3	-	3	13	-
Bloco 05	21	23,077%	576000	22,1837%	61,956	22,5856%	1	2	-	18	-
Anexos	7	7,692%	261000	10,0520%	25,568	9,3206%	3	-	-	4	-
Total	91	100%	2596500	100%	274,316	100%	9	4	4	73	1

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Conversando com os gestores da instituição, constatou-se que os cálculos da carga térmica dos ambientes do IFS – Campus Lagarto foram realizados com base na metodologia prescritiva da ABNT NBR 5.858 (1983). Apesar desta norma se encontrar cancelada, apresenta uma base de cálculo relativamente simples. Tanto que o Manual de Treinamento e Capacitação Para Boas Práticas em Sistemas de Condicionadores de Ar do Tipo *Split* do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), vinculado ao MMA brasileiro diz o seguinte:

Embora a norma ABNT NBR 5.858/1983 tenha sido cancelada, ainda é uma boa referência para o cálculo simplificado de carga térmica de verão em ambientes privados, residências e escritórios, devido aos bons resultados que podem ser obtidos para sistemas de pequena capacidade (BRASIL, 2015f, p. 88).

A norma que a substituiu, ABNT NBR 16401:1/2008 foi elaborada com base nas normas técnicas da Sociedade Americana dos Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Condicionamento de Ar (*Ashrae*) e leva em consideração uma série de dados visando à simulação computacional do comportamento energético da edificação: local e posicionamento dos prédios, materiais usados na construção, aspectos arquitetônicos e ocupação dos ambientes, incluindo, portanto, amplo detalhamento das informações sobre o ambiente estudado. Por não recomendar um método prescritivo, recebeu críticas de diversos autores, a exemplo de Inácio (2014) e Alfredo (2011).

Inácio (2014) apresentou a estimativa da diferença entre a carga térmica calculada pela ABNT NBR 5858/1983 e ABNT NBR 16401:1/2008 no Instituto Federal Fluminense (IFF) – Campus Itaperuna. Nos resultados por ele obtidos, pode-se observar que em 7 salas de aula a carga térmica calculada pela ABNT NBR 16401:1/2008 foi maior que e a carga térmica calculada pela ABNT NBR 5858/1983. Em 6 salas de aula a diferença dos resultados da carga térmica foi menor do que 3%. A maior diferença foi para uma sala de aula, com discrepância de 10,24%. Segundo o autor da pesquisa a carga térmica calculada através da ABNT NBR 16401:1/2008 ficou em média 0,82% maior que a carga térmica calculada pela ABNT NBR 5858/1983.

Em razão dessa simplicidade e resultados considerados aceitáveis para sistemas de pequeno porte, em muitos locais ainda é utilizado o cálculo simplificado da carga térmica com base no modelo do formulário do Anexo A da NBR 5858/1983 (ABNT, 1983). Para facilitar os cálculos, cria-se uma planilha no *software Microsoft Excel®* ou no *Apache Open Office Calc*, como mostrado na Figura 4.3, onde os dados da carga térmica são informados para cada sala estudada. Ao final deste processo obtêm-se os valores da carga térmica para cada

ambiente, que é multiplicado pelo fator geográfico 1,0, referente à zona litorânea da região Nordeste (ABNT, 1983). O resultado final, expresso em kJ/h, é multiplicado por 0,948 para obter a unidade em BTUs (INÁCIO, 2014).

Figura 4.3 – Modelo de formulário para cálculo simplificado da carga térmica de verão conforme referência da norma ABNT NBR 5858/1983.

Calor recebido de:	Quantidade	Fatores			Kcal/h Quantidade x Fator
1. Janelas: Insolação		Sem proteção	Com proteção interna	Com proteção externa	(Quantidade x Fator)
Norte	m ²	240	115	70	
Nordeste	m ²	240	95	70	
Leste	m ²	270	130	85	
Sudeste	m ²	200	85	70	
Sul	m ²	0	0	0	
Sudoeste	m ²	400	100	115	
Oeste	m ²	500	220	150	
Noroeste	m ²	350	150	95	
2. Janelas: Transmissão					
Vidro comum	m ²			50	
Tijolo de vidro	m ²			25	
3. Paredes		Construção leve		Construção pesada	
a) Paredes externas					
Orientação – sul	m ²	13		10	
Outra orientação	m ²	20		12	
b) Paredes internas	m ²			8	
4. Teto					
Em laje	m ²			75	
Em laje c/ 2,5 cm de isolamento ou mais	m ²			60	
Entre andares	m ²			13	
Sob telhado isolado	m ²			13	
Sob telhado sem isolamento	m ²			40	
5. Piso (exceto os diretamente sobre o solo)	m ²			13	
6. Número de pessoas				150	
7. Renovação do ar	nº pessoas			200	
8. Iluminação e aparelhos elétricos				1	
9. Portas ou vãos sempre abertos	m ²			150	
10. Subtotal (somar todos os valores da coluna Quantidade x Fator)					
11. Carga térmica total					

Fonte: Brasil (2015f, p. 89).

4.2.2. POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Para calcular o nível de eficiência energética geral do sistema de condicionamento de ar da edificação, faz-se necessário conhecer os coeficientes de ponderação, uma vez que são números capazes de representarem as parcelas de importância de cada equipamento no sistema de climatização analisado (LAMBERTS et al, 2016). Os coeficientes iniciais calculados foram avaliados por grupos de potências e marcas, de acordo com a Equação 3.3, recomendada pelos autores anteriormente citados.

Dividiu-se a capacidade de cada grupo pela quantidade total para obter o coeficiente de ponderação. Este coeficiente foi multiplicado pelo nível da etiqueta Procel do aparelho (A = 5, B = 4, C = 3, D = 2, E = 1), resultando em um coeficiente final. Estes, somados, geraram o valor do nível da etiqueta Procel do edifício na parte referente ao condicionamento de ar. Lamberts et al. (2016) recomendaram que se deve adotar a classificação da ENCE obtida nas tabelas do PBE/Inmetro e identificar o equivalente numérico conforme descrito acima, considerando-se a última versão publicada. O valor final dos coeficientes é mostrado na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Coeficientes de ponderação do sistema de condicionamento de ar atual.

Grupos	QTD	Capacidade Individual (BTU/h)	Capacidade do Grupo (BTU/h)	Tipo	Nível de Eficiência	Equivalente Numérico	Coeficiente de Ponderação	Resultado Ponderado
01	1	7500	7500	Janela	A	5	0,002888504	0,014442519
02	2	9000	18000	Split	B	4	0,006932409	0,027729636
03	1	9000	9000	Split	D	2	0,003466205	0,006932409
04	1	10000	10000	Janela	D	2	0,003851338	0,007702677
05	5	12000	60000	Split	A	5	0,023108030	0,115540150
06	2	18000	36000	Split	D	2	0,013864818	0,027729636
07	1	18000	18000	Split	E	1	0,006932409	0,006932409
08	3	21000	63000	Janela	D	2	0,024263432	0,048526863
09	1	24000	24000	Split	D	2	0,009243212	0,018486424
10	2	30000	60000	Janela	B	4	0,023108030	0,092432120
11	4	30000	120000	Split	C	3	0,046216060	0,138648180
12	64	30000	1920000	Split	D	2	0,739456961	1,478913923
13	3	57000	171000	Split	A	5	0,065857886	0,329289428
14	1	80000	80000	Split	D	2	0,030810707	0,061621413
14	91	2596500 BTUs		2 tipos	5 níveis		1,00	2,374927787

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Conforme mostra a Figura 4.4 e o resultado da Tabela 4.5 o diagnóstico do sistema de condicionamento de ar do IFS – Campus Lagarto indica a ineficiência do mesmo, uma vez que ele atingiu o nível “D”, que é considerado o de pior desempenho pelo Inmetro na versão publicada no momento em que a presente pesquisa estava sendo realizada (2016). Isto

significa que há PCE considerável no sistema de condicionamento de ar da instituição, uma vez que, foram detectados 73 equipamentos com nível D representando 80,22% do total e comprovando a hipótese inicial de que o sistema atual se encontra ineficiente. Os três equipamentos de 57.000 BTUs de nível A que foram adquiridos recentemente e instalados no Auditório da instituição, devido à sua grande capacidade, levou o sistema inteiro à proximidade com o nível C.

Figura 4.4 – Nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar do IFS – Campus Lagarto.

PONTOS	CLASSIFICAÇÃO
$\geq 4,5$ a $5,0$	A
$\geq 3,5$ < $4,5$	B
$\geq 2,5$ < $3,5$	C
$\geq 1,5$ < $2,5$	D
< $1,5$	E

2,37

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Analisando a Tabela 4.5 é possível perceber que, somando as ponderações de cada um dos blocos, obtém-se um equivalente numérico igual a 2,37. Como $1,5 < 2,37 < 2,5$, temos que a classificação do sistema de condicionamento de ar do edifício é D. Por tanto, uma vez que o sistema recebeu essa classificação, não é necessário verificar os pré-requisitos específicos (isolamento térmico para dutos de ar e condicionamento de ar por aquecimento artificial), pois estes são aplicados especificamente ao nível A. Consequentemente, a classificação final do sistema de condicionamento de ar da edificação é D e seu equivalente numérico permanece 2,37.

4.2.3. ANÁLISE DE MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Foi feito um estudo comparando-se os modelos mais econômicos disponíveis no mercado de acordo com as tabelas de equipamentos dos tipos janela, *split* piso-teto e *split Hi-Wall* disponíveis no site do Inmetro, atualizadas respectivamente nos meses de maio, junho e junho de 2016. Todos os equipamentos, de nível “A” ou não no modelo atual, foram substituídos por um de nível “A”, como mostrados na Tabela 4.6. Observou-se que existe um potencial de economia de 29,40% no sistema analisado caso os aparelhos fossem substituídos.

Tabela 4.6 – Características do novo sistema de condicionamento de ar proposto para o IFS – Campus Lagarto.

SISTEMAS	ANTIGO				NOVO					
	QTD	Cap. (BTU/h)	P (kW)	Tipo	MARCA	MODELO (Evap/Cond)	P (kW)	Cons. (kWh)	EER (W/W)	Nível
01	1	7500	0,748	Janela	LG	TSNH072YMA0 TSUH072YMA0	0,660	13,90	3,33	A
02	2	9000	0,822	Split	Gree	GWH09TB-D3DNA1C/I GWH09TB-D3DNA1C/O	0,926	11,60	3,80	A
	1		1,050							
03	1	10000	1,262	Janela	Gree	GWH12TB-D3DNA1C/I GWH12TB-D3DNA1C/O	0,926	19,40	3,80	A
	4	12000	1,075	Split						
	1	1,078								
04	2	18000	1,841	Split	Samsung	AR18HSSPASNNAZ AR18HSSPASNXAZ	1,404	29,50	3,76	A
	1		2,041							
05	3	21000	2,650	Janela	Komeco	KOH124QCBB KOH124QC	1,623	34,10	4,33	A
	1	24000	2,240	Split						
06	2	30000	3,150	Janela	VG	ASBA30JFC AOBR30JFT	2,320	48,70	3,41	A
	4		3,100	Split						
	38		3,280							
	11		3,160							
	8		2,960							
	7		3,200							
07	3	57000	5,156	Split	LG	AVNQ60GM2A0 AVUQ60GM2A0	4,445	93,30	3,82	A
08	1	80000	8,673	Split	Elgin	PHFI-80000-2 PHFE-80000-3	6,572	144,58	3,57	A
TOTAL	91	2.596.500	274,316	-	-	-	202,005	-	-	A

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Caso a solução acima apresentada fosse posta em prática utilizando como base a Equação 3.4, reduziria a carga instalada de 274,316 kW para 202,005 kW mantendo a capacidade atual de refrigeração, mas com carga conectada à rede 26,36 % menor, ou seja, 72,311 kW a menos. Contudo, não é viável economicamente substituir todos os equipamentos imediatamente, principalmente os de níveis A e B, apesar de ser a minoria. No entanto, é recomendável que o IFS – Campus Lagarto substitua o quanto antes todos os sistemas de níveis D e E, uma vez que instituição possui 74 equipamentos com capacidades diversas nessa situação.

$$PC = 100 \times \left[1 - \sum_{i=1}^{91} \left(\frac{P_i}{P_{\text{Atual}}} \right) \right] = 100 \times \left[1 - \sum_{i=1}^{91} \left(\frac{202,005}{274,316} \right) \right] = 100 \times (1 - 0,7364) = 26,36 \%$$

O melhor caso desse grupo são os de P = 2,960 kW com consumo de 62,20 kWh/mês utilizado 1 h/dia, mas são apenas 8 máquinas. Já a pior situação que requer atenção por parte dos gestores são os 38 equipamentos de nível D, com P = 3,280 kW e consumo de 68,90 kWh/mês se utilizados 1 h/dia, com potencial para redução de demanda em pelo menos 29,30 % de energia o que é bastante significativo. Caso se aplique a mesma Equação 3.4, porém à soma dos índices de consumo dos sistemas, chega-se ao seguinte resultado:

$$PC = 100 \times \left[1 - \sum_{i=1}^{91} \left(\frac{C_i}{C_{\text{Atual}}} \right) \right] = 100 \times \left[1 - \sum_{i=1}^{91} \left(\frac{4223,48}{5982,25} \right) \right] = 100 \times (1 - 0,7060) = 29,40 \%$$

Isto considerando que todo o sistema seja utilizado na sua plenitude. Calculando o PCE de cada um dos oito grupos separadamente utilizando a mesma equação, chega-se aos resultados mostrados na Tabela 4.7, mostrando que os grupos 02, 05, 06 e 08 são os que apresentaram maior potencial para economizar de energia.

Tabela 4.7 – Potencial de conservação de diferentes grupos de condicionadores de ar do IFS – Campus Lagarto

Grupos	Consumo Atual (kWh/mês x h ⁻¹)	Consumo Projetado (kWh/mês x h ⁻¹)	Percentual de Conservação
Grupo 01	15,70	13,90	11,46%
Grupo 02	54,60	34,80	36,26%
Grupo 03	149,16	116,40	21,96%
Grupo 04	117,50	88,15	24,68%
Grupo 05	290,60	136,40	53,06%
Grupo 06	4769,60	3409,00	28,53%
Grupo 07	324,90	279,90	13,85%
Grupo 08	260,19	144,58	44,43%

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Além disso, outras medidas também são passíveis de serem implementadas no sistema atual, visando minimizar o consumo de energia e danos ao meio ambiente decorrentes de vazamentos de fluídos refrigerantes:

- Utilização de cabos PP em lugar dos fios isolados atualmente instalados;
- Evitar emendas nos cabos externos expostos ao tempo;
- Isolar corretamente a tubulação de cobre entre as unidades evaporadoras e condensadoras;
- Calcular a carga térmica dos ambientes utilizando critérios técnicos aceitos pela comunidade científica;
- Adquirir unicamente equipamentos certificados pelo Inmetro, nível A, com tecnologia inverter e compressores do tipo *Scrool*;
- Verificar se o gás refrigerante em todos os equipamentos é do tipo ecológico, a exemplo do R-410A e o R-407C e, caso não sejam, tomar providências no sentido de evitar vazamentos;
- Sombrear todas as unidades condensadoras, principalmente às que ficam expostas ao Sol das paredes Norte, Noroeste e Sudoeste;
- Prevenir vazamentos e reparar qualquer fuga o quanto antes;

- Organizar a recuperação adequada do refrigerante por pessoal certificado durante as operações de manutenção e disposição;
- Realizar avaliações regulares para verificação de vazamentos por pessoal competente e certificado. Prática esta recomendada pelo Brasil (2015f);
- Manter registros de refrigerantes e de manutenção;
- Etiquetar os equipamentos contendo gases fluorados.

Além disso, Moraes (2013) analisou o emprego da automação em condicionadores de ar utilizados em salas de aulas visando o uso racional da energia elétrica e deixou claro que o emprego da automatização em condicionadores de ar é importante, pois se trata de aparelhos, em geral, com maior consumo dentro de uma edificação. Se a carga térmica de pico da edificação for superior a 350 kW (100TR), Lamberts et al. (2016) recomendam que o sistema de condicionamento de ar deverá ser central, exceto se comprovado que os sistemas individuais apresentam menor consumo.

Como o IFS – Campus Lagarto apresenta carga térmica instalada em mais do que o dobro desse valor, deveria considerar a instalação de um sistema desse tipo. Como esta situação não foi objeto de avaliação pelo presente trabalho, é colocado como sugestão de estudo de caso para trabalhos futuros. Neste caso deve-se apresentar o memorial de cálculo de simultaneidade, comprovando o menor consumo dos sistemas individuais. Esse cálculo consiste na demonstração de todas as cargas dos aparelhos de condicionamento de ar utilizados.

Pelo exposto, é notório que o Brasil se beneficiaria de níveis mínimos de eficiência energética mais restritivos para sistemas de condicionamento de ar, pois o conhecimento da indústria sobre a tecnologia permitiria isto (PESSOA; GHISI, 2015; CREDER, 2015). O custo de implementação de sistemas mais eficientes seria mais vantajoso, tanto para o Estado quanto para o consumidor final, do que o custo da energia em excesso usada por produtos ineficientes. Além disso, o consumo de energia elétrica com sistemas de condicionamento de ar é expressivo, o que justifica atenção diferenciada a ser dispensada a este problema. A dificuldade em se comercializar sistemas de condicionamento de ar mais eficientes não é tecnológica, mas sim tornar estes produtos competitivos no mercado desde a fabricação até a compra pelo consumidor final, uma vez que, o consumo de energia das edificações está relacionado aos ganhos ou perdas de calor pela envoltória das mesmas. Quando associados à carga interna gerada pela ocupação, uso de equipamentos e pela iluminação artificial resultam

no consumo dos sistemas de condicionamento de ar, além dos próprios sistemas de iluminação e equipamentos (ABNT, 2005a, 2005b, 2005c, 2005d, 2005e).

A última revisão dos índices mínimos foi feita em janeiro de 2016 e a partir disto, a cada quatro anos. Pode-se dizer que o plano de metas é pouco restritivo. A média de sistemas de condicionamento de ar avaliados pelo Inmetro no Brasil é de 2,86 W/W. Shan et al. (2013) apud Pessoa e Ghisi (2015) estimaram que a relação entre o custo benefício se mantém positiva para o consumidor final, no Brasil se sistemas de condicionamento de ar tiverem o EER de até 5,67 W/W. Isto significa que o custo da energia economizada ao final da vida útil do produto seria igual ao diferencial de custo pago pelo produto mais eficiente. No entanto, sistemas de condicionamento de ar do tipo *split* precisam ter, atualmente no Brasil, eficiência de apenas 3,24 W/W para serem classificados na faixa A pelo Inmetro, o que significa eficiências maiores muito distantes de serem estimuladas.

Durante a coleta de dados, detectou-se uma grande quantidade de equipamentos que utilizam o gás refrigerante R-22. O Protocolo de *Montreal* estabelece que os países desenvolvidos e subdesenvolvidos devam eliminar mais de 99% de todas as substâncias controladas por ele (LAGE; AMORIM; ZANETTE, 2011). Os autores esclarecem que, embora os Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) tenham sido usados desde os anos 1930 devido ao seu Potencial de Destruição de Ozônio (PDO) relativamente baixo, eles não foram em princípio incluídos nos controles para eliminação de Substâncias Destruidoras de Ozônio (SDOs). HCFCs foram usados em misturas com outros compostos químicos para permitir a substituição de CFCs.

No entanto, considerava-se que HCFCs eram substâncias transitórias, devido ao fato de que sua produção e consumo também seriam eliminados gradualmente sob o Protocolo de *Montreal*. Embora tendo PDO consideravelmente mais baixo que os CFCs, muitos HCFCs têm alto *Global Warming Potential* (GWP), de mais de 2000 vezes que o dióxido de carbono (CO₂). Em 2006 a produção global de HCFC era de 34.400 toneladas de PDO e, aproximadamente 75% do seu uso global se encontrava nos setores de condicionamento de ar e de refrigeração. O principal HCFC utilizado é o R-22 ou Diclorodifluormetano.

Não é possível substituir diretamente e sem custos adicionais os fluídos refrigerantes como o R-22 pelo gás ecológico R-410a sem comprometer o bom funcionamento dos sistemas. Os fluidos são totalmente diferentes entre si, a pressão é outra, o óleo do compressor é distinto, então não se pode simplesmente retirá-lo e colocar o R-410a (TOTALINE, 2016). Caso a intenção seja a alteração desse gás é mais um motivo para o IFS - Campus Lagarto realizar a substituição do seu sistema de condicionamento de ar. Há empresas que fornecem

gás refrigerante alternativo ao R-22, a exemplo da Danfoss (2016), mas estas não oferecem garantia de bom funcionamento após o *retrofit* do gás refrigerante.

4.3. INVENTÁRIO DE EMISSÕES POR CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

O presente subtópico tem por função apresentar os resultados do inventário e discutí-los, além de explicar os motivos que levaram aos desfechos observados e as suas implicações.

4.3.1. CÁLCULO DAS EMISSÕES

A estimativa do inventário de emissões pelo consumo de eletricidade dos anos do período de 2010 a 2015 foram executados de acordo com a metodologia *GHG Protocol*, detalhada nos Itens 2.4 e 3.3 da presente pesquisa e utilizando-se a Equação 3.9. Os fatores de emissões aqui usados foram fornecidos pelo MCTI, como apresentados na Tabela 3.3. No período considerado, o IFS – Campus Lagarto registrou o consumo de 1.380.906 kWh de energia elétrica, incorrendo em 142,181 tCO₂ de emissões. Os resultados detalhados são exibidos na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Emissões de tCO₂/ano pelo IFS – Campus Lagarto de 2010 a 2015.

MÊS	ANOS											
	2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	C _m (kWh)	tCO ₂	C _m (kWh)	tCO ₂	C _m (kWh)	tCO ₂	C _m (kWh)	tCO ₂	C _m (kWh)	tCO ₂	C _m (kWh)	tCO ₂
Jan	16200	0,342	19080	0,500	28800	0,847	28080	3,232	23760	2,165	26280	3,351
Fev	15840	0,444	22320	0,643	21240	0,684	28800	3,139	37080	4,335	36000	4,756
Mar	28080	0,682	28080	0,584	17640	0,714	35640	3,496	29880	3,699	36360	4,978
Abr	26640	0,634	26220	0,519	22320	1,433	34560	3,314	18000	2,358	31320	4,075
Mai	27000	0,921	25920	0,700	20160	1,250	20160	2,320	18360	2,611	18000	2,264
Jun	20880	1,057	20160	0,687	12960	0,677	24840	2,680	13680	1,970	19440	2,733
Jul	18720	0,814	15480	0,477	12240	0,482	24480	2,051	17280	2,530	16920	2,066
Ago	21960	1,700	15480	0,466	12600	0,580	24480	2,039	23040	3,636	11520	1,363
Set	22320	2,024	11520	0,314	18720	1,466	28800	2,419	25920	3,709	12960	1,577
Out	24120	1,971	20160	0,706	26280	2,586	20880	1,735	26640	3,764	14400	1,699
Nov	25200	2,190	23400	0,833	25200	3,142	27720	2,578	21960	3,325	27000	3,043
Dez	25920	1,379	23760	0,829	28440	3,322	29160	2,452	26640	3,644	23040	2,477
TOT.	272880	14,157	251580	7,258	246600	17,182	327600	31,458	282240	37,745	273240	34,381

Fonte: Resultados da pesquisa.

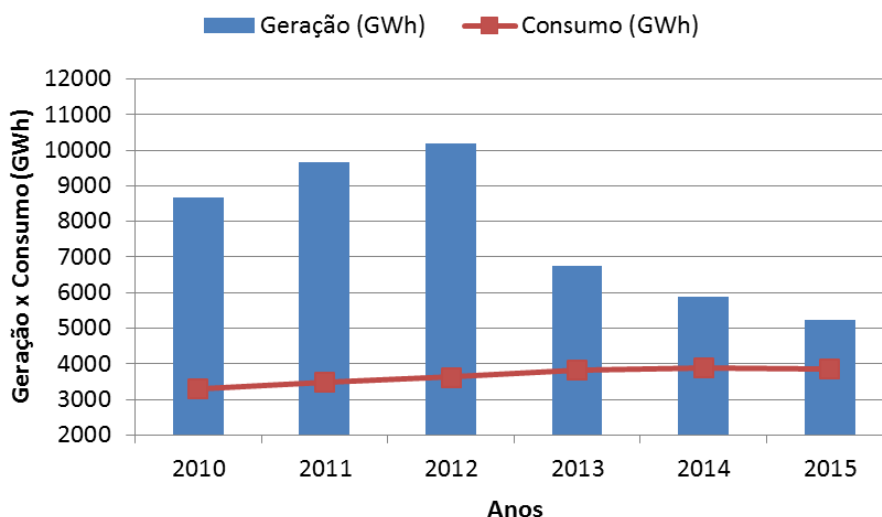
Para melhor visualização, os dados da Tabela 4.8 foram plotados no Gráfico 4.3, onde se pode ver o comportamento das emissões de GEEs em função do consumo anual. Como se pode notar, no período de 2011 a 2014, as emissões cresceram a uma taxa média de 40% ao ano. Ao mesmo tempo, o consumo de energia se manteve relativamente estável, exceto em 2013, uma vez que houve greves nos anos de 2012 (96 dias), 2014 (62 dias) e 2015 (120 dias). A paralisação de 2012 teve a peculiaridade da aderência dos técnicos administrativos e dos docentes, fato este que não aconteceu nas de 2014 e 2015 onde somente os professores concordaram em protestar – o que explica o consumo maior de energia nesses anos.

Gráfico 4.3 – Emissões de GEEs provenientes do consumo de eletricidade pelo IFS – Campus Lagarto (tCO₂e).

Fonte: Resultados da pesquisa.

O Gráfico 4.4 mostra a relação entre a energia gerada e consumida pelo estado de Sergipe. De 2010 a 2012, houve aumento significativo na geração, todavia, no período de 2013 a 2015 aconteceu o caminho inverso: uma queda significativa. Enquanto a geração de energia elétrica pelo estado de Sergipe diminuiu o consumo aumentou, mas o estado se manteve autossuficiente na geração de energia elétrica em razão do baixo crescimento do consumo. A queda na produção de energia elétrica se deu como consequência das condições hidrológicas desfavoráveis em razão da geração ser, na sua quase totalidade, hidroelétrica.

Gráfico 4.4 – Geração x consumo de energia elétrica pelo estado de Sergipe.

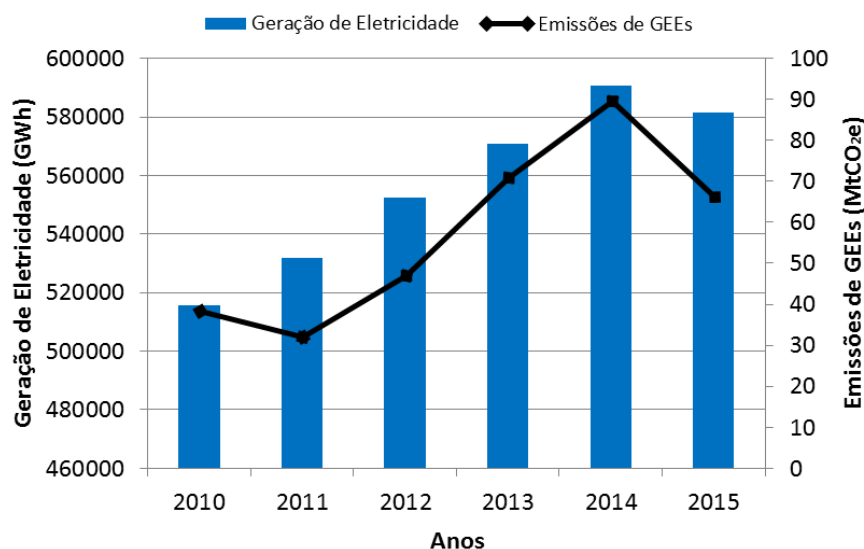


Fonte: Brasil (2013d, 2015a, 2015d, 2016b, 2016c) - Adaptado.

No Brasil, em razão da falta de chuvas, houve diminuição significativa na geração de hidroeletricidade entre 2011 e 2015. Com isso, tornou-se necessário ativar as termelétricas o

que fez elevar a efusão nesse período e, como consequência, houve aumento no lançamento de GEEs de 2011 a 2014. No que tange às emissões oriundas das usinas que compõem o SIN – despachadas de forma centralizada pelo ONS – observou-se crescimento de 34,4% no ano de 2014 em relação aos níveis de 2013 (BRASIL, 2015a). O Gráfico 4.5 mostra as emissões de GEEs no Brasil em função da geração de energia elétrica.

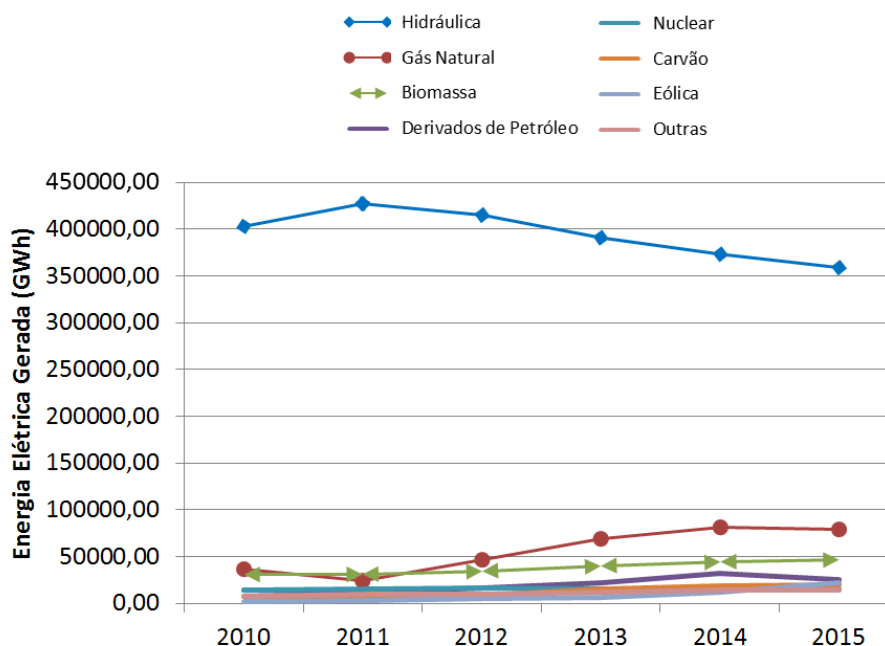
Gráfico 4.5 – Emissões de GEEs no Brasil em função da geração de energia elétrica.



Fonte: Brasil (2015a, 2015d, 2016c) - Adaptado.

Considerando somente o fato de o Brasil ter fontes primárias de geração de eletricidade predominantemente hidrológicas, permaneceu na liderança entre os países com maior participação das fontes renováveis em sua matriz e, consequentemente, baixos níveis de emissões o que muito contribui para o país se configurar como de baixo índice de emissão de GEEs (BRASIL, 2015a; FERREIRA et al., 2014). As fontes primárias que mais tiveram o seu uso aumentado na matriz energética brasileira foram o gás natural, a biomassa e a eólica. Assim, como mostra o Gráfico 4.6, as energias solar, eólica e da biomassa têm o seu uso crescente, mas ainda incipiente, considerando o grande potencial para a geração de energias renováveis que o país possui (BRASIL, 2015a, 2015d, 2016c).

Gráfico 4.6 – Geração de eletricidade por tipo de fonte primária no Brasil.



Fonte: Brasil (2015a, 2015d, 2016c) - Adaptado.

Contudo, uma pesquisa realizada por Kemenes (2006) que mediu e estimou as emissões de quatro usinas hidrelétricas da Amazônia, transformou-as em vilãs do aquecimento global. De acordo com os números apresentados pelo autor, todas as quatro usinas pesquisadas emitem mais GEEs do que termelétricas de mesma potência. A hidrelétrica de Balbina, no rio Uatumã, está emitindo cerca de 10 vezes mais que uma termelétrica movida a carvão mineral, considerado hoje o combustível mais poluente. Nesta hidrelétrica, além dos elevados índices de emissão, há um baixo aproveitamento energético.

Em outro cálculo demonstrado no mesmo trabalho, que considera a potência gerada pela área do lago, Balbina também fica a dever. Embora tenha alagado 2.600 quilômetros quadrados de floresta, a hidrelétrica tem uma produção energética pequena, de meros 250 MW. São vários os fatores que levam as hidrelétricas tropicais a emitirem GEEs em grande quantidade. As áreas alagadas são muito grandes e profundas, construídas sobre uma área florestal e sob a influência do clima amazônico são propensas a problemas desse tipo. Devido à estabilidade climática da Amazônia, são formados estratos térmicos nas diferentes profundidades do lago, assim, em temperaturas distintas, cada estrato possui diferentes concentrações de gases, entre eles, o oxigênio (KEMENES, 2006).

No fundo do lago, todo o oxigênio é consumido pelas atividades biológicas, mas não é repostado, formando um estrato anóxico (sem oxigênio). Além disso, há grande quantidade de matéria orgânica deixada pelo não-desmatamento da antiga floresta existente na área do lago.

A soma desses fatores favorece a ação metabólica de bactérias anaeróbicas, que produzirão altas taxas de CH_4 e CO_2 , os dois principais GEEs. Além disso, a profundidade provoca outro fenômeno físico - a pressão hidrostática - que mantém os gases aprisionados no fundo do lago. Logo, as emissões em lagos de hidrelétricas estão relacionadas com a natureza limnológica, particularmente, ao grau de eutrofização inerente a cada reservatório e que deveriam entrar no cálculo dos fatores de emissão da geração de energia elétrica (FURTADO, 2001; MÄNNICH, 2013).

4.3.2. PROPOSTAS DE MITIGAÇÃO

A neutralização do CO_2 emitido nada mais é do que a sua retirada da atmosfera e a conversão deste em biomassa pela reação de fotossíntese. De acordo com Santos et al. (2010), o intenso crescimento da biomassa viva acima do solo ocorre até aos 20 anos de idade. Assim, durante a vida da planta, essa reação química permite o crescimento das árvores e o acúmulo de biomassa através da absorção de CO_2 e liberação de oxigênio (O_2) na atmosfera, fixando o carbono (C) nos troncos, galhos, folhas e raízes. Este carbono fica aprisionado ali até a morte natural da árvore ou até que seja cortada e queimada. Em uma árvore adulta aproximadamente 50% de sua matéria é biomassa, a outra metade é água. Esta relação está vinculada a densidade da madeira. Árvores de madeira mole crescem mais rápido, morrem mais rápido e possuem densidade menor que as árvores de madeira mais densa que crescem mais devagar por mais tempo e absorvem mais carbono, acumulando maior biomassa (SANTOS et al., 2010; YABUSHITA, 2013).

O cálculo do número de mudas de árvores nativas da mata Atlântica necessárias para neutralizar as emissões de 142,181 t CO_2 e do IFS - Campus Lagarto, referente ao período de 2010 a 2015, considerou um período de 20 anos contados a partir do ano de plantio. Dessa forma a quantidade mínima de mudas que a instituição deveria plantar e manter durante duas décadas deveria ser de 1.109, de acordo com a recomendação de Yabushita (2013). Caso se utilize as sugestões de Lacerda et al (2009) de plantar 7,14 árvores nativas da mata Atlântica por t CO_2 e em 20 anos, a instituição teria que cultivar 1.218 árvores. Por quaisquer das duas metodologias de cálculo acima citadas, nota-se que a quantidade de árvores a ser mantida pelo estabelecimento de ensino atualmente é de 9,56% do valor calculado para a menor quantidade de mudas. Isto é muito inferior ao número realmente necessário.

Na metodologia proposta por Melara, Kaminski e Langer (2011) os especialistas chegaram ao consenso de que, para absorver uma tonelada de CO_2 da atmosfera em um prazo de 20 anos, na mata Atlântica, são necessárias 9,7 árvores em média (137% a mais do que é

comumente usado pelas empresas prestadoras desse serviço no Brasil). Os pesquisadores calcularam as emissões relativas ao consumo de 425.600 kWh de eletricidade pelo Campus I da Unoesc em Xanxerê/SC, durante o ano de 2009 que totalizaram 10,46 tCO₂e. Concluíram que o consumo de eletricidade é alto na instituição, porém, as emissões decorrentes desta atividade foram relativamente baixas no período considerado e propuseram o plantio de 102 árvores.

Levando-se em conta essa metodologia de cálculo, portanto, o IFS – Campus Lagarto deveria plantar e manter 1.655 árvores durante 20 anos, ou seja, a quantidade que mantém atualmente responde apenas por 6,40 % do recomendado. O número de árvores/ha recomendado por Agnesini (2012) para realizar o cálculo de neutralização foi de 1.667 árvores/ha, logo, a instituição deveria reservar 1 ha para tal. O Quadro 4.1 expõe um resumo das três metodologias apresentadas.

Quadro 4.1 – Resumo das metodologias de neutralização de CO₂e.

AUTORES	n/tCO ₂ e	Emissões IFS – Campus Lagarto (tCO ₂)	n	Árvores Existentes
Yabushita (2013)	6,5	142,181	1.109	106
Lacerda et al (2009)	7,14		1.218	
Melara, Kaminski e Langer (2011)	9,7		1.655	

Fonte: Autor.

Considerando que a instituição emitiu 142,181 tCO₂e, referentes à aquisição de energia elétrica no período de 2010 a 2015 e se quisesse neutralizá-los por meio do mercado de carbono com os valores do leilão considerado no item 3.3.3, deveria desembolsar a quantia de (€3,30/tCO₂e x R\$ 2,5868 x 142,181 tCO₂e) = R\$ 1.213,72. Na data em que este texto estava sendo escrito (20/10/2016), o preço do carbono futuro estava a €5,89/tCO₂ e o valor do Euro a R\$ 3,4316 o que faria o IFS – Campus Lagarto ter que desembolsar a quantia de R\$ 2.872,44 por meio deste mercado.

Brianezi et al (2014) reiteraram que as iniciativas de neutralização de carbono têm sido escassas nas universidades brasileiras, mas tais ações já vêm sendo incorporadas por algumas universidades no mundo. Segundo os autores, nos últimos quatro anos, 674 universidades e faculdades americanas têm como meta tornarem-se neutras para o clima, ou seja, estão propondo ações de redução de emissão de Dióxido de Carbono e de outros gases causadores da elevação das temperaturas globais. Ainda de acordo com os autores, dentre as universidades pesquisadas, 535 apresentaram inventários de emissão de GEEs e 320 elaboraram planos com detalhes de como e quando atingirão as metas de emissão nula. Desta

forma, é cada vez maior a exigência para que as instituições, organizações e prefeituras se adequem a um mercado direcionado às questões ambientais e as áreas verdes urbanas surgem como espaços potenciais para projetos de compensação de emissões de GEE.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vasta legislação brasileira para a gestão da eficiência energética e a sustentabilidade ambiental nos órgãos da administração federal direta, indireta, autárquica e fundacional, na avaliação de Cogo (2011), não tem sido suficiente para evitar que haja incipiência na aplicação desses conceitos nos prédios públicos brasileiros. Com a aprovação de leis nesses dois campos do conhecimento a administração pública evidencia o interesse pelo desenvolvimento sustentável e questões relacionadas, mostrando que o tema entrou definitivamente na vida dos políticos. Contudo, o governo deve ir além do que estabelece a legislação ao que compete também à gestão adequada dos resíduos gerados no âmbito das suas instalações.

Observa-se que é essencial a capacitação dos órgãos para que, dentro da lei, possam fazer uso do seu poder como instrumento de fomento ao desenvolvimento sustentável. Cabe aos servidores exercerem o seu ofício de forma inovadora, atendendo as expectativas das partes interessadas, garantindo melhor desempenho e reputação, além de incorporar a sustentabilidade e a responsabilidade socioambiental ao seu cotidiano, posto que os recursos públicos utilizados de forma eficiente são um poderoso instrumento a favor da sustentabilidade tal como definida por Bellen (2006). A Constituição Federal do Brasil, em seu Art.º 225 estabelece que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2012c, p. 127).

Portanto, causar poluição que resulte em danos ao meio ambiente ou à saúde humana, seja pelo lançamento, processamento, armazenamento ou transporte de resíduos sólidos, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos, configura-se como crime ambiental pela Lei n.º 9.605/98, Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998b). Por esses motivos as lâmpadas que contêm mercúrio, após o uso, são classificadas como resíduos perigosos (Classe 1) pela ABNT (2004b). Diante disso, merecem cuidados especiais quanto aos procedimentos de manuseio (retirada/coleta), acondicionamento, transporte, armazenagem e destinação final em função das suas características peculiares e dos riscos que apresentam. Enquanto não houver legislação específica regulamentando a responsabilidade pela destinação final das lâmpadas que contêm mercúrio, após o uso, a responsabilidade por qualquer dano à saúde pública ou ao meio ambiente recai sobre o gerador final deste resíduo.

Foi detectado que o IFS – Campus Lagarto, na data de realização da presente pesquisa, lançava tais dispositivos elétricos no lixo comum. Portanto, recomenda-se que passe a reciclá-los e a substituir gradativamente as lâmpadas que contêm mercúrio por LED. O reaproveitamento é a opção ambientalmente mais adequada para o descarte de lâmpadas que contêm esse metal, após o seu uso. Na reciclagem das lâmpadas, o objetivo principal é a recuperação dos elementos nelas contidos para posterior reutilização, evitando a contaminação do solo. O alumínio, o vidro e o pó de fósforo podem ser reaproveitados tanto na construção de novas lâmpadas como na produção de outros produtos.

O restante do material descontaminado, que não puder ser reciclado, pode ser disposto em aterro de lixo comum, mas, como a instituição não dispõe de tecnologia para tal, recomenda-se que contrate uma empresa especializada para realizá-lo ou que faça adesão ao Acordo Setorial para implantação do Sistema de Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio, Mercúrio e de Luz Mista, visando garantir que a destinação final dos resíduos dessas lâmpadas seja feita de forma ambientalmente adequada e em conformidade com a legislação vigente.

Durante a fase de realização da pesquisa foi presenciada outra questão que mereceu atenção: é o fato da instituição ainda utilizar ostensivamente o gás R-22 no seu sistema de refrigeração. No *GHG Protocol*, essas emissões deveriam ser relatadas no Escopo 1, no item Emissões Fugitivas, o que não foi objeto do presente trabalho. Todavia, deve ser considerado o fato desse gás possuir grandes desvantagens para a natureza e para o homem. De acordo com as especificações técnicas fornecidas pela Totaline (2016), a substância é inflamável, perigosa para o ambiente, principalmente para a camada de ozônio e por contribuir para a formação do efeito estufa. Além disso, em contato com a pele, pode gerar irritação e, se inalada, pode causar asfixia. Pelo perigo que ele apresenta à camada de ozônio e por seu poder de absorção de calor, seu uso deve ser reduzido. O descarte de fluidos refrigerantes na natureza é considerado crime ambiental e, por isso, o recolhimento e a reciclagem destes está crescendo cada vez mais. Máquinas de reciclagem de fluidos refrigerantes coletam esse material e o encaminham para um centro regional de regeneração, onde é filtrado e tratado para retirada das impurezas.

Pelo Decreto n.º 99.656 de 26 de outubro de 1990 (BRASIL, 1990), os estabelecimentos pertencentes a órgão ou entidade da administração federal, incluindo empresas públicas, que apresentem consumo anual de energia elétrica superior a 600.000 kWh, devem instituir uma CICE. Uma vez que a média anual de consumo do Campus Lagarto no período de 2010 a 2015 foi de 275.690 kWh, não é o maior Campus e considerando que a

administração do IFS é centralizada na reitoria, responsável pelo gerenciamento de oito Campi, não criou esta comissão responsável pela elaboração, implantação e acompanhamento dos programas de conservação de energia e divulgação dos seus resultados. A sua inexistência e falta de atuação levou a edificação em análise a uma situação delicada na questão do seu gerenciamento energético.

Para que uma edificação pública seja classificada quanto à eficiência energética, o RTQ-C estabelece que:

Os edifícios submetidos a este RTQ devem atender às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes e aplicáveis e que este, os organismos de inspeção acreditados e o Inmetro se eximem dos problemas que porventura possam ser causados à edificação pela não observância das normas da ABNT, que são de exclusiva atribuição do projetista (BRASIL, 2010c, p. 13).

Desta forma, fica evidente que a instituição necessita fazer um *retrofit* tanto do seu sistema de climatização quanto de iluminação para se adequar às normas vigentes da ABNT. O trabalho de Bavaresco et al. (2014) mostrou que aplicar conceitos de eficiência energética, apesar de parecer algo muito distante da realidade, nem sempre implica em acréscimo de custo. Pelo contrário, os pesquisadores provaram que a edificação pública por eles estudada e considerada bastante ineficiente (nível “D”) poderia ter custado 1% menos e apresentado nível máximo de eficiência (nível “A”). Adicionalmente, os resultados mostraram que elevar o nível de eficiência da edificação de “D” para “A”, após a construção, custaria 6,10% do valor do edifício. A principal razão para os resultados encontrados por eles estava no superdimensionamento dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar. No caso do IFS Campus Lagarto o sistema de iluminação está subdimensionado e o sistema de condicionamento de ar foi instalado sem o cálculo prévio da carga térmica dos ambientes, resultando em alguns equipamentos sobredimensionados e outros, subdimensionados.

Assim, apesar do governo federal ter editado a IN n.º 002/SLTI/2014 (BRASIL, 2014a) que dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela administração pública direta, autárquica e fundacional, e uso da ENCE nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam *retrofit*, esse assunto precisa se estender para a obrigatoriedade do uso dessa certificação a nível estadual, municipal e distrital. É necessário, portanto, que a Lei n.º 8.666, de 21 de junho de 1993, ao regulamentar o Art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal e que institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências, Brasil (1993b), torne compulsória a obtenção dessa certificação a nível nacional como pré-requisito à liberação das licitações e aprovação das obras pelos órgãos fiscalizadores em todas as esferas

de governo e aplicáveis a todas as edificações públicas novas ou que venham a receber *retrofit*.

De fato, esta pesquisa confirma a assertiva de Oliveira (2013) quando constatou que reduções de até 40% no consumo de energia elétrica são possíveis de serem alcançadas com bons projetos de eficiência energética e a obrigatoriedade da certificação dos prédios públicos. Após a verificação dos requisitos do sistema de iluminação, a edificação recebeu a classificação C. Foi simulada a substituição das lâmpadas fluorescentes por LED e encontrou-se um significativo PCE de 39,90% e que se constatou suficiente para iluminar completamente todo o prédio gastando apenas 1,01% mais energia do que atualmente é despendido com as lâmpadas operantes. Com relação ao sistema de condicionamento de ar, foram avaliados todos os ambientes climatizados no IFS - Campus Lagarto e encontradas 91 unidades, distribuídas em três tipos: janela, *split* piso-teto e *split Hi-wall*. Desse total, 73 equipamentos são de nível de classificação D, sendo esta também a conjuntura geral do sistema. Ao se calcular o PCE, chegou-se ao número de 29,30%, sendo que, em alguns equipamentos, a simples substituição pode gerar economia de 53,06%.

Embora proporcionem grandes economias de energia elétrica, Alvarez (1998) esclarece que algumas medidas de uso racional e eficiente podem não ser economicamente viáveis. Todo proprietário ou administrador, por mais que esteja preocupado com questões ambientais e de preservação de recursos naturais, deseja, muitas vezes, garantir o retorno de capital ou justificar o investimento ao implementar medidas de uso racional e eficiente de energia elétrica. Portanto, qualquer ação que promova a racionalização e a eficiência do uso de energia elétrica deve ser analisada também do ponto de vista econômico.

Nesse caso, além da viabilidade, a prioridade de cada ação também pode ser determinada pela análise econômica das alternativas consideradas. Existem diversas formas de analisar a atratividade econômica de investimentos. Para o caso de medidas de uso racional e eficiente de energia elétrica, Alvarez (1998), sugere os indicadores tempo de retorno, equivalentes uniformes anuais e custo da energia conservada. Há uma grande quantidade de indicadores para análise econômica de investimentos disponíveis em várias publicações, como em Neto (1992, 1997), Carvalho (2002) e Eletrobrás et al. (2008). O presente trabalho não se debruçou sobre esse assunto, deixando-o como sugestão para futuras pesquisas.

Já na parte referente às emissões por aquisição de energia elétrica o maior problema da neutralização de CO₂ é que a mesma esbarra nas metodologias de cálculo da quantidade de árvores que precisam ser plantadas para sequestrar uma tonelada de carbono e que pode variar muito entre os pesquisadores. Essa discrepância se deve à falta de técnica única para estimar a

captura de carbono por espécies tropicais. Uma vez que o Brasil é signatário dos protocolos de *Quioto* e de *Montreal*, deve dar o exemplo no campo tanto da eficiência energética quanto da fixação de carbono a começar pelas instituições públicas. Isto é de grande interesse tanto do ponto de vista da sustentabilidade ambiental quando da eficiência do gasto público na medida em que, a exemplo do IFS – Campus Lagarto há necessidade de projetos de fixação do carbono oriundo das suas atividades. Além disso, há potencial para economia de recursos financeiros referentes à diminuição da demanda de energia elétrica, além do potencial evitado de emissões devido à substituição de equipamentos ineficientes e defasados tecnologicamente.

Ainda em relação às emissões oriundas da aquisição de energia elétrica no período de 2010 a 2015, o IFS – Campus Lagarto registrou o consumo de 1,38 MWh de energia elétrica no período considerado, incorrendo em 142,181 tCO₂ de emissões. Foram identificadas 106 árvores plantadas na instituição, sendo que o quantitativo mínimo recomendável para a neutralização destas é de 1.655 árvores. Recomenda-se, portanto, que a instituição realize um inventário completo das suas emissões de GEEs e plante um bosque ou uma reserva florestal fora do Campus a fim de neutralizar as suas emissões e utilizá-lo em pesquisas e/ou estudos científicos. Também é sugerido ao estabelecimento de ensino que crie um Projeto de Educação Ambiental local e permanente visando à redução do desperdício no consumo de energia elétrica e adoção de práticas ambientalmente sustentáveis.

Considerando o exposto e também a conjuntura política e econômica vivenciada pelo Brasil no período em que este trabalho estava sendo desenvolvido e o fato de que esse assunto é de interesse social e acadêmico, além de importante para o gerenciamento adequado das emissões de GEEs na instituição, uma vez que a mesma não é responsável somente pelas decorrentes da compra e utilização da energia elétrica, o GHG Protocol (2010) estabelece várias outras, dentre as quais: consumo de combustíveis por veículos oficiais, consumo de GLP, transporte dos alunos e funcionários que acessam diariamente o Campus, resíduos sólidos, esgoto sanitário e viagens dos funcionários a serviço. O autor detectou a presença de todas estas outras emissões anteriormente citadas na instituição e que há necessidade de contabilização e neutralização.

REFERÊNCIAS

- ABNT. *Guia de Implementação: gestão de emissões e remoções de gases de efeito estufa (ABNT NBR/ISO 14064)*. Rio de Janeiro, RJ: ABNT/Sebrae, 2015b. Disponível em: <<http://abnt.org.br/paginampe/biblioteca/files/upload/anexos/pdf/4ee5b810af4a3aee073ab89f0a573a1a.pdf>>. Acesso em 14 dez. 2015.
- _____. *Guia Metodológico Para a Realização de Inventários em Emissões de Gases de Efeito Estufa*. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: ABNT/BID, 2013a.
- _____. NBR 5.410/2004 (Versão Corrigida: 2008). *Instalações Elétricas de Baixa Tensão*. Rio de Janeiro, RJ: 2004a.
- _____. NBR 5.858/1983. *Condicionadores de ar domésticos*. Rio de Janeiro, RJ: 1983.
- _____. NBR 9.050/2015. *Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos*. Rio de Janeiro, RJ: 2015a.
- _____. NBR 10.004/2004. *Resíduos Sólidos: classificação*. Rio de Janeiro, RJ: 2004b.
- _____. NBR/ISO 50.001/2011. *Sistemas de Gestão da Energia (SGE)*. Rio de Janeiro, RJ: 2011.
- _____. NBR ISO/CIE 8.995-1. *Iluminação de Ambientes de Trabalho - Parte 1: interiores*. Rio de Janeiro, RJ: 2013b.
- _____. NBR/ISO 14.064-1/2007. *Gases de efeito estufa. Parte 1: Especificação e orientação às organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa*. Rio de Janeiro, RJ: 2007a.
- _____. NBR/ISO 14.064-2/2007. *Gases de efeito estufa. Parte 2: Especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa*. Rio de Janeiro, RJ: 2007b.
- _____. NBR/ISO 14.064-3/2007. *Gases de efeito estufa. Parte 3: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa*. Rio de Janeiro, RJ: 2007c.
- _____. ISO/TR 14.069:2015. *Gases de efeito estufa - Quantificação e elaboração de relatórios de emissões de gases de efeito estufa para as organizações - Orientação para a aplicação da ABNT NBR ISO 14.064-1*. Rio de Janeiro, RJ: 2015c.
- _____. NBR 15.220-1/2005. *Desempenho térmico de edificações - Parte 1: definições, símbolos e unidades*. Rio de Janeiro, RJ: 2005a.

_____. NBR 15.220-2/2005 (Versão Corrigida: 2008). **Desempenho térmico de edificações - Parte 2: método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. Rio de Janeiro, RJ: 2005b.

_____. NBR 15.220-3/2005. **Desempenho térmico de edificações - Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, RJ: 2005c.

_____. NBR 15.220-4/2005. **Desempenho térmico de edificações - Parte 4: medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida**. Rio de Janeiro, RJ: 2005d.

_____. NBR 15.220-5/2005. **Desempenho térmico de edificações - Parte 5: medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico**. Rio de Janeiro, RJ: 2005e.

_____. NBR 16.401-1/2008. **Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 1: Projetos das instalações**. Rio de Janeiro, RJ: 2008a.

_____. NBR 16.401-2/2008. **Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 2: Parâmetros de conforto térmico**. Rio de Janeiro, RJ: 2008b.

_____. NBR 16.401-3/2008. **Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 3: Qualidade do ar interior**. Rio de Janeiro, RJ: 2008c.

AGNESINI, Marília. **Estudo da Neutralização da Emissão de Gases do Efeito Estufa na Escola de Engenharia de Lorena**. 2012. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, SP, 2012.

ALBRECHT, Alain; KANDJI, Serigne. **Carbon Sequestration in Tropical Agroforestry Systems**. Agric. Ecosyst. Environ. 2003. v. 99, n. 01-03, pp. 15-27. ISSN: 0167-8809.

ALFREDO, José. **Análise crítica da Norma Brasileira ABNT NBR 16401-1 (Instalações de Ar Condicionado - Sistemas Centrais e Unitários parte 1 - Projeto das Instalações), 16401-2 (Parâmetros de Conforto Térmico) e 16401-3 (Qualidade do Ar Interior)**. 2011. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, 2011.

ALVAREZ, André. **Uso Racional e Eficiente da Energia Elétrica: metodologia para a determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares**. 1998. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 1998.

ANEEL. **Direitos e Deveres do Consumidor de Energia Elétrica: folder contendo coleção de perguntas e respostas**. 2010. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/folder_perguntas%20e%20respostas_414_final.pdf. Acesso em: 08 fev. 2016.

_____. **Resolução Normativa 414/2010: atualizada até a Resolução Normativa n.º 670 de 14 de julho de 2015.** Brasília (DF): Aneel, 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/REN2010414_Texto_Atualizado_Compacto%28rev_670_2015%29.pdf>. Acesso em: 25 set, 2016.

AQUA. **Guia Prático do Referencial da Qualidade Ambiental do Edifício: edifícios Não residenciais.** Disponível em: <[http://vanzolini.org.br/download/Guia_Pratico_Referencial_Avaliacao_Qualidade_Ambient al_Edif%C3%ADcio.pdf](http://vanzolini.org.br/download/Guia_Pratico_Referencial_Avaliacao_Qualidade_Ambiental_Edif%C3%ADcio.pdf)>. 2014. Acesso em: 08 fev. 2016.

_____. **Referencial Técnico de Certificação AQUA/HQE: Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) para edifícios em construção.** Disponível em: <<http://vanzolini.org.br/download/RT-Escritorios%20e%20Edif%C3%ADcios%20escolares-V0-outubro2007.pdf>>. 2007. Acesso em: 08 fev. 2016.

ARAÚJO, Antônio. **Como Comercializar Créditos de Carbono.** 6. ed. São Paulo, SP: Trevisan Editora, 2006.

ASHRAE. Standard 90.1/2007. **Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.** Atlanta, GA (USA): 2007.

BADIRU, Adedeji; AYENI, Babatunde. **Practitioner's Guide to Quality and Process Improvement.** London (UK): Chapman & Hall, 1993.

BARBOSA, Gisele. **O Desafio do Desenvolvimento Sustentável.** Revista Visões. 2008. 4. ed. v. 01, n. 04, jan/jun, pp. 01-11. e-ISSN: 1983-2575.

BAVARESCO, Mateus et al. **Classificação da Eficiência Energética de Uma Edificação Pública em Sinop-MT e Propostas de Adequação.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. 2014. v. 18, n. 3, set/dez, pp.1124-1136. e-ISSN: 2236-1170.

BELLEN, Hans. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa.** 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: FGV, 2006.

BENAVIDES, José. **A Auditoria Energética Como Ferramenta Para o Aproveitamento do Potencial de Conservação da Energia: o caso das edificações do setor educacional.** 2014. 132f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. São Paulo, USP, 2014.

BM&FBOVESPA. **Edital de Leilão n.º 001/2012: leilão de venda de Reduções Certificadas de Emissão (RCE).** 2012. Disponível em: <<http://bvmf.bmfbovespa.com.br/pt-br/download/Edital-RCE-120612.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2016.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Comissão de Defesa do Consumidor, Meio Ambiente e Minorias. **Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: Agenda 21.** Brasília: 1995.

_____. Congresso Nacional. **Lei n.º 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da**

Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 de junho de 1993, Seção 01, n.º 116, pp. 8269-8281. 1993b.

_____. Congresso Nacional. **Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 de fevereiro de 1998, Seção 01, n.º 31, pp. 01-05. 1998b.

_____. Congresso Nacional. **Lei n.º 9.991, de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 de julho de 2000, Ano CXXXVIII, Seção 01, n.º 142, pp. 01-02. 2000a.

_____. Congresso Nacional. **Lei n.º 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de outubro de 2001, Seção 01, n.º 200, p. 01. 2001a.

_____. Congresso Nacional. **Lei n.º 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 de dezembro de 2008, Ano CXLV, Seção 01, n.º 253, pp. 01-03. 2008b.

_____. Câmara dos Deputados. **Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 de dezembro de 2009, Seção 01, n.º 248-A, pp. 109-110. 2009b.

_____. Congresso Nacional. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** 35. ed. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012c.

_____. Congresso Nacional. **Lei n.º 12.212, de 20 de janeiro de 2010. Dispõe sobre a Tarifa Social de Energia Elétrica; altera as Leis n.º 9.991, de 24 de julho de 2000, n.º 10.925, de 23 de julho de 2004, e n.º 10.438, de 26 de abril de 2002; e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 de janeiro de 2010, Seção 01, n.º 14, pp. 01-02. 2010f.

_____. Congresso Nacional. **Lei n.º 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso às informações previstas no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei n.º 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei n.º 11.111, de 05 de maio de 2005, e dispositivos da Lei n.º 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de novembro de 2011, Seção 01, n.º 221-A, pp. 01-04. 2011b.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil.** 2. ed. Brasília, DF: MCT, 2014b. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2016.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Fatores de Emissão de CO₂ para Utilizações que Necessitem do Fator Médio de Emissão do Sistema Interligado**

Nacional do Brasil, Como, por Exemplo, Inventários Corporativos. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/74694.html>>. Acesso em: 25 nov. 2015c.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Protocolo de Quioto.** 1998a. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0012/12425.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2015.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). **Portaria Inmetro n.º 17, de 16 de janeiro de 2012. Retifica os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) aprovados pela Portaria Inmetro n.º 372, de 17 de setembro de 2010.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 de janeiro de 2012, Seção 01, v. 149, n.º 12, pp. 53-54. 2012b.

_____. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). **Portaria Inmetro n.º 50, de 01 de fevereiro de 2013: aprova o aperfeiçoamento dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para a eficiência energética de edificações.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 06 de fevereiro de 2013, n.º 26, Seção 01, p. 87. 2013a.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). **Portaria Inmetro n.º 299 de 19 de junho de 2013. Aprova o aperfeiçoamento do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), aprovado pela Portaria Inmetro n.º 372/2010.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de junho de 2013, Seção 01, v. 149, n.º 151, pp. 79-80. 2013b.

_____. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). **Portaria Inmetro/MDIC n.º 410/2013: aprovou a revisão das classes de eficiência energética e o formato da ENCE para condicionadores de ar.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 de agosto de 2013, n.º 160, Seção 01, p. 39. 2013c.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). **Portaria Inmetro n.º 126, de 19 de março de 2014. Ajusta o Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), aprovado pela Portaria Inmetro n.º 372/2010.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 de março de 2014, Seção 01, v. 149, n.º 55, pp. 56-57. 2014c.

_____. Ministério de Minas e Energia (MME). **Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf): premissas e diretrizes básicas.** Brasília, DF: EPE, 2010a.

_____. Ministério de Minas e Energia (MME). **Manual do Pré-Diagnóstico Energético: autodiagnóstico na área de prédios públicos.** Rio de Janeiro, RJ: PROCEL EPP, 2010b.

_____. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). **Resolução Normativa n.º 414, de 09 de setembro de 2010: estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 de dezembro de 2010, n.º 177, Seção 01, pp. 115-136. 2010e.

_____. Ministério de Minas e Energia (MME). **Balanço Energético Nacional 2015: Ano base 2014**. Rio de Janeiro, RJ: EPE, 2015a.

_____. Ministério de Minas e Energia (MME). **Metodologia de Realização de Diagnóstico Energético: guia básico**. Brasília, DF: Eletrobrás/Procel, 2009a. 108 p.

_____. Ministério de Minas e Energia (MME). **Plano Nacional de Energia 2030: eficiência energética**. Brasília, DF: EPE, 2007.

_____. Ministério de Minas e Energia (MME). Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). **Resolução Normativa Aneel n.º 300, de 12 de fevereiro de 2008. Estabelece critérios para aplicação de recursos em Programas de Eficiência Energética, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 de fevereiro de 2008, Seção 01, v. 145, n.º 36, p. 53. 2008a.

_____. Ministério de Minas e Energia (MME). **Avaliação da Eficiência Energética para os próximos 10 anos (2012-2021)**. Rio de Janeiro, RJ: EPE, 2012a.

_____. Ministério de Minas e Energia. Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (EPE). **Balanço Energético Nacional 2013: ano base 2012**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: EPE, 2013d. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf>. Acesso em: 11 out. 2016.

_____. Ministério de Minas e Energia. Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015: ano base 2014**. 2015d. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202015.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2016.

_____. Ministério de Minas e Energia. Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (EPE). **Balanço Energético Nacional 2016: ano base 2015**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: EPE, 2016b. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2016.pdf>. Acesso em: 11 out. 2016.

_____. Ministério de Minas e Energia. Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016: ano base 2015**. 2016c. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202016.xls>>. Acesso em: 11 out. 2016.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). **Portaria n.º 372, de 17 de setembro de 2010: aprova a revisão dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ)**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 de setembro de 2010, Seção 01, n.º 182, p. 68. 2010c.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Construções Sustentáveis**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/item/10317-eixos-tem%C3%A1ticos-constru%C3%A7%C3%B5es-sustent%C3%A1veis>>. Acesso em: 08 fev. 2016a.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Acordo Setorial que institui o sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista nos termos da Lei n.º 12.305/2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 de março de 2015, Seção 03, Ano CLII, n.º 48, p. 150. 2015e.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs/PBH: treinamento e capacitação para boas práticas em sistemas de ar condicionado do tipo Split.** Brasília, DF: MMA, 2015f. Disponível em: <<http://www.boaspraticasrefrigeracao.com.br/upload/publicacao/publicacao-1194427635.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2016.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Instrução Normativa n.º 002, de 04 de junho de 2014: dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 de junho de 2014, Seção 01, n.º 106, p. 102. 2014a.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria n.º 598 de 07/12/2004: aprova a alteração do texto de atualização da Norma Regulamentadora n.º 10: segurança em instalações e serviços em eletricidade.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 de dezembro de 2004, n.º 235, Seção 01, pp. 74-77. 2004.

_____. Palácio do Planalto. **Brasil Anuncia Objetivo de Reduzir em 43% Emissões de Gases Estufa Até 2030.** 2015b. Disponível em: <<http://blog.planalto.gov.br/brasil-anuncia-objetivo-de-reduzir-em-43-emissoes-de-gases-estufa-ate-2030/>>. Acesso em: 07 fev. 2016.

_____. Palácio do Planalto. **Decreto Federal de 21 de Setembro de 1993. Dispõe sobre o Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 de setembro de 1993, Seção 01, n.º 181, p. 14117-14118. 1993a.

_____. Palácio do Planalto. **Decreto n.º 3.330, de 06 de janeiro de 2000. Dispõe sobre a redução do consumo de energia elétrica em prédios públicos da Administração Pública Federal, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 de janeiro de 2000, Seção 01, n.º 05, p. 26. 2000b.

_____. Palácio do Planalto. **Decreto n.º 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei n.º 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de dezembro de 2001, Seção 01, n.º 242, p. 05. 2001b.

_____. Palácio do Planalto. **Decreto n.º 4.131, de 14 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica no âmbito da Administração Pública Federal.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 de fevereiro de 2002, Seção 01, n.º 31, pp. 01-02. 2002.

_____. Palácio do Planalto. **Decreto n.º 7.390, de 09 de dezembro de 2010. Regulamenta os Arts. 6º, 11º e 12º da Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 de dezembro de 2010, Seção 01, n.º 236, pp. 04-05. 2010d.

_____. Palácio do Planalto. **Decreto n.º 99.656 de 26 de outubro de 1990. Dispõe sobre a criação, nos órgãos e entidades da Administração Federal direta e indireta, da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), nos casos que menciona, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 de outubro de 1990, Seção 01, n.º 207, pp. 20548-20549. 1990.

_____. Palácio do Planalto. **Portaria Interministerial MME/MCTI/MDIC, nº 1.007/2010, de 31 de dezembro de 2010. Aprova o Programa de Metas de Lâmpadas Fluorescentes Compactas.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 06 de janeiro de 2011, Seção 01, n.º 04, p. 44. 2011a.

BRASIL, Gutemberg; JUNIOR, Paulo; CARVALHO, João. **Inventários Corporativos de Gases de Efeito Estufa: métodos e usos.** Sistemas & Gestão. [online]. 2008, v.3, n. 1, p.15-26, jan./abr. de 2008.

BREEAM. **International Bespoke Process Guidance Note GN09.** Disponível em: <http://www.breeam.com/filelibrary/BREEAM%20International/KN5360_BREEAM_International_Bespoke_Process.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2016a.

_____. **Technical Manual of New Construction Non-Domestic Buildings.** 2012. Disponível em: <http://www.breeam.com/breeamGeneralPrint/breeam_non_dom_manual_3_0.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2016.

_____. **Technical Standards.** Disponível em: <<http://www.breeam.com/technical-standards>>. Acesso em: 08 fev. 2016b.

BRIANEZI, Daniel et al. **Balanço de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa no Campus da Universidade Federal de Viçosa.** Floresta Ambient. [online]. 2014, v. 21, n. 02, pp. 182-191. Epub Mar. 21, 2014. ISSN: 2179-8087. DOI: <<http://dx.doi.org/10.4322/floram.2014.017>>.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Nosso futuro comum: comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento.** 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: FGV, 1991.

BUENO, Cristiane; ROSSIGNOLO, João. **Análise dos sistemas de certificação ambiental de edifícios residenciais no contexto brasileiro.** Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. (Online), [S.l.], v. 17, n. 01, pp. 06-22, jul. 2013. ISSN: 1984-4506. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/risco/article/view/83022/86074>>. Acesso em: 08 fev. 2016. DOI: <[doi:http://dx.doi.org/10.11606/issn.1984-4506.v0i17p6-22](http://dx.doi.org/10.11606/issn.1984-4506.v0i17p6-22)>.

CAMPOS, Vicente. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-dia.** 9. ed. Belo Horizonte, MG: Indg Tecnologia e Serviços LTDA, 2014.

CARLO, Joyce; LAMBERTS, Roberto. **Parâmetros e Métodos Adotados no Regulamento de Etiquetagem da Eficiência Energética de Edifícios – Parte 1: método prescritivo**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 2, pp. 07-26, abr./jun. 2010. ISSN: 1678-8621.

CARMO, Ciríaca et al. **A Biomassa e Estoque de Carbono em Seringais Implantados na Zona da Mata de Minas Gerais**. in: Alvarenga, A.De P.; Carmo, C. A.F. De S. (Ed.) Sequestro de carbono: quantificação em seringais de cultivo e na vegetação natural. Viçosa, MG: UFMG/Embrapa Solos/EPAMIG, 2006. p. 77-109. 352p.

CARVALHO, João et al. **Potencial de Sequestro de Carbono em Diferentes Biomas do Brasil**. Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2010, v. 34, n. 2, pp. 277-290. ISSN: 0100-0683.

CARVALHO, Juracy. **Análise Econômica de Investimentos**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2002.

CARVALHO, Larissa. **Análise Crítica do Tema Resíduos no Método de Certificação AQUA**. 2014. 82 f. Monografia (Especialização em Construção Sustentável), Departamento Acadêmico da Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

CARVALHO, Paulo; BARCELLOS, Frederico. **Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM: Uma avaliação crítica**. 2014. Sustentabilidade em Debate. v. 5, n. 3, p. 222-244, set/dez. ISSN: 2179-9067.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais**. 14. ed. São Paulo, SP: Érica, 2006.

COGO, Giselle. **A Sustentabilidade na Administração Pública Federal: um desafio às organizações**. 2011. 36 f. Monografia (Especialização em Gestão Industrial) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Ponta Grossa, PR, 2011.

COTRIM, Ademaro. **Instalações Elétricas**. 5. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2008.

CREDER, Hélio. **Instalações de Ar Condicionado**. 6. ed. São Paulo, SP: LTC, 2015.

_____. **Instalações Elétricas**. 15. ed. São Paulo, SP: LTC, 2007.

CRUZ, Marcelo; JUNIOR, Ary (Orgs). **Guia Para a Eficiência Energética nas Edificações Públicas**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: MME/CEPEL, 2014.

DANFOSS. **Worldwide R22 Countdown**. Disponível em: <http://files.danfoss.com/technicalinfo/dila/RA/DKRAPE100A202_R22_Technical_paper.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

DEFRA. PAS 2.050/2011. **Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services**. London, UK: BSI, 2011. Disponível em: <<http://shop.bsigroup.com/upload/shop/download/pas/pas2050.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2016.

DEMING, William. **Qualidade: a revolução da administração**. 1. ed. São Paulo, SP: Marques Saraiva, 1990.

DGNB. **Referencial Técnico de Certificação Para Edificações Novas**. Disponível em: <www.dgnb-system.de/dgnb-system/en/>. 2012. Acesso em: 08 dez. 2016.

DIAS, Marilza et al. **Manual de Impactos Ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. 1. ed. Fortaleza, CE: Banco do Nordeste, 1999.

DRUMOND, Márcia; SOUZA, Rubem; MARTINS, Luciana. **Gestão Energética em Edificações Universitárias**. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL/X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo (SP). Anais ... São Paulo: 2004, IBEAS. Disponível em: <[ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP1197d.pdf](http://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP1197d.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2015.

ELETROBRÁS et al. **Análise Econômica de Investimento: guia básico**. Brasília, DF: IEL/NC, 2008.

_____. **Metodologia de Realização de Diagnóstico Energético: guia básico**. Brasília, DF: IEL/NC, 2009.

ENERGY STAR. **ENERGY STAR® Program Requirements for Computers**. Disponível em: <https://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/revisions/downloads/computer/Version5.0_Computer_Spec.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2016a.

_____. **Save Energy in Commercial Building**. Disponível em: <<https://www.energystar.gov/buildings/facility-owners-and-managers/existing-buildings/save-energy>>. Acesso em 20 abr. 2016b.

_____. **National Program Requirements ENERGY STAR Certified Homes**. Disponível em: <https://www.energystar.gov/ia/partners/bldrs_lenders_raters/downloads/ES%20NPR%20v84%202015-12-09_clean_508.pdf?7eb1-f267>. Acesso em: 23 out. 2016c.

_____. **ENERGY STAR Certified Homes, Version 3 Cost & Savings Estimates**. Disponível em: <https://www.energystar.gov/ia/partners/bldrs_lenders_raters/downloads/EstimatedCostandSavings.pdf?1f84-602f>. Acesso em: 23 out. 2016d.

ESPÍNDOLA, Michely; ARRUDA, Dayana. **Desenvolvimento Sustentável no Modo de Produção Capitalista**. Revista Visões. 2008. 4. ed. v. 01, n. 04, jan/jun, pp. 01-11. e-ISSN: 1983-2575.

FERREIRA, André. **Iluminação de Estado Sólido: economia potencial de energia elétrica para o País**. 2014. 95 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do ABC, Santo André, SP, 2014a.

FERREIRA, André et al. **Análise da evolução das emissões de GEE no Brasil (1990-2012): setor de energia**. Instituto de Energia e Meio Ambiente (Iema). São Paulo, SP: Observatório

do Clima, 2014. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_gvces/arquivos/304/SEEG_Energia.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2015.

FERREIRA, Juliana. *Estudo Comparativo Entre as Lâmpadas Fluorescentes Tubulares T8 e Tubulares de LED*. 2014. 58 f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) - Departamento de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, PR, 2014b.

FGV. *Programa Brasileiro GHG Protocol: Guia para a elaboração de inventários corporativos de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE)*. São Paulo, SP: FGV, 2009. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/28/2014/05/cartilha_ghg_online.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2015.

FILHO, João. *Instalações Elétricas Industriais*. 8. ed. São Paulo, SP: LTC, 2010.

FOLEY, Jonathan et al. *Global Consequences of Land Use*. Science [online]. 2005, v. 309, n. 5734, pp. 570-574. e-ISSN:1095-9203.

FURTADO, Carlos. *Monitoramento de Gases Causadores do Efeito Estufa em Reservatórios de Usinas Hidroelétricas*. 2001. 90 f. Dissertação de Mestrado em Química Analítica. Departamento de Química Analítica, Universidade de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, 2001.

GARMIN. *eTrex Legend Personal GPS Navigator: owner's manual and reference guide*. 2005. Disponível em: <http://static.garmincdn.com/pumac/eTrexLegend_OwnersManual.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2015.

GBC BRASIL. *Certificação LEED*. Disponível em <<http://gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso em: 21 set. 2016.

GERHARDT, Tatiana; SILVEIRA, Denise (Orgs). *Métodos de Pesquisa*. 1. ed. Porto Alegre, RS: EdUFRGS, 2009.

GHG PROTOCOL. *Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol*. 2. ed. 2010. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_ghg/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2015.

_____. *O Programa Brasileiro GHG Protocol*. 2011. Disponível em: <<https://cms-ghg.herokuapp.com/o-programa-brasileiro-ghg-protocol?locale=pt-br>>. Acesso em: 03 nov. 2015.

_____. *Protocolo de Gases de Efeito Estufa*. 2006. Disponível em: <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/ghg_protocol_portuguese.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2015.

_____. *The Greenhouse Gas Protocol: a corporate accounting and reporting standard*. WRI/WBCSD. Disponível em: <<http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/ghg-protocol-revised.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2016.

GIL, Antônio. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2008.

GUERRINI, Délio. *Iluminação: teoria e projeto*. 1. ed. São Paulo, SP: Érica, 2008.

GUILLIOD, Sonia; CORDEIRO, Marcos. *Manual do Pré-Diagnóstico Energético: autodiagnóstico na área de prédios públicos*. Rio de Janeiro, RJ: Eletrobrás/Procel, 2010. Disponível em: <http://www.orcamentofederal.gov.br/eficiencia-do-gasto/Manual_Pre-Diagnostico_Energetico_Projeto_Eficiencia_Energetica_Predio_Publicos.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2016.

HERNANDES, André. *Comparação da Implementação da Melhoria Contínua em Duas Fábricas de Embalagens Flexíveis*. 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté (Unitau), Taubaté, SP, 2011.

HÜHNE, Leda (Org.). *Metodologia Científica: caderno de textos e técnicas*. 4. ed. Rio de Janeiro, RJ: Agir, 1990.

IFS. *IFS Lança Programa de Sustentabilidade Socioambiental*. Disponível em: <<http://www.ifs.edu.br/todas-as-noticias/2871-ifs-lanca-programa-de-sustentabilidade-socioambiental>>. 2015a. Acesso em: 02 fev. 2016.

_____. *IFS Sustentável*. Disponível em: <<http://www.ifs.edu.br/propex/index.php/ifs-sustentavel1>>. 2015b. Acesso em: 03 fev. 2016.

_____. *Portaria n.º 1.337 de 05 de junho de 2014: instituiu, no âmbito do Instituto Federal de Sergipe, o programa socioambiental IFS Sustentável*. Disponível em: <<http://pergamum.ifs.edu.br/boletim/DownloadPublicacaoPRD.aspx>>. 2014a. Acesso em: 04 fev. 2016.

_____. *Programa IFS Sustentável: programa sócio ambiental do Instituto Federal de Sergipe (IFS)*. Disponível em: <http://www.ifs.edu.br/images/1Documentos/2014/6-Junho/Saiba_Mais_-_IFS_Sustentavel.pdf>. 2014b. Acesso em: 02 fev. 2016.

_____. *Teste de Sustentabilidade é Aplicado Entre Comunidade Acadêmica do IFS*. Disponível em: <<http://www.ifs.edu.br/todas-as-noticias/189-pesquisa/3561-teste-de-sustentabilidade-e-aplicado-entre-comunidade-academica-do-ifs>>. 2015c. Acesso em: 02 fev. 2016.

_____. *Relatório de Gestão do Exercício 2014*. 2015d. Disponível em: <http://www.ifs.edu.br/proad/images/Documentos/RelatoriosGestao/RELAT%C3%93RIO_DE_GEST%C3%83O_-_2014.pdf>. Acesso em: 25 set. 2016.

INÁCIO, Willian. *Dimensionamento da Carga Térmica de Resfriamento de Ambientes: estudo de caso no Instituto Federal Fluminense Campus Itaperuna*. 2014. 97 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Candido Mendes - Campos dos Goitacazes/RJ, 2014.

IPCC. *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridgeshire (UK): Cambridge University Press, 2007a. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4_wg3_full_report.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2015.

_____. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridgeshire (UK): Cambridge University Press, 2007b. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2015.

_____. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridgeshire (UK): Cambridge University Press, 2007c. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2015.

IPEA. *Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: relatório nacional de acompanhamento*. Brasília, DF: Ipea/MP/SPI, 2014.

JACOB, Daniel. *Introduction to Atmospheric Chemistry*. Princeton, New Jersey (USA): Princeton University Press, 1999.

JÚNIOR, Claudy; SAIDEL, Marco; HENRIQUES, Maria. *Economia de Energia em Ambientes de Escritório Através do Gerenciamento de Microcomputadores*. in: XVI SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2004, Campinas (SP). Anais ... Campinas: 2004, CGTI. Disponível em: <<http://www.cgti.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/2016/03/Economia-de-Energia-em-Ambientes-de-Escrit%C3%B3rio-atrav%C3%A9s-do-Gerenciamento-de-Microcomputadores.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

KALACHE, Nadya et al. *Análise Comparativa de Sistemas de Iluminação: viabilidade econômica da aplicação de LED*. in: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 08 a 11 de outubro de 2013, Salvador (BA), Brasil. Anais... Salvador: 2013, ENEGEP. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_185_054_22757.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2016.

KEMENES, Alexandre. *Estimativa das Emissões de Gases de Efeito Estufa (CO₂ e CH₄) Pela Hidrelétrica de Balbina, Amazônia Central, Brasil*. 2006. 96f. Tese (Doutorado em Biologia Tropical e Recursos Naturais), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, 2006.

KRUGER, Eduardo; MORI, Fabiano. *Análise da Eficiência Energética da Envoltória de um Projeto Padrão de Uma Agência Bancária em Diferentes Zonas Bioclimáticas Brasileiras*. Ambient. constr. [online]. 2012, v. 12, n. 3, pp. 89-106. ISSN: 1678-8621.

LACERDA, Jeanicolau et al. ***Estimativa da Biomassa e Carbono em Áreas Restauradas com Plantio de Essências Nativas***. Rev. METRVM [online]. 2009. v. 1 n. 5, nov. ISSN: 1519-5058. Disponível em:

<<http://cmq.esalq.usp.br/Philodendros/lib/exe/fetch.php?media=metrvm:metrvm:metrvm-2009-n05.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.

LAGE, Euler; AMORIM, Frank; ZANETTE, Tatiana (Orgs.). ***Uso de Fluidos Alternativos em Sistemas Refrigerantes***. 1. ed. Brasília, DF: MMA, 2011. Disponível em:

<<http://protocolodemontreal.org.br/eficiente/repositorio/publicacoes/549.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.

LAMBERTS, Roberto et al. ***Casa Eficiente: bioclimatologia e desempenho térmico***. Florianópolis, SC: UFSC/LabEEE, 2010a. vol. 1.

_____. ***Casa Eficiente: consumo e geração de energia***. Florianópolis, SC: UFSC/LabEEE, 2010b. vol. 2.

_____. ***Casa Eficiente: uso racional da água***. Florianópolis, SC: UFSC/LabEEE, 2010c. vol. 3.

_____. ***Casa Eficiente: simulação computacional do desempenho termoenergético***. Florianópolis, SC: UFSC/LabEEE, 2010d. vol. 4.

_____. ***Manual para Etiquetagem de Edificações Públicas***. 2014a. Disponível em: <http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/Manual_Etiquetagem_Edificacoes_Publicas.pdf>. Acesso em: 25 set. 2016.

_____. ***Diretrizes para Obtenção do Nível A Para Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas***. 2014b. Disponível em: <<http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Manual-A.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2016.

_____. ***Manual para Aplicação do RAC-C: comercial, de serviços e público (com base na Portaria nº 50/2013)***. 1. ed. Florianópolis, SC: CB3e/UFSC, 2015. Disponível em: <http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Manual_RAC-C_20141215.pdf>. Acesso em: 25 set. 2016.

_____. ***Manual para Aplicação do RTQ-C: comercial, de serviços e públicos (com base na Portaria nº 372 e complementares nº 17, 299 e 126)***. 4. ed. Florianópolis, SC: CB3e/UFSC, 2016. Disponível em: <http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/manual_rtqc2016.pdf>. Acesso em: 25 set. 2016.

LEITE, Hamilton. ***Sustentabilidade em Empreendimentos Imobiliários Residenciais: avaliação dos custos adicionais para o atendimento dos requisitos de certificação ambiental***. 2013. 193f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Departamento de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

LEITE, Vinicius. ***Certificação Ambiental na Construção Civil: sistemas LEED e AQUA***. 2011. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, 2011.

LENZI, Ervim; FAVERO, Luzia. ***Introdução à Química da Atmosfera: ciência, vida e sobrevivência***. 1. ed. São Paulo, SP: LTC, 2009.

LUTGENS, Frederick; TARBUCK, Edward. ***The Atmosphere: an introduction to meteorology***. 6. ed. Englewood Cliffs, N.J (USA): Pearson Prentice Hall, 1995.

MÄNNICH, Michael. 2013. 303f. ***Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Reservatórios e Lagos: contribuições para o monitoramento e modelagem 1D -Vertical***. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MARCON, Marcelo. ***Estudo da Viabilidade Econômica de Lâmpadas LED na Substituição de Lâmpadas Comerciais***. 2013. Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Foz do Iguaçu, 2013.

MARCONI, Andrade; LAKATOS, Maria. ***Fundamentos de Metodologia Científica: Técnicas de pesquisa***. 7 ed. São Paulo, SP: Atlas, 2010.

MARQUES, Milton et al. ***Conservação da Energia: eficiência energética de equipamentos e instalações***. 3. ed. Itajubá, MG: FUPAI, 2006.

MARQUES, Valdo. ***O Efeito Estufa e o Aquecimento Global***. Anu. Inst. Geocienc. [online]. 1992, vol.15, pp. 93-106. ISSN: 0101-9759.

MELARA, Gabriel; KAMINSKI, Ricardo; LANGER, Marcelo. ***Quantificação da Emissão de Gases de Efeito Estufa Gerados na Unoesc, Campus I de Xanxerê - SC***. Unoesc & Ciência – ACET. [online]. 2011. vol. 2, n. 1, pp. 105-112. ISSN 2178-342X.

MELO, C. P.; CARAMORI, E. J. ***PDCA Método de Melhorias Para Empresas de Manufatura***. 2. ed. Belo Horizonte, MG: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA). ***Ecosystem and Human Well-Being: a framework for assessment***. Washington, DC: Island Press, 2003.

MINIPA. ***Manual de Instruções do Luxímetro Digital Lux Meter MLM-1011***. Disponível em: <<http://www.minipa.com.br/images/Manual/MLM-1011-1102-BR-EN-ES.pdf>>. 2010. Acesso em: 20 jun. 2016.

MORAES, Carmelina. ***Análise de Medidas Para Eficientização e Uso Racional da Energia Elétrica em Condicionadores de Ar***. 2013. 175 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Ambiental (FAET), Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Cuiabá (MT): UFMT, 2013.

MOURA, Luciano. ***Qualidade Simplesmente Total: uma abordagem simples e prática da gestão da qualidade***. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2003.

NETO, Antônio. **Contrato de Créditos de Carbono: análise crítica das mudanças climáticas**. 1. ed. Curitiba, PR: Juruá Editora, 2009.

NETO, Alexandre. **Os Métodos Quantitativos de Análise de Investimentos**. Cad. estud. [online]. 1992, n.6, pp. 01-16. ISSN: 1413-9251.

NETO, Alexandre. **A Dinâmica das Decisões Financeiras**. Cad. estud. [online]. 1997, n.16, pp. 01-17. ISSN: 1413-9251.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. Nova York, NY (EUA): Organização das Nações Unidas, 2000.

OLIVEIRA, Lilian. **Gestão Energética de Edificações Públicas no Brasil**. 2013. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, Publicação PPGENE.TD-065/13, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, 249 p.

PEREIRA, Adriana; SILVA, Gibson; CARBONARI, Maria. **Sustentabilidade: responsabilidade social e meio ambiente**. 1. ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2011.

PERUCHI, Diego. **Eficiência Energética em Edificações: redução do consumo de energia elétrica em prédios públicos através do método PDCA**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Porto Alegre, 2013.

PESSOA, João; GHISI, Enedir. **Estado da Arte em Eficiência Energética: sistemas de condicionamento de ar**. Florianópolis, SC: CB3E, 2015.

PESSOA, João; GHISI, Enedir; LAMBERTS, Roberto. **Estado da Arte em Eficiência Energética: iluminação e envoltória**. Florianópolis, SC: CB3E, 2013.

PINTO, Álvaro. **A Gestão da Energia Com a Norma ISO 50001**. 2014. 167 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá - MG, 2014.

PLESSIS, Willemien. **Energy Efficiency and the Law: a multidisciplinary approach**. S. Afr. j. sci. [online]. 2015, vol. 111, n. 1-2, pp. 01-08. ISSN: 1996-7489.

PORTELA, Valdinei. **A Evolução do Pensamento: do conceito de desenvolvimento ao desenvolvimento sustentável**. Revista Eletrônica de Ciências Sociais, História e Relações Internacionais [online]. 2008. v. 1, n. 2, pp. 01-13. ISSN: 1983-9065.

PROCEL. **Código Legislativo da Eficiência Energética nos Prédios Públicos Federais**. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/legislacao_procel_2008_36.pdf>. 2008. Acesso em: 08 fev. 2016.

PROCEL. **Procel Selo: eficiência energética em equipamentos**. Disponível em:

<<http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDF05F4A2E14D84958AAEE698B55F104EAPTBRIE.htm>>. Acesso em: 08 fev. 2016.

ROCKSTROM, Joham et al. *A Safe Operating Space for Humanity*. Nature. 2009. v. 461, n. 7263, pp. 472-475. e-ISSN: 1476-4687.

RORIZ, Maurício. **ZBBR: Zoneamento Bioclimático do Brasil**. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/softwares/ZBBR.zip>>. São Carlos, SP: 2004. Acesso em: 24 set. 2016.

SAIDEL, Marco et al. *Aproveitamento de Green PCs: avaliação do potencial de conservação de energia no uso final de microcomputadores pessoais*. In: XVI SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001, Campinas (SP). Anais ... Campinas: 2001, CGTI. Disponível em <<http://www.cgti.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/2016/01/APROVEITAMENTO-DE-GREEN-PCs-AVALIA%C3%87%C3%83O-DO-POTENCIAL-DE-CONSERVA%C3%87%C3%83O-DE-ENERGIA-NO-USO-FINAL-DE-MICROCOMPUTADORES-PESSOAIS.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

SAIDEL, Marco; ALVAREZ, André. *Conservação de Energia em Microcomputadores Pessoais*. Revista Eletricidade Moderna, n. 283, out. 1997, pp. 70- 79.

SAMPAIO, Henrique; BOTURA, César; JÚNIOR, José. *Conservação de Energia em Sistema de Iluminação*. Revista de Gestão & Tecnologia - Reget, v.1, n. 1, pp 110-118, dez. 2013.

SANCHEZ, Luís. *Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos*. 1. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, Diego et al. *Estudo de Neutralização dos Gases de Efeito Estufa da Universidade Federal do Tocantins (Reitoria e campus Universitário de Palmas: uma forma de mitigação ambiental*. Rev. Geogr. Acadêmica. v.4, n.2 (xii.2010), pp. 29-40. 2010. ISSN 1678-7226. Disponível em: <<http://132.248.9.34/hevila/Revistageograficaacademica/2010/vol4/no2/3.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

SANTOS, Rozely. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. 1. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2004.

SCALCO, Veridiana et al. *Nota Técnica Referente à Etiquetagem de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas em Blocos*. Florianópolis, SC: CB3E/LabEE/UFSC, 2014. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/Nota_Tecnica_Edif_Blocos.pdf>. Acesso em: 27 set. 2016

SCHROTER, Dagmar; POLSKY, Colin; PATT, Anthony. *Assessing Vulnerabilities to the Effect of Global Change: an eight step approach*. Mitig. Adapt. Strat. Glob. Change. 2005. vol. 10, n. 4, pp. 573-595.

SEQUINEL, Maria. *Cúpula Mundial Sobre Desenvolvimento Sustentável (Johanesburgo): entre o sonho e o possível*. Análise Conjuntural. 2002. v. 24, n. 11-12, pp. 08-12, nov./dez. ISSN: 0102-0374.

SILVA, Alessandra et al. **Viabilidade da Transição Fluorescente Para LED no IFCE - Campus Cedro**. In: XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2015, Rio de Janeiro (RJ). Anais ... Rio de Janeiro: 2015, CNEG. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_249_5.pdf>. Acesso em: 28 out. 2016.

SILVA, Bruna. **Análise da Eficiência Energética Conforme o Manual RTQ-C/Procel Edifica: um estudo de caso no Ministério Público do Trabalho de Campo Mourão-PR**. 2015. 36 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

SILVA, Manoel. **Princípios e Práticas Sustentáveis em Eficiência Energética Aplicados em TI**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Bauru, SP, 2013.

SILVA, Lourenço. **Iluminação Pública no Brasil: aspectos energéticos e institucionais**. 2006. 161 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético), Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, 2006.

STEFANUTO, Ágata; HENKES, Jairo. **Critérios Para Obtenção da Certificação LEED: um estudo de caso no supermercado Pão de Açúcar em Indaiatuba/SP**. Rev. Gest. Sust. Ambient. [online]. 2012. v. 1, n. 2, pp. 282-332, out. 2012/mar.2013. ISSN: 2238-8753.

TOLENTINO, Mario; ROCHA-FILHO, Romeu; SILVA, Roberto. **A Atmosfera Terrestre**. 2. ed. São Paulo, SP: Moderna, 2004.

TOTALINE. **Gás Refrigerante e Sua Importância Para o Condicionador de Ar**. Disponível em: <<https://www.totalar.net/gas-r22-r410/>>. Acesso em: 20 set. 2016.

UOL. **Como Funciona o Programa Energy Star**. Disponível em: <<http://tecnologia.hsw.uol.com.br/energy-star.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

USGBC. **LEED v4 User Guide**. 2014. Disponível em: <<https://kapost-files-prod.s3.amazonaws.com/published/54886ef033efbe406e00012a/ebook-leed-v4-user-guide.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2016.

VARGAS, José. **Energia Como Fator Limite Para o Desenvolvimento Sustentável**. Estud. av. [online]. 1996, v. 10, n. 27, pp. 295-306. ISSN: 1806-9592.

VEIGA, José. **Desenvolvimento Sustentável: desafio do século XXI**. 3. ed. São Paulo, SP: Garamond, 2008.

VIANA, Augusto et al. **Eficiência Energética: fundamentos e aplicações**. 1. ed. Campinas, SP: Elektro, 2012.

VIANELLO, Rubens; ALVES, Adil. **Meteorologia Básica e Aplicações**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013.

VASQUEZ, Leonardo et al. *Evaluation of Greenhouse Gas Emissions and Proposals For Their Reduction At a University Campus in Chile*. Journal of Cleaner Production. [online]. 2015. v. 108. part A. pp. 924-930. ISSN: 0959-6526.

YABUSHITA, Evandro. *Inventário e Proposta de Gerenciamento de Gases de Efeito Estufa (GEE) na UTFPR: estudo de caso do Campus Campo Mourão*. 2013. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

APÊNDICE A – DETALHAMENTO DOS AMBIENTES FÍSICOS DO IFS – CAMPUS LAGARTO

AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS									
	C (m)	L (m)	Per. (m)	PD (m)	QTD Ocup.	A _{Amb} (m ²)	h _{Lâmp} (m)	h _{pTrab} (m)	K	RCR

BLOCO 1 - ADMINISTRATIVO										
TÉRREO										
Coord. Saúde – Espera	3,34	3,03	12,74	3,02	5	10,12	3,02	0,80	0,716	6,987
Coord. Saúde – consult. médico	3,38	4,55	15,86	3,55	3	15,38	3,55	0,80	0,705	7,090
Coord. Saúde – consult. odont.	3,35	4,55	15,80	3,55	3	15,24	3,55	0,80	0,701	7,128
Coord. Saúde – consult. enferm.	3,34	3,27	13,22	3,55	3	10,92	3,55	0,80	0,601	8,323
Coord. Saúde – WCB geral	1,65	1,75	6,80	3,55	-	2,89	3,55	-	0,239	20,882
Coord. Saúde – WCB médico	1,58	1,75	6,66	3,55	-	2,77	3,55	-	0,234	21,338
Coordenadoria de Transportes	1,80	3,55	10,70	3,55	5	6,39	3,55	0,80	0,434	11,512
Data Center 1	3,00	6,45	18,90	3,55	-	19,35	3,55	0,80	0,745	6,715
Coord. de Registros Escolares	6,84	6,45	26,58	3,55	5	44,12	3,55	0,80	1,207	4,142
Biblioteca	27,64	6,45	68,18	3,55	50	178,28	3,55	0,80	1,902	2,629
Depósito de material de limpeza	2,06	1,19	6,50	2,90	-	2,45	2,90	-	0,260	19,235
Hall de entrada principal	7,00	6,6	27,20	3,55	-	46,20	3,55	-	0,957	5,225
Circulação	55,75	2,10	114,60	3,55	-	115,92	3,55	-	0,570	8,774
Circulação – B1T-Auditório-B3T	38,80	2,64	98,30	3,60	-	100,70	3,60	-	0,569	8,786
Circulação – B1T-B2T-B3T-B4T-Refeitório	78,22	2,90	162,24	3,55	-	226,84	3,55	-	0,788	6,348
Escada	-	-	22,73	2,77	-	14,10	2,77	-	0,448	11,163
WCB masculino	-	-	28,04	2,90	-	16,04	2,90	-	0,395	12,674
WCB feminino	-	-	26,56	2,90	-	13,44	2,90	-	0,349	14,327

SUPERIOR										
Gabinete da Direção Geral	2,64	5,30	15,88	2,86	5	13,99	2,77	0,80	0,894	5,590
Sala de Reunião da DG	4,09	5,30	18,78	2,86	15	21,68	2,77	0,80	1,172	4,266
Gab. da Ger. de Adm.	2,50	5,30	15,60	2,86	3	13,25	2,77	0,80	0,862	5,798
Ger. de Administração	9,86	5,30	30,32	2,77	10	52,26	2,77	0,80	1,750	2,857
Ger. de Apoio Inst.	9,60	5,30	29,80	2,77	10	50,88	2,77	0,80	1,733	2,885
Almox. Ger. Apoio Inst.	2,45	2,75	10,40	2,77	-	6,74	2,77	0,80	0,658	7,599
Sala Res. Ger. Apoio Inst.	2,45	2,50	9,90	2,77	1	6,13	2,77	0,80	0,629	7,954
Gerência de Ensino	5,27	5,30	21,14	2,77	13	27,93	2,77	0,80	1,341	3,728
Assessoria Pedagógica	3,54	5,30	17,68	2,77	3	18,76	2,77	0,80	1,077	4,641
Almox. Asses. Pedagógica	2,50	2,90	10,80	2,77	-	7,25	2,77	-	0,485	10,316
Sala Atend. Asses. Pedagógica	2,50	2,35	9,70	2,77	5	5,88	2,77	0,80	0,615	8,125
Coord. de Gest. de Pessoas	3,47	5,30	17,54	2,77	5	18,39	2,77	0,80	1,064	4,697
Coord. dos Cur. Téc. e Sup.	4,30	5,30	19,20	2,77	5	22,79	2,77	0,80	1,205	4,149
Sala da Vigilância	2,36	3,84	12,40	2,78	5	9,06	2,78	0,80	0,738	6,775
Asses. de Com. Soc. e Event.	-	-	23,17	2,72	5	18,46	2,72	0,80	0,830	6,025
Copa de uso geral	3,26	5,30	17,12	2,97	10	17,28	2,97	0,80	0,930	5,375
Copa DG	1,67	2,29	7,92	2,77	2	3,82	2,77	0,80	0,490	10,211
Depósito de Mat. de Limpeza	2,06	1,19	6,50	2,77	-	2,45	2,77	-	0,272	18,372
WCB masculino	-	-	28,04	2,77	-	16,04	2,77	-	0,413	12,106
WCB feminino	-	-	26,56	2,77	-	13,44	2,77	-	0,365	13,685
WCB DG	1,66	2,80	8,92	2,77	-	4,65	2,77	-	0,376	13,284
Circulação	55,20	2,32	115,04	2,77	-	128,06	2,77	-	0,804	6,221
Circulação – B1S-Auditório-B3S	40,28	2,50	85,56	2,77	-	100,70	2,77	-	0,850	5,884
Circulação – B1S-B2S-B3S-B4S-Dep. de Uso Geral	73,06	2,90	151,92	2,77	-	211,87	2,77	-	1,007	4,966

AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS									
	C (m)	L (m)	Per. (m)	PD (m)	QTD Ocup.	A _{Amb} (m ²)	h _{Lâmp} (m)	h _{pTrab} (m)	K	RCR

BLOCO 2 – LABORATÓRIOS E SALAS DE AULA

TÉRREO										
Laboratório de Química	6,85	7,75	29,20	3,50	35	53,09	3,50	0,80	1,347	3,713
Sala de Prep. Lab. de Quím	3,35	4,23	15,16	3,50	5	14,17	3,50	0,80	0,692	7,222
Laboratório de Física	6,85	7,75	29,20	3,50	35	53,09	3,50	0,80	1,347	3,713
Sala de Prep. Lab. Física	3,35	3,38	13,46	3,50	5	11,32	3,50	0,80	0,623	8,026
Laboratório de Biologia	6,85	7,75	29,20	3,50	35	53,09	3,50	0,80	1,347	3,713
Herbário Lab. de Biologia	-	-	17,87	3,50	5	18,11	3,50	-	0,579	8,634
Lab. de Des. e Projetos 03	10,28	7,75	36,06	3,51	25	79,67	3,51	1,20	1,913	2,614
Lab. de Des. e Projetos 02	10,36	7,75	36,22	3,46	25	80,29	3,46	1,20	1,962	2,549
Lab. de Des. e Projetos 01	10,26	7,75	36,02	3,48	25	79,52	3,48	1,20	1,937	2,582
Escada	-	-	22,73	2,77	-	14,10	2,77	-	0,448	11,163
Circulação	56,30	2,42	117,44	3,55	-	136,25	3,55	-	0,654	7,650
Circulação – B2T-COED-B4T	38,31	2,51	82,04	3,50	-	100,25	3,50	-	0,698	7,161

SUPERIOR										
Sala de Aula 07	6,90	7,80	29,40	3,20	35	53,82	3,20	0,80	1,526	3,278
Sala de Aula 06	6,91	7,80	29,42	3,20	35	53,90	3,20	0,80	1,527	3,275
Sala de Aula 05	6,91	7,80	29,42	3,20	35	53,90	3,20	0,80	1,527	3,275
Sala de Aula 04	6,88	7,80	29,36	3,20	35	53,66	3,20	0,80	1,523	3,283
Sala de Aula 03	6,84	7,80	29,28	3,20	35	53,35	3,20	0,80	1,518	3,293
Sala de Aula 02	7,00	7,80	29,60	3,20	35	54,60	3,20	0,80	1,537	3,253
Sala de Aula 01	7,80	7,80	31,20	3,20	40	60,84	3,20	0,80	1,625	3,077
Lab. de Des. Assist. por Comput.	6,74	7,80	29,08	3,25	25	52,57	3,25	0,80	1,476	3,388
Circulação	56,30	2,42	117,44	2,77	-	136,25	2,77	-	0,838	5,969
Circulação B2S-B4S	38,90	2,16	82,12	2,77	-	84,02	2,77	-	0,739	6,768

AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS									
	C (m)	L (m)	Per. (m)	PD (m)	QTD Ocup.	A _{Amb} (m ²)	h _{Lâmp} (m)	h _{pTrab} (m)	K	RCR

BLOCO 3 – LABORATÓRIOS E SALAS DE AULA

TÉRREO										
Lab. de Informática	6,86	7,80	29,32	3,50	20	53,51	2,78	0,80	1,843	2,712
Lab. de Seg. do Trabalho	6,84	7,80	29,28	3,50	20	53,35	2,78	0,80	1,840	2,717
Lab. de Inst. Elét. Indust.	6,86	7,80	29,32	3,50	25	53,51	2,78	0,80	1,843	2,712
Lab. de Máquinas Elétricas	6,86	7,80	29,32	3,50	25	53,51	3,50	0,80	1,352	3,699
Lab. de Ensaios Mecânicos	6,83	7,80	29,26	3,50	30	53,27	2,78	0,80	1,839	2,719
Lab. de Petróleo e Gás	3,46	7,80	22,52	3,50	5	26,99	2,78	0,80	1,211	4,130
Lab. de Eletricidade	6,78	7,80	29,16	3,50	25	52,88	2,78	0,80	1,832	2,730
Lab. de Topografia	7,09	7,80	29,78	3,50	20	55,30	3,50	0,80	1,376	3,635
Data Center 2	2,10	3,33	10,86	3,50	-	6,99	3,50	-	0,368	13,594
Coord. de Tec. da Informação	5,55	3,33	17,76	3,50	5	18,48	3,50	0,80	0,771	6,487
Rampa de Acessibilidade	-	-	189,45	3,55	-	218,54	3,55	-	0,650	7,694
Depósito da Rampa de Acessibilidade	22,95	2,14	50,18	2,32	-	49,11	2,32	-	0,844	5,926
Escada	-	-	22,96	2,78	-	14,60	2,78	-	0,457	10,930
Circulação	56,15	2,02	116,34	3,55	-	113,42	3,55	-	0,549	9,103

SUPERIOR										
Miniauditório 01	15,70	7,86	47,12	3,03	60	123,40	3,03	0,8	2,349	2,129
Lab. de Física Moderna	5,20	7,86	26,12	3,20	20	40,87	3,20	0,8	1,304	3,835
Sala da EaD	6,81	7,86	29,34	3,20	35	53,53	3,20	0,8	1,520	3,289
Coord. de Ciências Soc. e Hum.	4,67	7,86	25,06	3,20	15	36,71	3,20	0,8	1,221	4,096
Lab. de Matemática Aplicada	6,89	7,86	29,50	3,20	25	54,16	3,20	0,8	1,530	3,268
Sala de Aula 08	6,80	7,86	29,32	3,20	35	53,45	3,20	0,8	1,519	3,291
Sala de Aula 09	7,03	7,86	29,78	3,20	35	55,26	3,20	0,8	1,546	3,233
Sala de Aula 10	5,27	7,86	26,26	3,20	25	41,42	3,20	0,8	1,314	3,804
Circulação	56,15	2,03	116,36	2,75	-	113,98	2,75	-	0,712	7,019

AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS									
	C (m)	L (m)	Per. (m)	PD (m)	QTD Ocup.	A _{Amb} (m ²)	h _{Lâmp} (m)	h _{pTrab} (m)	K	RCR

BLOCO 4 – MANUTENÇÃO E LABORATÓRIOS

SUBSOLO										
Subestação	6,65	10,0	33,30	3,55	-	66,50	3,55	-	1,125	4,444
Coord. Almox. e Patrim.	5,94	7,97	27,82	3,55	2	47,34	3,55	0,80	1,238	4,040
Oficina de Manutenção	5,95	7,97	27,84	3,55	5	47,42	3,55	0,80	1,239	4,036
Refeitório Funcionários	4,60	3,68	16,56	3,55	10	16,93	3,55	0,80	0,744	6,725
Sala do Zelador	2,98	3,68	13,32	3,55	2	10,97	3,55	0,80	0,599	8,348
WCB masculino subsolo	-	-	24,82	3,55	-	20,30	3,55	-	0,461	10,851
WCB feminino subsolo	-	-	20,72	3,55	-	13,71	3,55	-	0,373	13,413
Circulação do subsolo	20,78	2,00	47,26	3,55	-	48,30	3,55	-	0,576	8,684
Circulação Canteiro de Obras – B4	25,26	2,54	55,60	3,55	-	64,16	3,55	-	0,650	7,691
Escada do subsolo	-	-	23,18	3,43	-	15,10	3,43	-	0,380	13,163

TÉRREO										
Lab. Inst. Elétric. Prediais	10,35	7,85	36,40	3,45	40	81,25	2,81	0,8	2,221	2,251
Lab. Instalações Hidrossanitárias	10,38	7,85	36,46	3,45	40	81,48	2,75	0,8	2,292	2,181
Lab. Solos	10,48	7,85	36,66	3,45	40	82,27	2,77	0,8	2,278	2,195
Lab. Solos – Sala Prep. 01 (Almoxarifado)	3,17	3,85	14,04	3,45	3	12,20	2,77	0,8	0,882	5,668
Lab. Solos – Sala Prep. 02	3,17	3,85	14,04	3,45	3	12,20	2,77	0,8	0,882	5,668
Lab. de Emp. e Sustentab.	3,38	3,85	14,46	3,45	5	13,01	2,77	0,8	0,913	5,474
Lab. Mat. de Construção	10,35 13,85	2,60 5,25	44,00	3,45	40	98,35	2,70	0,8	2,353	2,125
Lab. Mat. Const. – Câmb. Úmida	3,35	2,45	11,60	3,45	2	8,21	2,70	0,8	0,745	6,711
Lab. Mat. Const. – Sala Professor	3,38	3,85	14,46	3,45	3	13,01	2,70	0,8	0,947	5,279
Grêmio Estudantil	3,35	3,85	14,40	3,45	5	12,90	3,45	0,8	0,676	7,395
Sala Profs. CBSI, CCSTAI e CLF	3,35	3,85	14,40	3,45	5	12,90	3,45	0,8	0,676	7,395
Depósito Mat. de Limpeza	2,06	1,19	6,50	2,90	-	2,45	2,90	-	0,260	19,235
WCB masculino térreo	-	-	28,04	2,90	-	16,04	2,90	-	0,395	12,674
WCB feminino térreo	-	-	26,56	2,90	-	13,44	2,90	-	0,349	14,327
Circulação do térreo	56,15	1,95	116,20	3,60	-	109,49	3,60	-	0,523	9,552
Escada do térreo	-	-	23,18	2,79	-	15,10	2,79	-	0,467	10,707

SUPERIOR										
Lab. de Pneumática	6,70 3,65	7,86 4,40	44,27	3,00	35	67,44	3,00	0,80	1,385	3,610
Lab. de Pneum. – Almox. 01	3,50	2,04	11,08	5,45	-	7,14	5,45	-	0,236	21,144
Lab. de Pneum. – Almox. 02	3,50	1,12	9,24	4,95	-	3,92	4,95	-	0,171	29,170
Sala dos Grupos de Pesquisa	5,15	2,04	14,38	3,11	3	10,51	3,11	0,80	0,633	7,901
Lab. de Automação	7,38	5,67	26,10	3,11	20	41,84	3,11	0,80	1,388	3,602
Lab. de Instrumentação	3,86	7,86	23,44	3,11	15	30,34	3,11	0,80	1,121	4,462
Lab. de Refrigeração (Sala de Aula)	6,98	3,88	21,72	3,10	20	27,08	3,10	0,80	1,084	4,612
Lab. de Refrigeração (Experimentos)	5,10	3,97	18,14	3,10	8	20,25	3,10	0,80	0,971	5,151
Lab. de Metrologia	11,13	7,86	37,98	3,20	40	87,48	3,10	0,80	2,003	2,496
Coord. de Eletromecânica	2,50	7,16	19,32	3,45	5	17,90	3,15	0,80	0,789	6,341
Academia de Gin. e Musculação	13,82	7,86	43,36	3,00	20	108,63	3,00	0,80	2,278	2,195
Depósito de Uso Geral	-	-	75,31	6,50	-	137,84	6,50	-	0,563	8,878
Depósito de Mat. de Limpeza	2,06	1,19	6,50	2,77	-	2,45	2,77	-	0,272	18,372
WCB masculino	-	-	28,04	2,77	-	16,04	2,77	-	0,413	12,106
WCB feminino	-	-	26,56	2,77	-	13,44	2,77	-	0,365	13,685

Circulação	55,71	2,01	115,44	2,77	-	111,98	2,77	-	0,700	7,139
------------	-------	------	--------	------	---	--------	------	---	-------	-------

AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS									
	C (m)	L (m)	Per. (m)	PD (m)	QTD Ocup.	A _{Amb} (m ²)	h _{Lâmp} (m)	h _{vTrab} (m)	K	RCR

BLOCO 5 – OFICINA MECÂNICA E INFORMÁTICA

SUBSOLO										
Sala de Ajustes e Prep.	10,80 7,14	9,13 4,55	53,99	3,30	40	131,10	3,30	1,20	2,313	2,162
Lab. Usin. 1 (Supervisão)	4,38	4,43	17,62	3,30	15	19,40	3,30	0,80	0,881	5,677
Lab. Usin. 2 (Torn. Mec.)	8,97	9,00	35,94	3,30	25	80,73	3,30	1,20	2,139	2,337
Lab. Usin. 3 (Torn. CNC)	8,98	9,00	35,96	3,30	10	80,82	3,30	1,20	2,140	2,336
WCB masculino	1,11	2,90	8,02	3,30	-	3,22	3,30	-	0,243	20,548
WCB feminino	1,11	2,90	8,02	3,30	-	3,22	3,30	-	0,243	20,548

TÉRREO										
Lab. de Informática 7	6,74	4,40	22,28	3,00	11	29,66	3,00	0,80	1,210	4,131
Lab. de Informática 8	8,90	4,35	26,50	3,00	25	38,72	3,00	0,80	1,328	3,764
Lab. de Eletrônica	6,74 2,19	8,85 3,19	35,78	3,00	30	66,60	3,00	0,80	1,692	2,955
Sala de Aula 11	8,90	4,46	26,72	3,00	32	39,69	3,00	0,80	1,350	3,703
Sala de Aula 12	8,90	4,50	26,80	3,00	32	40,05	3,00	0,80	1,359	3,680
Sala da COINF e CBSI	8,90	4,31	26,42	3,00	15	38,36	3,00	0,80	1,320	3,788
WCB masculino	-	-	20,44	3,00	-	13,43	3,00	-	0,438	11,415
WCB feminino	-	-	20,48	3,00	-	13,50	3,00	-	0,439	11,378
Escada	-	-	19,59	3,00	-	12,82	3,00	-	0,436	11,461
Hall de Entrada	3,03	2,87	11,80	3,00	-	8,70	3,00	-	0,492	10,172
Circulação	2,15	11,12	26,54	3,00	-	23,91	3,00	-	0,601	8,325

SUPERIOR										
Lab. Inf. 02	4,45	8,86	26,62	3,00	21	39,43	3,00	0,80	1,347	3,713
Lab. Inf. 03	8,92	4,33	26,50	3,00	21	38,62	3,00	0,80	1,325	3,774
Lab. Inf. 04	8,81	4,33	26,28	3,00	21	38,15	3,00	0,80	1,320	3,789
Lab. Inf. 05	4,33	8,88	26,42	3,00	21	38,45	3,00	0,80	1,323	3,779
Lab. Inf. 06	4,45	7,73	24,36	3,00	21	34,40	3,00	0,80	1,284	3,895
Lab. Redes	4,45	7,33	23,56	3,00	15	32,62	3,00	0,80	1,259	3,972
Lab. Pesquisa	4,30	8,86	26,32	3,00	15	38,10	3,00	0,80	1,316	3,799
Hall de Entrada	3,03	2,87	11,80	3,00	-	8,70	3,00	-	0,492	10,172
Circulação	10,00 4,45	4,45 1,50	40,80	2,90	-	51,18	2,90	-	0,865	5,780

AMBIENTE	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS									
	C (m)	L (m)	Per. (m)	PD (m)	QTD Ocup.	A _{Amb} (m ²)	h _{Lâmp} (m)	h _{pTrab} (m)	K	RCR

ANEXOS

GUARITA

Guarita	1,02 3,15	1,08 2,08	13,06	2,58	5	7,63	2,58	0,80	0,656	7,617
WCB Guarita	1,98	0,93	5,81	2,58	-	1,83	2,58	-	0,244	20,478
Área Externa	-	-	26,10	2,98	-	30,64	2,98	-	0,788	6,346

AUDITÓRIO

Auditório	17,77	17,75	74,08	8,32	200	319,62	8,32	0,80	1,037	4,821
Área de Preparação	-	-	19,42	7,12		16,17	7,12	0,80	0,263	18,976
WCB Masculino (Externo)	1,97	4,00	12,34	3,02	-	8,49	3,02	-	0,456	10,974
WCB Feminino (Externo)	1,82	4,11	12,26	3,02	-	8,08	3,02	-	0,436	11,456
Camarim Masculino	1,60	4,90	13,00	2,48	10	7,84	2,48	0,80	0,486	10,281
BWC Camarim Masculino	1,60	0,90	5,00	2,48	-	1,44	2,48	-	0,232	21,528
Camarim Feminino	1,60	4,90	13,00	2,48	10	7,84	2,48	0,80	0,486	10,281
BWC Camarim Feminino	1,60	0,90	5,00	2,48	-	1,44	2,48	-	0,232	21,528

COORDENADORIA DE EDIFICAÇÕES

Hall de entrada	1,81	6,64	19,75	2,76	-	14,72	2,76	-	0,540	9,258
Sala do Coordenador	3,10	4,30	14,80	2,76	5	13,33	2,76	0,80	0,919	5,440
Sala dos Professores	6,00	4,45	20,90	2,76	15	26,70	2,76	0,80	1,304	3,836
Escritório Modelo	2,80	4,30	14,20	2,76	5	12,04	2,76	0,80	0,865	5,779
Sala de Estudos	2,80	4,30	14,20	2,76	5	12,04	2,76	0,80	0,865	5,779
WCB Coed	-	-	19,88	2,76	-	8,48	2,76	-	0,309	16,176
Canteiro de Obras (Hall de Entrada)	2,10	4,14	12,48	3,50	-	8,69	3,50	-	0,398	12,566
Canteiro de Obras (Almoxarifado)	3,53	9,88	26,82	3,50	-	34,88	3,50	-	0,743	6,728
Canteiro de Obras (Área de Desenho)	5,95	9,10	30,10	3,50	15	54,15	3,50	0,80	1,333	3,752
Canteiro de Obras (Área Livre)	8,90 18,0	9,10 8,90	72,00	9,26	70	240,98	5,00	-	1,339	3,735
Canteiro de Obras (Anexo do Almoxarif.)	2,15	2,52	9,34	2,50	-	5,42	2,50	-	0,464	10,770
Canteiro de Obras (WCB)	-	-	19,88	3,02	-	8,48	3,02	-	0,282	17,700

QUADRA POLIESPORTIVA

Quadra Poliesportiva	45,50	28,80	148,60	10,50	4000	1310,40	9,50	-	1,856	2,693
Vestiário Masculino	6,27	6,22	24,98	2,90	25	39,00	2,90	0,80	1,487	3,363
Vestiário Feminino	6,27	6,22	24,98	2,90	25	39,00	2,90	0,80	1,487	3,363
Sala da Administração	3,62	3,60	14,44	2,84	5	13,03	2,84	0,80	0,885	5,652
Depósito	3,56	3,55	14,22	2,84	-	12,64	2,84	-	0,626	7,988

VIVÊNCIA E REFEITÓRIO

Vivência	13,41	13,33	53,48	10,20	50	178,76	4,80	-	1,393	3,590
Sala Interna	-	-	17,97	3,20	-	12,74	3,20	0,80	0,591	8,463
Sala da AutomaIFS	-	-	14,48	3,20	3	9,00	3,20	0,80	0,518	9,653
Sala da CPG e CPA	4,29	4,38	17,34	3,20	4	18,79	3,20	0,80	0,903	5,537
Sala de Arquivo	6,26	4,29	21,10	3,20	-	26,86	3,20	0,80	1,061	4,713

Cozinha 01	4,22 5,24	1,33 2,60	18,34	3,20	5	19,24	3,20	0,80	0,874	5,719
Cozinha 02	5,43 3,50	4,80 3,03	27,80	5,20	5	35,97	5,20	0,80	0,588	8,502
Sala de Atendimento	4,22	7,34	23,12	3,20	20	30,97	3,20	0,80	1,116	4,479

ALOJAMENTO DOS PROFESSORES

Suíte Masc.	4,00	4,00	16,00	3,35	6	16,00	3,35	0,80	0,784	6,375
Suíte Fem.	4,00	4,00	16,00	3,35	6	16,00	3,35	0,80	0,784	6,375
Sala de Estar	8,15	4,00	24,30	3,35	15	32,60	3,35	0,80	1,052	4,752
WCB Suíte. Masc.	1,95	1,95	7,80	2,57	-	3,80	2,57	-	0,379	13,188
WCB Suíte. Fem.	1,95	1,95	7,80	2,57	-	3,80	2,57	-	0,379	13,188
Copa	1,95	1,95	7,80	2,57	-	3,80	2,57	0,80	0,550	9,083
Depósito	1,95	1,95	7,80	2,57	-	3,80	2,57	-	0,379	13,188
Área Externa	-	-	32,60	2,81	-	26,16	3,20	-	0,502	9,969

GARAGEM DE VEÍCULOS

Garagem de Veículos	19,82	15,47	70,58	9,25	-	306,62	9,25	-	0,939	5,323
Casa de Máquinas	2,67	2,50	10,34	2,52	-	6,68	2,52	-	0,513	9,752

APÊNDICE B – DETALHAMENTO DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR DO IFS – CAMPUS LAGARTO

ORDEM	AMBIENTE	FABRICANTE	MODELO		QTD	TIPO	COMP.	BTU/h	P (kW)	U (V)	I (A)	EER (W/W)	Consumo Mensal (kWh) ⁴	Selo Procel
			UNIDADE INTERNA	UNIDADE EXTERNA										
BLOCO 1 - ADMINISTRAÇÃO														
TÉRREO														
01	Biblioteca	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	3	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
02	Coord. Reg. Escolares	Hitachi	RPC025H3P	RAA025H3S	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	2,960	220	15,20	2,77	62,20	D
03	Data Center 01	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
04	Gab. Odont.	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
05	Gab. Médico	York	MLEA18FS-JDA	MLDA18FS-GDA	1	Split Hi-Wall	Rotativo	18000	2,041	220	10,00	2,58	42,90	E
SUPERIOR														
06	Coord. Cursos. Téc. e Sup.	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
07	Coord. Gest. de Pessoas	Hitachi	RPC18A3P	RAA015F3S	1	Split Piso-Teto	Rotativo	18000	1,841	220	8,36	2,74	37,30	D
08	Atend. Asses. Pedag.	Consul	CCF10C		1	Janela	Pistão	10000	1,262	220	5,73	2,32	37,86	E
09	Ger. Ens. e Asped	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
10	Ger. Apoio Institucional	Springer Carrier	42MCB030515LS	38XCB030515MS	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,160	220	14,70	2,78	66,40	D
11	Ger. Adm.	Springer Carrier	42MCB030515LS	38XCB030515MS	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,160	220	14,70	2,78	66,40	D
12	Gab. Ger. Adm	Electrolux	PI09F	PE09F	1	Split Hi-Wall	Rotativo	9000	0,822	220	3,70	3,21	17,30	B
13	Gab. Direção	Electrolux	PI09F	PE09F	1	Split Hi-Wall	Rotativo	9000	0,822	220	3,70	3,21	17,30	B
14	Direção Geral	Springer Carrier	42MCB030515LS	38XCB030515MS	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,160	220	14,70	2,78	66,40	D

⁴ Com base nos resultados do ciclo normalizados pelo Inmetro de 1 h por dia por mês.

ORDEM	AMBIENTE	FABRICANTE	MODELO		QTD	TIPO	COMP.	BTU/h	P (kW)	U (V)	I (A)	EER (W/W)	Consumo Mensal (kWh) ⁵	Selo Procel
			UNIDADE INTERNA	UNIDADE EXTERNA										
BLOCO 2 – LABORATÓRIOS E SALAS DE AULA														
TÉRREO														
15	Lab. de Química	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
16	Lab. de Física	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
17	Lab. de Biologia	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
18	Sala de Desenho Eletromecânica	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
19	Sala de Des. 01	Springer Carrier	42MCB030515LS	38XCB030515MS	2	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,160	220	14,70	2,78	66,40	D
20	Sala de Des. 02	Hitachi	RPC025H3P	RAA025H3S	2	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	2,960	220	15,20	2,77	62,20	D
SUPERIOR														
21	Lab. de AutoCAD	Springer Carrier	42MCB030515LS	38XCB030515MS	2	Split Hi- Wall	Rotativo	30000	3,160	220	14,70	2,78	66,40	D

⁵ Com base nos resultados do ciclo normalizados pelo Inmetro de 1 h por dia por mês.

ORDEM	AMBIENTE	FABRICANTE	MODELO		QTD	TIPO	COMP.	BTU/h	P (kW)	U (V)	I (A)	EER (W/W)	Consumo Mensal (kWh) ⁶	Selo Procel
			UNIDADE INTERNA	UNIDADE EXTERNA										
BLOCO 3 – LABORATÓRIOS E SALAS DE AULA														
TÉRREO														
22	Coord. Tec. Inf.	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
23	Lab. Topografia	Hitachi	RPC025H3P	RAA025H3S	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	2,960	220	15,20	2,77	62,20	D
		Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
24	Lab. Eletricidade	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
25	Lab. Pet. e Gás	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
26	Lab. Ens. Mec.	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
27	Lab. Máq. Elétricas	Elgin	HEFI12B2IA	HEFE12B2IA	1	Split Hi-Wall	Rotativo	12000	1,075	220	4,95	3,27	22,60	A
28	Lab. Inst. Elét. Industriais	Elgin	HEFI12B2IA	HEFE12B2IA	1	Split Hi-Wall	Rotativo	12000	1,075	220	4,95	3,27	22,60	A
29	Lab. Seg. Trab.	Springer Carrier	42MCB030515LS	38XCB030515MS	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,160	220	14,70	2,78	66,40	D
30	Lab. Informática	York	MCC35B17C	CHC30B16R	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,100	220	13,90	2,83	66,00	C
		Springer Carrier	42MCB030515LS	38XCB030515MS	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,160	220	14,70	2,78	66,40	D
SUPERIOR														
31	Lab. Matemática Aplicada	Hitachi	RKP025B	RAA025H3S	2	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	2,960	220	15,20	2,77	62,20	D
32	CCHS	Hitachi	RPC025H3P	RAA025H3S	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	2,960	220	15,20	2,77	62,20	D
33	Sala da EaD	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	2	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
34	Lab. Física Moderna	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
35	Miniauditório	Carrier	42LQB080515KC	38CCA090535MC	1	Split Piso-teto 3F	Scroll	80000	8,673	220	24,67	2,70	260,19	D

⁶ Com base nos resultados do ciclo normalizados pelo Inmetro de 1 h por dia por mês.

ORDEM	AMBIENTE	FABRICANTE	MODELO		QTD	TIPO	COMP.	BTU/h	P (kW)	U (V)	I (A)	EER (W/W)	Consumo Mensal (kWh) ⁷	Selo Procel
			UNIDADE INTERNA	UNIDADE EXTERNA										
BLOCO 4 – MANUTENÇÃO E LABORATÓRIOS														
SUBSOLO														
36	Coord. Almoz. Patrimônio	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
TÉRREO														
37	Lab. Materiais de Construção	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	2	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
38	Lab. Empreed. Sustentabilidade	Consul	CCF07E		1	Janela	Rotativo	7500	0,748	127	6,10	2,94	15,70	A
39	Lab. de Solos	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	2	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
40	Lab. Inst. Elétr. Residenciais	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	2	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
41	Sala dos Prof. BSI, CSTAI e CLF	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
SUPERIOR														
42	Lab. Metrologia	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
43	Coord. de Eletromecânica	Springer Carrier	42MCB030515LS	38XCB030515MS	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,160	220	14,70	2,78	66,40	D
44	Lab. Refrigeração	Springer Carrier	42MCB030515LS	38XCB030515MS	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,160	220	14,70	2,78	66,40	D
45	Sala dos Grupos de Pesquisa	Samsung	AR12HVSPBSNNAZ	AR12HVSPBSNNAZ	1	Split Hi-Wall	Scrool	12000	1,078	220	5,00	3,53	20,90	A
46	Lab. Automação	York	MCC35B17C	CHC30B16R	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,100	220	13,90	2,83	66,00	C
47	Lab. Instrumentação	Elgin	HEFI12B2IA	HEFE12B2IA	1	Split Hi-Wall	Rotativo	12000	1,075	220	4,95	3,27	22,60	A
48	Lab. de Pneumát.	York	MCC35B17C	CHC30B16R	2	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,100	220	13,90	2,83	66,00	C
49	Academia Musc.	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	2	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D

⁷ Com base nos resultados do ciclo normalizados pelo Inmetro de 1 h por dia por mês.

ORDEM	AMBIENTE	FABRICANTE	MODELO		QTD	TIPO	COMP.	BTU/h	P (kW)	U (V)	I (A)	EER (W/W)	Consumo Mensal (kWh) ⁸	Selo Procel
			UNIDADE INTERNA	UNIDADE EXTERNA										
BLOCO 5 - INFORMÁTICA E OFICINA MECÂNICA														
SUBSOLO (OFICINA MECÂNICA)														
50	Lab. de Usinagem 1 (Supervisão)	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
51	Lab. de Usin. 2 (Torn. Mecânica)	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	2	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
52	Lab. de Usin. 3 (Tornearia CNC)	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	2	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
TÉRREO														
53	Lab. Inf. 07	Hitachi	RPC025H3P	RAA025H3S	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	2,960	220	15,20	2,77	62,20	D
54	Lab. Inf. 08	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
55	Laboratório de Eletrônica	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
		Elgin	HEFI12B2IA	HEFE12B2IA	1	Split Hi-Wall	Rotativo	12000	1,075	220	4,95	3,27	22,60	A
		Consul	CCF21M0		2	Janela	Pistão	21000	2,650	220	12,70	2,32	79,50	D
56	Sala de Aula 11	Hitachi	RKP025B	RCA025B	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,200	220	18,18	2,75	67,20	D
57	Sala de Aula 12	Hitachi	RKP025B	RCA025B	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,200	220	18,18	2,75	67,20	D
58	Sala da COINF e CBSI	Rheem	RB1HW24AC2BE	RB1HW24AC2BC	1	Split Hi-Wall	Rotativo	24000	2,240	220	10,30	2,81	52,10	D
SUPERIOR														
59	Lab. Inf. 02	Carrier Totaline	YCF305D		1	Janela	Pistão	30000	3,150	220	14,80	2,79	94,50	B
60	Lab. Inf. 03	Hitachi	RPC18A3P	RAA015F3S	1	Split Piso-Teto	Rotativo	18000	1,841	220	8,36	2,74	37,30	D
61	Lab. Inf. 03	Springer Carrier	42XQC030515LS	38XCD030515MS	1	Split Piso-Teto	Rotativo	30000	3,280	220	14,44	2,68	68,90	D
62	Lab. Inf. 05	Hitachi	RKP025B	RCA025B	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,200	220	18,18	2,75	67,20	D
63	Lab. Inf. 06	Hitachi	RKP025B	RCA025B	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,200	220	18,18	2,75	67,20	D
64	Lab. Redes	Hitachi	RKP025B	RCA025B	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,200	220	18,18	2,75	67,20	D
65	Lab. Pesquisa	Carrier Totaline	YCF305D		1	Janela	Pistão	30000	3,150	220	14,80	2,79	94,50	B

⁸ Com base nos resultados do ciclo normalizados pelo Inmetro de 1 h por dia por mês.

ORDEM	AMBIENTE	FABRICANTE	MODELO		QTD	TIPO	COMP.	BTU/h	P (kW)	U (V)	I (A)	EER (W/W)	Consumo Mensal (kWh) ⁹	Selo Procel
			UNIDADE INTERNA	UNIDADE EXTERNA										
ANEXOS														
AUDITÓRIO														
66	Auditório	Carrier	42XQS60C5	38CCK060535MC	3	Split Piso-Teto 3F	Scroll	57000	5,156	220	16,00	3,24	108,30	A
COORDENADORIA DE EDIFICAÇÕES														
67	Sala dos Professores	Hitachi	RKP025B	RCA025B	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,200	220	18,18	2,75	67,20	D
68	Sala do Coordenador	Hitachi	RKP025B	RCA025B	1	Split Hi-Wall	Rotativo	30000	3,200	220	18,18	2,75	67,20	D
69	Sala de Estudos	Hitachi	RKP008B	RCA008B	1	Split Hi-Wall	Rotativo	9000	1,050	220	5,96	2,78	20,00	D
ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO E EVENTOS														
70	Asses. Comunic.	Consul	CCF21A		1	Janela	Pistão	21000	2,650	220	12,70	2,32	79,50	D

⁹ Com base nos resultados do ciclo normalizados pelo Inmetro de 1 h por dia por mês.

APÊNDICE C – DADOS DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DO IFS – CAMPUS LAGARTO

LÂMPADAS										ILUMINAÇÃO			REATORES				
AMBIENTE	MARCA	MODELO	TIPO	ϕ (lm)	INTER.	DEF.	P (W)	U (V)	I (A)	DIA (lux)	NOITE (lux)	DPI (W/m²)	MARCA	TIPO	P (W)	FFL	FP
BLOCO 01 - ADMINISTRATIVO																	
TÉRREO																	
Coord. Saúde – Espera	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	1	2x32	127	0,25	65	378	12,64	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
	Osram	F40/T12 5250K/1200mm		2700			1x40		0,35								
Coord. Saúde – consult. médico	Sylvania	F40/T10 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	1	1	2x40	127	0,25	147	537	18,22	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm		2200			2x32										
	Osram	F40/T12 5250K/1200mm		2700			3x40										
Coord. Saúde – consult. odont.	G-light	3UI/E27 6400K	Fluor. Comp.	860	1	-	3x15	127	0,23	300	62	3,18	G-light	Magn.	3x16	0,90	0,65
Coord. Saúde – consult. enferm.	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	2	-	4x32	127	0,25	620	262	14,65	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
Coord. Saúde – WCB geral	Osram	Centra A Bulbo Claro	Incandesc.	1100	1	-	1x100	127	0,79	000	62	34,72	-	-	-	-	-
Coord. Saúde – WCB médico	Osram	Centra A Bulbo Claro	Incandesc.	1100	1	-	1x100	127	0,79	000	59	36,23	-	-	-	-	-
Coordenadoria de Transportes	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	-	4x32	127	0,25	65	350	26,53	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
Data Center 1	Osram	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	1	7	3x32	127	0,25	173	186	7,54	Top Line	Eletr.	2x73	0,90	0,97
Coord. de Registros Escolares	Osram	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	-	8	2x40	127	0,35	230	180	6,30	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm		2200			6x32		0,25				Osram	Eletr.	3x66	0,90	0,95
Biblioteca	G-light	F40/T10 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	-	16	14x40	127	0,35	376	250	6,28	G-light	Eletr.	14x80	0,90	0,97
	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm		2200			14x32		0,25								

Depósito de material de limpeza	-	-	-	-	1	1				000	000	000	-	-	-	-	-
Hall de entrada	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	1	6x32	127	0,25	550	197	4,74	Top Line	Eletr.	3x73	0,90	0,97
Circulação	Ourolux	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	-	14	14x32	127	0,25	120	206	4,36	Top Line	Eletr.	7x73	0,90	0,97
Circulação – B1T-Auditório-B3T	Osram	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	2	24	14x32	127	0,25	3750	146	6,97	Osram	Eletr.	7x66	0,90	0,95
Circulação – B1T-B2T-B3T-B4T-Refeitório	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	34	11x32	127	0,25	1750	125	3,53	G-light	Eletr.	8x80	0,90	0,97
	Osram	F40/T10 5250K/1200mm		2700			5x40		0,35								
Escada	Osram	F40/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	-	-	2x40	127	0,25	170	108	11,53	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
WCB masculino	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	3	1x32	127	0,25	260	315	13,45	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
WCB feminino	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	3	1x20	127	0,25	405	69	0,94	Osram	Eletr.	1x22	0,90	0,97

SUPERIOR

Gabinete da Direção Geral	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	-	4x32	127	0,25	150	280	11,80	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
Sala de Reunião da DG	Ecolume	A60/G27 6000K	LED	925	1	-	4x10	127	0,12	900	163	1,12	-	-	-	-	-
Gab. da Ger. de Adm.	G-light	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2600	1	-	4x32	127	0,25	450	459	12,07	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
Ger. de Administração	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	12	10x32	127	0,25	450	270	6,99	Top Line	Eletr.	5x73	0,90	0,97
Ger. de Apoio Inst.	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	7	7x32	127	0,25	360	285	6,29	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
Almox. Ger. Apoio Inst.	Osram	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	-	4	-	-	-	-	-	000	-	-	-	-	
Sala Res. Ger. Apoio Inst.	Osram	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	-	2	2x32	127	0,25	000	000	60	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
Gerência de Ensino	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	-	3	3x32	127	0,25	150	220	5,22	Top Line	Eletr.	2x73	0,90	0,97
Assessoria Pedagógica	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	-	6x32	127	0,25	370	356	12,79	G-light	Eletr.	3x80	0,90	0,97

Almox. Asses. Pedagógica	Sylvania	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	1	1	1x32	127	0,25	000	134	11,06	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
Sala Atend. Asses. Pedagógica	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	-	2x32	127	0,25	390	150	12,45	Top Line	Eletr.	1x73	0,90	0,97
Coord. de Gest. de Pessoas	Ourolux	F20/T10 6400K/600mm	Fluor. Tub.	1100	1	-	1x20	127	0,15	137	140	3,26	Ourolux	Magn.	1x22	0,90	0,60
	G-light	3 UI/E27 6400K	Fluor. Comp.	860 1226			1x15 1x20		0,23				G-light	Magn.	1x16 1x22	0,90	0,65
Coord. dos Cur. Téc. e Sup.	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	3	5x32	127	0,25	126	353	10,67	G-light	Eletr.	3x80	0,90	0,97
Sala da Vigilância	Osram	Mini Lâmpada Espiral E27/2700K	Fluor. Comp.	840	1	3	1x15	127	0,21	69	40	1,39	Osram	Eletr.	1x17	0,9	0,6
Asses. de Com. Soc. e Event.	Osram	F20/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	1060	1	-	4x20	127	0,25	2	252	3,82	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,97
		3U/G27 6500K	Fluor. Comp.	1200			1x15		0,12				Osram	Magn.	1x17	0,90	0,60
Copa de uso geral	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	2	2x32	127	0,25	120	238	5,80	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
Copa DG	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	-	2x32	127	0,25	600	226	19,10	Top Line	Eletr.	1x73	0,90	0,97
Depósito de Mat. de Limpeza	G-light	3 UI/E27 6500K	Fluor. Comp.	1200	1	-	1x15	127	0,23	300	62	3,18	G-light	Magn.	1x16	0,90	0,65
WCB masculino	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	2	1x32	127	0,25	204	271	4,14	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
	Osram	3U/G27 6500K	Fluor. Comp.	1200			1x15		0,20				Osram	Magn.	1x17	0,90	0,60
WCB feminino	Osram	F20/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	1060	1	2	2x20	127	0,25	204	303	3,05	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,97
WCB DG	Osram	Centra A Bulbo Claro	Incandesc.	500	1	-	1x60	127	0,47	000	42	12,87	-	-	-	-	-
Circulação	Osram	F40/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	-	10	7x40	127	0,35	136	350	9,84	G-light	Eletr.	16x80	0,90	0,97
	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm		2200			25x32		0,25								
Circulação – B1S-Auditório-B3S	Osram	F40/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	2	13	4x40	127	0,35	2670	157	3,84	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
		F32/T8 5250K/1200mm		2350			2x32		0,25				Top Line	Eletr.	1x73	0,90	0,97
	Llum	3U/E27/6500K	Fluor. Comp.	1150			2x20		0,17				Llum	Eletr.	1x22	0,9	0,6

Circulação – B1S-B2S-B3S-B4S-Dep. de Uso Geral	Osram	F40/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	-	25	2x40	127	0,35	2250	270	4,26	G-light	Eletr.	10x80	0,90	0,97
	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm		1920			17x32		0,25								

SUPERIOR																	
Sala de Aula 07	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	-	5	11x32	127	0,35	620	222	8,38	Top Line	Eletr.	6x73	0,90	0,97
	Sylvania	F40/T10 5000K/1200mm		2700			1x40		0,25				Intral	Eletr.	1x72		0,99
Sala de Aula 06	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	4	14x32	127	0,25	443	285	10,26	G-light	Eletr.	7x80	0,90	0,97
Sala de Aula 05	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	-	9	9x32	127	0,25	856	248	7,50	G-light	Eletr.	5x80	0,90	0,97
Sala de Aula 04	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	2	16x32	127	0,25	732	410	11,94	G-light	Eletr.	8x80	0,90	0,97
Sala de Aula 03	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	1	17x32	127	0,25	613	432	13,37	G-light	Eletr.	9x80	0,90	0,97
Sala de Aula 02	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	2	16x32	127	0,25	495	292	11,88	G-light	Eletr.	8x80	0,90	0,97
Sala de Aula 01	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	-	1	17x32	127	0,25	560	342	13,38	G-light	Eletr.	9x80	0,90	0,97
Lab. de Des. Assist. por Comput.	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	26	5x32	127	0,25	291	76	5,57	Top Line	Eletr.	3x73	0,90	0,97
	Philips	F40/T10 5000K/1200mm		2700			2x40		0,35				Intral	Eletr.	1x72		
Circulação	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	18	14x32	127	0,25	220	245	4,65	G-light	Eletr.	8x80	0,90	0,97
	Osram	F40/T10 5250K/1200mm		2700			2x40		0,35								
Circulação B2S-B4S	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	-	14	8x32	127	0,25	5800	68	4,58	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
	G-light	3 UI/E27 6400K	Fluor. Comp.	1420			2x30		0,23						2x34		0,7

LÂMPADAS										ILUMINAÇÃO			REATORES				
AMBIENTE	MARCA	MODELO	TIPO	ϕ (lm)	INTER.	DEF.	P (W)	U (V)	I (A)	DIA (lux)	NOITE (lux)	DPI (W/m ²)	MARCA	TIPO	P (W)	FFL	FP
BLOCO 03 – LABORATÓRIOS E SALAS DE AULA																	
TÉRREO																	
Lab. de Informática	Osram	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	3	9	6x32	127	0,25	389	260	9,57	Kasuma	Eletr.	3x61	0,90	0,97
		F40/T12 5250K/1200mm		2700			2x40		0,35				Top Line	Eletr.	1x73	0,90	0,97
	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm		1920			5x32		0,25				Kasuma	Eletr.	3x61	0,90	0,97
	Sylvania	F40/T12 4000K/1200mm		2700			2x40		0,35				Top Line	Eletr.	1x73	0,90	0,97
Lab. de Seg. do Trabalho	Osram	F32/T8 3500K/1200mm	Fluor. Tub.	3200	3	28	7x32	127	0,25	72	175	4,57	Kasuma	Eletr.	4x61	0,90	0,97
Lab. de Inst. Elét. Indust.	GE	F40W/T12 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2600	3	1	16x40	127	0,55	720	464	15,92	ECP	Eletr.	12x71	0,90	0,97
	Sylvania	F32/T8 4000K/1200mm		2350			7x32		0,25								
Lab. de Máquinas Elétricas	GE	F40W/T12 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2600	3	15	5x40	127	0,55	700	235	6,63	ECP	Eletr.	5x71	0,90	0,97
	Sylvania	F32/T8 4000K/1200mm		2350			4x32		0,25								
Lab. de Ensaios Mecânicos	Osram	F40W/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	1	11	13x40	127	0,25	630	385	10,51	G-light	Eletr.	7x80	0,90	0,97
Lab. de Petróleo e Gás	Osram	F40W/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	-	8	4x40	127	0,25	630	117	5,96	Kasuma	Eletr.	3x60	0,90	0,97
Lab. de Eletricidade	Osram	F32W/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	3	12	8x32	127	0,25	640	350	8,26	Top Line	Eletr.	1x61	0,90	0,97
				Kasuma									3x60				
	Sylvania	F32W/T8 4000K/1200mm		2350									4x32		G-light		
Lab. de Topografia	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	4	2	16x32	127	0,23	550	370	8,82	Top Line	Eletr.	8x61	0,90	0,97
Data Center 2	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	2	2x32	127	0,23	000	157	8,72	Top Line	Eletr.	1x61	0,90	0,97
Coord. de Tec. da Informação	Ecolume	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	-	2x32	127	0,25	601	235	8,65	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
	Sylvania	F40W/T12 3500K/1200mm		3200			2x40		0,35								

Rampa de Acessibilidade	Osram	F40W/T8/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	2	32	3x40	127	0,35	88	60	2,51	Top Line	Eletr.	2x74	0,90	0,97
	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm		1920			9x32		0,23				G-light	Eletr.	5x80	0,90	0,97
Depósito da Rampa de Acessibilidade	Philips	F40W/T10 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	2	-	4x40	127	0,35	4	145	2,48	Top Line	Eletr.	2x61	0,90	0,97
Escada	G-Light	F32W/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2600	-	-	2x32	127	0,25	67	270	5,47	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
Circulação	Osram	F32/T10 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	-	21	2x32	127	0,25	150	130	4,61	Top Line	Eletr.	1x61	0,90	0,97
	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm		1920			1x32						Top Line	Eletr.	1x61	0,90	0,97
	G-Light	F40W/T8 4000K/1200mm		2600			6x32						G-light	Eletr.	5x80	0,90	0,97
	Sylvania	F32/T10 5000K/1200mm		2700			4x40		0,35								

SUPERIOR

Miniauditório 01	Osram	F32W/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	-	28	10x32	127	0,25	6	245	7,26	G-light	Eletr.	10x80	0,90	0,97
	Sylvania	F40/T10 5000K/1200mm		2700			8x40 2x40		0,35				Intral	Magn.	1x86	0,90	0,30
Lab. de Física Moderna	Sylvania	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	1	-	12x32	127	0,25	83	530	14,06	Top Line	Eletr.	6x61	0,90	0,97
Sala da EaD	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	-	14	18x32	127	0,23	1185	397	13,35	Top Line	Eletr.	9x61	0,90	0,97
Coord. de Ciências Soc. e Hum.	Sylvania	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	2	4	12x32	127	0,25	750	420	13,18	G-light	Eletr.	6x80	0,90	0,97
Lab. de Matemática Aplicada	Sylvania	F40/T10 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	2	8	12x40	127	0,25	286	404	12,10	Osram	Eletr.	6x84	0,90	0,95
		F32/T8 4000K/1200mm		2350			4x32		0,20						2x66		
Sala de Aula 08	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	2	1	11x32	127	0,25	358	188	9,03	G-light	Eletr.	6x80	0,90	0,97
Sala de Aula 09	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	2	-	12x32	127	0,25	540	177	8,74	G-light	Eletr.	6x80	0,90	0,97
Sala de Aula 10	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	4	8x32	127	0,25	382	203	7,77	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
Circulação	Sylvania	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	2	18	14x32	127	0,25	195	320	4,07	Osram	Eletr.	7x66	0,90	0,95

LÂMPADAS											ILUMINAÇÃO			REATORES				
AMBIENTE		MARCA	MODELO	TIPO	ϕ (lm)	INTER.	DEF.	P (W)	U (V)	I (A)	DIA (lux)	NOITE (lux)	DPI (W/m ²)	MARCA	TIPO	P (W)	FFL	FP
BLOCO 04 – LABORATÓRIOS, SALAS DE AULA E MANUTENÇÃO																		
SUBSOLO																		
Subestação	Osram	F40W/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	1	-		2x40	127	0,25	30	184	5,41	Intral	Magn.	1x86	0,90	0,30
	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm		2200				6x32	127	0,23				G-light	Eletr.	3x80		0,97
Coord. Almox. e Patrim.	Osram	F40W/T12 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	1	10		6x40	127	0,25	67	244	5,24	Intral	Magn.	3x86	0,90	0,30
Oficina de Manutenção	Osram	F40W/T10 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	1	8		6x40	127	0,35	64	140	6,49	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
	Sylvania	F32/T8 4000K/1200mm		2350				2x32		0,25								
Refeitório Funcionários	Sylvania	F32/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	1	4		2x32	127	0,35	3	142	6,02	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
	Ourolux	F20/T8 6400K/600mm	Fluor. Comp.	1100				2x20		0,15				G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,97
Sala do Zelador	Ziron	F32W/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	2	2		2x32	127	0,22	15	162	7,29	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
WCB masculino subsolo	Osram	F20/T8 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	2		2x20	127	0,17	640	305	2,05	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,97
WCB feminino subsolo	Osram	F20/T8 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	2		2x20	127	0,17	650	308	2,98	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,97
Circulação do subsolo	Osram	F40W/T10 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	1	7		2x40	127	0,25	137	94	3,41	Intral	Eletr.	1x74	0,90	0,99
	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm		2200				1x32		0,23				Top Line	Eletr.	1x61		0,97
Circulação Canteiro de Obras – B4	Osram	F40W/T10 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	1	13		4x40	127	0,25	3240	65	115	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
	G-light	3 UI/E27 6400K	Fluor. Comp.	1240				1x25		0,23						1x27		0,90
Escada do subsolo	G-light	3UI/E27 6400K	Fluor. Comp.	1240	1	-		1x25	127	0,23	25	28	1,88	G-light	Eletr.	1x27	0,90	0,90

TÉRREO																	
Lab. Inst. Elétric. Prediais	Osram	F40W/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	-	6	26x40	127	0,35	845	630	11,25	Intral	Eletr.	13x74	0,90	0,99
Lab. Instalações Hidrossanitárias	Osram	F40W/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	-	14	10x40	127	0,35	750	178	4,54	Intral	Eletr.	5x74	0,90	0,99
Lab. Solos	Osram	F40/T10 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	-	20	28x32	127	0,25	742	447	12,61	Intral	Eletr.	14x74	0,90	0,99
Lab. Solos – Sala Prep. 01 (Almoxarifado)	Osram	F40W/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	1	-	2x40	127	0,35	1230	232	6,06	Intral	Eletr.	1x74	0,90	0,99
Lab. Solos – Sala Prep. 02	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	-	2x32	127	0,25	12	195	5,00	Top Line	Eletr.	1x61	0,90	0,97
Lab. de Emp. e Sustentab.	Philips	F40/T12 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2600	1	-	2x40	127	0,35	000	230	5,68	Intral	Eletr.	1x74	0,90	0,99
Lab. Mat. de Construção	Osram	F40/T10 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	-	12	17x40	127	0,35	912	740	18,10	RCG	Eletr.	24x82	1,00	0,99
	Philips	F40W/T12 5000K/1200mm		2600			20x40		0,33								
Lab. Mat. Const. – Câm. Úmida	GE	F40/T12 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2600	1	-	2x40	127	0,35	37	255	9,01	Intral	Eletr.	1x74	0,90	0,99
Lab. Mat. Const. – Sala Professor	Philips	F40/T12 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2600	1	-	2x40	127	0,35	1720	235	5,68	Intral	Eletr.	1x74	0,90	0,99
Grêmio Estudantil	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	2	1x32	127	0,25	18	119	39,61	Top Line	Eletr.	1x61	0,90	0,97
	Osram	F40/T10 4000K/1200mm		2700			1x40		0,35				Intral	Magn.	1x84	0,90	0,30
Sala Profs. CBSI, CCSTAI e CLF	Osram	F40/T10 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	1	-	4x40	127	0,35	570	215	5,73	Intral	Conv.	2x74	0,90	0,99
Depósito Mat. de Limpeza	G-light	3UI/E27 6400K	Fluor. Comp.	1240	1	-	1x25	127	0,23	25	125	11,02	G-light	Eletr.	1x27	0,90	0,90
WCB masculino térreo	Osram	F20W/T8 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	1060	1	-	2x20	127	0,15	303	285	1,87	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,97
WCB feminino térreo	Osram	F20W/T8 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	-	2x20	127	0,15	189	278	3,05	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,97
Circulação do térreo	Elgin	F32W/T8 6400K/600mm	Fluor. Tub.	2400	-	22	10x32	127	0,27	139	120	3,65	G-light	Eletr.	5x80	0,90	0,97
Escada do térreo	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	2	-	-	-	125	003	000	-	-	-	-	-

SUPERIOR																	
Lab. de Pneumática	Ourolux	F20/T8 6400K/600mm	Fluor. Tub.	1100	2	28	4x20	127	0,15	19	247	5,01	G-light	Eletr.	4x22	0,90	0,97
		F32/T8 6400K/1200mm		2200			4x32		0,25				G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
	Sylvania	F40/T12 4000K/1200mm		2600			4x40		0,35								
Lab. de Pneum. – Almoz. 01	Sylvania	F40/T12 3500K/1200mm	Fluor. Tub.	3200	1	1	1x40	127	0,35	000	65	5,60	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
Lab. de Pneum. – Almoz. 02	G-light	3UI/E27 6400K	Fluor. Comp.	1240	1	-	1x20	127	0,20	000	36	5,61	G-light	Eletr.	1x22	0,90	0,90
Sala dos Grupos de Pesquisa	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	-	4x40	127	0,25	25	408	11,61	Top Line	Eletr.	2x61	0,90	0,97
Lab. de Automação	Ourolux	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	8	8x32	127	0,25	140	262	7,04	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
	Osram	F40/T10 4000K/1200mm		2700			2x40		0,35				RCG	Eletr.	1x82	1,00	0,99
Lab. de Instrumentação	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	-	10	2x32	127	0,35	467	186	23,12	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
	Osram	F40/T10 4000K/1200mm		2700			2x40										
Lab. de Refrigeração (Sala de Aula)	Osram	F40/T10 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	-	-	8x40	127	0,35	19	440	5,86	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
Lab. de Refrigeração (Experimentos)	Ecolume	A60/G27 6000K	LED	925	1	-	4x10	127	0,12	000	145	3,43	-	-	-	-	-
Lab. de Metrologia	Ourolux	F20/T8 6400K/600mm	Fluor. Tub.	1100	-	5	6x20	127	0,15	1070	100	3,65	G-light	Eletr.	6x22	0,90	0,90
		F32/T8 6400K/1200mm		2200			5x32		0,25				G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
	Osram	F40/T10 4000K/1200mm		2700			2x40		0,35								
Coord. de Eletromecânica	Osram	F40/T10 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	3	-	2x40	127	0,35	406	342	11,24	Top Line	Eletr.	1x61	0,90	0,97
	Philips	F40/T12 5000K/1200mm		2600			4x40		0,37				G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
Academia de Gin. e Musculação	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	-	34	22x32	127	0,25	1192	276	6,73	Top Line	Eletr.	12x61	0,90	0,97
Depósito de Uso Geral	-	-	-	-	-	4	-	-	-	340	-	0,00	-	-	-	-	-
Depósito de Mat. de Limpeza	G-light	3UI/E27 6400K	Fluor. Comp.	1240	1	-	1x25	127	0,23	25	125	11,02	G-light	Eletr.	1x27	0,90	0,90
WCB masculino	Osram	F32W/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	1	-	2x32	127	0,25	353	285	3,41	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97

WCB feminino	Osram	F32W/T8 4000K/1200mm	Fluor. Tub.	2350	1	-	2x32	127	0,25	405	285	5,55	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
Circulação	Ourolux	F20/T8 6400K/600mm	Fluor. Tub.	1100	2	24	4x20	127	0,15	172	81	1,63	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,90
		F32W/T8 6400K/1200mm		2200			4x32		0,25						2x80		0,97

LÂMPADAS										ILUMINAÇÃO			REATORES				
AMBIENTE	MARCA	MODELO	TIPO	ϕ (lm)	INTER.	DEF.	P (W)	U (V)	I (A)	DIA (lux)	NOITE (lux)	DPI (W/m ²)	MARCA	TIPO	P (W)	FFL	FP
BLOCO 05 - INFORMÁTICA E OFICINA MECÂNICA																	
SUBSOLO																	
Sala de Ajustes e Prep.	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	2	4	6x32	127	0,25	347	123	2,44	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
	Philips	F40/T12 5000K/1200mm		2600			2x40		0,35								
Lab. Usin. 1 (Supervisão)	Sylvania	F40/T12 3500K/1200mm	Fluor. Tub.	3200	1	-	4x40	127	0,35	250	256	8,25	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
Lab. Usin. 2 (Torn. Mec.)	GE	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2400	-	5	9x32	127	0,25	85	101	4,95	G-light	Eletr.	5x80	0,90	0,97
Lab. Usin. 3 (Torn. CNC)	GE	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2400	-	2	6x32	127	0,25	650	195	3,96	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
	Sylvania	F40/T12 3500K/1200mm		3200			2x40		0,35								
WCB masculino	Avant	CFLI/3U/BR 20W/127V	Fluor. Comp.	1200	1	-	1x20	127	0,15	1050	79	6,83	Avant	Eletr.	1x22	0,90	0,80
WCB feminino	Avant	CFLI/3U/BR 20W/127V	Fluor. Comp.	1200	1	-	1x20	127	0,15	1300	69	6,83	Avant	Eletr.	1x22	0,90	0,80
TÉRREO																	
Lab. de Informática 7	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	2	5x32	127	0,25	100	366	13,49	G-light	Eletr.	5x80	0,90	0,97
	Sylvania	F40/T12 3500K/1200mm		3200			5x40		0,35								
Lab. de Informática 8	Ourolux Taschibra	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200 1750	-	8	1x32 5x32	127	0,25	41	450	10,33	G-light	Eletr.	5x80	0,90	0,97
Lab. de Eletrônica	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	2	1	23x32	127	0,25	000	583	14,41	G-light	Eletr.	12x80	0,90	0,97
Sala de Aula 11	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	2	2	10x32	127	0,25	30	312	14,11	G-light	Eletr.	7x80	0,90	0,97
	Philips	F40/T12 5000K/1200mm		2600			4x40		0,42								
Sala de Aula 12	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	2	1	13x32	127	0,25	45	314	13,98	G-light	Eletr.	7x80	0,90	0,97
Sala da COINF e CBSI	Elgin	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2400	2	11	5x32	127	0,25	20	254	2,26	G-light	Eletr.	3x80	0,90	0,97

WCB masculino	Avant	CFLI/3U/BR 20W/127V	Fluor. Comp.	1200	1	3	1x25	127	0,18	10	23	2,01	Avant	Eletr.	1x27	0,90	0,80
WCB feminino	Avant	CFLI/3U/BR 20W/127V	Fluor. Comp.	1200	1	-	1x25	127	0,18	10	90	6,44	Avant	Eletr.	1x27	0,90	0,80
	Osram	Centra A Bulbo Claro	Incandesc.	500			1x60		0,47				-	-	-	-	-
Escada	-	-	-	-	1	1	-	-	-	353	31	0,00	-	-	-	-	-
Hall de Entrada	Avant	CFLI/3U/BR 20W/127V	Fluor. Comp.	1200	1	-	2x25	127	0,18	960	66	6,21	Avant	Eletr.	2x27	0,90	0,80
Circulação	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	2	24	5x32	127	0,25	14	120	10,04	G-light	Eletr.	3x80	0,90	0,97

SUPERIOR

Lab. Inf. 02	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	2	9x32	127	0,25	003	460	14,20	G-light	Eletr.	7x80	0,90	0,97
	Philips	F40/T12 5000K/1200mm		2600			5x40		0,42								
Lab. Inf. 03	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	2	8x32	127	0,25	5	400	14,50	G-light	Eletr.	7x80	0,90	0,97
	Sylvania	F40/T12 3500K/1200mm		3200			6x40		0,35								
Lab. Inf. 04	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	1	13x32	127	0,25	21	468	14,68	G-light	Eletr.	7x80	0,90	0,97
	Sylvania	F40/T10 5000K/1200mm		2700			1x40	127	0,30								
Lab. Inf. 05	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	-	2	12x32	127	0,25	16	320	12,48	G-light	Eletr.	6x80	0,90	0,97
Lab. Inf. 06	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	1	4x32	127	0,25	14	230	9,30	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
	Philips	F40/T12 5000K/1200mm		2600			4x40		0,42								
Lab. Redes	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	-	6x32	127	0,25	110	185	9,81	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97
	Philips	F40/T12 5000K/1200mm		2600			2x40		0,42								
Lab. Pesquisa	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	4	6x32	127	0,25	003	232	12,60	G-light	Eletr.	6x80	0,90	0,97
	Philips	F40/T10 4000K/1200mm		2700			6x40		0,42								
Hall de Entrada	G-light	3U/G27 6400K	Fluor. Comp.	1545	1	-	2x25	127	0,23	1620	148	6,21	G-light	Eletr.	2x27	0,90	0,97

Circulação	Ourolux	F32W/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	2200	1	-	10x32	127	0,25	32	370	9,38	G-light	Eletr.	6x80	0,90	0,97
	Philips	F40/T10 4000K/1200mm		2700			2x40		0,35								

LÂMPADAS										ILUMINAÇÃO			REATORES				
AMBIENTE	MARCA	MODELO	TIPO	ϕ (lm)	INTER.	DEF.	P (W)	U (V)	I (A)	DIA (lux)	NOITE (lux)	DPI (W/m ²)	MARCA	TIPO	P (W)	FFL	FP
ANEXOS																	
GUARITA																	
Guarita	Philips	F40/T12 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2600	1	-	2x40	127	0,42	3830	224	6,72	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
WCB Guarita	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	1	1x20	127	0,15	324	213	10,57	G-light	Eletr.	1x22	0,90	0,90
Área Externa	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	6	2x20	127	0,15	4520	134	1,44	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,90
AUDITÓRIO																	
Auditório	Osram	F40/T12 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	-	50	28x40	127	0,42	002	92	3,68	Intral	Conv.	14x84	0,90	0,36
Área de Preparação	Philips	F40/T12 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2600	2	-	4x40	127	0,37	150	180	10,14	Intral	Eletr..	2x82	0,90	0,97
WCB Masculino (Externo)	Osram	Centra A Bulbo Claro	Incand.	500	1	2	1x60	127	0,47	1070	116	7,06	-	-	-	-	-
WCB Feminino (Externo)	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	-	2x20	127	0,15	720	175	5,45	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,90
Camarim Masculino	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	1	3x20	127	0,15	20	170	8,42	G-light	Eletr.	3x22	0,90	0,90
BWC Camarim Masculino	-	-	-	-	1	2	-	-	-	85	002	0,00	-	-	-	-	-
Camarim Feminino	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	-	4x20	127	0,15	150	250	11,22	G-light	Eletr.	4x22	0,90	0,90
BWC Camarim Feminino	Osram	Centra A Bulbo Claro	Incand.	500	1	-	1x60	127	0,47	150	180	41,67	-	-	-	-	-
COORDENADORIA DE EDIFICAÇÕES																	
Hall de entrada	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	-	4x20	127	0,15	82	140	6,22	G-light	Eletr.	4x22	0,90	0,90
Sala do Coord.	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	-	4x32	127	0,25	960	320	9,47	Top Line	Eletr.	2x61	0,90	0,97
Sala dos Professores	Osram	F40/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	2	3	5x40	127	0,35	523	192	6,85	Top Line	Eletr.	3x61	0,90	0,97

Escrit. Modelo	Osram	F40/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	1	2	4x40	127	0,35	49	343	12,32	Intral	Eletr.	2x74	0,90	0,99
Sala de Estudos	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	-	2x32	127	0,25	40	332	13,22	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
	Philips	F40/T12 5000K/1200mm		2600			2x40		0,37								
WCB Coed	Sylvania	F40/T10 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	1	1	1x40	127	0,35	86	269	4,91	Intral	Magn.	1x84	0,90	0,30
Canteiro de Obras	Ecolume	F32/T8 6400/1200mm	Fluor. Tub.	1920	-	45	7x32	127	0,25	432	112	5,00	G-light	Eletr.	19x80	0,90	0,97
	Orolux	F32W/T8 6400K/1200mm		2200			7x32										
	Osram	F40/T10 5250K/1200mm		2700			24x40		0,35								
Canteiro de Obras (Almoxarifado)	Osram	F40/T10 5250K/1200mm	Fluor. Tub.	2700	2	4	1x40	127	0,35	15	53	2,41	Imtral	Magn.	1x84	0,90	0,30
Canteiro de Obras (Anexo do Almoxarif.)	-	-	-	-	1	1	-	-	-	001	002	0,00	-	-	-	-	-
Canteiro de Obras (WCB)	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	2	2x20	127	0,15	75	179	5,19	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,90

QUADRA POLIESPORTIVA

Quadra Poliesportiva	Osram	Mista/E27 3600K	Mista	3100	-	-	48x160	220	0,73	580	370	5,86	-	-	-	-	-
Vestiário Masculino	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	-	2x20	127	0,15	50	110	1,13	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,90
Vestiário Feminino	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	-	2x20	127	0,15	53	125	1,13	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,90
Sala da Administração	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	-	2x20	127	0,15	50	145	3,38	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,90
Depósito	Osram	F20/T10 5250K/600mm	Fluor. Tub.	1060	1	2	2x20	127	0,15	75	97	1,74	G-light	Eletr.	2x22	0,90	0,90

VIVÊNCIA E REFEITÓRIO

Vivência	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	-	16	2x32	127	0,25	220	17	0,94	Imtral	Conv.	2x84	0,90	0,30
	Osram	F40/T10 5250K/1200mm		2700			1x40		0,37								
Sala Interna	GE	F32/T8 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2715	1	-	2x32	127	0,27	4	160	6,28	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
Sala da AutomaIFS	Avant	CFLI/3U/BR 20W/127V	Fluor. Comp.	1200	1	-	2x25	127	0,18	290	46	3,00	Avant	Eletr.	2x27	0,90	0,80

Sala da CPG e CPA	Sylvania	F40/T12 3500K/1200mm	Fluor. Tub.	3200	3	4	4x40	127	0,35	114	357	8,51	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
Sala de Arquivo	Sylvania	F40/T12 3500K/1200mm	Fluor. Tub.	3200	2	10	2x40	127	0,35	203	144	2,84	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
Cozinha 01	GE	F32/T8 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2715	2	4	4x32	127	0,27	005	183	8,32	G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97
Cozinha 02	GE	F32/T8 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2715	1	2	2x32	127	0,27	30	50	1,70	Top Line	Eletr.	1x61	0,90	0,97
Sala de Atendimento	Philips	F40/T12 5000K/1200mm	Fluor. Tub.	2600	3	4	4x40	127	0,37	134	119	10,53	Intral	Conv.	2x84	0,90	0,36
	GE	F32/T8 5000K/1200mm		2715			4x32		0,27				G-light	Eletr.	2x80	0,90	0,97

GARAGEM DE VEÍCULOS

Garagem de Veículos	-	-	-	-	1	2	-	-	-	720	-	0,00	-	-	-	-	-
Casa de Máquinas	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1560	-	0,00	-	-	-	-	-

ALOJAMENTO DOS PROFESSORES

Suíte Masc.	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	-	2x32	127	0,25	119	130	5,00	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
Suíte Fem.	Taschibra	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1750	1	-	1x32	127	0,23	008	165	6,69	G-light	Eletr.	1x80	0,90	0,97
	Avant	CFLI/3U/BR 20W/127V	Fluor. Comp.	1200			1x25		0,18				Avant	Eletr.	1x27	0,90	0,80
Sala de Estar	Osram	Centra A Bulbo Claro	Incand.	500	1	-	4x60	127	0,47	42	92	7,84	-	-	-	-	-
WCB Suíte. Masc.	Osram	Centra A Bulbo Claro	Incand.	500	1	-	1x60	127	0,47	205	67	15,78	-	-	-	-	-
WCB Suíte. Fem.	Avant	CFLI/3U/BR 20W/127V	Fluor. Comp.	1200	1	-	1x25	127	0,18	173	118	19,73	Avant	Eletr.	1x27	0,90	0,80
	Osram	Centra A Bulbo Claro	Incand.	500			1x60		0,47				-	-	-	-	-
Copa	Osram	Centra A Bulbo Claro	Incand.	500	1	-	1x60	127	0,47	45	118	15,78	-	-	-	-	-
Depósito	Osram	Centra A Bulbo Claro	Incand.	500	1	-	1x60	127	0,47	62	110	15,78	-	-	-	-	-
Área Externa	Ecolume	F32/T8 6400K/1200mm	Fluor. Tub.	1920	1	-	8x32	127	0,25	119	130	5,00	G-light	Eletr.	4x80	0,90	0,97

APÊNDICE D – CLASSIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NOS AMBIENTES DO IFS – CAMPUS LAGARTO

Grupos	Atividades	Ordem	Ambientes	Área (m²)	Pot. Ilum. (W)	RCR	DPI _L 20%	Divisão Circuitos	Ilum. Natural	Deslig. Automático
01	Academia de ginástica	01	Academia de Gin. e Musculação	108,63	732	2,195	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
02	Almoxarifado (depósito)	02	Almox. Ger. Apoio Institucional	6,74	0,00	7,599	Sim	Não atende	Não aplicável	Não aplicável
		03	Almox. Asses. Pedagógica	7,25	80	10,316	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		04	Coord. Almox. e Patrimônio	47,34	258	4,040	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		05	Lab. Solos – Sala Prep. 01 (Almoxarifado)	12,20	74	5,668	Não	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		06	Lab. de Pneum. – Almox. 01	7,14	80	21,144	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		07	Lab. de Pneum. – Almox. 02	3,92	22	29,170	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		08	Canteiro de Obras (Almoxarifado)	34,88	84	6,728	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		09	Canteiro de Obras (Anexo do Almoxarif.)	5,42	0,00	10,770	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
03	Área de circulação	10	Circulação B1T	115,92	511	8,774	Sim	Não atende	Atende	Não aplicável
		11	Circulação – B1T-Auditório-B3T	100,70	462	8,786	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		12	Circulação – B1T-B2T-B3T-B4T-Refeitório	226,84	640	6,348	Não	Não atende	Atende	Não aplicável
		13	Circulação B1S	128,06	1280	6,221	Sim	Não atende	Atende	Não aplicável
		14	Circulação – B1S-Auditório-B3S	100,70	255	5,884	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		15	Circulação – B1S-B2S-B3S-B4S-Dep. de Uso Geral	211,87	800	4,966	Não	Não atende	Atende	Não aplicável
		16	Circulação B2T	136,25	481	7,650	Não	Não atende	Atende	Não aplicável
		17	Circulação – B2T-COED-B4T	100,25	400	7,161	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		18	Circulação B2S	136,25	640	5,969	Não	Não atende	Atende	Não aplicável
		19	Circulação B2S-B4S	84,02	388	6,768	Sim	Não atende	Atende	Não aplicável
		20	Rampa de Acessibilidade	218,54	548	7,694	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
		21	Circulação B3T	113,42	522	9,103	Sim	Não atende	Atende	Não aplicável
		22	Circulação B3S	113,98	462	7,019	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
		23	Circulação do subsolo B4	48,30	135	8,684	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
		24	Circulação Canteiro de Obras – B4	64,16	187	7,691	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		25	Circulação B4T	109,49	400	9,552	Sim	Não atende	Atende	Não aplicável
		26	Circulação B4S	111,98	204	7,139	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
		27	Circulação Térreo Informática	23,91	240	8,325	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
		28	Circulação Superior Informática	51,18	480	5,780	Não	Atende	Não atende	Não se aplica
		29	Circulação Externa Guarita	30,64	44	6,346	Sim	Atende	Atende	Não aplicável

		30	Área de Circulação Externa Alojamento dos Professores	26,16	320	9,969	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
04	Auditório	31	Auditório principal	319,62	1176	4,821	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
05	Banheiros	32	Coord. Saúde – WCB geral	2,89	100	20,882	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		33	Coord. Saúde – WCB médico	2,77	100	21,338	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		34	WCB masculino B1T	16,04	80	12,674	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		35	WCB feminino B1T	13,44	22	14,327	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		36	WCB masculino B1S	16,04	97	12,106	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		37	WCB feminino B1S	13,44	44	13,685	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		38	WCB DG	4,65	60	13,284	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		39	WCB masculino subsolo B4	20,30	44	10,851	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		40	WCB feminino subsolo B4	13,71	44	13,413	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		41	WCB masculino B4T	16,04	44	12,674	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		42	WCB feminino B4T	13,44	44	14,327	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		43	WCB masculino B4S	16,04	80	12,106	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		44	WCB feminino B4S	13,44	80	13,685	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		45	WCB masculino (Oficina Mecânica)	3,22	22	20,548	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		46	WCB feminino (Oficina Mecânica)	3,22	22	20,548	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		47	WCB masculino (Informática)	13,43	27	11,415	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		48	WCB feminino (Informática)	13,50	87	11,378	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		49	WCB Guarita	1,83	22	20,478	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		50	WCB Masculino Auditório (Externo)	8,49	60	10,974	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
		51	WCB Feminino Auditório (Externo)	8,08	44	11,456	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
06	Biblioteca (área das estantes)	58	Biblioteca (área das estantes)	54,29	400	4,934	Sim	Não atende	Não atende	Não aplicável
07	Biblioteca (área de leitura)	59	Biblioteca (área de leitura)	98,32	560	5,402	Sim	Não atende	Não atende	Não aplicável
08	Casa de máquinas	60	Casa de Máquinas	6,68	0,00	9,752	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
09	Cozinha	61	Copa de uso geral	17,28	80	5,375	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		62	Copa DG	3,82	73	10,211	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		63	Cantina Cozinha 01	19,24	160	5,719	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		64	Cantina Cozinha 02	35,97	61	8,502	Sim	Atende	Não	Não

									atende	aplicável
		65	Copa Alojamento dos Professores	3,80	60	9,083	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
10	Depósito	66	Data Center 1	19,35	146	6,715	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		67	Data Center 2	6,99	61	13,594	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		68	Depósito de material de limpeza B1T	2,45	0,00	5,225	Não	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		69	Depósito de material de limpeza B1S	2,45	16	18,372	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		70	Depósito da Rampa de Acessibilidade	49,11	122	5,926	Não	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		71	Subestação	66,50	326	4,444	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		72	Sala do Zelador	10,97	80	6,725	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
		73	Depósito Mat. de Limpeza B4T	2,45	27	19,235	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		74	Depósito de Uso Geral	137,84	0,00	8,878	Sim	Não atende	Não aplicável	Não aplicável
		75	Depósito de Mat. de Limpeza	2,45	27	18,372	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		76	Depósito Quadra Poliesportiva	12,64	44	7,988	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		77	Sala Interna da Cantina	12,74	80	8,463	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		78	Sala de Arquivo	26,86	80	4,713	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		79	Depósito Alojamento dos Professores	3,80	60	9,083	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
11	Dormitório	80	Alojamento dos Professores Suíte Masculina	16,00	80	6,375	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		81	Alojamento dos Professores Suíte Feminina	16,00	107	6,375	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
12	Escada	82	Escada B1T	14,10	80	11,163	Sim	Não atende	Não aplicável	Não aplicável
		83	Escada B2T	14,10	22	11,163	Sim	Não atende	Não aplicável	Não aplicável
		84	Escada B3T	14,60	80	10,930	Sim	Não atende	Não aplicável	Não aplicável
		85	Escada do subsolo B4	15,10	27	13,163	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		86	Escada B4T	15,10	0,00	10,707	Sim	Não atende	Não aplicável	Não aplicável
		87	Escada Bloco de Informática	12,82	0,00	11,461	Sim	Não atende	Não aplicável	Não aplicável
13	Escritório	88	Coordenadoria de Transportes	6,39	160	11,512	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		89	Coord. de Registros Escolares	44,12	278	4,142	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		90	Biblioteca (área de escritório)	25,67	160	7,162	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		91	Gabinete da Direção Geral	13,99	160	5,590	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		92	Sala de Reunião da DG	21,68	40	4,266	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		93	Gab. da Ger. de Adm.	13,25	160	5,798	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		94	Ger. de Administração	52,26	365	2,857	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		95	Ger. de Apoio Inst.	50,88	320	2,885	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		96	Sala Res. Ger. Apoio Inst.	6,13	80	7,954	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		97	Gerência de Ensino	27,93	146	3,728	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		98	Assessoria Pedagógica	18,76	240	4,641	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		99	Sala Atend. Asses. Pedagógica	5,88	73	8,125	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		100	Coord. de Gest. de	18,39	60	4,697	Não	Atende	Não	Não

			Pessoas						atende	aplicável
		101	Coord. dos Cur. Téc. e Sup.	22,79	240	4,149	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		102	Sala da Vigilância	9,06	17	6,775	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		103	Asses. de Com. Soc. e Event.	18,46	61	6,025	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		104	Coord. de Tec. da Informação	18,48	160	6,487	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		105	Coord. de Ciências Soc. e Hum.	36,71	480	4,096	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		106	Lab. de Emp. e Sustentabilidade	13,01	74	5,474	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		107	Lab. Mat. Const. – Sala Professor	13,01	74	5,279	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		108	Grêmio Estudantil	12,90	145	7,395	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		109	Sala Profs. CBSI, CCSTAI e CLF	12,90	148	7,395	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		110	Sala dos Grupos de Pesquisa	10,51	122	7,901	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		111	Coord. de Eletromecânica	17,90	221	6,341	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		112	Sala da COINF e CBSI	38,36	240	3,788	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		113	Guarita	7,63	80	7,617	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		114	Sala do Coordenador (Coed)	13,33	122	5,440	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		115	Sala dos Professores (Coed)	26,70	183	3,836	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		116	Escritório Modelo (Coed)	12,04	148	5,779	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		117	Sala de Estudos (Coed)	12,04	160	5,779	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		118	Sala da Administração Quadra Poliesportiva	13,03	44	5,652	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		119	Sala da AutomaIFS	9,00	54	9,653	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		120	Sala da CPG e CPA	18,79	160	5,537	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
14	Exames/tratamento	121	Coord. Saúde – consult. médico	15,38	320	7,090	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		122	Coord. Saúde – consult. odont.	15,24	48	7,128	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
15	Hall de entrada (circulação)	123	Hall da entrada principal	46,20	219	5,225	Sim	Não atende	Não atende	Não aplicável
		124	Hall de Entrada Térreo Bloco Informática	8,70	54	10,172	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
		125	Hall de Entrada Superior Informática	8,70	54	10,172	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
		126	Hall de Entrada Coed	14,72	88	9,258	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
		127	Hall de Entrada Canteiro de Obras	8,69	0,00	12,566	Sim	Não atende	Não atende	Não aplicável
16	Garagem de veículos	128	Garagem de Veículos	306,62	0,00	5,323	Sim	Atende	Não atende	Não atende
17	Ginásio de esportes	129	Quadra Poliesportiva	1310,40	7680	2,693	Não	Não atende	Não atende	Não atende
18	Laboratório	130	Laboratório de Química	53,09	631	3,713	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		131	Sala de Prep. Lab. de Quím	14,17	136	7,222	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		132	Laboratório de Física	53,09	400	3,713	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		133	Sala de Prep. Lab. Física	11,32	160	8,026	Sim	Atende	Não aplicável	Não aplicável
		134	Laboratório de Biologia	53,09	1120	3,713	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		135	Lab. de Des. e Projetos 03	79,67	2320	2,614	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		136	Lab. de Des. e Projetos 02	80,29	2000	2,549	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável

		137	Lab. de Des. e Projetos 01	79,52	1120	2,582	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		138	Lab. de Des. Assist. por Comput.	52,57	291	3,388	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		139	Lab. de Informática Emec	53,51	512	2,712	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		140	Lab. de Seg. do Trabalho	53,35	244	2,717	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		141	Lab. de Inst. Elét. Indust.	53,51	852	2,712	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		142	Lab. de Máquinas Elétricas	53,51	355	3,699	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		143	Lab. de Ensaios Mecânicos	53,27	560	2,719	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		144	Lab. de Petróleo e Gás	26,99	180	4,130	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		145	Lab. de Eletricidade	52,88	401	2,730	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		146	Lab. de Topografia	55,30	488	3,635	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		147	Lab. de Física Moderna	40,87	366	3,835	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		148	Lab. de Matemática Aplicada	54,16	636	3,268	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		149	Lab. Inst. Elétricas Prediais	81,25	962	2,251	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		150	Lab. Instalações Hidrossanitárias	81,48	370	2,181	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		151	Laboratório de Solos	82,27	1036	2,195	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		152	Lab. Solos – Sala Prep. 02	12,20	61	5,668	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		153	Lab. Mat. de Construção	98,35	1968	2,125	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		154	Lab. Mat. Const. – Câm. Úmida	8,21	74	6,711	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		155	Lab. de Pneumática	67,44	408	3,610	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		156	Lab. de Automação	41,84	402	3,602	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		157	Lab. de Instrumentação	30,34	160	4,462	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		158	Lab. de Refrigeração (Experimentos)	20,25	40	5,151	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		159	Lab. de Metrologia	87,48	452	2,496	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		160	Lab. de Informática 7	29,66	400	4,131	Sim	Não atende	Não atende	Não aplicável
		161	Lab. de Informática 8	38,72	400	3,764	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		162	Lab. de Eletrônica	66,60	960	2,955	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		163	Lab. Inf. 02	39,43	560	3,713	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		164	Lab. Inf. 03	38,62	560	3,774	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		165	Lab. Inf. 04	38,15	560	3,789	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		166	Lab. Inf. 05	38,45	480	3,779	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		167	Lab. Inf. 06	34,40	320	3,895	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		168	Lab. Redes	32,62	320	3,972	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		169	Lab. Pesquisa	38,10	480	3,799	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
19	Oficina mecânica	170	Oficina de Manutenção Subsolo B4	47,42	320	4,036	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		171	Sala de Ajustes e Preparação (Oficina)	131,10	320	2,162	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		172	Lab. Usin. 2 (Torn. Mec.)	80,73	400	2,337	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		173	Lab. Usin. 3 (Torn.	80,82	320	2,336	Não	Não	Não	Não

			CNC)					atende	atende	aplicável
20	Refeitório	174	Refeitório Funcionários	16,93	124	6,725	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		175	Área de Vivência e Refeitório	178,76	168	3,590	Não	Não atende	Atende	Não aplicável
		176	Cantina Sala de Atendimento	30,97	328	4,479	Não	Atende	Atende	Não aplicável
21	Sala de aula	177	Sala de Aula 07	53,82	510	3,278	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		178	Sala de Aula 06	53,90	560	3,275	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		179	Sala de Aula 05	53,90	400	3,275	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		180	Sala de Aula 04	53,66	640	3,283	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		181	Sala de Aula 03	53,35	720	3,293	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		182	Sala de Aula 02	54,60	640	3,253	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		183	Sala de Aula 01	60,84	720	3,077	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		184	Sala da EaD	53,53	549	3,289	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		185	Sala de Aula 08	53,45	480	3,291	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		186	Sala de Aula 09	55,26	480	3,233	Não	Atende	Atende	Não aplicável
		187	Sala de Aula 10	41,42	320	3,804	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		188	Lab. de Refrigeração (Sala de Aula)	27,08	320	4,612	Sim	Não atende	Não atende	Não aplicável
		189	Lab. Usin. 1 (Supervisão)	19,40	160	5,677	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		190	Sala de Aula 11	39,69	560	3,703	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		191	Sala de Aula 12	40,05	560	3,680	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		192	Canteiro de Obras (Área de Desenho)	54,15	480	3,752	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
		193	Canteiro de Obras (Área Livre)	240,98	1040	3,735	Não	Não atende	Não atende	Não atende
22	Sala de enfermeiros	194	Coord. Saúde – consult. enferm.	10,92	160	8,323	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
23	Sala de espera	195	Coord. Saúde – Espera	10,12	160	6,987	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		196	Alojamento dos Professores Sala de Estar	32,60	240	4,752	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		197	Área de Preparação Auditório Principal	16,17	164	18,976	Sim	Atende	Atende	Não aplicável
24	Sala de reuniões, conferência, multiuso	198	Miniauditório 01	123,40	886	2,129	Não	Não atende	Não atende	Não aplicável
25	Vestiário	199	Camarim Masculino Auditório	7,84	66	10,281	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		200	Camarim Feminino Auditório	7,84	88	10,281	Sim	Atende	Não atende	Não aplicável
		201	Vestiário Masculino Quadra Poliesportiva	39,00	44	3,363	Não	Atende	Não atende	Não aplicável
		202	Vestiário Feminino Quadra Poliesportiva	39,00	44	3,363	Não	Atende	Não atende	Não aplicável

ANEXO A – RESULTADO DA SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL DO IFS – CAMPUS LAGARTO

Iluminação										
☐ Por áreas do edifício ☒ Por atividades do edifício										
Pré-requisitos por ambientes				Atividade	Uso	Área [m²]	Potência [W]	Limite do Ambiente		
☐ Divisão de circuitos ☐	☐	Contribuição da luz natural	Desligamento automático							
1	Não atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Ginásio/Academia	Área de Ginástica	108.63	732	☐ K	☒ RCR .195	↑
2	Não atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Depósitos	Depósitos	6.74	1	☐ K	☒ RCR .599	↑
3	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Depósitos	Depósitos	7.25	80	☐ K	☒ RCR .316	↑
4	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Depósitos	Depósitos	47.34	258	☐ K	☒ RCR .040	↑
5	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Depósitos	Depósitos	12.20	74	☐ K	☒ RCR .668	↑
6	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Depósitos	Depósitos	7.14	80	☐ K	☒ RCR .144	↑
7	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Depósitos	Depósitos	3.92	22	☐ K	☒ RCR .170	↑
8	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Depósitos	Depósitos	34.88	84	☐ K	☒ RCR .728	↑
9	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Depósitos	Depósitos	5.42	1	☐ K	☒ RCR .770	↑
10	Não atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	115.92	511	L	2.10 m	
11	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	100.70	462	L	2.64 m	
12	Não atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	226.84	640	L	2.90 m	
13	Não atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	128.06	1280	L	2.32 m	
14	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	100.70	255	L	2.50 m	
15	Não atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	211.87	800	L	2.90 m	
16	Não atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	136.25	481	L	2.42 m	
17	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	100.25	400	L	2.51 m	
18	Não atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	136.25	640	L	2.42 m	
19	Não atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	84.02	388	L	2.16 m	
20	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	218.54	548	L	2.00 m	
21	Não atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	113.42	522	L	2.02 m	
22	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	113.98	462	L	2.03 m	
23	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	48.30	135	L	2.00 m	
24	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	64.16	187	L	2.54 m	
25	Não atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	109.49	400	L	1.95 m	
26	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	111.98	204	L	2.01 m	
27	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	23.91	240	L	2.15 m	
28	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	51.18	480	L	4.45 m	
29	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	30.64	44	L	1.53 m	
30	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Circulação	Circulação	26.16	320	L	1.10 m	
31	Não atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Auditórios e Anfiteatros	Auditório	319.62	1176	☐ K	☒ RCR .821	↑
32	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	2.89	100	☐ K	☒ RCR .882	↑
33	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	2.77	100	☐ K	☒ RCR .338	↑
34	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	16.04	80	☐ K	☒ RCR .674	↑
35	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	13.44	22	☐ K	☒ RCR .327	↑
36	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	16.04	97	☐ K	☒ RCR .106	↑
37	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	13.44	44	☐ K	☒ RCR .685	↑
38	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	4.65	60	☐ K	☒ RCR .284	↑
39	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	20.30	44	☐ K	☒ RCR .851	↑
40	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	13.71	44	☐ K	☒ RCR .413	↑
41	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	16.04	44	☐ K	☒ RCR .674	↑
42	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	13.44	44	☐ K	☒ RCR .327	↑
43	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	16.04	80	☐ K	☒ RCR .106	↑
44	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	13.44	80	☐ K	☒ RCR .685	↑
45	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	3.22	22	☐ K	☒ RCR .548	↑
46	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	3.22	22	☐ K	☒ RCR .548	↑
47	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	13.43	27	☐ K	☒ RCR .415	↑
48	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	13.50	87	☐ K	☒ RCR .378	↑
49	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	1.83	22	☐ K	☒ RCR .478	↑
50	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	8.49	60	☐ K	☒ RCR .974	↑
51	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	8.08	44	☐ K	☒ RCR .456	↑
52	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	1.44	1	☐ K	☒ RCR .528	↑
53	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	1.44	60	☐ K	☒ RCR .528	↑
54	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	8.48	84	☐ K	☒ RCR .176	↑
55	Atende	☐ Atende	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	8.48	44	☐ K	☒ RCR .700	↑
56	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	3.80	60	☐ K	☒ RCR .188	↑
57	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Banheiros	Banheiros	3.80	87	☐ K	☒ RCR .188	↑
58	Não atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Biblioteca	Área de estantes	54.29	400	☐ K	☒ RCR .934	↑
59	Não atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Biblioteca	Área de leitura	98.32	560	☐ K	☒ RCR .402	↑
60	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Casa de Máquinas	Casa de Máquinas	6.68	1	☐ K	☒ RCR .752	↑
61	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Cozinhas	Cozinhas	17.28	80	☐ K	☒ RCR .375	↑
62	Atende	☐ Não se aplica	☐ Não se aplica	Cozinhas	Cozinhas	3.82	73	☐ K	☒ RCR .211	↑
63	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Cozinhas	Cozinhas	19.24	160	☐ K	☒ RCR .719	↑
64	Atende	☐ Não atende	☐ Não se aplica	Cozinhas	Cozinhas	35.97	61	☐ K	☒ RCR .502	↑

Iluminação										
☐ Por áreas do edifício ☒ Por atividades do edifício										
Pré-requisitos por ambientes					Atividade	Uso	Área [m²]	Potência [W]	Limite do Ambiente	
☐	Divisão de circuitos	☐	Contribuição da luz natural	Desligamento automático						
65	Atende	☐	Não se aplica	☐	Cozinhas	Cozinhas	3.80	60	☐ K	☒ RCR .083 ↑
66	Atende	☐	Não atende	☐	Depósitos	Depósitos	19.35	146	☐ K	☒ RCR .715 ↑
67	Atende	☐	Não se aplica	☐	Depósitos	Depósitos	6.99	61	☐ K	☒ RCR .594 ↑
68	Atende	☐	Não se aplica	☐	Depósitos	Depósitos	2.45	1	☐ K	☒ RCR .225 ↑
69	Atende	☐	Não se aplica	☐	Depósitos	Depósitos	2.45	16	☐ K	☒ RCR .372 ↑
70	Atende	☐	Não se aplica	☐	Depósitos	Depósitos	49.11	122	☐ K	☒ RCR .926 ↑
71	Atende	☐	Não atende	☐	Depósitos	Depósitos	66.50	326	☐ K	☒ RCR .444 ↑
72	Atende	☐	Atende	☐	Depósitos	Depósitos	10.97	80	☐ K	☒ RCR .725 ↑
73	Atende	☐	Não se aplica	☐	Depósitos	Depósitos	2.45	27	☐ K	☒ RCR .235 ↑
74	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Depósitos	Depósitos	137.84	1	☐ K	☒ RCR .463 ↑
75	Atende	☐	Não se aplica	☐	Depósitos	Depósitos	2.45	27	☐ K	☒ RCR .372 ↑
76	Atende	☐	Não se aplica	☐	Depósitos	Depósitos	12.64	44	☐ K	☒ RCR .988 ↑
77	Atende	☐	Não se aplica	☐	Depósitos	Depósitos	12.74	80	☐ K	☒ RCR .463 ↑
78	Atende	☐	Atende	☐	Depósitos	Depósitos	26.86	80	☐ K	☒ RCR .713 ↑
79	Atende	☐	Não se aplica	☐	Depósitos	Depósitos	3.80	60	☐ K	☒ RCR .083 ↑
80	Atende	☐	Não atende	☐	Dormitórios – Alojamento	Dormitórios – Alojamentos	16.00	80	☐ K	☒ RCR .375 ↑
81	Atende	☐	Não atende	☐	Dormitórios – Alojamento	Dormitórios – Alojamentos	16.00	107	☐ K	☒ RCR .375 ↑
82	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Escadas	Escadas	14.10	80	☐ K	☒ RCR .163 ↑
83	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Escadas	Escadas	14.10	22	☐ K	☒ RCR .163 ↑
84	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Escadas	Escadas	14.60	80	☐ K	☒ RCR .930 ↑
85	Atende	☐	Não se aplica	☐	Escadas	Escadas	15.10	27	☐ K	☒ RCR .163 ↑
86	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Escadas	Escadas	15.10	1	☐ K	☒ RCR .707 ↑
87	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Escadas	Escadas	12.82	1	☐ K	☒ RCR .461 ↑
88	Atende	☐	Não se aplica	☐	Escritório	Escritório	6.39	160	☐ K	☒ RCR .512 ↑
89	Não atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	44.12	278	☐ K	☒ RCR .142 ↑
90	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Escritório	Escritório	25.67	160	☐ K	☒ RCR .162 ↑
91	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	13.99	160	☐ K	☒ RCR .590 ↑
92	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	21.68	40	☐ K	☒ RCR .266 ↑
93	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	13.25	160	☐ K	☒ RCR .798 ↑
94	Não atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	52.26	365	☐ K	☒ RCR .857 ↑
95	Não atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	50.88	320	☐ K	☒ RCR .885 ↑
96	Não atende	☐	Não se aplica	☐	Escritório	Escritório	6.13	80	☐ K	☒ RCR .954 ↑
97	Não atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	27.93	146	☐ K	☒ RCR .728 ↑
98	Não atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	18.76	240	☐ K	☒ RCR .641 ↑
99	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	5.88	73	☐ K	☒ RCR .125 ↑
100	Atende	☐	Não se aplica	☐	Escritório	Escritório	18.39	60	☐ K	☒ RCR .697 ↑
101	Não atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	22.79	240	☐ K	☒ RCR .149 ↑
102	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	9.06	17	☐ K	☒ RCR .775 ↑
103	Atende	☐	Não se aplica	☐	Escritório	Escritório	18.46	61	☐ K	☒ RCR .025 ↑
104	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	18.48	160	☐ K	☒ RCR .487 ↑
105	Atende	☐	Atende	☐	Escritório	Escritório	36.71	480	☐ K	☒ RCR .096 ↑
106	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	13.01	74	☐ K	☒ RCR .474 ↑
107	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	13.01	74	☐ K	☒ RCR .279 ↑
108	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	12.90	145	☐ K	☒ RCR .395 ↑
109	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	12.90	148	☐ K	☒ RCR .395 ↑
110	Atende	☐	Não se aplica	☐	Escritório	Escritório	10.51	122	☐ K	☒ RCR .901 ↑
111	Atende	☐	Atende	☐	Escritório	Escritório	17.90	221	☐ K	☒ RCR .341 ↑
112	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	38.36	240	☐ K	☒ RCR .788 ↑
113	Atende	☐	Não se aplica	☐	Escritório	Escritório	7.63	80	☐ K	☒ RCR .617 ↑
114	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	13.33	122	☐ K	☒ RCR .440 ↑
115	Atende	☐	Atende	☐	Escritório	Escritório	26.70	183	☐ K	☒ RCR .836 ↑
116	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	12.04	148	☐ K	☒ RCR .779 ↑
117	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	12.04	160	☐ K	☒ RCR .779 ↑
118	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	13.03	44	☐ K	☒ RCR .652 ↑
119	Atende	☐	Não atende	☐	Escritório	Escritório	9.00	54	☐ K	☒ RCR .653 ↑
120	Atende	☐	Atende	☐	Escritório	Escritório	18.79	160	☐ K	☒ RCR .537 ↑
121	Atende	☐	Não atende	☐	Hospital	Exames/Tratamento	15.38	320	☐ K	☒ RCR .090 ↑
122	Atende	☐	Não atende	☐	Hospital	Exames/Tratamento	15.24	48	☐ K	☒ RCR .128 ↑
123	Não atende	☐	Não atende	☐	Circulação	Circulação	46.20	219	L	6.60 m
124	Atende	☐	Atende	☐	Circulação	Circulação	8.70	54	L	2.87 m
125	Atende	☐	Atende	☐	Circulação	Circulação	8.70	54	L	2.87 m
126	Atende	☐	Atende	☐	Circulação	Circulação	14.72	88	L	1.81 m
127	Não atende	☐	Não atende	☐	Circulação	Circulação	8.69	1	L	2.14 m
128	Atende	☐	Não atende	☐	Garagem	Garagem	306.62	1	K	☒ RCR .323 ↑
129	Não atende	☐	Não atende	☐	Ginásio/Academia	Quadra de esportes – classe 3	1310.40	7680	☐ K	☒ RCR .693 ↑
130	Não atende	☐	Não atende	☐	Laboratórios	Para Salas de Aula	53.09	631	☐ K	☒ RCR .713 ↑
131	Atende	☐	Não se aplica	☐	Laboratórios	Para Salas de Aula	14.17	136	☐ K	☒ RCR .222 ↑
132	Não atende	☐	Não atende	☐	Laboratórios	Para Salas de Aula	53.09	400	☐ K	☒ RCR .713 ↑

Iluminação

Por áreas do edifício

Por atividades do edifício

Pré-requisitos por ambientes

Divisão de circuitos

Contribuição da luz natural

Desligamento automático

Atividade

Uso

Área [m²]

Potência [W]

Limite do Ambiente

133	Atende	Não se aplica	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	11.32	160	K	RCR .026	↑
134	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	53.09	1120	K	RCR .713	↑
135	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	79.67	2320	K	RCR .614	↑
136	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	80.29	2000	K	RCR .549	↑
137	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	79.52	1120	K	RCR .582	↑
138	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	52.57	291	K	RCR .388	↑
139	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	53.51	512	K	RCR .712	↑
140	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	53.35	244	K	RCR .717	↑
141	Atende	Atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	53.51	852	K	RCR .712	↑
142	Atende	Atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	53.51	355	K	RCR .699	↑
143	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	53.27	560	K	RCR .719	↑
144	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	26.99	180	K	RCR .130	↑
145	Atende	Atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	52.88	401	K	RCR .730	↑
146	Atende	Atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	55.30	488	K	RCR .635	↑
147	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	40.87	366	K	RCR .835	↑
148	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	54.16	636	K	RCR .268	↑
149	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	81.25	962	K	RCR .251	↑
150	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	81.48	370	K	RCR .181	↑
151	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	82.27	1036	K	RCR .195	↑
152	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	12.20	61	K	RCR .668	↑
153	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	98.35	1968	K	RCR .125	↑
154	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	8.21	74	K	RCR .711	↑
155	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	67.44	408	K	RCR .610	↑
156	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	41.84	402	K	RCR .602	↑
157	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	30.34	160	K	RCR .462	↑
158	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	20.25	40	K	RCR .151	↑
159	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	87.48	452	K	RCR .496	↑
160	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	29.66	400	K	RCR .131	↑
161	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	38.72	400	K	RCR .764	↑
162	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	66.60	960	K	RCR .955	↑
163	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	39.43	560	K	RCR .713	↑
164	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	38.62	560	K	RCR .774	↑
165	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	38.15	560	K	RCR .789	↑
166	Não atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	38.45	480	K	RCR .779	↑
167	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	34.40	320	K	RCR .895	↑
168	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	32.62	320	K	RCR .972	↑
169	Atende	Não atende	Não se aplica	Laboratórios	Para Salas de Aula	38.10	480	K	RCR .799	↑
170	Atende	Não atende	Não se aplica	Oficina Mecânica	Oficina Mecânica	47.42	320	K	RCR .036	↑
171	Atende	Atende	Não se aplica	Oficina Mecânica	Oficina Mecânica	131.10	320	K	RCR .162	↑
172	Não atende	Não atende	Não se aplica	Oficina Mecânica	Oficina Mecânica	80.73	400	K	RCR .337	↑
173	Não atende	Não atende	Não se aplica	Oficina Mecânica	Oficina Mecânica	80.82	320	K	RCR .336	↑
174	Atende	Não atende	Não se aplica	Refeitório	Refeitório	16.93	124	K	RCR .725	↑
175	Não atende	Atende	Não se aplica	Refeitório	Refeitório	178.76	168	K	RCR .590	↑
176	Atende	Atende	Não se aplica	Refeitório	Refeitório	30.97	328	K	RCR .479	↑
177	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	53.82	510	K	RCR .278	↑
178	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	53.90	560	K	RCR .275	↑
179	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	53.90	400	K	RCR .275	↑
180	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	53.66	640	K	RCR .283	↑
181	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	53.35	720	K	RCR .293	↑
182	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	54.60	640	K	RCR .253	↑
183	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	60.84	720	K	RCR .077	↑
184	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	53.53	549	K	RCR .289	↑
185	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	53.45	480	K	RCR .291	↑
186	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	55.26	480	K	RCR .233	↑
187	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	41.42	320	K	RCR .804	↑
188	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	27.08	320	K	RCR .612	↑
189	Atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	19.40	160	K	RCR .677	↑
190	Atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	39.69	560	K	RCR .703	↑
191	Atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	40.05	560	K	RCR .680	↑
192	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	54.15	480	K	RCR .752	↑
193	Não atende	Não atende	Não atende	Sala de Aula. Treinamen	Sala de Aula. Treinamento	240.98	1040	K	RCR .735	↑
194	Atende	Atende	Não se aplica	Hospital	Sala de Enfermeiros	10.92	160	K	RCR .323	↑
195	Atende	Não atende	Não se aplica	Sala de espera. convivê	Sala de espera. convivência	10.12	160	K	RCR .987	↑
196	Atende	Não atende	Não se aplica	Sala de espera. convivê	Sala de espera. convivência	32.60	240	K	RCR .752	↑
197	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de espera. convivê	Sala de espera. convivência	16.17	164	K	RCR .976	↑
198	Não atende	Não atende	Não se aplica	Sala de Reuniões. Confe	Sala de Reuniões. Conferência. Multius	123.40	886	K	RCR .129	↑
199	Atende	Não atende	Não se aplica	Vestiário	Vestiário	7.84	66	K	RCR .281	↑
200	Atende	Não atende	Não se aplica	Vestiário	Vestiário	7.84	88	K	RCR .281	↑

Iluminação

Por áreas do edifício

Por atividades do edifício

Pré-requisitos por ambientes									
	- Divisão de circuitos +	Contribuição da luz natural	Desligamento automático	Atividade	Uso	Área [m²]	Potência [W]		Limite do Ambiente
201	Atende	Não atende	Não se aplica	Vestiário	Vestiário	39.00	44	☐ K	☒ RCR .363 ↑
202	Atende	Não atende	Não se aplica	Vestiário	Vestiário	39.00	44	☐ K	☒ RCR .363 ↑

Eficiência

C

* Desde que observados os pré-requisitos de divisão dos circuitos

ANEXO B – RESULTADO DA SIMULAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR DO IFS – CAMPUS LAGARTO

Condicionadores de ar etiquetados							
	☐ Ambiente ☐	Nº. de Unidades	Tipo	Capacidade [BTU/h]	Eficiência [W/W]	Etiqueta	
1	Biblioteca	☐ 3 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
			split ☐	30000	2.68	D	
			split ☐	30000	2.68	D	
2	Coord. Reg. Escolares	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.77	D	
3	Data Center 01	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
4	Gab. Odont.	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
5	Gab. Médico	☐ 1 ☐	split ☐	18000	2.58	E	
6	Coord. Cursos. Téc. e Sup.	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
7	Coord. Gest. de Pessoas	☐ 1 ☐	split ☐	18000	2.74	D	
8	Atend. Asses. Pedag.	☐ 1 ☐	janela ☐	10000	2.32	E	
9	Ger. Ens. e Asped	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
10	Ger. Apoio Institucional	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.78	D	
11	Ger. Adm.	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.78	D	
12	Gab. Ger. Adm	☐ 1 ☐	split ☐	9000	3.21	B	
13	Gab. Direção	☐ 1 ☐	split ☐	9000	3.21	B	
14	Direção Geral	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.78	D	
15	Lab. de Química	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
16	Lab. de Física	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
17	Lab. de Biologia	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
18	Lab. de Desenho Eletromecânica	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
19	Sala de Des. 01	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.78	D	
			split ☐	30000	2.78	D	
20	Sala de Des. 02	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.78	D	
			split ☐	30000	2.78	D	
21	Lab. de AutoCAD	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.78	D	
			split ☐	30000	2.78	D	
22	Coord. Tec. Inf.	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
23	Lab. Topografia	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.77	D	
			split ☐	30000	2.68	D	
24	Lab. Eletricidade	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
25	Lab. Pet. e Gás	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
26	Lab. Ens. Mec.	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D	
27	Lab. Máq. Elétricas	☐ 1 ☐	split ☐	12000	3.27	A	

Condicionadores de ar etiquetados

	☐ Ambiente ☐	Nº. de Unidades	Tipo	Capacidade [BTU/h]	Eficiência [W/W]	Etiqueta
28	Lab. Inst. Elét. Industriais	☐ 1 ☐	split ☐	12000	3.27	A
29	Lab. Seg. Trab.	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.78	D
30	Lab. Informática Emec	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.83	C
			split ☐	30000	2.78	D
31	Lab. Matemática Aplicada	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.77	D
			split ☐	30000	2.77	D
32	CCHS	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.77	D
33	Sala da EaD	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.68	D
			split ☐	30000	2.68	D
34	Lab. Física Moderna	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D
35	Miniauditório	☐ 1 ☐	split ☐	80000	2.70	D
36	Coord. Almoz. Patrimônio	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D
37	Lab. Materiais de Construção	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.68	D
			split ☐	30000	2.68	D
38	Lab. Empreend. Sustentabilidade	☐ 1 ☐	janela ☐	7500	2.94	A
39	Lab. de Solos	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.68	D
			split ☐	30000	2.68	D
40	Lab. Inst. Elétr. Residência	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.68	D
			split ☐	30000	2.68	D
41	Sala dos Prof. BSI, CSTAI	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D
42	Lab. Metrologia	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D
43	Coord. de Eletromecânica	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.78	D
44	Lab. Refrigeração	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.78	D
45	Sala dos Grupos de Pesquisa	☐ 1 ☐	split ☐	12000	3.53	A
46	Lab. Automação	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.83	C
47	Lab. Instrumentação	☐ 1 ☐	split ☐	12000	3.27	A
48	Lab. de Pneumática	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.83	C
			split ☐	30000	2.83	C
49	Academia Musculação	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.68	D
			split ☐	30000	2.68	D
50	Lab. de Usinagem 1 (Superfície)	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.68	D
51	Lab. de Usin. 2 (Torn. Mecânica)	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.68	D
			split ☐	30000	2.68	D
52	Lab. de Usin. 3 (Torneamento)	☐ 2 ☐	split ☐	30000	2.68	D
			split ☐	30000	2.68	D
53	Lab. Inf. 07	☐ 1 ☐	split ☐	30000	2.77	D

Condicionadores de ar etiquetados

	☐ Ambiente ☐	Nº. de Unidades	Tipo	Capacidade [BTU/h]	Eficiência [W/W]	Etiqueta
54	Lab. Inf. 08	☐ 1 ☐	split ▼	30000	2.68	D
55	Laboratório de Eletrônica	☐ 4 ☐	split ▼	30000	2.68	D
			split ▼	12000	3.27	A
			janela ▼	21000	2.32	D
			janela ▼	21000	2.32	D
56	Sala de Aula 11	☐ 1 ☐	split ▼	30000	2.75	D
57	Sala de Aula 12	☐ 1 ☐	split ▼	30000	2.75	D
58	Sala da COINF e CBSI	☐ 1 ☐	split ▼	24000	2.81	D
59	Lab. Inf. 02	☐ 1 ☐	janela ▼	30000	2.79	B
60	Lab. Inf. 03	☐ 1 ☐	split ▼	18000	2.74	D
61	Lab. Inf. 03	☐ 1 ☐	split ▼	30000	2.68	D
62	Lab. Inf. 05	☐ 1 ☐	split ▼	30000	2.75	D
63	Lab. Inf. 06	☐ 1 ☐	split ▼	30000	2.75	D
64	Lab. Redes	☐ 1 ☐	split ▼	30000	2.75	D
65	Lab. Pesquisa	☐ 1 ☐	janela ▼	30000	2.79	B
66	Auditório	☐ 3 ☐	split ▼	57000	3.24	A
			split ▼	57000	3.24	A
			split ▼	57000	3.24	A
67	Sala dos Professores Coe	☐ 1 ☐	split ▼	30000	2.75	D
68	Sala do Coordenador Coe	☐ 1 ☐	split ▼	30000	2.75	D
69	Sala de Estudos Coed	☐ 1 ☐	split ▼	9000	2.78	D
70	Asses. Comunic.	☐ 1 ☐	janela ▼	21000	2.32	D

Eficiência

