

**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Goiás

ARTHUR FEITOSA VIEIRA MONTEIRO

**CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES:
ESTUDO DE CASO PARA O BLOCO EDUCACIONAL
DO IFG - CÂMPUS VALPARAÍSO DE GOIÁS**

VALPARAÍSO DE GOIÁS - GO

2023



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS VALPARAISO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

TERMO 2/2023 - VAL-CCBENG/VAL-DAA/CP-VALPARA/IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia - Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho apresentado em evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome completo do(a) autor(a): Arthur Feitosa Vieira Monteiro

Matrícula: 20192150050019

Título do trabalho: Critérios para avaliação de eficiência energética de edificações: Estudo de caso para o bloco educacional do IFG - Câmpus Valparaíso de Goiás

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
- ☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
- ☐ Outra justificativa: _____.

Declaração de distribuição não-exclusiva

O(A) referido(a) autor(a) declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Valparaíso de Goiás, 5 de dezembro de 2023.

(assinado eletronicamente)
ARTHUR FEITOSA VIEIRA MONTEIRO
Autor(a) e/ou Detentor(a) dos Direitos Autorais

Documento assinado eletronicamente por:

- **Arthur Feitosa Vieira Monteiro**, 20192150050019 - Discente, em 05/12/2023 09:08:26.

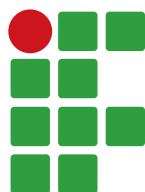
Este documento foi emitido pelo SUAP em 03/11/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 471722

Código de Autenticação: 9cf3f5d182



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
BR 040, KM 6, Avenida Saia Velha, S/Nº, Área 8, Parque Esplanada V, VALPARAÍSO DE GOIÁS / GO, CEP 72876-601
Sem Telefones cadastrados



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Goiás**

ARTHUR FEITOSA VIEIRA MONTEIRO

**CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES:
ESTUDO DE CASO PARA O BLOCO EDUCACIONAL
DO IFG - CÂMPUS VALPARAÍSO DE GOIÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia
Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás – Câmpus Valparaíso, como parte
dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro
Eletricista.

Orientadora: PROFA. DRA. JESSICA SANTORO GONÇALVES PENA, IFG

Coorientador: PROF. ME. ALISSON LIMA SILVA, IFG

VALPARAÍSO DE GOIÁS - GO

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M775c Monteiro, Arthur Feitosa Vieira

Critérios para avaliação de eficiência energética de edificações [recurso eletrônico] : estudo de caso para o bloco educacional do IFG - Câmpus Valparaíso de Goiás / Arthur Feitosa Vieira Monteiro. -- 2023.

Dados eletrônicos (1 arquivo).
129 f. : il. color.

Orientadora: Prof. Dra. Jéssica Santoro Gonçalves Pena.

Coorientador: Prof. Me. Alisson Lima Silva.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, câmpus Valparaíso, 2023.

Modo de acesso: World Wide Web.

Arquivo de texto em formato PDF.

Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br>.

1. Energia elétrica - Conservação. 2. Arquitetura e conservação de energia. 3. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Brasil). 4. Análise de envoltória de dados. 5. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Edifícios - Ar condicionado - Iluminação. I. Título. II. Pena, Jéssica Santoro Gonçalves, orient. III. Silva, Alisson Lima, coorient.

CDD 621.31



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS VALPARAÍSO

Folha de Aprovação

TERMO 1/2023 - VAL-CCBENG/VAL-DAA/CP-VALPARA/IFG

ARTHUR FEITOSA VIEIRA MONTEIRO

CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO PARA O BLOCO EDUCACIONAL DO IFG - CÂMPUS VALPARAÍSO DE GOIÁS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Valparaíso, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Monografia defendida e aprovada, em 4 de dezembro de 2023, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

(assinado eletronicamente)

Profa. Dra. JESSICA SANTORO GONÇALVES PENA
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG
Presidente da Banca / Orientador(a)

(assinado eletronicamente)

Prof. Me. ALISSON LIMA SILVA
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG
Coorientador(a)

(assinado eletronicamente)

Profa. Dra. LARISSA MARQUES PERES
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG
Membro da Banca

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. PEDRO HENRIQUE FRANCO MORAES
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG
Membro da Banca

Valparaíso de Goiás, 5 de dezembro de 2023

Documento assinado eletronicamente por:

- Jessica Santoro Goncalves Pena, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/02/2024 18:35:42.
- Pedro Henrique Franco Moraes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 05/12/2023 18:28:21.
- Larissa Marques Peres, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 05/12/2023 09:07:52.
- Alisson Lima Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 05/12/2023 08:46:31.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 03/11/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 471718

Código de Autenticação: 1abfa7279e



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

BR 040, KM 6, Avenida Saia Velha, S/Nº, Área 8, Parque Esplanada V, VALPARAÍSO DE GOIÁS / GO, CEP 72876-601

Sem Telefones cadastrados

Agradecimentos

Aos meus pais Apolônio e Zelita, pelo apoio incondicional e por serem a razão de eu estar aqui hoje. Suas presenças e amor foram fundamentais para minha jornada. Agradeço aos meus familiares, aos meus irmãos, pelo apoio ao longo desse percurso. Agradeço a Nadia, Zain e Tariq pela paciência e apoio durante minha formação.

Agradeço de forma especial ao meu amigo e Professor Alisson, que desde o início do curso acreditou no meu compromisso com o curso e me apresentou métodos de estudo para a engenharia e que me acompanharam durante toda a formação até a conclusão deste trabalho. Sua orientação foi imprescindível para meu desenvolvimento acadêmico.

Agradeço à Professora Dra. Nivia Costa por me proporcionar a oportunidade de obter uma bolsa para o projeto de pesquisa no IFG. Como resultado, participei de diversas experiências acadêmicas ao longo do meu percurso educacional no curso de Engenharia Elétrica.

Gostaria de expressar minha gratidão à minha orientadora, Professora Dra. Jéssica Pena, por aceitar orientar este trabalho e por seu constante incentivo e apoio ao longo do processo de pesquisa. Sua orientação foi fundamental para o desenvolvimento deste estudo e para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Agradeço também aos Professores, Servidores, amigos e colegas dos cursos da Matemática e Engenharia Elétrica, que compartilharam momentos de aprendizado, desafios e conquistas.

Aos colegas da minha turma e da carona diária, com quem compartilhei excelentes momentos.

Por fim, agradeço a Deus pela saúde, por ter colocado pessoas tão especiais em minha vida, proporcionando momentos de aprendizado, superação e crescimento.

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre o tema Critérios para Avaliação de Eficiência Energética de Edificações: estudo de caso para o Bloco Educacional do IFG - Câmpus Valparaíso de Goiás. A avaliação de desempenho energético será fundamentada no documento Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTAC) do Procel, publicado na portaria nº 309, de 6 de setembro de 2022 do INMETRO, com o auxílio do software Webprescritivo desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina – LabEEE para levantamento, análise e possíveis sugestões de melhorias no desempenho energético do nível de eficiência energética do Bloco Educacional e a classificação dos seus ambientes de acordo com o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) – INMETRO. Como resultado, o Câmpus alcançou a classificação A para a envoltória e Etiqueta Geral, B para iluminação e sistema de condicionamento de ar. Este resultado não apenas atesta a excelência do ambiente, mas também desencadeia recomendações estratégicas para monitoramento e manutenção dos sistemas do campus, bem como impulsiona pesquisas direcionadas à eficiência energética.

Palavras-Chave: Eficiência energética; Envoltória; Iluminação; Condicionamento de ar; Conservação de energia; Procel; WebPrescritivo.

Abstract

This work presents a study on the subject of Criteria for assessing the energy efficiency of buildings: a case study for the Educational Block of the IFG - Valparaíso de Goiás campus. The energy performance assessment will be based on Procel's Technical Quality Requirements for the Energy Efficiency Level in Commercial, Service and Public Buildings (RTAC), published in INMETRO Order No. 309 of September 6, 2022, with the help of the Webprescrivo software developed by the Laboratory of Energy Efficiency in Buildings at the Federal University of Santa Catarina - LabEEE, to survey, analyze and make possible suggestions for improvements in the energy performance of the Educational Block's energy efficiency level and the classification of its environments according to the Brazilian Labeling Program (PBE) - INMETRO. As a result, the Campus achieved an A rating for the envelope and General Label, B for lighting and air conditioning system. This result not only attests to the excellence of the environment, but also triggers strategic recommendations for monitoring and maintenance of campus systems, as well as boosting research aimed at energy efficiency.

Keywords: Energy Efficiency; Envelope; Lighting; Air conditioning; Energy conservation; Procel; WebPrescritivo.

Lista de Figuras

2.1	Estrutura Nacional para Promoção da Eficiência Energética	33
2.2	Resultados Procel.....	38
2.3	Selo Procel de Economia de Energia	39
2.4	Níveis de eficiência	40
2.5	Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações	41
3.1	Fluxograma de escolha da equação de IC	48
3.2	Fluxograma categoria pré-requisito para nível A	51
4.1	Fachada do Câmpus Valparaíso	55
4.2	Planta Baixa Térreo - Bloco Educacional	58
4.3	Planta Baixa 1º Pavimento - Bloco Educacional.....	58
4.4	Área Interna do Bloco Educacional	59
4.5	Recorte Planta Térreo - Laboratório de Ciências	60
4.6	Recorte Planta 1º Andar - Laboratório de Informática	61
4.7	Recorte Planta 1º Andar - Laboratório de Metrologia e Desenho	61
4.8	Recorte Planta Térreo - Laboratório de Matemática	62
4.9	Recorte Planta Térreo - Laboratório de Circuitos Elétricos/Física/Eletrônica	62
4.10	Sala de aula	63
4.11	Sala de aula	63
4.12	Recorte Planta 1º Pavimento - Sala de Aula S-301 e S-302.....	64
4.13	Recorte Planta 1º Pavimento - Sala de Aula S-404.....	65
4.14	Recorte Planta 1º Pavimento - Exemplo: Sala de Aula S-304 (e próximas)	65
4.15	Recorte Planta 1º Pavimento - Sala de Aula S-306.....	66
4.16	Luminária de sobrepor 40 W	67
4.17	Fachada e Pátio Interno do Bloco Educacional	71

4.18 Laje do Bloco Educacional.....	72
4.19 Zona Bioclimática 4	74
4.20 SUNDATA - Irradiação Solar.....	75
4.21 Cálculo SOL-AR para cidade de Brasília-DF	76
4.22 Paredes com bloco de concreto	83
4.23 Telha do Bloco Educacional	84
4.24 Tipo de cobertura do Bloco Educacional	85
4.25 Ilustração do cálculo de IC.....	91
4.26 Dados e resultado da eficiência energética da Envoltória.....	92
4.27 Etiqueta Osram LED TUBE 20 W	95
4.28 Dados do Sistema de Iluminação calculados	97
4.29 Modelos de condicionadores de ar existentes no Bloco Educacional.....	99
4.30 Dados do Sistema de Condicionamento de Ar calculados no WebPrescritivo.....	104
4.31 Dados Preliminares para Etiqueta Geral calculados	107
4.32 Simulação da Etiqueta Atual do Bloco Educacional IFG-Valparaíso de Goiás	108
5.1 Simulação com desligamento automático no WebPrescritivo	111
5.2 Simulação com substituição dos aparelhos Etiqueta C para A	111
5.3 Dados com bonificação fotovoltaica para Etiqueta Geral calculados	112
5.4 Gráfico de Consumo de Energia	113
5.5 Simulação da Geração Mensal de Energia em MW/h – Câmpus Valparaíso.....	113
5.6 Simulação da Etiqueta Final do Bloco Educacional IFG-Valparaíso de Goiás	114
A.1 Conta de energia do Câmpus Valparaíso de Goiás referente ao mês de outubro/2023	126
A.2 Histórico dos últimos meses da Conta de energia do Câmpus Valparaíso de Goiás referente ao mês de outubro/2023	127
A.3 Cortes das Fachadas do Bloco Educacional.....	129

Lista de Tabelas

3.1	Síntese dos pré-requisitos específicos da envoltória	47
3.2	Variáveis para cálculo do Indicador de Consumo.....	49
4.1	Dados dos ambientes do Bloco Educacional.....	68
4.2	Portas da Envoltória do Bloco Educacional.....	72
4.3	Dados da Cobertura do Bloco Educacional	73
4.4	Área do Bloco Educacional sem o pátio	77
4.5	Área da cobertura do Bloco Educacional	78
4.6	Área total do Bloco Educacional	78
4.7	Área da Envoltória do Bloco Educacional.....	79
4.8	Área da Abertura Física da Envoltória do Bloco Educacional.....	79
4.9	Janelas da Envoltória do Bloco Educacional.....	80
4.10	Volume do Bloco Educacional	81
4.11	Limites de transmitância térmica de paredes externas.....	83
4.12	Paredes do Bloco Educacional	84
4.13	Limites de transmitância térmica da cobertura	85
4.14	Limites de absortância solar de paredes externas	86
4.15	Limites de absortância solar de coberturas	87
4.16	Dados de caracterização da envoltória do Bloco Educacional do Câmpus Val- paraíso de Goiás	88
4.17	Parâmetros do ICmaxD	90
4.18	Parâmetros do ICminD.....	90
4.19	Limites dos intervalos dos níveis de eficiência.....	90
4.20	Limites de Fator Solar de vidros e de Percentual de Abertura Zenital para coberturas	91
4.21	Limite máximo aceitável de DPIL para o nível de eficiência pretendido – Método da Área do Edifício	94

4.22 Iluminação do Bloco Educacional.....	96
4.23 Potência instalada por nível de eficiência.....	96
4.24 Equivalente numérico para cada nível de eficiência.....	97
4.25 Dados sobre os ambientes condicionados e as unidades de condicionamento de ar	100
4.26 Equivalente Numérico dos sistemas	101
4.27 Ponderação por Potência.....	101
4.28 Determinação de eficiência através da ponderação por potência.....	102
4.29 Classificação geral da edificação INMETRO	103
4.30 Equivalentes numéricos para ventilação natural - RTQ-C	105
4.31 Estimativa de horas ocupadas em conforto (POC)	105
4.32 Eficiência calculada pela ponderação pela área	106
4.33 Classificação geral da edificação INMETRO	106
A.1 Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método da área do edifício	128

Lista de Abreviaturas e Símbolos

Lista de Abreviaturas

AC	Área Condicionada
AHS	Ângulo Horizontal de Sombreamento
ANC	Áreas Não Condicionadas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
AU	Área Útil
AutoCad	Software de desenho assistido por computador (CAD), desenvolvido e comercializado pela Autodesk
AVS	Ângulo Vertical de Sombreamento
CELG	Concessionária de Energia Elétrica de Goiás
CENSOLAR	Centro de Estudos de la Energia Solar - Sevilla - Espanha
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
CICE	Comissão Interna de Conservação de Energia
CONPET	Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
COP	Coefficiente de Performance

CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito
DF	Distrito Federal
DPIL	Densidade de Potência de Iluminação
EJA	Ensino de Jovens e Adultos
ENBPar	Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional
ENCE	Índice de Eficiência Energética da Edificação
FA	Fator de Altura
FF	Fator de Forma
FS	Fator Solar dos Vidros
GCC	Grupo Coordenador do CONPET
GCCE	Grupo Coordenador de Conservação de Energia Elétrica
GO	Estado de Goiás
IC	Indicador de Consumo
ICenv	Índice de Consumo da envoltória
IFG	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina
MCTI	Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MME	Ministério de Minas e Energia
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética

PPC	Projeto Pedagógico do Curso
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios
RTQ-C	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
SHGC	Solar Heat Gain Coefficient
Tep	Toneladas Equivalentes de Petróleo
TuboLED	lâmpadas tubulares a LED de alta potencia e alta eficiência

Lista de Símbolos

α	Absortância
α_{COB}	Absortância da Cobertura
A_{ENV}	Área da Envoltória
A_{TOT}	Área Total Piso
AP_{COB}	Área de Projeção da Cobertura
$EqNumV$	Equivalente Numérico de Ventilação
PAF_T	Percentual de Abertura nas Fachadas
U_{COB}	Transmitância Térmica da Cobertura
PL_{inst}	Densidade de Potência de Iluminação

Sumário

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	APRESENTAÇÃO	20
1.2	MOTIVAÇÃO DO TRABALHO	21
1.3	OBJETIVOS	22
1.3.1	OBJETIVO GERAL	22
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.4	METODOLOGIA DA PESQUISA	22
1.5	ESTRUTURA DOS CAPÍTULOS	23
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1	INTRODUÇÃO	25
2.1.1	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	25
2.1.2	PRINCIPAIS POLÍTICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	28
2.1.3	PROCEL	37
2.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
3	METODOLOGIA PARA DESENVOLVIMENTO DAS ANÁLISES	45
3.1	INTRODUÇÃO	45
3.2	MÉTODO DE CÁLCULO	46
3.3	ENVOLTÓRIA	47
3.4	ILUMINAÇÃO	48
3.5	CONDICIONAMENTO DE AR	50
3.6	ETIQUETA GERAL	50
3.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
4	ESTUDO DE CASO	53

4.1	INTRODUÇÃO	53
4.2	CASO PROPOSTO	54
4.2.1	IFG - CÂMPUS VALPARAÍSO DE GOIÁS	54
4.3	ESCOPO DO ESTUDO DE CASO	57
4.3.1	METODOLOGIA.....	67
4.4	ENVOLTÓRIA	70
4.4.1	DADOS DA EDIFICAÇÃO DO BLOCO EDUCACIONAL	71
4.4.2	PARÂMETROS AMBIENTAIS, MORFOLOGIA E MATERIAL DO BLOCO EDUCACIONAL.....	73
4.4.3	PARÂMETROS AMBIENTAIS NA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .	73
4.4.4	ZONA BIOCLIMÁTICA	73
4.4.5	IRRADIAÇÃO SOLAR.....	74
4.4.6	TEMPERATURA AO LONGO DO ANO.....	75
4.4.7	DADOS DE CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLTÓRIA	76
4.4.8	ÁREA DE PROJEÇÃO DO EDIFÍCIO [m^2] – A_{PE}	76
4.4.9	ÁREA DE PROJEÇÃO DA COBERTURA – AP_{COB} [m^2]......	77
4.4.10	ÁREA TOTAL PISO - A_{TOT} [m^2]	78
4.4.11	ÁREA DA ENVOLTÓRIA – A_{ENV} [m^2]......	78
4.4.12	PERCENTUAL DE ABERTURA NAS FACHADAS – PAF_T [%]	79
4.4.13	ÂNGULO VERTICAL DE SOMBREAMENTO – AVS	80
4.4.14	ÂNGULO HORIZONTAL DE SOMBREAMENTO – AHS	81
4.4.15	VOLUME TOTAL DA EDIFICAÇÃO – V_{TOT} [m]	81
4.4.16	FATOR DE ALTURA — FA	82
4.4.17	FATOR DE FORMA — FF	82
4.4.18	FATOR SOLAR DOS VIDROS — FS	82
4.4.19	TRANSMITÂNCIA TÉRMICA DAS PAREDES - U_{PAR} [$W/(mK)$]	82
4.4.20	TRANSMITÂNCIA TÉRMICA DA COBERTURA - U_{COB} [$W/(mK)$]	84
4.4.21	ABSORTÂNCIA DAS PAREDES EXTERNAS - α [%].....	85
4.4.22	ABSORTÂNCIA DA COBERTURA - α_{COB} [%]	86
4.4.23	CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS DA ENVOLTÓRIA	87
4.4.24	PROCEDIMENTO DE DETERMINAÇÃO DE EFICIÊNCIA	88

4.4.25	AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA - WEBPRES- CRITIVO	92
4.5	SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	92
4.5.1	AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ILUMINAÇÃO - WEBPRES- CRITIVO	96
4.6	SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR	97
4.6.1	AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO CONDICIONAMENTO DE AR - WEBPRESCRITIVO	103
4.7	AVALIAÇÃO GERAL DA EDIFICAÇÃO	103
4.8	ETIQUETA DO BLOCO EDUCACIONAL IFG-VALPARAÍSO DE GOIÁS	106
5	RESULTADOS E ANÁLISE CRÍTICA	109
5.1	INTRODUÇÃO	109
5.2	AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA	109
5.3	AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ..	110
5.4	AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA DE CONDICIONA- MENTO DE AR	110
5.5	AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ETIQUETA GERAL	112
6	CONCLUSÃO	115
6.1	CONCLUSÕES GERAIS	115
6.2	TRABALHOS FUTUROS	115
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
	APÊNDICE	124
A.1	DADOS REFERENTE AO BLOCO EDUCACIONAL DO IFG CÂMPUS VAL- PARAÍSO DE GOIÁS PARA ARQUIVO WEBPRESCRITIVO COM EXTENSÃO [.WPRES]	124

Capítulo 1

Introdução

1.1 Apresentação

A energia elétrica, desde a Revolução Industrial, tem impulsionado o avanço tecnológico para melhoria da produção em diversas atividades humanas. Portanto, para uma maior eficiência energética, que visa o aumento da produtividade com menor custo energético, há necessidade de diagnósticos energéticos para otimizar o uso da energia elétrica com redução de consumo sem comprometimento do desempenho das atividades, com estudo de viabilidade das adequações com o menor impacto financeiro.

Em um mundo cada vez mais consciente da necessidade de preservação ambiental e do uso racional dos recursos naturais, a etiquetagem e a eficiência energética são fundamentais. Com a informação clara e precisa sobre o consumo de energia dos produtos, o consumidor pode tomar decisões mais conscientes e responsáveis na hora da compra, contribuindo para um futuro mais sustentável com economia financeira, preservação ambiental e estímulo à inovação.

Nesta introdução, o leitor será apresentado à emissão da etiqueta de eficiência energética, que é um tema de grande relevância e atualidade, relacionado à eficiência energética e ao bem-estar ambiental. O trabalho abordará a metodologia de pesquisa e a estrutura adotada para a organização do estudo, com o objetivo de facilitar a compreensão dos cálculos e classificação do nível de eficiência energética. Este trabalho será uma oportunidade para quem busca informações e conhecimentos sobre a temática em questão, contribuindo para a disseminação de conhecimentos e para o desenvolvimento de soluções sustentáveis e eficientes no ambiente da conservação de

energia, atendendo à Instrução Normativa 02/2014 do Ministério do Planejamento.

A obtenção da etiqueta final de eficiência energética nível A é um testemunho do comprometimento com a redução do consumo de energia e a preservação do meio ambiente, além de refletir a busca pela excelência na construção de edificações que atendam aos mais altos padrões de eficiência energética estabelecidos pelas normativas vigentes. Este trabalho proporciona uma compreensão sobre a importância da eficiência energética e seu impacto positivo no meio ambiente e na sociedade.

O presente projeto de pesquisa aloca em si a ideia de elaborar um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), do curso Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Goiás – Câmpus Valparaíso de Goiás (IFG-VAL), sobre o tema Critérios para Avaliação de Eficiência Energética de Edificações: Estudo de caso para o IFG - Câmpus Valparaíso de Goiás.

A avaliação de desempenho energético será fundamentada no documento Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) do Procel, publicado na portaria nº 42, de 24 de fevereiro de 2021 do INMETRO, com o auxílio do software Webprescrivo, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina – LabEEE, para levantamento, análise e possíveis sugestões de melhorias no desempenho energético do nível de eficiência energética dos Blocos 300 e 400 do Câmpus Valparaíso de Goiás e a classificação de seu ambiente de acordo com o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) – INMETRO.

1.2 Motivação do Trabalho

O Governo Federal incentiva a eficiência energética com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) que dispõe de informações, procedimentos de racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, além de incentivar a pesquisa tecnológica na área de eficiência energética. O programa foi criado em 1985 pela Eletrobras e Ministério de Minas e Energia (MME) para promover o uso eficiente da energia elétrica, combater o seu desperdício, contribuir para o aumento da eficiência dos bens e serviços e para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia [1].

O Procel Edifica, por sua vez, é um subprograma voltado especialmente a incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais (água, luz, ventilação etc.) nas edificações

reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente, além de trabalhar em parceria com o INMETRO no desenvolvimento dos programas de etiquetagem de edificações [2]. Dentre as ações propostas pelo Procel Edifica, tem-se a de tornar obrigatória, por meio de legislação pertinente, a etiquetagem de prédios públicos em um horizonte máximo de dez anos, de edificações comerciais e de serviços em quinze anos e residenciais em vinte anos [3].

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência energética, com a utilização dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) do Procel, do Bloco Educacional do IFG - Câmpus Valparaíso de Goiás e identificar possíveis ações que possam aumentar o desempenho energético da edificação, bem como subsidiar análises futuras de outras instalações no Câmpus.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Aplicar a Metodologia aprovada pelo Instituto Brasileiro de Metrologia, Normalização e Qualidade – INMETRO, para avaliar o grau de Eficiência Energética em Edificações comerciais, de serviços e públicas;
2. Avaliar o nível de eficiência energética do Bloco Educacional do IFG - Câmpus Valparaíso de Goiás de acordo com a metodologia proposta;
3. Identificar medidas que possam aumentar o desempenho energético do Bloco Educacional do IFG - Câmpus Valparaíso de Goiás, sistematizando os procedimentos para análises futuras.

1.4 Metodologia da Pesquisa

Preliminarmente foi realizado um levantamento bibliográfico em eficiência energética para prover a fundamentação teórica necessária ao desenvolvimento do trabalho, para a posterior

discussão e análise dos resultados obtidos.

Na sequência, foi realizado um Estudo de Caso, aplicando-se a metodologia prescritiva para Etiquetagem de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicos, de acordo com os manuais desenvolvidos pelo Procel Edifica e homologados pelo INMETRO dos Blocos 300 e 400 do IFG - Câmpus Valparaíso de Goiás, de modo a identificar o nível de eficiência energética da instalação.

A partir da análise dos resultados dos indicadores de eficiência obtidos por meio do método utilizado, serão identificados os principais fatores que influenciarão a classificação, com a proposta ainda, se pertinente, de modificações no projeto e o emprego de recursos capazes de aumentar o desempenho energético da edificação.

1.5 Estrutura dos Capítulos

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, divididos da seguinte maneira:

- O Capítulo 1 apresenta a introdução, motivação e os objetivos para o desenvolvimento da pesquisa;
- O Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura, trata da eficiência energética e apresenta as principais políticas públicas, legislações e regulamentações em eficiência energética, cronologia da evolução das diretrizes governamentais e seus programas, tais como o Procel;
- O Capítulo 3 faz a abordagem metodológica destinada à avaliação do grau de eficiência energética em edifícios, conforme delineado nos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) do Procel;
- O Capítulo 4 detalha o Estudo de Caso para a avaliação do nível de eficiência energética, conforme metodologia do RTQ-C, para o Bloco Educacional do IFG - Câmpus Valparaíso de Goiás, identificando os principais fatores que influenciaram nessa classificação e propondo ações capazes de melhorar o desempenho energético obtido para Envolória, Sistema de Iluminação, Sistema de condicionamento de ar e avaliação geral do edifício;

- O Capítulo 5 exhibe os resultados alcançados neste estudo, incluindo uma análise crítica da performance nos aspectos relacionados à envoltória, sistema de iluminação, sistema de condicionamento e avaliação geral do edifício;
- O Capítulo 6 apresenta as conclusões decorrentes desta pesquisa, bem como as perspectivas para futuros estudos relacionados ao tema explorado.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

2.1 Introdução

Foi realizado um levantamento bibliográfico de artigos científicos em bases de dados e repositórios acadêmicos a fim de verificar os avanços sobre o tema investigado neste trabalho. É apresentada uma visão geral da legislação relacionada à Eficiência Energética no Brasil e Programas nacionais de conservação de energia.

2.1.1 Eficiência Energética

Gonçalves [1] aduz que a contínua expansão no uso de eletricidade tem se revelado uma inquietação persistente para o Setor Elétrico, especialmente face às limitações dos recursos energéticos, às restrições ambientais, às perdas no sistema e ao uso inadequado por parte dos consumidores finais. Por essa razão, as empresas do setor e o governo brasileiro têm o interesse em explorar opções que favoreçam a preservação de energia e a diminuição do desperdício em diversas etapas de produção e consumo.

A noção de eficiência energética, de acordo com Roma [4], abrange um conjunto de iniciativas voltadas para otimizar a relação entre a quantidade de energia utilizada e os produtos e serviços finais alcançados, por meio de medidas, políticas e intervenções tecnológicas, de gestão e culturais. As políticas empregadas para promover a eficiência energética constituem mecanismos que buscam, por meio de aspectos técnicos e tecnológicos, a redução do consumo e a sensibilização dos consumidores para um uso mais racional da energia.

De acordo com o INEE [5], a utilização da energia nas comunidades comumente percorre uma sequência de fases de conversão, desde o momento em que ela se encontra na natureza, conhecida como energia primária, até alcançar os serviços energéticos desejados, tais como iluminação, movimento ou geração de calor. Aprimorar a eficiência implica na diminuição do consumo de energia primária exigido para a produção de um serviço energético específico.

Melhorar a eficiência significa reduzir o consumo de energia primária necessário para produzir um determinado serviço de energia. A redução pode acontecer em qualquer etapa da cadeia das transformações. Pode também ocorrer devido à substituição de uma forma de energia por outra no uso final. Historicamente, a substituição de combustíveis por eletricidade resultava muitas vezes em reduções de energia primária. No Brasil, hoje, a substituição da eletricidade pelo gás natural em alguns processos térmicos pode reduzir a energia primária necessária (INEE [5], p. 5).

A abordagem à conservação de energia no Brasil, e globalmente, ganhou maior relevância a partir dos impactos dos choques petrolíferos nos anos 70. No contexto brasileiro, a resposta significativa foi o estabelecimento do Programa Nacional do Álcool, que experimentou um notável avanço na década seguinte. Nesse período, mais de 90% da produção nacional de veículos leves era destinada a consumidores de álcool hidratado. Adicionalmente, é desse período a determinação, ainda vigente, de adição de uma proporção significativa de álcool anidro à gasolina PNE 2030 [6].

Em 16 de dezembro de 2020, foi concedida a aprovação pelo Ministério de Minas e Energia (MME) ao Plano Nacional de Energia 2050. Desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com base nas orientações do MME, esse plano representa uma ferramenta de apoio na definição da estratégia de longo prazo para a expansão do setor de energia. Com esse propósito, são apresentadas uma série de recomendações e diretrizes a serem seguidas ao longo do horizonte temporal até 2050 [7].

Ao longo de sua evolução histórica, o Brasil se destaca como uma nação com uma significativa proporção de fontes de energia renovável em sua oferta interna, o que a diferencia positivamente da média global. Nas últimas duas décadas, a contribuição das energias renováveis para a matriz energética brasileira manteve-se consistentemente acima de 40%, representando um desafio considerável para o país. No entanto, entre 2011 e 2014, essa participação sofreu uma redução devido à diminuição na oferta hidrelétrica, associada a uma menor incidência de chuvas [8].

A partir de 2015, tem-se uma retomada no crescimento das fontes renováveis, impulsionada

pela expansão na produção de derivados da cana-de-açúcar, energia eólica e biodiesel, culminando em uma participação de 46,1% em 2019. Esse ressurgimento não apenas indica a superação das adversidades anteriores, mas também destaca a resiliência do Brasil na promoção de uma matriz energética mais sustentável [8].

A aplicação prudente de energia, referida como eficiência energética, implica na utilização otimizada de recursos energéticos para atingir resultados específicos. Do ponto de vista conceitual, a eficiência energética é definida pela relação entre a quantidade de energia consumida durante uma atividade e a quantidade disponível para sua realização [9].

Segundo o PNE 2030 [6], a maximização da eficiência no uso dos recursos energéticos, por meio da implementação de medidas de conservação, surge como uma importante necessidade para impulsionar o desenvolvimento econômico. Isso se deve não apenas à melhoria da produtividade na utilização desses recursos, resultando na diminuição dos investimentos necessários em infraestrutura, mas também à mitigação dos impactos ambientais. Dessa maneira, tais iniciativas contribuem substancialmente para promover um modelo de desenvolvimento que seja sustentável, alinhando-se com as crescentes demandas por práticas mais conscientes e responsáveis.

A Organização das Nações Unidas (ONU) delineou 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) [10], parte integrante da Agenda 2030, que estabeleceu este ano como prazo para a consecução desses objetivos. Um destes objetivos, o ODS 7, advoga pela promoção de energia limpa e acessível (ODS BR).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável constituem um chamamento global à ação para erradicar a pobreza, preservar o meio ambiente e o clima, assegurando que pessoas em todas as regiões desfrutem de paz e prosperidade. Esses objetivos representam a contribuição das Nações Unidas para a consecução da Agenda 2030 no Brasil [10].

A Meta 7.3 estabelece a meta global de dobrar a taxa de aprimoramento da eficiência energética até 2030. No contexto brasileiro, a meta é elevar a taxa de aprimoramento da eficiência energética na economia até o mesmo ano. Isso envolve indicadores como a intensidade energética, medida em termos de energia primária e Produto Interno Bruto – PIB [10].

2.1.2 Principais políticas de eficiência energética

Políticas públicas de eficiência energética incentivam a substituição de equipamentos e edificações antigos por modelos mais eficientes, o que gera economia de energia e benefícios ambientais.

2.1.2.1 Programa CONSERVE

O Programa CONSERVE foi criado, por meio da Portaria MIC/GM46 de 1981 do Ministério da Indústria e Comércio, com o objetivo de promover a eficiência energética na indústria brasileira. O programa visava a redução do consumo de energia, o desenvolvimento de produtos e processos mais eficientes e a substituição de fontes energéticas importadas por fontes alternativas autóctones [6].

O CONSERVE tinha como foco principal a indústria siderúrgica, de papel e celulose e de cimento, que são setores que consomem grandes quantidades de energia. O programa oferecia incentivos financeiros para as empresas que adotassem medidas de eficiência energética, como a instalação de equipamentos mais eficientes, a otimização de processos e a substituição do óleo combustível por fontes alternativas, como a energia elétrica [3].

Um dos incentivos oferecidos pelo CONSERVE era o aproveitamento da capacidade excedente de geração elétrica hidráulica para a geração de calor nas indústrias. Essa medida visava a reduzir o consumo de óleo combustível, que é uma fonte energética importada e mais cara [3].

2.1.2.2 Programa de Mobilização Energética

O Programa de Mobilização Energética (PME) foi criado com o objetivo de racionalizar o uso de energia, reduzir o consumo de insumos energéticos e substituir progressivamente os derivados de petróleo por combustíveis alternativos nacionais. A conservação de energia foi uma das principais metas do programa. As diretrizes foram aprovadas com o Decreto nº 87.079 de 2 de abril de 1982 [11].

2.1.2.3 Programa de Conservação de Energia Elétrica em Eletrodomésticos

Em 1984, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, vinculado à época ao Ministério da Indústria e Comércio Exterior iniciou de maneira pioneira um diálogo com a sociedade sobre a importância da conservação de energia. O propósito era otimizar a utilização dos diversos tipos de energia no país, proporcionando informações aos consumidores acerca da eficiência energética de cada produto. A intenção subjacente era incentivar os consumidores a realizar escolhas de compra mais conscientes [12].

2.1.2.4 PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem

No ano de 1992, ocorreu uma alteração no nome do Programa de Conservação de Energia Elétrica em Eletrodomésticos, que passou a ser chamado de Programa Brasileiro de Etiquetagem. Nessa revisão, as atribuições originais foram mantidas, e foram incorporados requisitos de segurança, além do estabelecimento de medidas para a definição de índices mínimos de eficiência energética [6].

2.1.2.5 Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Eletrobrás)

O Procel, que significa Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, é um programa governamental coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e executado pela Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional (ENBPar). Sua criação remonta a 30 de dezembro de 1985, por meio da Portaria Interministerial nº 1.877, com o propósito de fomentar a utilização eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. As iniciativas do Procel têm como meta primordial elevar a eficiência dos produtos e serviços, promover o desenvolvimento de práticas e conhecimentos voltados para o consumo eficiente de energia, e ainda adiar os investimentos no setor elétrico, contribuindo para a redução dos impactos ambientais e colaborando com a construção de um Brasil mais sustentável [13].

2.1.2.6 CICE - Comissão Interna de Conservação de Energia

Em 1990, mediante a promulgação do Decreto nº 99.656, o Governo Federal estabelece a CICE, também conhecida como Comissão Interna de Conservação de Energia, que determina que cada estabelecimento vinculado a órgãos ou entidades da Administração Federal direta ou

indireta, fundações, empresas públicas e sociedades de economia mista, a obrigação de aderir à comissão caso apresente um consumo anual de energia elétrica superior a 600.000 kWh ou um consumo anual de combustível acima de 15 Tep (Toneladas equivalentes de petróleo). Essa medida demonstra uma iniciativa visando a redução do desperdício de energia no âmbito do Setor Público. À Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) incumbe a responsabilidade pela elaboração, implementação e monitoramento das metas do Programa de Conservação de Energia, assim como a divulgação dos resultados dentro das instalações de cada estabelecimento [6].

2.1.2.7 CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural

Em 18 de julho de 1991, por meio de um Decreto Federal, foi estabelecido o CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural. Nesse mesmo dispositivo legal, as responsabilidades do Procel foram reavaliadas. Ambos os programas têm como objetivo principal desenvolver e articular iniciativas voltadas para a otimização do consumo de energia. O decreto determina que as atividades do CONPET serão supervisionadas pelo Grupo Coordenador do CONPET (GCC), composto por representantes de diversos ministérios, confederações da indústria e do comércio; e as ações do Procel serão monitoradas pelo Grupo Coordenador de Conservação de Energia Elétrica (GCCE), cuja composição assemelha-se à do GCC. Segundo o decreto, a Petrobras foi designada para prover recursos técnicos, administrativos e financeiros ao Programa, em conformidade com a legislação que fundamenta sua criação [14].

2.1.2.8 ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Em 6 de agosto de 1997, foi promulgada a Lei nº 9.478/1997, conhecida como Lei do Petróleo, que estabelece as diretrizes da Política Energética Nacional e institui a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Esta legislação estipula que um dos princípios e objetivos da Política Energética Nacional envolve a implementação de políticas nacionais para a utilização eficiente das fontes de energia, com foco na proteção do meio ambiente e na promoção da conservação de energia. Além disso, a Lei determina que cabe à ANP zelar pelo cumprimento das boas práticas relacionadas à conservação e uso racional do petróleo e gás natural, bem como pela preservação do meio ambiente [15].

2.1.2.9 ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

Em 26 de Dezembro de 1996 a Lei nº 9.427, cria a Agência Nacional de Energia Elétrica, cujo regulamento foi definido pelo Decreto Nº 2.335, de 6 de Outubro de 1997. O Decreto estabelece as diretrizes da ANEEL, suas atribuições e estrutura básica [16].

2.1.2.10 PEE - Programa de Eficiência Energética (ANEEL)

Tem o objetivo de promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia. Para tanto, concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica são obrigadas a aplicar anualmente um montante de sua receita líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, conforme disposto na Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 [17].

2.1.2.11 Lei da Eficiência Energética

A Lei da Eficiência Energética representa o principal arcabouço regulatório sobre o tema no Brasil. Essa legislação versa sobre a política nacional de conservação e uso racional da energia, com o objetivo de alocar de maneira eficiente os recursos energéticos e, ao mesmo tempo, preservar o meio ambiente. Conforme determinação da Lei da Eficiência Energética, é incumbência do Poder Executivo estabelecer os limites máximos de consumo específico de energia ou os padrões mínimos de eficiência energética para máquinas e dispositivos consumidores de energia produzidos ou comercializados no país. Esses parâmetros devem se fundamentar em indicadores técnicos relevantes, levando em consideração a vida útil dos equipamentos [18].

A Lei nº 10.295 foi promulgada em 17 de outubro de 2001 e também estipula que, um ano após a publicação dos níveis de eficiência energética, seja instituído um programa de metas para a progressiva melhoria desses padrões. Além disso, impõe aos fabricantes e importadores a responsabilidade de adotar medidas necessárias para garantir a conformidade com os limites máximos de consumo de energia e padrões mínimos de eficiência energética estabelecida para cada tipo de máquina ou aparelho, conforme regulamentação específica. Os importadores também devem comprovar a conformidade durante o processo de importação. Adicionalmente, o Poder Executivo é incumbido de desenvolver mecanismos para fomentar a eficiência energética em edificações construídas no país [18].

2.1.2.12 Regulamentação da Lei da Eficiência Energética

O decreto 4.059 [19] regula a aplicação da Lei de Eficiência Energética, delineando os procedimentos para a definição dos indicadores e dos padrões de eficiência energética. Estabelece, assim, a criação do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), cuja composição abrange representantes dos seguintes órgãos e entidades: Ministério das Minas e Energia (MME) responsável pela presidência do Comitê; Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI); Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP); um representante de uma universidade brasileira, especialista em energia; um cidadão brasileiro, especialista em energia. Os membros são designados para mandatos de dois anos, com possibilidade de renovação por período equivalente. De acordo com o artigo 3º do Decreto, compete ao CGIEE:

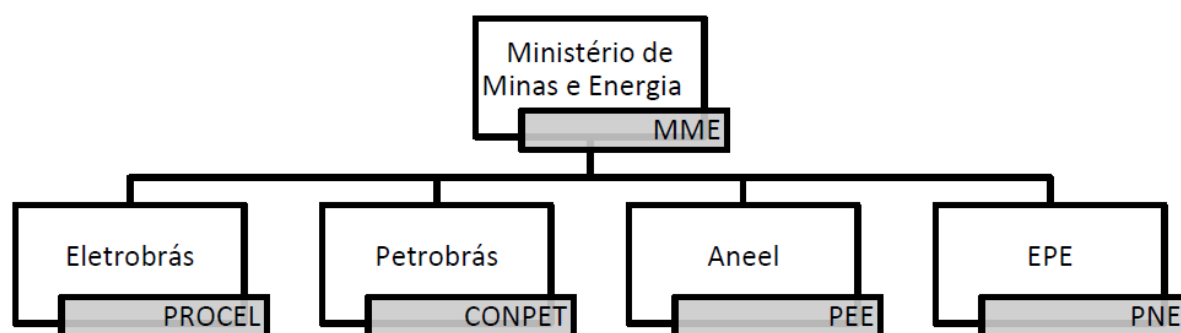
- Elaborar um plano de trabalho e um cronograma para implementar a aplicação da Lei de Eficiência Energética;
- Elaborar regulamentação específica para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia;
- Estabelecer um programa de metas com indicação da evolução dos níveis a serem alcançados para cada equipamento regulamentado;
- Constituir Comitês Técnicos para analisar e opinar sobre matérias específicas sob orientação do CGIEE, inclusive com a participação de representantes da sociedade civil;
- Acompanhar e avaliar sistematicamente o processo de regulamentação e propor plano de fiscalização; e
- Deliberar sobre as proposições do Grupo Técnico para Eficientização de Energia em Edificações.

2.1.2.13 Organograma: Eficiência Energética

Conforme o organograma apresentado na Figura 2.1, o MME desempenha um papel central na gestão da eficiência energética no Brasil, contando com uma estrutura organizacional

dedicada a essa finalidade. Cada programa específico dentro dessa estrutura está associado a empresas públicas vinculadas ao MME, destacando-se a parceria com instituições como a Eletrobras para o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), a Petrobras para o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), a ANEEL para o Programa de Eficiência Energética (PEE), e a Empresa de Pesquisa Energética – EPE para o Programa Nacional de Conservação de Energia em Pesquisa e Desenvolvimento (PNE). Esses programas têm como objetivo fundamental fomentar soluções inovadoras e sustentáveis, contribuindo para a otimização do consumo de energia em todo o país [20].

Figura 2.1: Estrutura Nacional para Promoção da Eficiência Energética



Fonte: Autoria própria

A cooperação entre essas entidades desempenha um papel fundamental na promoção de medidas políticas e intervenções tecnológicas voltadas para a redução do consumo de energia e o cultivo de uma mentalidade de eficiência energética no Brasil. A união estratégica dessas entidades-chave não apenas reflete um compromisso coletivo, mas também aponta para um caminho direcionado a um futuro mais sustentável e energeticamente eficiente para o país [20].

2.1.2.14 Competências do Ministério de Minas e Energia – MME

O Decreto nº 5.267, de 9 de novembro de 2004, que aprovou a estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas do MME, e deu outras providências, descreve em seu artigo 9º competências da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético das quais relacionadas à Eficiência Energética são: “I - desenvolver ações estruturantes de longo prazo para a implementação de políticas setoriais; (...) IV - apoiar e estimular a gestão da capacidade energética nacional; (...) IX - orientar e estimular os negócios

sustentáveis de energia; X - coordenar ações e programas de desenvolvimento energético, em especial nas áreas de geração de energia renovável e de eficiência energética; (...)”

Ainda, conforme o Decreto nº 5.267, de 9 de novembro de 2004, em seu artigo 11º, compete ao Departamento de Desenvolvimento Energético: “I - coordenar ações e planos estratégicos de conservação de energia; II - propor requisitos e prioridades de estudos e de desenvolvimento de tecnologias de conservação da energia à EPE e outras instituições de ensino e pesquisa; III - promover e coordenar os programas nacionais de conservação e uso racional de energia elétrica, petróleo e seus derivados, gás natural e outros combustíveis; IV - promover, articular e apoiar a política e os programas de uso sustentável e conservação de energia nos espaços regionais de menor desenvolvimento; (...) VI - promover o desenvolvimento e testagem de modelos de eficiência energética e de usos racionais; (...)” [21].

2.1.2.15 Competências da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

Instituída pela Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e regulamentada pelo Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997, a ANEEL é autarquia sob regime especial, com personalidade jurídica de direito público e autonomia patrimonial, administrativa e financeira, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com a finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal [22].

Dentre as competências da ANEEL, prescritas no artigo 4º, do Anexo I do supra mencionado Decreto nº 2.335/97, destacam-se aquelas relacionadas à eficiência energética: (...) (vii) aprovar metodologias e procedimentos para otimização da operação dos sistemas interligados e isolados, para acesso aos sistemas de transmissão e distribuição e para comercialização de energia elétrica; (ix) incentivar o combate ao desperdício de energia no que diz respeito a todas as formas de produção, transmissão, distribuição, comercialização e uso da energia elétrica; (...) (xxiii) estimular e participar das atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico necessárias ao setor de energia elétrica; (xxv) estimular e participar de ações ambientais voltadas para o benefício da sociedade, bem como interagir com o Sistema Nacional de Meio Ambiente em conformidade com a legislação vigente, e atuando de forma harmônica com a Política Nacional de Meio Ambiente. Nota-se, ainda, que a legislação estende à Aneel a competência relativa ao combate ao desperdício de energia a toda cadeia relacionada com o sistema elétrico, incluindo a

comercialização e uso da energia elétrica.

A regulamentação do PEE vem sofrendo segundas alterações como decorrência da aplicação das Leis nº 9.991, de 24/07/2000, nº 11.465, de 28/03/2007 e nº 12.212 de 20/01/2010. Assim, até o ano de 2015 estava previsto a aplicação em Programas de Eficiência Energética o valor de 0,50% da receita operacional líquida (ROL) das distribuidoras de energia elétrica. Após esse período o valor retornou ao percentual de 0,25% da ROL. A Lei 12.111 de 2009 definiu o percentual de 0,30% da ROL a ser recolhido diretamente ao Tesouro Nacional para compensação de perdas de arrecadação em estados e municípios cujos sistemas isolados tenham sido conectados ao Sistema Interligado Nacional (SIN). A lei institui a Eficiência Energética como um dos usos admissíveis para esta compensação. A regulamentação vigente é a Resolução nº 300, de 12/02/2008, bem como o Manual de PEE – 2008 [8].

Cabe destacar que, recentemente, a Lei nº 12.212, de 20 de janeiro de 2010, dispôs sobre a Tarifa Social de Energia Elétrica, bem como fez alterações nas Leis nº 9.991/2000, Lei nº 10.925/2004, Lei nº 10.438/2002, além de dar outras providências. Assim, a referida Lei alterou, entre outros, por meio do seu artigo 11º, o artigo 1º da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, onde, por exemplo, seu inciso V passou a vigorar com a seguinte redação: “as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica deverão aplicar, no mínimo, 60% (sessenta por cento) dos recursos dos seus programas de eficiência para unidades consumidoras beneficiadas pela Tarifa Social” [8].

2.1.2.16 Competências da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP

Para regular as áreas de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, foi criada a ANP, entidade integrante da administração federal indireta, submetida ao regime autárquico especial, vinculada ao MME, com a finalidade de promover a regulação, contratação e fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo [8].

Entre as competências da ANP, prescritas no artigo 8º da Lei nº 9.478/97, destacamos aquelas relativas à eficiência energética: (i) “implementar, em sua esfera de atribuições, a política nacional de petróleo e gás natural, contida na política energética nacional, nos termos da Lei de sua constituição, com ênfase na garantia do suprimento de derivados de petróleo em todo o território nacional e na proteção dos interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e

oferta dos produtos; (ix) fazer cumprir as boas práticas de conservação e uso racional do petróleo, dos derivados e do gás natural e de preservação do meio ambiente; (x) estimular a pesquisa e a adoção de novas tecnologias na exploração, produção, transporte, refino e processamento.” [15].

Verifica-se, portanto, que a Lei atribuiu a essa agência a competência para fazer cumprir as práticas de aproveitamento racional do petróleo, dos derivados e do gás natural. Assim, pode-se entender que toda ação que vise utilizar racionalmente o petróleo e seus derivados, bem como o gás natural, preservando o meio ambiente e praticando a eficiência energética, deve ser seguida como regra pelos agentes envolvidos. Cabe a ANP zelar pela sua observância [8].

À semelhança da ANEEL, verifica-se a necessidade de criação de uma área de eficiência energética na ANP, nos moldes da ANEEL, haja vista que a mesma não desfruta de um departamento específico para tal [8]. Por fim, com o imenso potencial de economia de energia no Brasil que ainda pode ser explorado no setor de petróleo e gás natural há muitas possibilidades de melhorias na legislação [8].

2.1.2.17 Competências da Empresa de Pesquisa Energética – EPE

A Empresa de Pesquisa Energética – EPE, instituída através da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, conforme o artigo segundo, explicitado a seguir:

Art. 2º A Empresa de Pesquisa Energética - EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, entre outras.

Outra referência à eficiência energética encontra-se no Art.4º:

Art. 4º Compete à EPE: I - realizar estudos e projeções da matriz energética brasileira; II - elaborar e publicar o balanço energético nacional; (...) XV - promover estudos e produzir informações para subsidiar planos e programas de desenvolvimento energético ambientalmente sustentável, inclusive, de eficiência energética; XVI - promover planos de metas voltadas para a utilização racional e conservação de energia, podendo estabelecer parcerias de cooperação para este fim [23].

É fundamental realizar um planejamento estratégico para o setor energético nacional,

seguindo as diretrizes estabelecidas no Plano Nacional de Energia (PNE). Esse processo é essencial para posicionar o país de maneira competitiva no cenário econômico internacional. Simultaneamente, o planejamento deve considerar a capacidade de atender às significativas demandas sociais e ambientais inerentes a uma nação emergente e de vastas proporções territoriais, como é o caso do Brasil.

2.1.3 Procel

Como citado anteriormente, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, conhecido como Procel, é uma iniciativa governamental coordenada pelo MME e executada pela Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional (ENBPar). Sua criação, datada de 30 de dezembro de 1985, por meio da Portaria Interministerial nº 1.877, visa fomentar o uso eficiente da energia elétrica e combater o desperdício energético. As atividades do Procel contribuem para aprimorar a eficiência de bens e serviços, promovem o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente de energia, e adiam investimentos no setor elétrico, reduzindo os impactos ambientais e contribuindo para a construção de um Brasil mais sustentável [13].

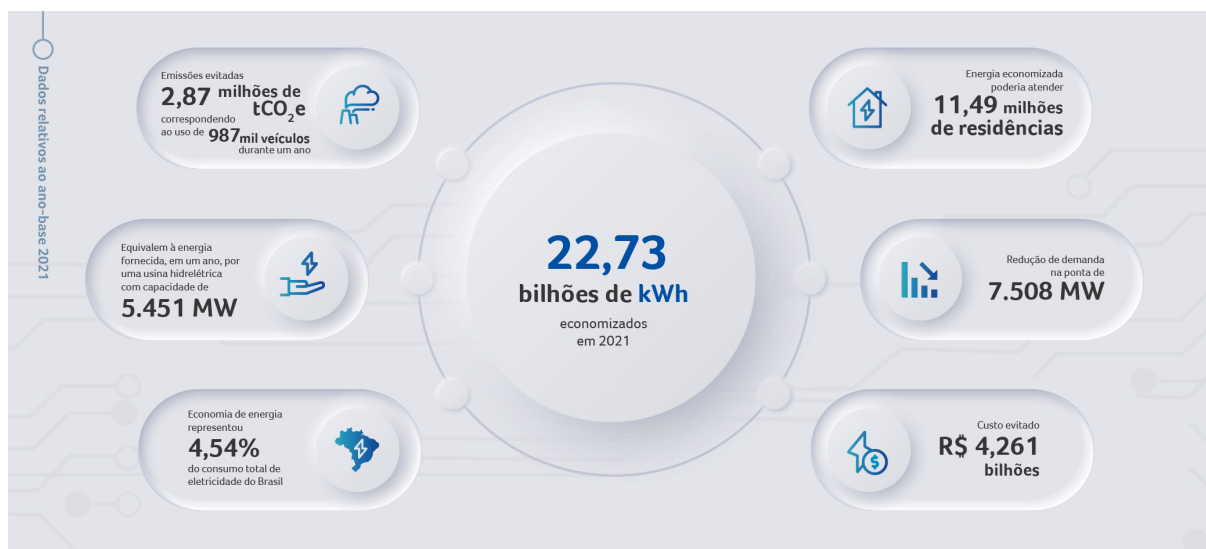
Em 3 de maio de 2016, com a promulgação da Lei nº 13.280, o Procel iniciou um novo ciclo ao contar com uma fonte de recursos. A legislação prevê a definição de planos anuais para a aplicação desses recursos, os quais são elaborados e aprovados por representantes do governo e agentes do setor energético nacional, após um processo transparente de consulta pública. Nesse cenário, o Procel implementa ações de eficiência energética em diversos setores da economia, contribuindo para a economia de energia elétrica e gerando benefícios para toda a sociedade [13].

Conforme observado na Figura 2.2, apenas em 2021, o Procel promoveu a economia de 22,73 bilhões de quilowatts-hora (kWh), distribuída em:

2.1.3.1 Selo Procel de Economia de Energia

O Selo Procel de Economia de Energia, Figura 2.3, conhecido apenas como Selo Procel, tem o propósito de ser uma ferramenta simples e eficaz, permitindo aos consumidores identificar, entre os diversos equipamentos e eletrodomésticos disponíveis no mercado, aqueles que são mais eficientes e consomem menos energia. Instituído por Decreto Presidencial em 8 de dezembro de

Figura 2.2: Resultados Procel



Fonte: Eletrobras - Canal Energia [24]

1993, o Selo Procel foi criado no âmbito do Procel, um programa do Governo Federal executado pela ENBPar [25].

Desde sua criação, o Procel estabeleceu parcerias com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), além de colaborações com entidades como associações de fabricantes, pesquisadores de universidades e laboratórios. Essas parcerias visam estimular a presença, no mercado brasileiro, de equipamentos cada vez mais eficientes em termos energéticos. Nesse sentido, são definidos índices de consumo e desempenho para cada categoria de equipamento. Cada produto candidato ao Selo Procel passa por ensaios em laboratórios designados pelo Procel, sendo contemplados apenas os que atingem os índices estabelecidos [25].

2.1.3.2 Edificações

Segundo informações da sessão de edificações no site Procel [26], no Brasil, o consumo de energia elétrica em edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas representa cerca de 50% do consumo total de eletricidade no país. Por outro lado, o potencial de economia de energia nesse setor é significativo, visto que construções novas, construídas de acordo com os padrões estabelecidos pela Etiquetagem PBE Edifica, podem alcançar uma redução de até 50%, enquanto edificações existentes que passam por grandes reformas podem atingir uma economia de até 30%.

Figura 2.3: Selo Procel de Economia de Energia



Fonte: ProcelInfo [25]

Com o intuito de fomentar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais, como água, luz e ventilação, nas edificações brasileiras, o Procel empenha-se em diminuir o desperdício e os impactos ambientais. Para alcançar esse objetivo, o programa atua na capacitação de profissionais, promoção de novas tecnologias, divulgação de boas práticas, estabelecimento de regulamentações e critérios de eficiência energética para edificações, além da etiquetagem de edificações novas e existentes. Adicionalmente, são capacitados laboratórios de universidades brasileiras para atuar na área de conforto ambiental [27].

2.1.3.3 Prédios Públicos

A eficiência energética em prédios públicos no Brasil é uma preocupação crescente. O governo brasileiro tem implementado políticas específicas para otimizar o consumo de energia nesse setor, incluindo programas de modernização de sistemas de iluminação, envoltória e condicionamento de ar. Edifícios públicos têm buscado a Certificação Procel, uma iniciativa que promove práticas eficientes de uso de energia e destaca construções que atendem a critérios rigorosos de eficiência.

Aproximadamente 70% do consumo de energia elétrica em edifícios públicos é atribuído

aos sistemas de iluminação e climatização dessas construções. Por essa razão, os projetos de eficiência energética geralmente iniciam abordando a substituição de equipamentos ineficientes e a modificação de hábitos dos usuários. Em colaboração com os gestores públicos em todas as esferas do governo, o Procel tem promovido ações que não apenas incentivam a adoção de equipamentos mais eficientes, mas também buscam desenvolver projetos e implementar práticas para combater o desperdício e aumentar a eficiência energética em edificações públicas [26].

A Figura 2.4 representa os cinco níveis de eficiência do RTQ-C. Para o nível A, o RTQ-C não define limite superior, uma vez que desempenhos mais elevados de eficiência energética devem ser sempre almejados.

Figura 2.4: Níveis de eficiência



Fonte: Procel [28]

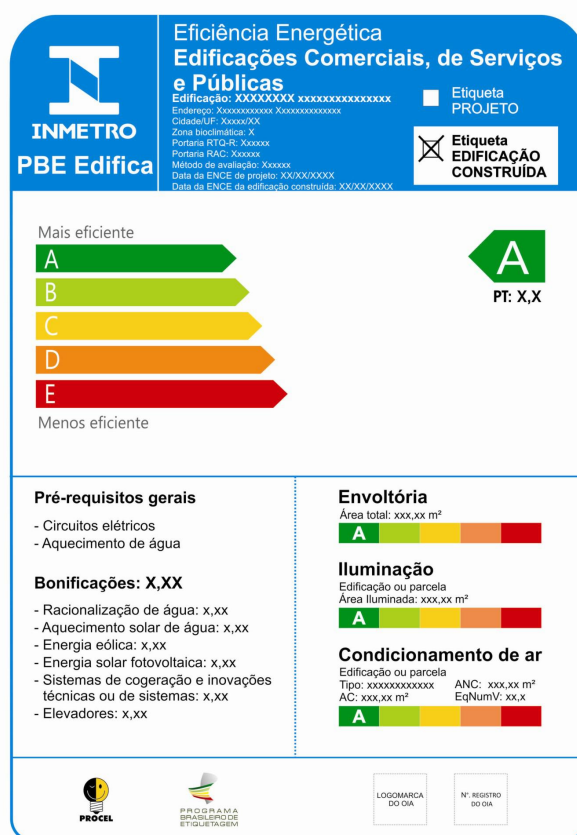
2.1.3.4 Etiquetagem de Eficiência Energética em Edificações

O Procel desempenha um papel essencial na análise da eficiência energética de diversas categorias de edificações, abrangendo desde residenciais e comerciais até aquelas destinadas a serviços públicos. Em colaboração estreita com o INMETRO, o programa atribui a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para essas construções, conhecida como Etiqueta PBE Edifica. Desde o ano de 2009, mais de 5.400 etiquetas desse tipo já foram concedidas [29], evidenciando o impacto positivo e a abrangência desse esforço conjunto.

A Etiqueta PBE Edifica, Figura 2.5, não apenas serve como um selo de reconhecimento da eficiência energética, mas também orienta os consumidores na escolha de edificações que atendam a padrões rigorosos nesse quesito. Além disso, esse processo de avaliação e certificação contribui significativamente para a disseminação de práticas sustentáveis na construção civil, promovendo a conscientização sobre a importância da eficiência energética em diferentes segmentos da sociedade [26].

A contínua parceria entre o Procel e o INMETRO demonstra um comprometimento sólido com a promoção e reconhecimento da eficiência energética no cenário das edificações, sinalizando uma direção positiva em termos de construções mais sustentáveis e alinhadas com os princípios da conservação de energia [26].

Figura 2.5: Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações



Fonte: Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética de Edificações [28]

2.1.3.5 Geração da Etiqueta de Eficiência Energética

A eficiência energética é uma prioridade importante no mundo atual, e isso tem levado ao desenvolvimento de novas ferramentas para avaliar e certificar as práticas sustentáveis nas edificações. A Portaria nº309 de 6 setembro de 2022 [30] detalha as instruções a geração de etiquetas de eficiência, e foca em três áreas-chave: eficiência na iluminação, eficiência na envoltória do edifício público e eficiência do condicionamento de ar. Essas dimensões são essenciais para a construção de edifícios mais sustentáveis, e a compreensão dos parâmetros e critérios que orientam a avaliação e certificação dessas práticas é fundamental para promover a disseminação de edifícios ambientalmente conscientes e energeticamente eficientes para Geração da Etiqueta Geral de Eficiência Energética do Prédio Público.

Para isso, este estudo utiliza o Regulamento Técnico (RTQ-C) [28], que fornece uma classificação de edifícios através da determinação da eficiência de três sistemas:

- **Envoltória:** A avaliação da envoltória mantém o peso de 30% da classificação geral do

edifício e é conduzida por meio da determinação de um conjunto de índices relacionados às características físicas da construção. Pré-requisitos são estabelecidos para componentes opacos e dispositivos de iluminação zenital, enquanto aberturas verticais são examinadas por meio de equações. Esses parâmetros compõem a “pele” da edificação, abrangendo elementos como cobertura, fachada e aberturas, e são complementados pelo volume, área de piso da construção e orientação das fachadas [28];

- **Iluminação:** A eficiência da iluminação assegura o peso de 30% da classificação geral do edifício e é calculada pela densidade de potência instalada na iluminação interna, adaptando-se às distintas atividades realizadas pelos usuários em cada ambiente. A redução da potência utilizada implica em menor consumo de energia, refletindo a eficiência do sistema, desde que as condições adequadas de iluminação sejam mantidas [28];
- **Condicionamento de ar:** Quanto à classificação da eficiência do sistema de condicionamento de ar garante o peso de 40% da classificação geral do edifício e ela pode ser segmentada em duas categorias distintas. Uma delas está vinculada a sistemas individuais e split, já classificados pelo INMETRO. Nesse caso, basta consultar os níveis de eficiência indicados nas etiquetas do INMETRO para cada aparelho instalado na edificação e, posteriormente, aplicar o resultado na equação geral da construção. A outra categoria aborda a eficiência de sistemas de condicionamento de ar, como os centrais, que não são classificados pelo INMETRO. Para esses casos, é necessário seguir as prescrições definidas no texto do regulamento, tornando a classificação do nível de eficiência desses sistemas mais complexa, pois sua determinação depende da verificação de diversos requisitos, não sendo obtida de forma simples pela consulta da etiqueta [28].

2.2 Considerações Finais

Após análise dos sistemas determinantes para a eficiência energética em edificações, conforme delineado no Regulamento Técnico (RTQ-C) [28], torna-se evidente a complexidade e abrangência dos critérios estabelecidos para classificar os edifícios. A abordagem metodológica adotada neste estudo visa fundamentar a obtenção das etiquetas de eficiência específicas para cada sistema, englobando a envoltória, iluminação e condicionamento de ar.

À medida que aprofunda-se nos componentes da envoltória, compreende-se a importância

dos parâmetros relacionados às características físicas da construção, desde a “pele” que a envolve até aspectos como volume, área de piso e orientação das fachadas. A iluminação, por sua vez, destaca-se como um fator importante para o cálculo da eficiência energética, que é associada à densidade de potência instalada, refletindo diretamente no consumo de energia e na eficácia do sistema luminotécnico. Quanto ao condicionamento de ar, a complexidade se apresenta na diversidade de sistemas e na necessidade de considerar diferentes categorias, seja para aparelhos individuais ou sistemas centrais.

A portaria 309 [30] revoga a portaria 372 [31] e ressalta-se os seguintes prazos e as disposições transitórias: Até 1º de maio de 2024, de acordo com a portaria 309 [30], a emissão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações comerciais, de serviços, públicas e residenciais deve ser feita com base nos requisitos aprovados. Mesmo após essa data, a emissão da ENCE de Edificação Construída para edifícios que passaram por inspeção de projeto de acordo com o RTQ-C [12] ou RTQ-R [32], estabelecidos pelas Portarias INMETRO nº 372/2010 e nº 18/2012, respectivamente, pode utilizar o próprio RTQ-C ou RTQ-R, desde que respeitados os 5 anos de validade da ENCE de Projeto. Durante as disposições transitórias, a emissão da ENCE do Projeto ou da Edificação Construída de acordo com os referidos RTQ-C ou RTQ-R pode adotar os procedimentos de inspeção remota e as atualizações pertinentes estabelecidas nas Notas Técnicas do PBE Edifica, conforme previsto no RAC aprovado.

Em 2014, o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão publicou a Instrução Normativa 02/2014 [33], que estabeleceu a obrigatoriedade de projetos de edificações e retrofits de edificações públicas federais com mais de 500 metros quadrados de área a serem desenvolvidos buscando a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia de Projeto nível A, de acordo com os Requisitos Técnicos de Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) [12]. Essa medida visa promover a eficiência energética nas edificações, alinhando-se às políticas de conservação de energia e sustentabilidade. A etiquetagem energética é uma ferramenta importante para informar e incentivar a eficiência energética em edifícios comerciais, de serviços, públicos e residenciais, contribuindo para a redução do consumo de energia e para a promoção de práticas sustentáveis na construção civil.

A transição para o próximo capítulo, centrado na metodologia de cálculo para a obtenção das etiquetas de eficiência e, o fechamento com a etiqueta de eficiência geral, propõe-se como uma continuação lógica e essencial para a compreensão prática do processo de classificação.

Ao explorar os dados inerentes a cada sistema, busca-se não apenas apresentar as informações sobre os critérios utilizados, mas também a aplicação prática da metodologia proposta, que será abordada de maneira mais específica no próximo capítulo.

Capítulo 3

Metodologia para Desenvolvimento das Análises

3.1 Introdução

A etiquetagem de edifícios permite identificar a classe de eficiência energética das construções, o que ajuda a buscar e garantir edifícios mais eficientes. Isso pode contribuir para o crescimento econômico do país, ao mesmo tempo em que controla o aumento do consumo de energia. Uma vez que a eficiência energética é uma preocupação crescente em todo o mundo, a etiquetagem de edifícios pode ser uma ferramenta importante para incentivar a construção de edifícios mais sustentáveis e reduzir o impacto ambiental. A etiquetagem de eficiência energética de edificações públicas envolve a avaliação de três sistemas: envoltória, sistema de iluminação e condicionamento de ar, além da etiqueta geral em uma escala que varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) [34].

A avaliação da envoltória considera o sistema construtivo externo à edificação, como paredes e cobertura. O método de cálculo para a envoltória é baseado em simulações computacionais que consideram as características construtivas, como espessura e tipo de material, e as condições climáticas locais. A partir dessas simulações, é possível obter o desempenho térmico da envoltória, que é expresso em termos de transmitância térmica e capacidade térmica. A etiqueta parcial da envoltória é emitida com base no desempenho térmico obtido [34].

Já o sistema de iluminação avalia a densidade de potência instalada de iluminação, que é a

relação entre a potência instalada de iluminação e a área útil da edificação. O método de cálculo para o sistema de iluminação é baseado em medições in loco da potência instalada de iluminação e da área útil da edificação. A partir dessas medições, é possível calcular a Densidade de Potência de Iluminação - DPIL e emitir a etiqueta parcial do sistema de iluminação [34].

O condicionamento de ar avalia o desempenho energético dos sistemas de ventilação e ar-condicionado. O método de cálculo para o sistema de condicionamento de ar é baseado em cálculos que consideram as características dos equipamentos, como eficiência energética e capacidade de refrigeração, e as condições climáticas locais. A partir dessas simulações, é possível obter o consumo de energia do sistema de condicionamento de ar, que é expresso em termos de consumo específico de energia (CEE). A etiqueta parcial do sistema de condicionamento de ar é emitida com base no CEE obtido [34].

A etiqueta geral é emitida considerando a avaliação dos três sistemas mencionados, com pesos específicos para cada um deles. O método de cálculo para a etiqueta geral é baseado na combinação das etiquetas parciais da envoltória, iluminação e condicionamento de ar, conforme a relação de pesos estabelecida na metodologia. A etiqueta geral também varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) e é emitida com base no desempenho energético geral da edificação [34].

É importante ressaltar que a metodologia para emissão das etiquetas parciais e geral é constantemente revisada e atualizada para acompanhar os avanços tecnológicos e as mudanças nas normas e regulamentações. Para obter informações mais detalhadas sobre a metodologia específica utilizada para a etiquetagem de eficiência energética de edificações públicas, é necessário consultar as fontes oficiais e guias de orientação, como o Manual de Etiquetagem de Edificações Públicas da PBE Edifica [2].

3.2 Método de cálculo

Para o referencial metodológico será utilizada a Portaria n.º 372, de 17 de setembro de 2010 do INMETRO [31] que aprova a revisão dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos além da Portaria Portaria n.º 309, de 6 de setembro de 2022 do INMETRO [30] que aprova as Instruções Normativas e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética das Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas e Residenciais – Consolidado.

3.3 Envoltória

A classificação da envoltória é realizada por meio da determinação de um conjunto de índices relacionados às características físicas da edificação. Componentes opacos e dispositivos de iluminação zenital são considerados em pré-requisitos, enquanto as aberturas verticais são avaliadas por meio de equações. Esses parâmetros compõem a “pele” da edificação, como cobertura, fachada e aberturas, e são complementados pelo volume, pela área de piso da edificação e pela orientação das fachadas [35].

A envoltória deve atender a pré-requisitos específicos para cada nível de eficiência, sendo que quanto mais elevado o nível pretendido, mais restritivos são os requisitos a serem atendidos. A Tabela 3.1 apresenta uma síntese dos pré-requisitos da envoltória exigidos por nível de eficiência. Além disso, alguns requisitos de transmitância térmica do nível A são mais rigorosos que do nível B, que por sua vez são mais rigorosos que dos níveis C e D [35].

Tabela 3.1: Síntese dos pré-requisitos específicos da envoltória

Nível de eficiência	Transmitância térmica da cobertura e paredes exteriores	Cores e absorvância de superfícies	Iluminação zenital
A	X	X	X
A	X	X	X
C e D	X		

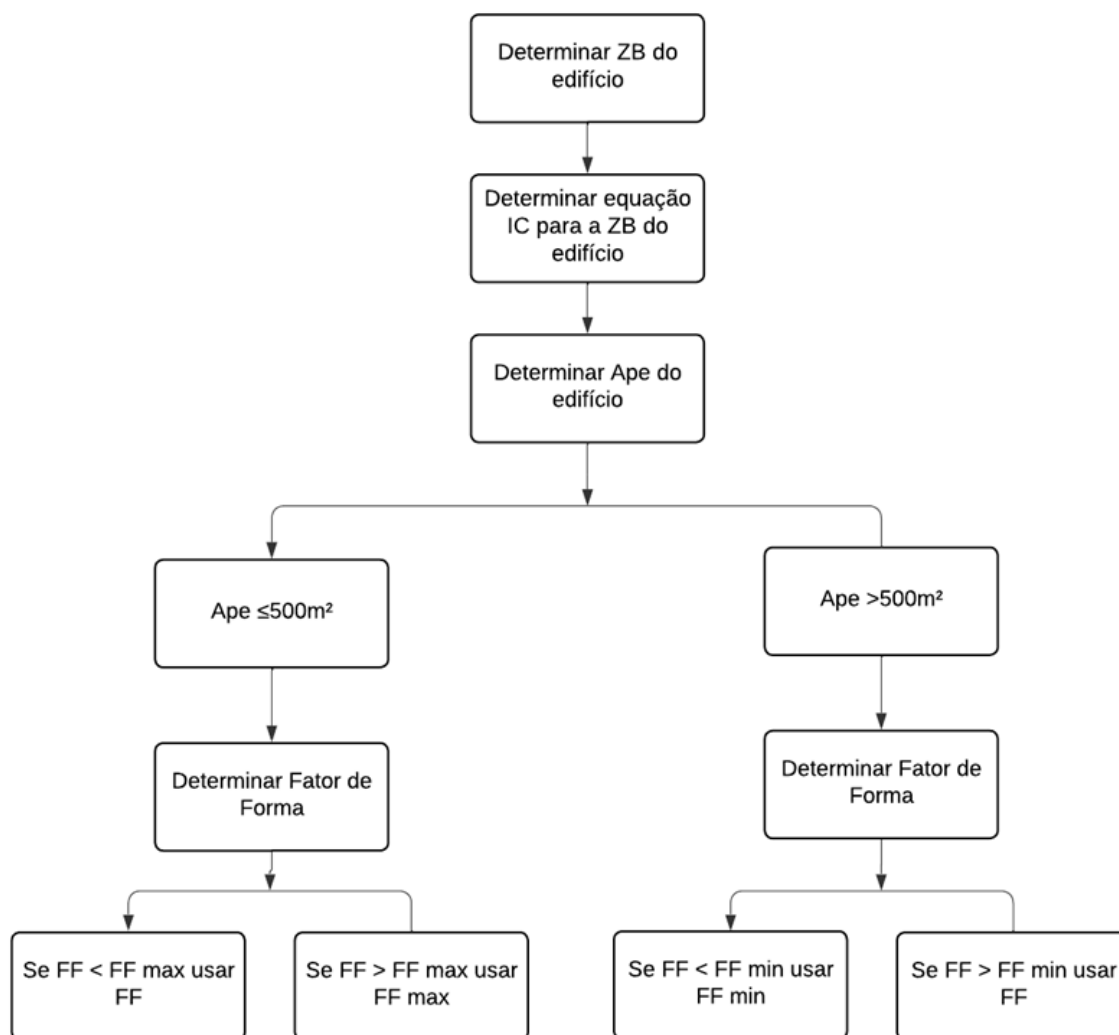
Fonte: Manual RTQ-C [35]

Há duas equações por Zona Bioclimática: uma para edifícios com área de projeção (A_{pe}) menor que 500 m^2 e outra para edifícios com área de projeção maior que 500 m^2 . O zoneamento bioclimático brasileiro é estabelecido na NBR 15220 - Parte 3 [36]. No desenvolvimento das equações do indicador de consumo, algumas zonas bioclimáticas foram agrupadas, sendo representadas pela mesma equação. São elas ZB2 e ZB3; ZB4 e ZB5; ZB6 e ZB8. No caso do Bloco Educacional será utilizada a equação da Zona Bioclimática ao que o Câmpus pertence.

Será utilizado o fluxograma representado na Figura 3.1 para calcular o indicador de consumo da envoltória IC_{env} , conforme preconizado no Manual RTQ-C [35]. Já para iniciar o cálculo do Indicador de Consumo é necessário calcular as variáveis da Tabela 3.2.

Após obter-se o IC_{env} calcula-se os limites máximo e mínimo do Indicador de Consumo (IC_{min} e IC_{MAXD}) e compara o IC_{env} obtido com os limites da Tabela 4.19 para identificação

Figura 3.1: Fluxograma de escolha da equação de IC



Fonte: Manual RTQ-C [35]

do nível de eficiência Figura 4.25 da envoltória em questão.

Para a determinação do nível de eficiência da envoltória, é necessário conhecer o IC_{min} e IC_{MAX} , e verificar a posição de IC_{env} na escala, de acordo com os intervalos de eficiência.

3.4 Iluminação

A eficiência da iluminação é determinada pelo cálculo da densidade de potência instalada para a iluminação interna, levando em consideração as diferentes atividades realizadas pelos usuários em cada ambiente. Quanto menor a potência utilizada, menor é o consumo de energia e mais eficiente é o sistema, desde que as condições adequadas de iluminação sejam garantidas [35].

Tabela 3.2: Variáveis para cálculo do Indicador de Consumo

Indicador de Consumo da Envoltória	IC_{env}
Área de projeção do edifício	A_{PE}
Área total construída	A_{TOT}
Área de projeção da cobertura	AP_{COB}
Ângulo Horizontal de Sombreamento	AHS
Ângulo Vertical de Sombreamento	AVS
Fator de Altura	FA
Fator de Forma	FF
Fator Solar	FS
Percentual de abertura nas fachadas	PAF_T
Volume Total da Edificação	V_{TOT}
Zona Bioclimática	ZB

Fonte: Manual RTQ-C [35]

A seleção do método, ou seja, método da área do edifício ou método das atividades do edifício, de avaliação para o sistema de iluminação dependerá das atividades predominantes na construção. O método que leva em consideração a área total da edificação, que avalia o sistema de iluminação de maneira abrangente e é apropriado quando a edificação tem, no máximo, três atividades principais ou quando essas atividades ocupam mais de 30% da área do edifício. Em contraste, o método que se baseia nas atividades específicas da edificação avalia cada ambiente e seu uso de maneira individual, podendo oferecer benefícios adicionais ao aumentar a densidade de potência limite com base no espaço interno dos ambientes [35].

No caso do Bloco Educacional do Câmpus Valparaíso de Goiás, será aplicado o método de área que considera a área total da edificação estabelece limites de densidade de potência para a iluminação em toda a construção. Os limites determinados pelo regulamento levam em conta a presença de espaços com funções secundárias, como copas, circulações, escadas e depósitos. Dessa forma, apenas os valores das atividades principais da edificação são utilizados. Quando um edifício possui mais de três atividades principais, é recomendado avaliá-lo pelo método das atividades, pois nesses casos a proporção entre atividades principais e secundárias já não se encaixa nos limites estabelecidos.

A função da edificação do Bloco Educacional, de acordo com a Tabela 4.21 é Escola/Universidade, na qual será identificada a densidade de potência limite para os níveis de “A” ao “E”. O método que considera as atividades da edificação avalia, por meio de limites de densidade de potência em iluminação, cada ambiente levando em conta as atividades realizadas no edifício.

A avaliação dos ambientes é realizada de forma individual, tanto para determinar o nível de eficiência energética quanto para analisar a conformidade com os pré-requisitos [35].

Após a obtenção dos resultados, é necessário verificar os requisitos específicos para cada ambiente e realizar a ponderação entre a potência instalada e o grau de eficiência dos ambientes. Para manter o nível A, é necessário que os ambientes atendam aos pré-requisitos de Divisão de Circuitos, Contribuição da Luz Natural e Desligamento Automático [35].

3.5 Condicionamento de Ar

A classificação da eficiência do sistema de condicionamento de ar pode ser dividida em duas classes: uma relacionada aos sistemas individuais e split, já classificados pelo INMETRO, e outra que trata a eficiência de sistemas de condicionamento de ar como os centrais, que não são classificados pelo INMETRO. A classificação do nível de eficiência desses sistemas é mais complexa, pois sua definição depende da verificação de um número de requisitos e não pode ser simplesmente obtida pela consulta da etiqueta [35].

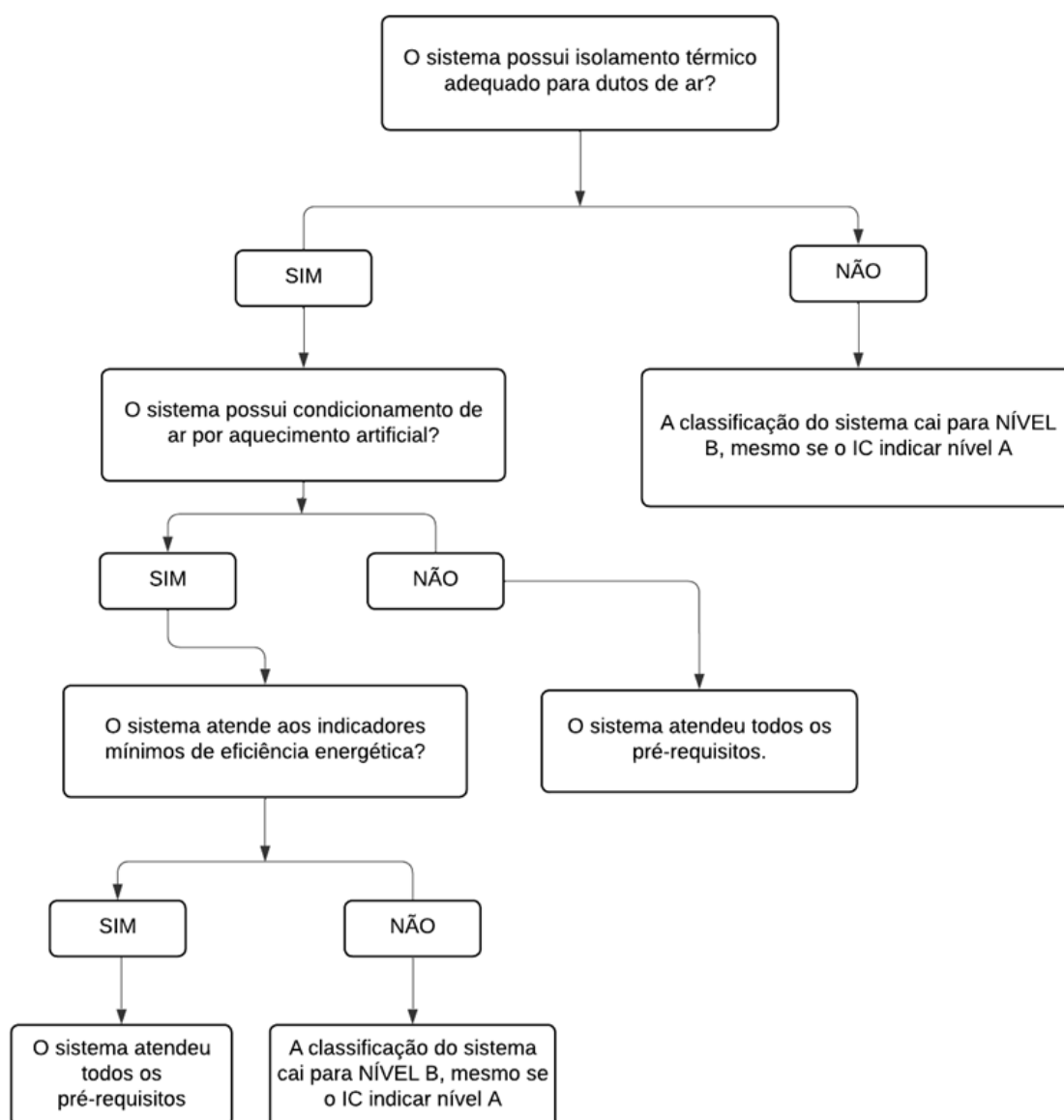
A avaliação do desempenho eficiente de um sistema de condicionamento de ar não se limita apenas à eficiência do equipamento, mas também à observância dos pré-requisitos. Os sistemas de condicionamento de ar têm pré-requisitos aplicáveis apenas ao nível de eficiência A; se esses pré-requisitos não forem atendidos, o sistema de ar condicionado não poderá ser classificado como nível A em termos de eficiência [35].

O pré-requisito de condicionamento de ar por aquecimento artificial deve ser atendido pelos sistemas em que existem aquecimento de ar, como ilustrado na Figura 3.2. As cargas térmicas de projeto do sistema de aquecimento e resfriamento de ar devem ser calculadas de acordo com normas e manuais de engenharia de aceitação geral pelos profissionais da área, como por exemplo, a última versão do *ASHRAE Handbook of Fundamentals* [37] e a norma NBR 16401 [38].

3.6 Etiqueta Geral

A classificação geral abrange todos os sistemas, incluindo bonificações, e pode ser atribuída ao edifício como um todo ou a uma parte específica dele. As classificações parciais possibilitam a rotulagem parcial de sistemas (envoltória, iluminação e condicionamento de ar), podendo

Figura 3.2: Fluxograma categoria pré-requisito para nível A



Fonte: Manual RTQ-C [35]

se referir ao edifício como um todo ou a partes individuais. As etiquetas parciais indicam a eficiência dos sistemas separadamente, enquanto a etiqueta geral é determinada por uma equação que utiliza pesos para equilibrar a relação entre os diversos sistemas. É importante ressaltar que, mesmo que os sistemas sejam avaliados de forma independente, a avaliação da envoltória é obrigatória e deve ser realizada para o edifício como um todo [35].

Após o cálculo da eficiência dos sistemas de envoltória, iluminação e condicionamento de ar, os resultados parciais são inseridos na equação geral para verificar o nível de eficiência global da edificação. Os formatos da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), contendo

os níveis finais e parciais da edificação [35], podem ser verificados no Modelo ENCE para edificações, como ilustrado na Figura 2.5.

3.7 Considerações Finais

A aplicação da metodologia e dos cálculos relativos à envoltória, iluminação, condicionamento de ar e à etiqueta geral será exposta no estudo de caso referente ao Bloco Educacional do IFG-Câmpus Valparaíso de Goiás.

No contexto do estudo de caso, será abordado o detalhamento da metodologia aplicada para avaliar a envoltória do edifício. Isso incluirá considerações sobre materiais de construção, isolamento térmico, e eficiência energética relacionada às características estruturais da envoltória do Bloco Educacional.

Um segundo ponto a ser discutido no estudo de caso envolverá os cálculos específicos realizados para avaliar a iluminação do Bloco Educacional. Serão considerados fatores como a incidência de luz natural, eficiência das luminárias e aproveitamento de fontes de luz, contribuindo para uma análise detalhada da eficiência energética nesse aspecto. Além disso, o estudo abordará a metodologia empregada para avaliar o condicionamento de ar no Bloco Educacional, detalhando os cálculos relacionados à eficiência dos sistemas de climatização, a circulação do ar e a contribuição para o conforto térmico e qualidade do ar no interior do edifício.

Por fim, será apresentada a etiqueta geral resultante do estudo, que reflete a eficiência global do Bloco Educacional em termos de envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Essa etiqueta será derivada de uma equação ponderada que equilibra a contribuição relativa de cada sistema, oferecendo uma visão abrangente da eficiência energética do edifício.

Capítulo 4

Estudo de Caso

4.1 Introdução

Nesta seção, apresenta-se o estudo de caso em que se propõe a avaliar o nível de eficiência energética relacionado à envoltória, iluminação e sistema de ar-condicionado de uma edificação, conforme as diretrizes estabelecidas pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica [31]. O objeto de estudo é o Bloco Educacional do Câmpus Valparaíso de Goiás, pertencente ao Instituto Federal de Goiás. Este trabalho tem como objetivo analisar os aspectos mencionados, visando identificar oportunidades de otimização e redução do consumo de energia.

Desse modo, pretende-se fornecer informações relevantes para promover a eficiência energética no ambiente educacional do Câmpus Valparaíso de Goiás, alinhado com as diretrizes do Procel [31].

O consumo de energia em edificações é um problema significativo no Brasil, representando cerca de 40% do consumo total de energia elétrica do país. A eficiência energética em edificações pode ser obtida por meio de medidas que envolvem a envoltória, a iluminação e o ar-condicionado [39].

No que diz respeito à envoltória do edifício, empreenderemos uma investigação detalhada das características construtivas e dos materiais utilizados, com o propósito de aprimorar a eficiência térmica e mitigar as perdas energéticas. No contexto da iluminação, serão exploradas tecnologias e estratégias de controle capazes de reduzir o consumo de eletricidade, sem comprometer o conforto e a segurança dos ocupantes. Além disso, a avaliação do sistema de ar-condicionado

buscará identificar práticas e ajustes que conduzam a uma climatização mais eficaz e sustentável, resultando em um ambiente mais confortável e energeticamente eficiente, em conformidade com as diretrizes do RTQ-C Procel [39].

No caso da iluminação, a adoção de lâmpadas e luminárias eficientes, o controle automático da iluminação e a utilização da luz natural podem contribuir para a redução do consumo de energia. A adoção de medidas de eficiência energética em edificações é uma importante estratégia para reduzir o consumo de energia e contribuir para a sustentabilidade. De acordo com o Programa Brasileiro de Etiquetagem, desde sua origem, o Procel tem desempenhado um importante papel na promoção do uso consciente da energia elétrica em edifícios. Com o estabelecimento do Procel EDIFICA, essas iniciativas foram aprimoradas e estruturadas de forma a fomentar a conservação e a utilização eficiente de recursos naturais, como água, iluminação e ventilação, nas edificações. Isso se traduz em uma redução significativa de desperdícios e dos impactos ambientais.

4.2 Caso Proposto

O estudo de caso proposto, tem como escopo, o Prédio Educacional do Câmpus Valparaíso de Goiás do Instituto Federal de Goiás (IFG).

4.2.1 IFG - Câmpus Valparaíso de Goiás

A Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica é constituída por Instituições Federais de Educação Tecnológica, cujas raízes remontam ao início do século passado. Em função de sua finalidade, os Institutos oferecem cursos para jovens e adultos, ensino técnico integrado ao ensino médio e técnico subsequente, diversas licenciaturas e bacharelados, pós-graduação *stricto sensu* e educação à distância e dispõem de ampla infraestrutura física, laboratórios, equipamentos, bibliotecas, salas de aula e parques desportivos. A rede abrange todo território nacional servindo a nação ao dar continuidade à sua missão de qualificar profissionais para os diversos setores da economia brasileira, realizar pesquisa e desenvolver novos processos, produtos e serviços [40].

O Câmpus Valparaíso de Goiás, Figura 4.1, representa a quarta unidade do Instituto Federal de Goiás (IFG) localizada na região do Entorno do Distrito Federal (DF). O Câmpus foi estabelecido

com o propósito de atender às demandas do município de Valparaíso de Goiás (GO) e de municípios circunvizinhos, tais como Cidade Ocidental (GO) e Novo Gama (GO). Essa região foi selecionada como uma área prioritária para a atuação do IFG devido às suas particularidades geográficas e socioeconômicas, conforme estipulado pelo IFG [41].

Figura 4.1: Fachada do Câmpus Valparaíso



Fonte: IFG - Valparaíso de Goiás

O Câmpus está localizado em uma área estratégica às margens da BR-040, no município de Valparaíso de Goiás (GO). Endereço: BR-040, km 6, Avenida Saia Velha, S/N, Área 8, Parque Esplanada IV, CEP: 72.876-601, Valparaíso de Goiás - GO. O terreno no qual foi construído possui uma área total de $53.023,83 \text{ m}^2$, e cerca de 5 mil m^2 de área construída [41].

O Câmpus Valparaíso disponibiliza ensino técnico integrado ao ensino médio em período integral e técnico integrado ao ensino médio na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA), além de graduação Bacharelado em Engenharia Elétrica e Licenciatura em Matemática e pós-graduação lato sensu Ensino na Educação Básica de forma gratuita à comunidade. Atua também em cursos de extensão e na área de pesquisa [41].

A inauguração oficial do Câmpus Valparaíso ocorreu em 29 de setembro de 2014, marcando o início das atividades acadêmicas com a primeira turma do curso técnico integrado em Eletrotécnica-EJA. Logo em março de 2015, novas turmas deram início aos cursos técnicos integrados em Automação Industrial e Mecânica, bem como ao curso de Licenciatura em Matemática. No segundo semestre de 2018, realizou-se o primeiro vestibular para o curso de

Bacharelado em Engenharia Elétrica. E, a partir do segundo semestre de 2022, deu-se início ao programa de pós-graduação lato sensu em Ensino na Educação Básica [41].

As instalações do Câmpus Valparaíso do Instituto Federal de Goiás incluem um Auditório com capacidade para 173 pessoas, uma quadra poliesportiva coberta, biblioteca, restaurante e uma variedade de laboratórios. Além disso, é importante destacar na estrutura do Câmpus [41]:

- a. Bloco dos Laboratórios Tecnológicos;
- b. Laboratório de Manutenção e de Tratamento Térmico;
- c. Laboratório de Usinagem Convencional;
- d. Laboratório de Máquinas Elétricas;
- e. Laboratório de Robótica;
- f. Laboratório de Instalações Elétricas e de Automação;
- g. Laboratório de Soldagem e de Fundição;
- h. Laboratório de Informática;
- i. Laboratório de Mecânica;
- j. Laboratório de Ciências;
- k. Laboratório de Eletrônica e de Circuitos Elétricos;
- l. Laboratório de Física;
- m. Laboratório de Matemática;
- n. Laboratório de Metrologia;
- o. Sala de Multimídia;
- p. 11 salas de aula;
- q. Biblioteca;
- r. Refeitório;
- s. Ginásio de esportes.

4.3 Escopo do Estudo de Caso

O estudo de caso considera a avaliação do grau de eficiência energética de um dos blocos do Câmpus Valparaíso de Goiás. A edificação analisada é o Bloco Educacional e será aplicado o método prescritivo apresentado nos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos RTQ-C para a etiquetagem.

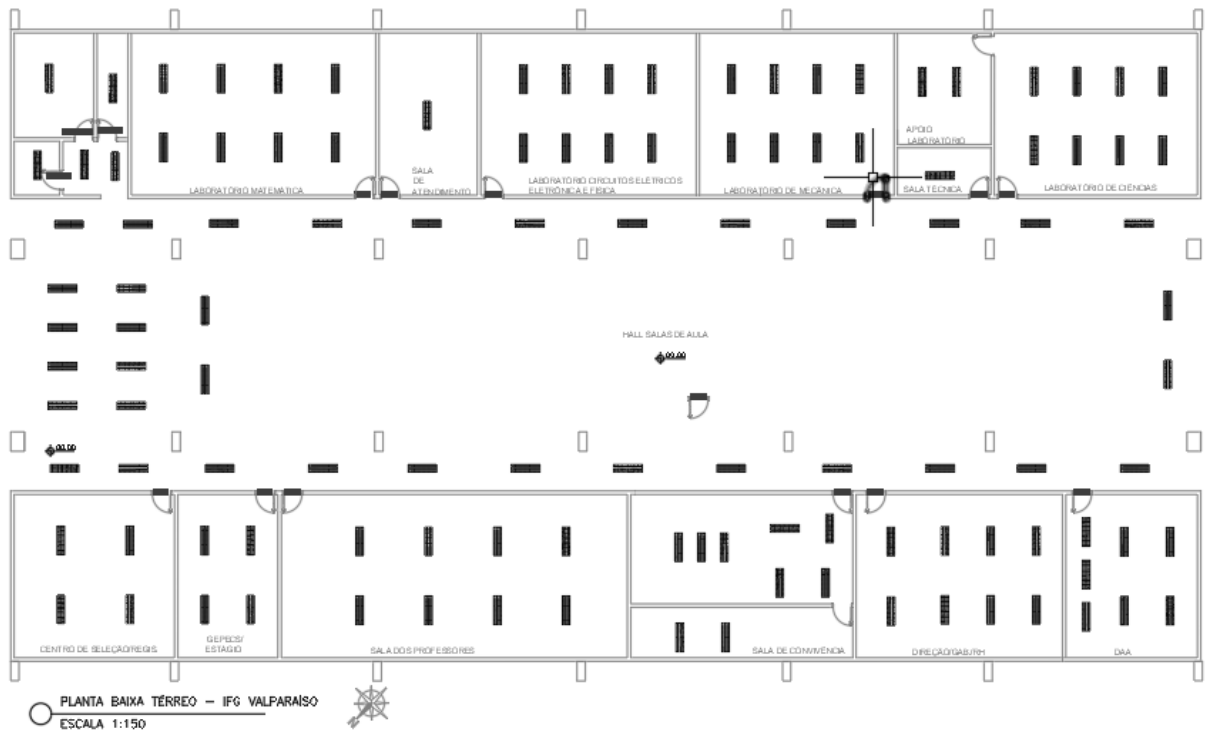
A avaliação do desempenho da estrutura externa se baseou na coleta de dados realizada ao longo da execução deste projeto, com a colaboração da equipe da gerência administrativa do Câmpus. A partir dos resultados dessa análise, que destacaram áreas que careciam de aprimoramento, o presente estudo identificou desafios e ofereceu recomendações para aprimoramentos.

Seguindo as diretrizes do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de 2023, o Instituto Federal de Goiás oferece uma infraestrutura física abrangente. Especificamente no âmbito do curso de Engenharia Elétrica, foram designados espaços físicos dedicados para a condução de aulas práticas e teóricas, conforme detalhado nas plantas que orientam a disposição destes ambientes. Esses espaços foram cuidadosamente planejados para otimizar o ambiente de aprendizado, garantindo uma experiência educacional enriquecedora que está alinhada com as exigências práticas da engenharia elétrica.

É importante ressaltar que todos os espaços do Bloco Educacional, Figuras 4.2, 4.3 e 4.4, são projetados com acessibilidade, incluindo rampas de acesso, portas com largura adequada para cadeirantes, instalação de barras de segurança e banheiros adaptados, para garantir a inclusão de pessoas com deficiência. Tal premissa está em conformidade com as diretrizes de acessibilidade preconizadas pelas normas vigentes e reflete o compromisso do Instituto com a inclusão e a igualdade de oportunidades. Para assegurar a eficácia na administração desse espaço, há a presença de um técnico de laboratório de nível médio, responsável por auxiliar nas atividades envolvendo o empréstimo, limpeza e manutenção básica dos equipamentos. O Bloco Educacional disponibiliza de uma infraestrutura física que compreende:

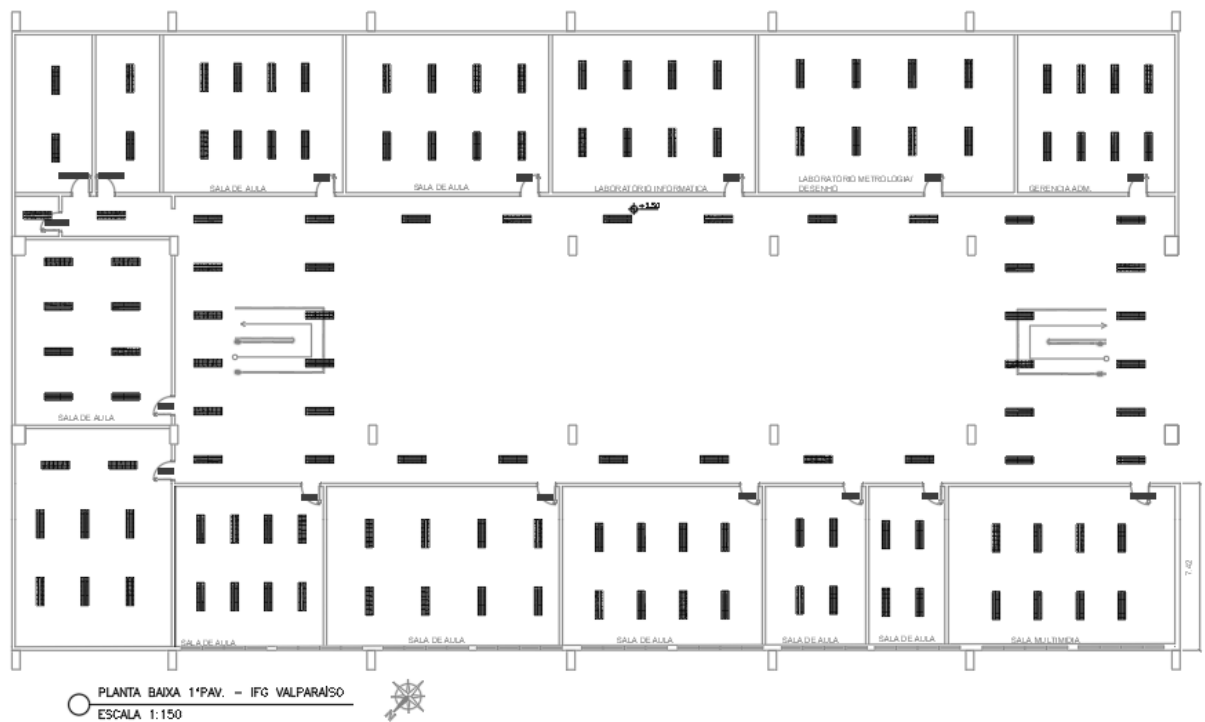
- a. O laboratório de Ciências, Figura 4.5, designado como T-406, trata-se de um laboratório compartilhado por diversos cursos que incluem disciplinas relacionadas às áreas de biologia e química. Este laboratório está situado no nível térreo do edifício e dispõe de uma porta com uma largura de 0,97 m, permitindo, assim, o acesso a cadeirantes;
- b. O laboratório de Informática, Figura 4.6 designado como S-403, é um espaço compartil-

Figura 4.2: Planta Baixa Térreo - Bloco Educacional



Fonte: Autoria própria

Figura 4.3: Planta Baixa 1º Pavimento - Bloco Educacional



Fonte: Autoria própria

Figura 4.4: Área Interna do Bloco Educacional

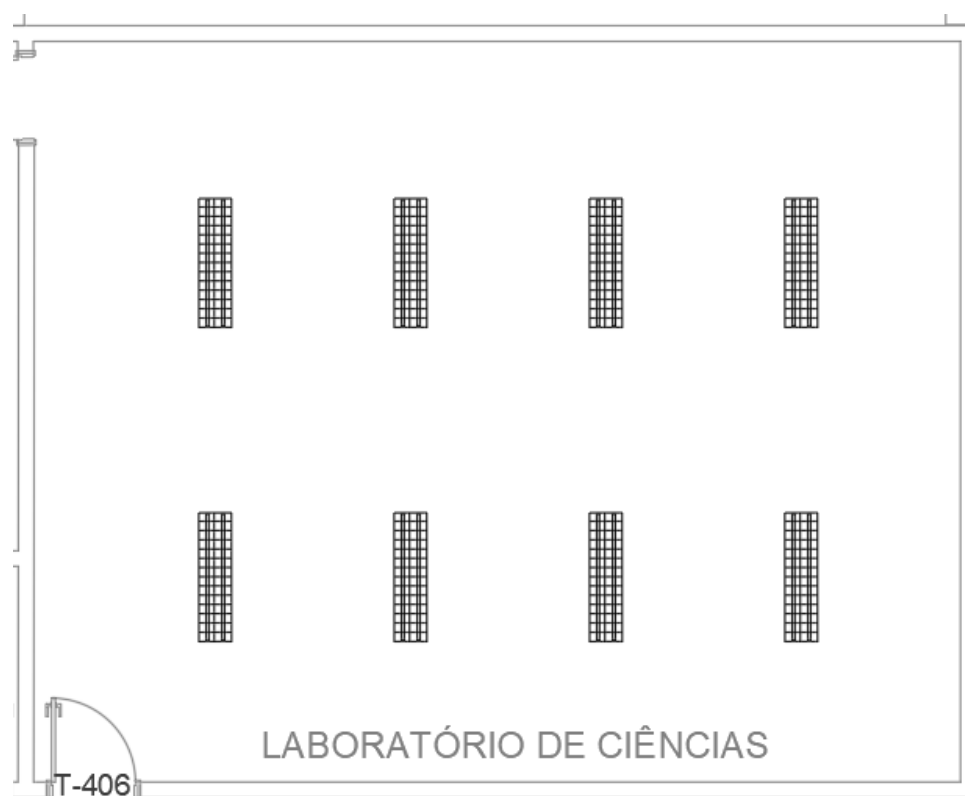


Fonte: IFG - Valparaíso de Goiás

hado por múltiplos cursos que incluem disciplinas relacionadas à informática, programação e softwares de simulação;

- c. O laboratório de Metrologia e Desenho, Figura 4.7 identificado como S-404, é compartilhado entre diferentes cursos que incorporam disciplinas relacionadas à pneumática e hidráulica em sua grade curricular. O laboratório está convenientemente situado no nível térreo do edifício e é acessível a cadeirantes devido à presença de uma porta com uma largura de $0,97\text{ m}$, seguindo, assim, as diretrizes de acessibilidade estabelecidas;
- d. O laboratório de Matemática, Figura 4.8, situado na sala T-401, é um espaço de utilização compartilhada entre diversos cursos que incluem disciplinas relacionadas a circuitos elétricos e física em suas grades curriculares. Este laboratório encontra-se no nível térreo do edifício e oferece acessibilidade a cadeirantes, uma vez que a porta de entrada possui uma largura de $0,97\text{ m}$;
- e. O laboratório de Circuitos Elétricos e Física, Figura 4.9, identificado como T-403, é um espaço de utilização compartilhada entre diversos cursos que integram disciplinas

Figura 4.5: Recorte Planta Térreo - Laboratório de Ciências



Fonte: Autoria própria

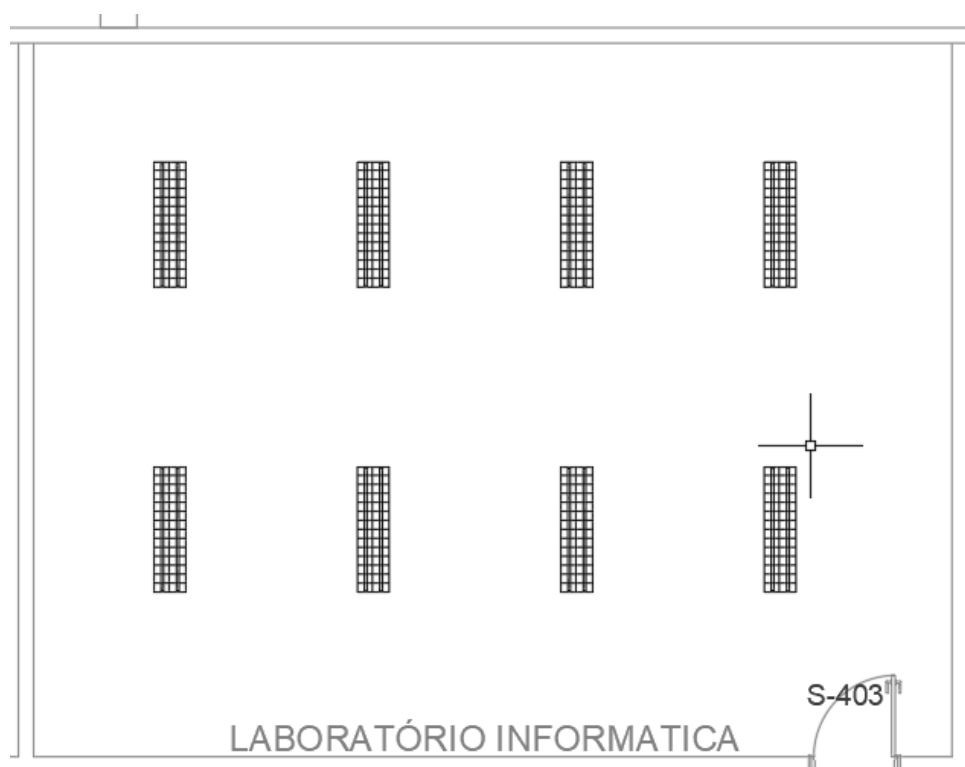
relacionadas a circuitos elétricos e física em seus currículos. Este laboratório encontra-se convenientemente situado no nível térreo do edifício e oferece acessibilidade a cadeirantes, com uma porta de entrada que possui uma largura de 0,97 m.

No Bloco Educacional, além dos laboratórios, encontram-se diversas salas de aula com diferentes tamanhos conforme Figuras 4.10 e 4.11. Essas salas são identificadas como Sala Multimídia, S-301, S-302, S-303, S-304, S-305, S-306, S-307, S-401 e S-402. Elas oferecem acomodação para 15, 35 e 40 alunos, com dimensões variadas de acordo com o tamanho de cada sala. Esse ambiente proporciona uma variedade de opções de ensino e aprendizado, atendendo às necessidades de diferentes grupos de estudantes e suas respectivas atividades acadêmicas.

Cada sala contempla oito luminárias de 40 W totalizando 320 W. Com exceção das salas S-301 e S-302 em que cada uma possui quatro luminárias de 40 W, resultando em 160 W, as demais salas de apoio administrativo e educacional possuem o total de 130 luminárias de 40 W, contribuindo com 5.200 W de potência instalada.

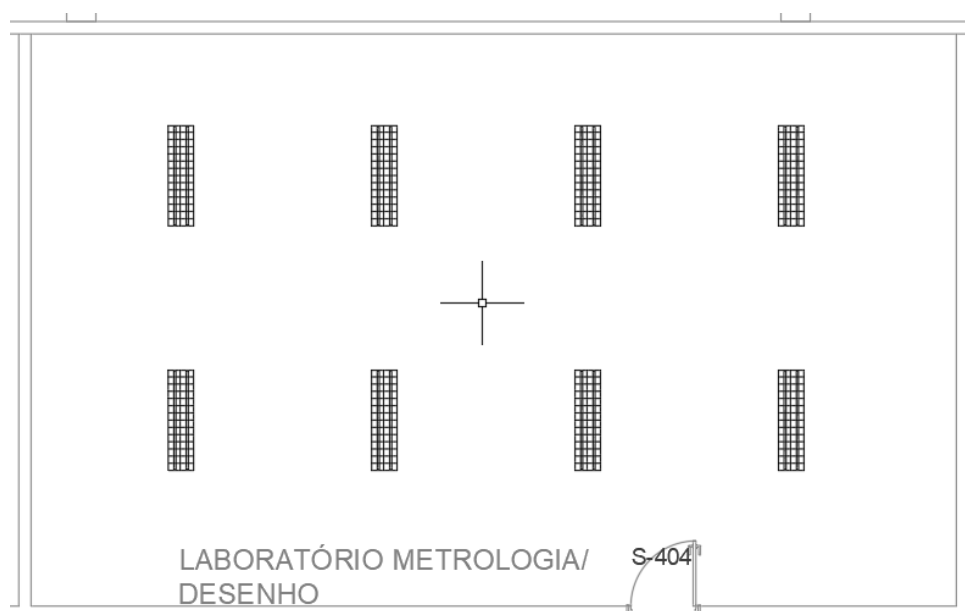
O Bloco Educacional oferece quatro categorias distintas de salas de aula em termos de

Figura 4.6: Recorte Planta 1º Andar - Laboratório de Informática



Fonte: Autoria própria

Figura 4.7: Recorte Planta 1º Andar - Laboratório de Metrologia e Desenho

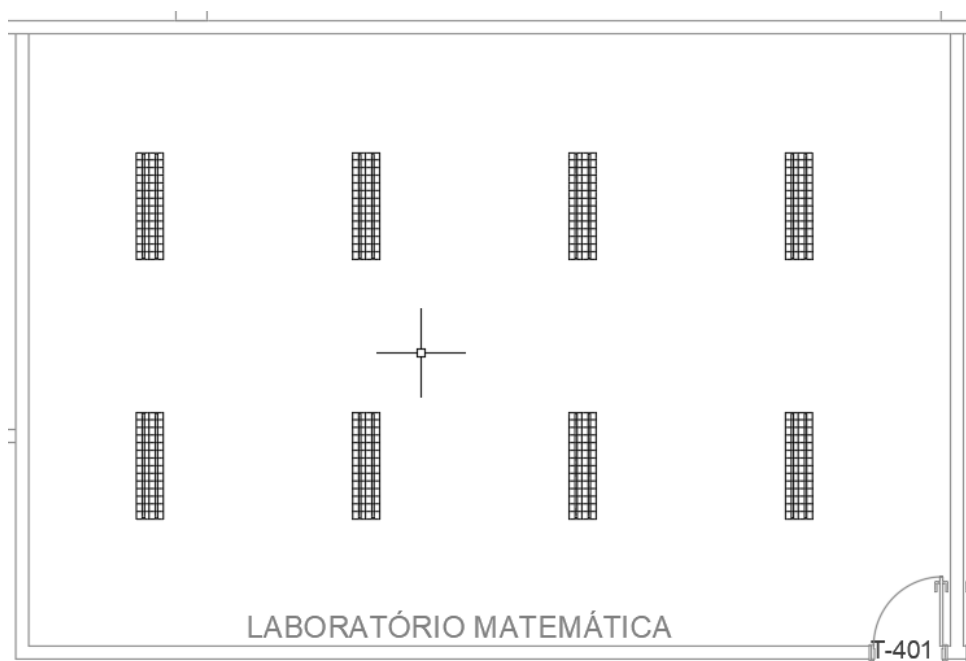


Fonte: Autoria própria

tamanho e capacidade:

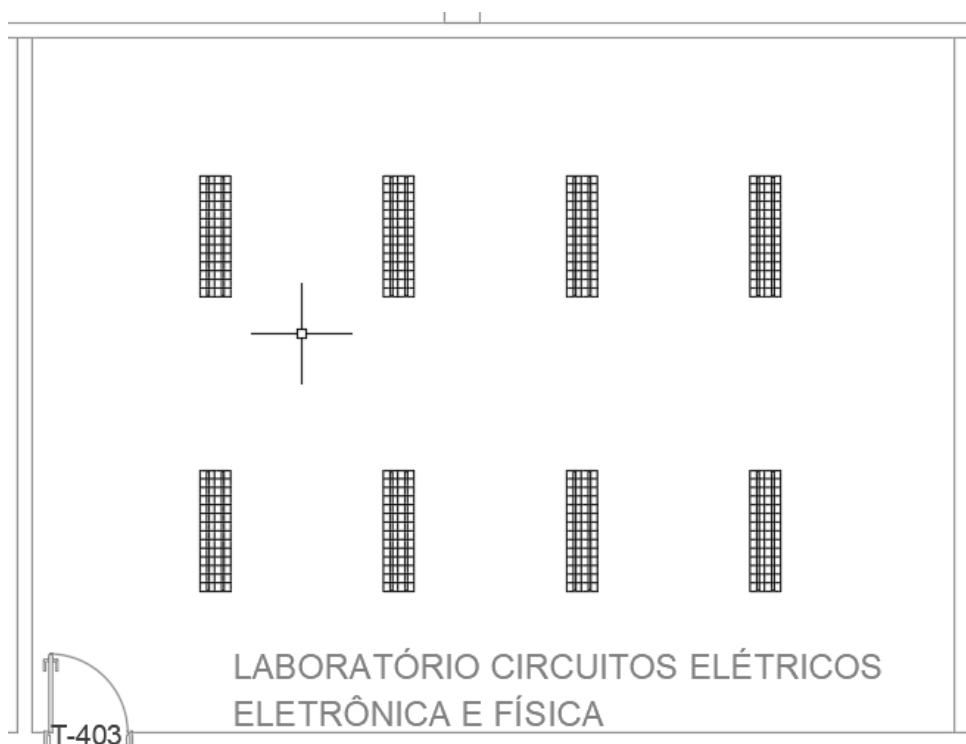
- a. Há duas salas, Figura 4.12, denominadas S-301 e S-302, que possuem capacidade para

Figura 4.8: Recorte Planta Térreo - Laboratório de Matemática



Fonte: Autoria própria

Figura 4.9: Recorte Planta Térreo - Laboratório de Circuitos Elétricos/Física/Eletrônica



Fonte: Autoria própria

acomodar 15 pessoas cada. A área da sala S-301 é de $23,66 \text{ m}^2$, enquanto a sala S-302 abrange $31,19 \text{ m}^2$. Ambas as salas são equipadas com quatro luminárias de sobrepor,

Figura 4.10: Sala de aula



Fonte: IFG - Valparaíso de Goiás

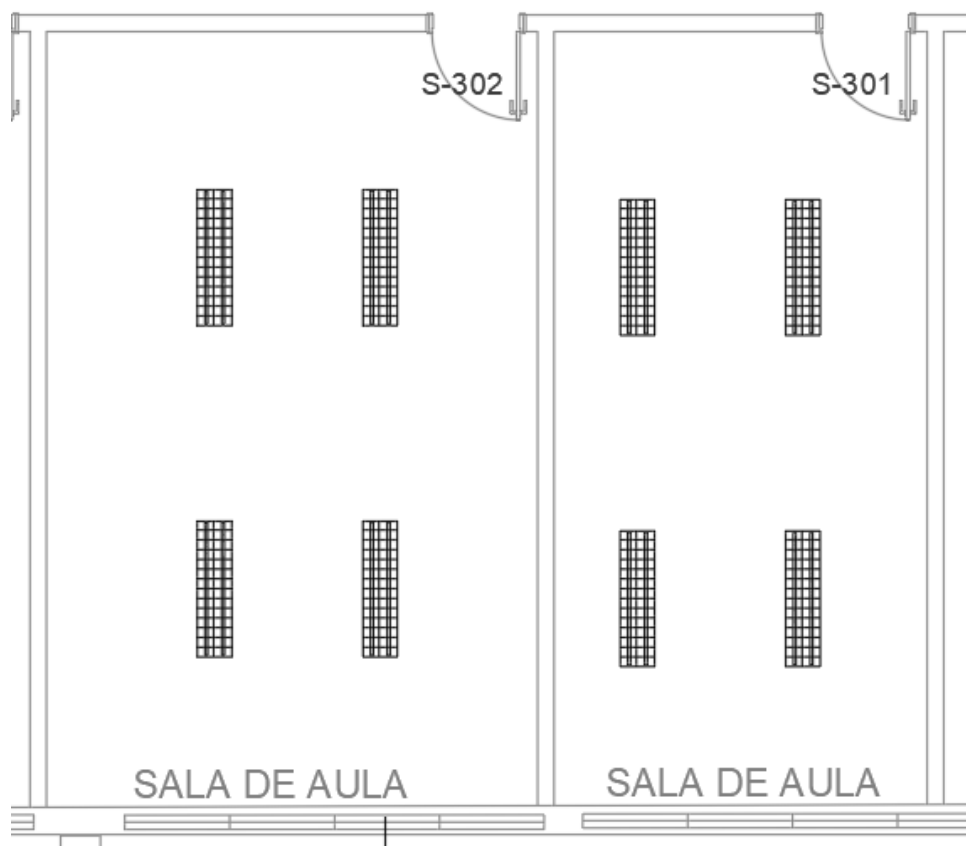
Figura 4.11: Sala de aula



Fonte: IFG - Valparaíso de Goiás

cada uma com uma potência de 40 W. Essas características proporcionam um ambiente adequado para as atividades de ensino e aprendizado, com iluminação satisfatória para as necessidades dos estudantes e professores;

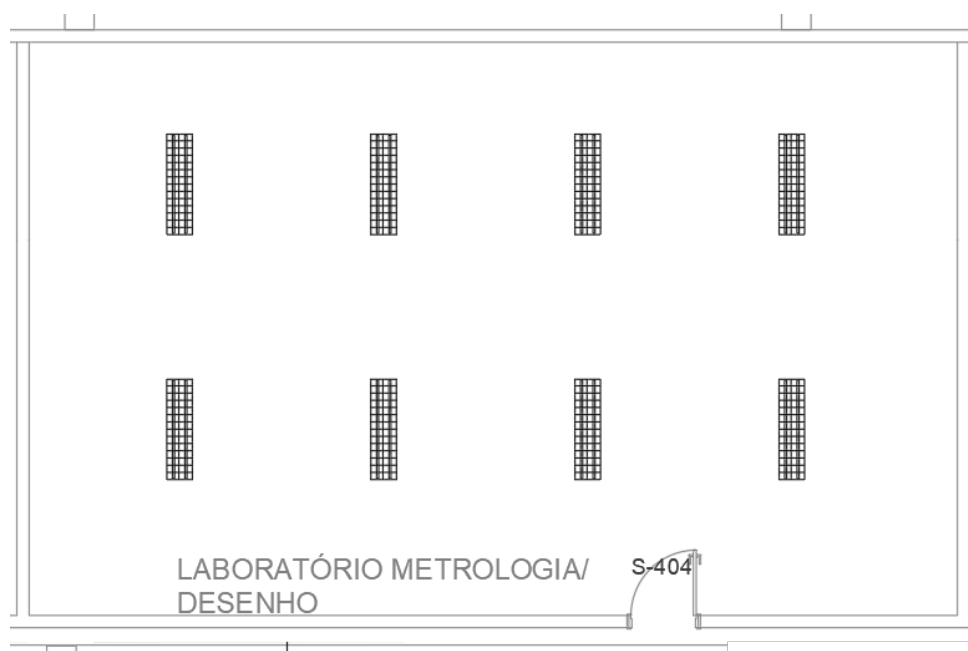
Figura 4.12: Recorte Planta 1º Pavimento - Sala de Aula S-301 e S-302



Fonte: Autoria Própria

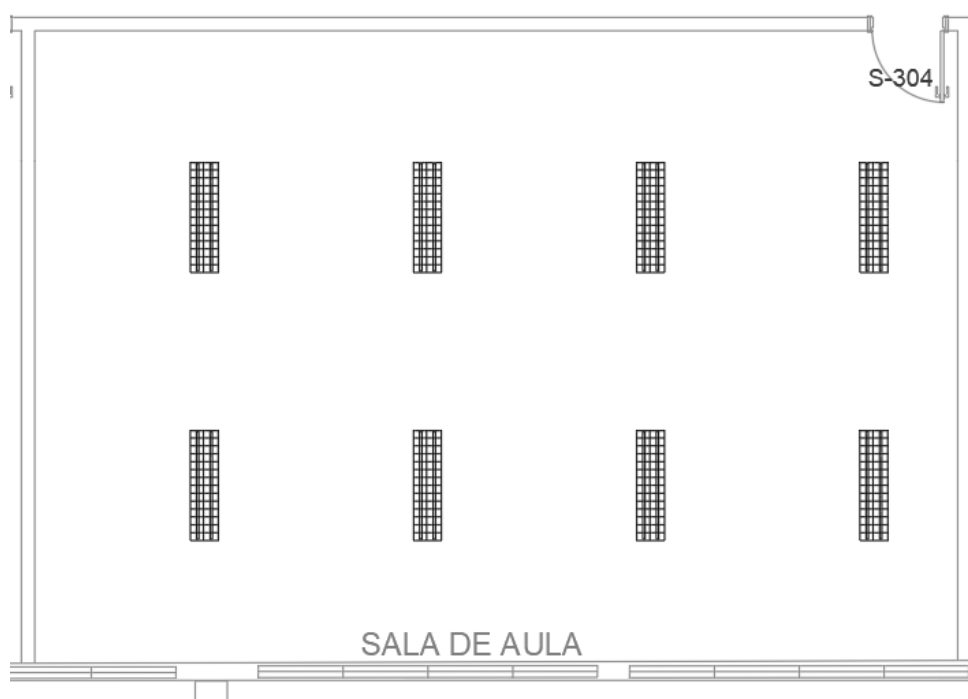
- b. A sala designada como S-404, Figura 4.13, tem capacidade para acomodar 30 pessoas. Esta sala, também conhecida como Laboratório de Metrologia, abrange uma área de $79,82 \text{ m}^2$ e está equipada com oito luminárias de sobrepor, cada uma com uma potência de 40 W. Essas características proporcionam um ambiente espaçoso e bem iluminado, adequado para atividades relacionadas à metrologia e acomodação de um grupo significativo de estudantes;
- c. Existem sete salas de aula, cada uma projetada para acomodar até 35 pessoas. Estas salas são identificadas como Sala Multimídia, S-303, S-304, S-305, S-307, S-401 e S-402. A Sala Multimídia possui uma área de $70,33 \text{ m}^2$, enquanto as salas S-303, S-304, S-305, S-307, S-401 e S-402 variam em tamanho, Figura 4.14, com áreas de $62,48 \text{ m}^2$, $72,89 \text{ m}^2$, $46,64 \text{ m}^2$, $56,89 \text{ m}^2$, $56,02 \text{ m}^2$ e $63,31 \text{ m}^2$, respectivamente. Todas essas salas estão equipadas com oito luminárias de sobrepor, cada uma com uma potência de 40 W. Essa configuração garante ambientes adequados para acomodar um número significativo de alunos e proporciona iluminação adequada para atividades acadêmicas;

Figura 4.13: Recorte Planta 1º Pavimento - Sala de Aula S-404



Fonte: Autoria própria

Figura 4.14: Recorte Planta 1º Pavimento - Exemplo: Sala de Aula S-304 (e próximas)

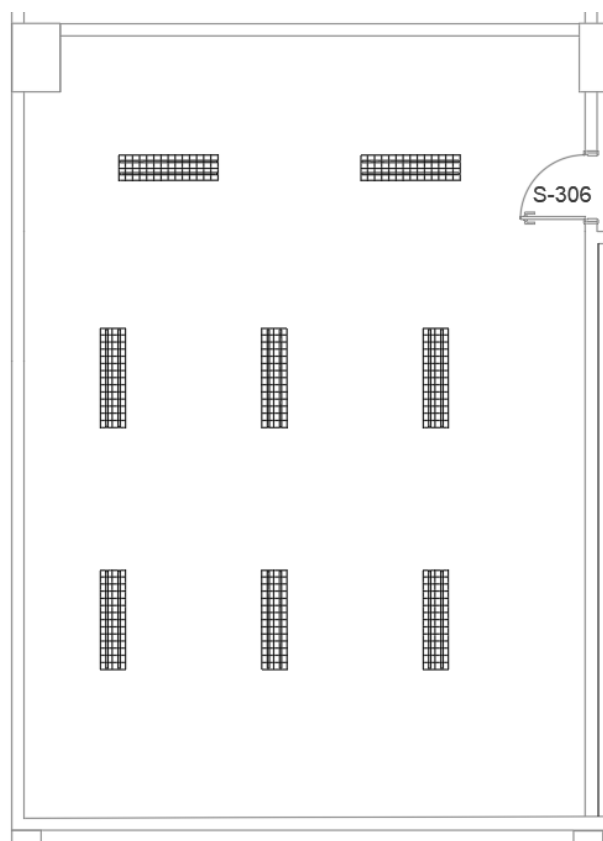


Fonte: Autoria própria

- d. Há uma sala de aula, denominada S-306, Figura 4.15, projetada para acomodar até 40 pessoas. A área total desta sala é de $66,92 \text{ m}^2$, e ela está equipada com oito luminárias de

sobrepor, cada uma com uma potência de 40 W. Essa configuração proporciona um espaço amplo e bem iluminado, adequado para acomodar um grupo considerável de estudantes e garantir uma iluminação adequada para as atividades acadêmicas.

Figura 4.15: Recorte Planta 1º Pavimento - Sala de Aula S-306



Fonte: Autoria própria

Devido ao acordo estabelecido entre o Instituto Federal de Goiás (IFG) e a CELG (Concessionária de Energia Elétrica de Goiás), conforme registrado sob o processo número 23376.000430/2018-04, os ambientes do Bloco Educacional foram equipados com um único modelo de luminária. Essas luminárias pertencem ao tipo “Luminária de sobrepor aletada”, Figura 4.16, e têm capacidade para acomodar duas lâmpadas TuboLED de 20 W, com 120 cm e T8. Elas apresentam um corpo fabricado em chapa de aço e um conjunto óptico em alumínio com acabamento brilhante. As dimensões da luminária são de 310 mm × 75 mm × 1230 mm (Largura × Altura × Comprimento), com um peso de 2,1 Kg. Essa padronização assegura uniformidade nos ambientes e atende às especificações acordadas no convênio.

A Tabela 4.1 apresenta uma compilação dos dados coletados dos ambientes do Bloco Educacional do Câmpus Valparaíso de Goiás. Essas informações abrangem vários aspectos

Figura 4.16: Luminária de sobrepor 40 W



Fonte: Autoria própria

essenciais dos ambientes, incluindo o andar em que estão localizados, a face do edifício a que se voltam, a quantidade de pessoas que podem acomodar, o número de luminárias instaladas, bem como a presença de janelas externas e internas, basculantes externos e internos em cada ambiente. Essa análise detalhada dos ambientes é fundamental para avaliar o desempenho energético e o conforto térmico do edifício, permitindo uma compreensão abrangente de suas características e contribuições para serem calculados e determinar o nível de eficiência energética conforme Procel e validação no software WebPrescritivo.

4.3.1 Metodologia

A metodologia utilizada, neste trabalho para calcular a eficiência energética, abrangendo aspectos como iluminação, envoltória e sistema de ar condicionado, é estabelecida por meio de uma colaboração entre o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel). Essa metodologia é normatizada e orientada pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas, denominado RTQ-C INMETRO [12].

O RTQ-C, que é o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas, estabelece uma categorização do nível de eficiência energética das edificações, desagregada em três sistemas distintos: a envoltória, a iluminação e o sistema de condicionamento de ar. Cada um desses sistemas é avaliado quanto à sua eficiência em uma escala que varia de A (indicando maior eficiência) a E (indicando menor

Tabela 4.1: Dados dos ambientes do Bloco Educacional

Ambiente	Andar	Face	Quantidade de pes-soas	Quantidade de lu-minárias	Janelas Externas [1,20 m x 3,75 m]	Janelas Internas [1,20 m x 3,75 m]	Basculantes Externos [0,7 m x 0,40 m]	Basculantes Internos [0,7 m x 0,40 m]
DAA	Térreo	NO		5	1	0	3	9
Direção/Gab/RH	Térreo	NO		4	2	0	0	7
Sala de reuniões/Direção	Térreo	NO		2	0	0	0	0
Sala Convivência	Térreo	NO		9	2	0	0	7
Sala dos Professores	Térreo	NO		8	3	0	0	13
GEPECS/Estágio	Térreo	NO		4	1	0	0	4
Centro de seleção / Registro Acadêmico	Térreo	NO		4	1	0	2	8
Banheiros e bebedouro	Térreo	SE		5	0	0	6	4
T-401 – Laboratório de Matemática	Térreo	SE		8	2	0	0	9
T-402 – Sala de Atendimento	Térreo	SE		1	0	0	0	4
T-403 – Lab. Eletrônica/Circ Ele/Física	Térreo	SE		8	2	0	0	8
T-404 – Lab. De Mecânica	Térreo	SE		8	2	0	0	9
T-405 – Sala Técnica	Térreo	SE		1	0	0	0	4
T-406 – Lab. de Ciências	Térreo	SE		8	2	0	0	9
T-406 B – Depósito Lab. de Ciências	Térreo	SE		2	2	0	0	0
Áreas comuns do térreo	Térreo			36	0	0	0	0
Sala multimídia	1º andar	NO	34	8	2	0	0	10
S-301 – Sala de Aula	1º andar	NO	12	4	1	0	0	5
S-302 – Sala de Aula	1º andar	NO	15	4	1	0	0	5
S-303 – Sala de Aula	1º andar	NO	35	8	2	0	0	10
S-304 – Sala de Aula	1º andar	NO	35	8	2	0	0	10
S-305 – Sala de Aula	1º andar	NO	35	8	2	0	0	10
S-306 – Sala de Aula	1º andar	NE	42	8	2	0	0	0
S-307 – Sala de Aula	1º andar	NE	32	8	2	0	0	10
S-401 – Sala de Aula	1º andar	SE	35	8	2	0	0	10
S-402 – Sala de Aula	1º andar	SE	35	8	2	0	0	10
S-403 – Lab. de Informática	1º andar	SE		8	2	0	0	10
S-404 – Lab. de Metrologia/Desenho	1º andar	SE	28	8	2	0	0	10
S-405 – Gerência Administrativa	1º andar	SE		8	2	0	0	10
Banheiros e bebedouro	1º andar	SE		5	0	0	8	0
Áreas comuns do 1º andar	1º andar			37	0	0	0	0
			338	249	44	0	19	205

NO - Noroeste, SE - Sudeste

Fonte: Autoria própria

eficiência). A classificação correspondente é determinada por meio de métodos prescritivos ou simulações, permitindo a avaliação precisa da eficiência energética das edificações [12].

O método prescritivo, em sua essência, fundamenta-se na avaliação por meio de simulações de um conjunto restrito de cenários, utilizando técnicas de regressão. Entretanto, em edificações

caracterizadas por um desempenho térmico superior, a presença de vidros de alto desempenho ou a aplicação de elementos de sombreamento com particularidades relacionadas à orientação, é altamente recomendável a adoção do método de simulação ou ferramentas simplificadas de simulação. Dessa forma, é possível obter uma avaliação mais precisa e apropriada em casos de edificações com características especiais que transcendem a análise tradicional por regressão [12].

A primeira etapa deste trabalho envolveu a coleta de dados relacionados à edificação em estudo. A análise compreendeu a revisão das plantas baixas de edificações semelhantes do IFG, bem como a consulta à planta baixa relacionada ao projeto de acessibilidade do IFG-Valparaíso de Goiás. Além disso, foi realizado um levantamento in loco de informações relevantes. Importante ressaltar que, apesar dos esforços, não foi possível obter as plantas específicas do IFG-Valparaíso de Goiás, e o memorial descritivo dos equipamentos instalados na edificação não foi localizado.

A fim de realizar uma avaliação abrangente da edificação, foi necessário conduzir uma análise dos elementos que compõem sua envoltória, do sistema de iluminação e do sistema de condicionamento de ar. Esta avaliação culminou na obtenção do Índice de Eficiência Energética da Edificação (ENCE), o qual, por sua vez, determinou a classificação final do edifício de acordo com os critérios estabelecidos pelo INMETRO. Essa classificação se torna fundamental para avaliar e comunicar a eficiência energética do edifício em questão [12].

No âmbito da avaliação da envoltória, uma série de índices foi empregada, levando em consideração as características físicas do edifício. Esses índices abrangem elementos que envolvem componentes opacos e dispositivos de iluminação zenital, enquanto as aberturas verticais são submetidas a uma análise baseada em equações específicas. Esses parâmetros, essencialmente, constituem a “envelopagem” do edifício e estão meticulosamente relacionados ao volume da edificação, à área de seu piso e à direção de exposição de suas fachadas. Além disso, é de suma importância determinar a zona bioclimática em que o edifício está inserido, conforme preconizado pelo INMETRO. Essa abordagem visa oferecer uma avaliação abrangente e precisa da eficiência energética do edifício, levando em consideração fatores físicos e geográficos que têm um impacto significativo em seu desempenho energético.

A eficiência do sistema de iluminação é determinada com base na densidade de potência instalada para a iluminação interna, considerando as atividades realizadas pelos ocupantes em cada espaço. Esses cálculos serão conduzidos por meio do Método das Áreas, conforme estabelecido pelo INMETRO. Este método se destaca por sua capacidade de fornecer uma

avaliação precisa da eficiência do sistema de iluminação, levando em conta as particularidades das atividades e dos espaços onde a iluminação é aplicada.

A avaliação da eficiência dos sistemas de condicionamento de ar requer a verificação da regulamentação da eficiência desses equipamentos pelo INMETRO ou a disponibilidade do valor do Coeficiente de Performance (COP) para consulta nas tabelas estabelecidas no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C). Quando o nível de eficiência da unidade em questão não está devidamente classificado, ele é categorizado como nível E, de acordo com as diretrizes do INMETRO [12]. Esta abordagem visa garantir uma avaliação precisa da eficiência dos sistemas de condicionamento de ar, levando em consideração os critérios estabelecidos e os padrões de desempenho eficazes.

4.4 Envoltória

A análise da eficiência energética da envoltória de um edifício desempenha um papel de destaque na avaliação abrangente do conforto, desempenho térmico e consumo de energia da construção. Esta análise minuciosa da envoltória compreende a avaliação criteriosa de elementos arquitetônicos fundamentais, como as paredes externas, a cobertura e as aberturas, com o propósito de determinar a eficiência térmica desses componentes e seu impacto no consumo de energia do edifício. Dentro desse contexto, os cálculos abrangem aspectos como a transmitância térmica das paredes externas, a influência de dispositivos de sombreamento solar e a classificação geral da envoltória [9].

A avaliação da envoltória desempenha um importante papel na identificação de áreas que demandam aprimoramentos no que tange ao isolamento térmico e à eficiência energética, possibilitando a implementação de medidas corretivas pertinentes. Além disso, a classificação da envoltória fornece um indicador valioso do desempenho energético global do edifício, auxiliando na definição de padrões e metas relacionados à eficiência sustentável [42].

É oportuno destacar que uma envoltória eficaz pode proporcionar uma contribuição substancial para a redução do consumo de energia e para a mitigação do impacto ambiental de edifícios. Isso é particularmente relevante em um contexto no qual a conscientização sobre eficiência energética e mudanças climáticas está em ascensão. Portanto, a análise detalhada da en-

voltória desempenha um papel crítico na busca por edifícios mais sustentáveis e energeticamente eficientes [43].

4.4.1 Dados da Edificação do Bloco Educacional

Para calcular a eficiência energética da envoltória do Bloco Educacional do Câmpus Valparaíso de Goiás, Figura 4.17, foram necessárias as medições e avaliações das áreas, volume, aberturas, janelas, portas, paredes e cobertura do edifício. Essas medidas são determinantes para análise da eficiência térmica e energética das instalações. Elas servirão como base para a determinação da transmitância térmica das paredes externas, bem como para a avaliação do impacto de dispositivos de proteção solar nas condições internas. Além disso, esses dados são essenciais para classificar a envoltória de acordo com as normas de eficiência energética. Para o levantamento dos dados das dimensões foi utilizado o projeto de Piso Tátil para o Câmpus Valparaíso de Goiás disponível em arquivo .dwg do AutoCad.

Figura 4.17: Fachada e Pátio Interno do Bloco Educacional



Fonte: IFG - Valparaíso de Goiás

4.4.1.1 Portas da Envoltória do Bloco Educacional

O levantamento das portas na envoltória do bloco é necessário, uma vez que as portas desempenham um papel fundamental na entrada de luz natural, ventilação e isolamento térmico

Tabela 4.2

Tabela 4.2: Portas da Envoltória do Bloco Educacional

Portas	Largura [m]	Altura [m]	Área [m ²]	Tipo/Material	Quantidade
P1	0,90	2,10	1,68	Madeira e vidro	28

Fonte: Autoria própria

4.4.1.2 Cobertura do Bloco Educacional

A avaliação da cobertura do Bloco Educacional desempenha um papel essencial na regulação do conforto térmico e no uso eficiente de energia. Na Tabela 4.3, são mostrados os dados da cobertura, Figura 4.18, para compor os cálculos da sua transmitância térmica e absorptância térmica, destacando sua influência na avaliação da envoltória do edifício.

Figura 4.18: Laje do Bloco Educacional



Fonte: Autoria própria

Tabela 4.3: Dados da Cobertura do Bloco Educacional

Descrição da cobertura	Espessura [mm]
Concreto	140,0
Câmara de ar (não ventilada)	150,0
Forro de gesso	180,0

Fonte: Autoria própria

4.4.2 Parâmetros ambientais, morfologia e material do Bloco Educacional

A morfologia do edifício, segundo Legen [44], abrange sua forma, estrutura, disposição interna, design arquitetônico e elementos como janelas, portas e varandas. Essa morfologia impacta diretamente na função do edifício, eficiência energética, estética, adaptação ao ambiente e atendimento às necessidades dos ocupantes. Além disso, influencia a escolha de materiais de construção, afetando atributos como durabilidade, isolamento térmico e acústico, tornando-se um aspecto fundamental no projeto e construção de edifícios.

4.4.3 Parâmetros ambientais na avaliação da eficiência energética

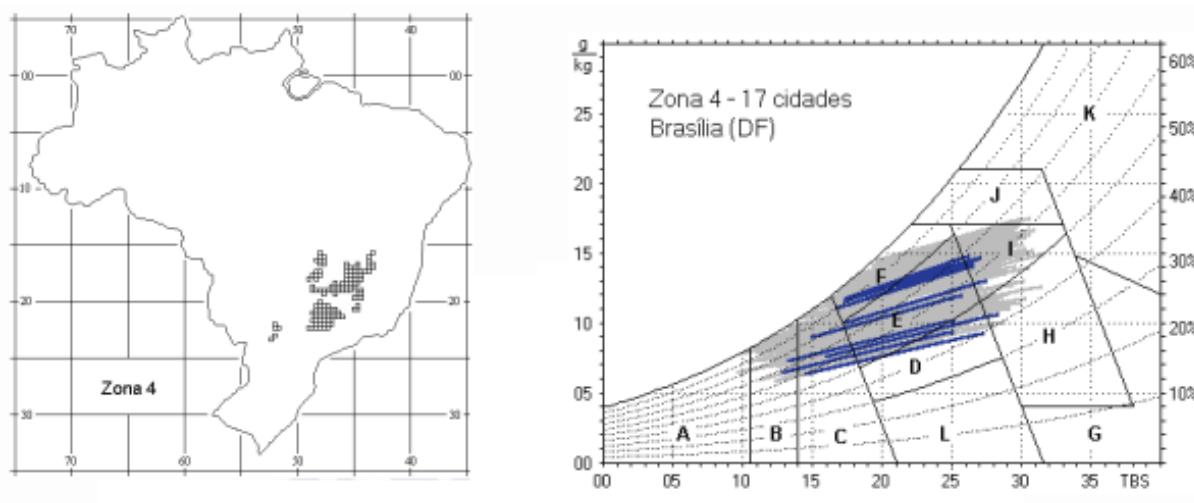
A zona bioclimática, inclinação solar, irradiação térmica e temperatura anual são informações para o cálculo da eficiência energética do Bloco Educacional. Elas são afetadas diretamente pela localização geográfica, a exposição solar, o conforto térmico e as necessidades de aquecimento ou resfriamento do edifício. Compreender esses fatores é essencial para otimizar o projeto arquitetônico, buscando eficiência energética e aproveitamento das condições ambientais para o bem-estar dos ocupantes. Nesta seção, exploraremos a fundo esses parâmetros e seu impacto na eficiência e sustentabilidade do Bloco Educacional.

4.4.4 Zona Bioclimática

Segundo a ABNT NBR 15220-3 [36] a edificação deve reunir características construtivas que atendam às exigências de desempenho térmico, considerando-se o condicionamento térmico e a zona bioclimática da região 4.19. De acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro a cidade de Valparaíso de Goiás – GO se situa na Zona bioclimática 4.

$$\text{Zona Bioclimática} = 4$$

Figura 4.19: Zona Bioclimática 4



Fonte: ABNT NBR 15220-3 [36]

4.4.5 Irradiação Solar

O programa SunData, desenvolvido pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB) [45], tem como propósito calcular a irradiação solar diária média mensal em qualquer região do território brasileiro. Este programa representa uma iniciativa do CRESESB para fornecer uma ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas de geração fotovoltaica. O SunData, concebido em 1995 para dimensionamento de sistemas no PRODEEM, foi adaptado para consulta online em 1996. Utilizando dados do CENSOLAR, forneceu informações sobre a irradiação solar em um plano horizontal para cerca de 350 pontos no Brasil e países vizinhos em suas primeiras versões.

O CRESESB/CEPEL disponibiliza o programa SunData [46] e se destina ao cálculo da irradiação solar diária média mensal em qualquer ponto do território nacional. Para a cidade de Valparaíso de Goiás – GO, na qual o Bloco Educacional do campus IFG-Valparaíso de Goiás está situado, com as coordenadas -16.100020443003988, -47.974787128246504, o valor da média anual da inclinação solar é de 19° N e a média anual da irradiação solar é de 5,49 kWh/m² dia conforme Figura 4.20.

$$\text{Inclinação Solar} = 19^\circ$$

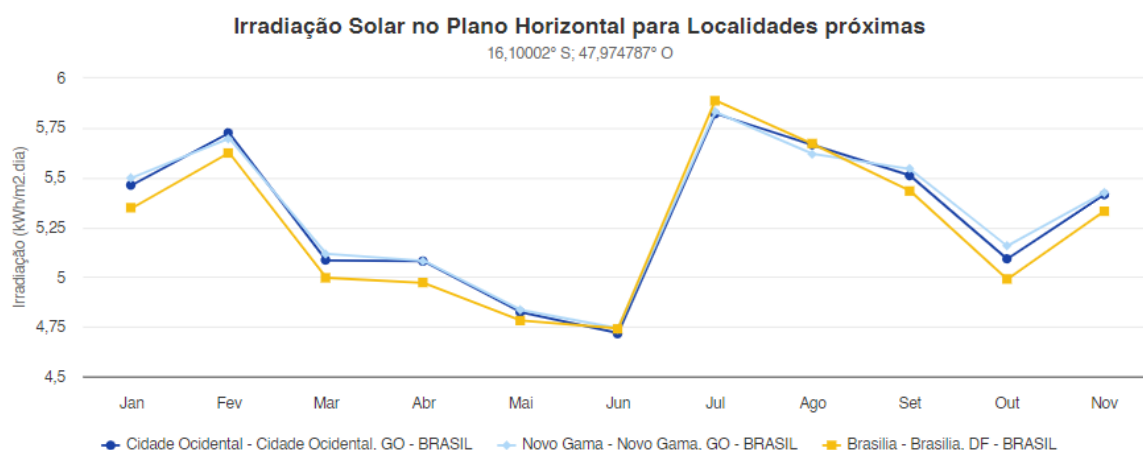
$$\text{Irradiação Solar} = 5,49 \text{ kWh/m dia}$$

Figura 4.20: SUNDATA - Irradiação Solar

Localidades próximas

Latitude: 16,10002° S
Longitude: 47,974787° O

Longitude: 47,974767 °																						
#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m².dia]																	
					Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta	
✓	Cidade Ocidental	Cidade Ocidental	GO	BRASIL	16,101° S	47,949° O		2,8	5,46	5,73	5,08	5,08	4,82	4,72	4,98	5,82	5,66	5,51	5,09	5,42	5,28	1,10
✓	Novo Gama	Novo Gama	GO	BRASIL	16,101° S	48,049° O		7,9	5,50	5,70	5,12	5,08	4,83	4,74	4,97	5,83	5,62	5,54	5,16	5,42	5,29	1,09
✓	Brasília	Brasília	DF	BRASIL	16° S	47,949° O		11,5	5,35	5,63	5,00	4,97	4,78	4,74	5,03	5,89	5,67	5,43	4,99	5,33	5,23	1,15



Fonte: CRECESB/CERPEL [45]

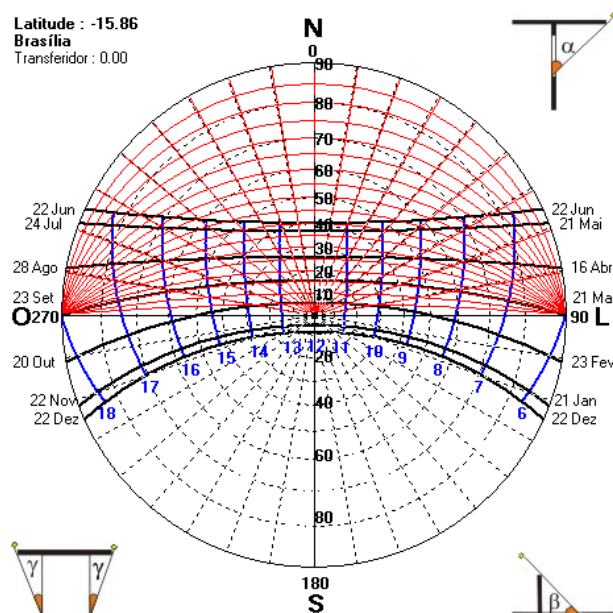
4.4.6 Temperatura ao Longo do Ano

Em complemento foi utilizado o programa SOL-AR, oferecido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina. Essa ferramenta de software possui funcionalidades gráficas que facilitam a criação de cartas solares para uma latitude específica, tornando-se uma valiosa assistência para o planejamento de proteções solares. Esse programa permite que os usuários visualizem de forma gráfica os ângulos de projeção desejados usando um transferidor de ângulos, que pode ser configurado para qualquer orientação angular desejada.

Além disso, o SOL-AR [47] possibilita a visualização de intervalos de temperaturas ao longo do ano, a exemplo da Figura 4.21, que correspondem às trajetórias solares diárias e anuais para cidades que possuem dados horários disponíveis em sua base de dados como Belém, Brasília, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Maceió, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís, São Paulo e Vitória. Para tais localidades, o programa também disponibiliza a geração de rosas dos ventos, apresentando informações sobre a frequência e a velocidade média do vento

em oito orientações distintas (Norte, Nordeste, Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste e Noroeste) para cada estação do ano.

Figura 4.21: Cálculo SOL-AR para cidade de Brasília-DF



Fonte: SOL-AR [47]

Devido a ausência de dados precisos sobre a variação da temperatura ao longo do ano na cidade de Valparaíso de Goiás – GO utilizamos a norma ABNT NBR 6401:1980 [38] como referência para padronizar os cálculos. Conforme a norma, as condições internas para verão foram estabelecidas em $26,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($299,65\text{ }^{\circ}\text{K}$), enquanto as condições externas para verão foram definidas em $37,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($310,45\text{ }^{\circ}\text{K}$).

4.4.7 Dados de Caracterização da Envolvória

Os dados de caracterização da envoltória do Bloco Educacional do Câmpus Valparaíso de Goiás são elementos essenciais para o cálculo da eficiência energética da envoltória, fornecendo a base necessária para a determinação de parâmetros como a transmitância térmica das paredes externas, a influência de dispositivos de proteção solar e a classificação geral da envoltória.

4.4.8 Área de Projeção do Edifício [m^2] – A_{PE}

Área de Projeção do Edifício (A_{PE}) é a área de projeção média dos pavimentos, excluindo subsolos. A área central entre os blocos, o pátio interno, foi desconsiderada. Ao excluir o Pátio

Interno da Área Total do Bloco Educacional, o cálculo da envoltória leva em conta o impacto da área externa de acordo com a Tabela 4.4. O pátio interno é uma área aberta com $333,83 \text{ m}^2$, para o cálculo levamos em consideração a área construída que compreende as paredes e piso.

A A_{PE} é igual à área de projeção da cobertura em edifícios de formato regular, no entanto em edifícios de formato irregular a A_{PE} é a média da projeção dos pavimentos.

Tabela 4.4: Área do Bloco Educacional sem o pátio

Pavimento sem área do pátio	Área [m^2]	Área Total [m^2]
Térreo	1.428,86	1.095,03
1º andar	1.428,86	1.095,03
Total	2.857,72	2.190,06

Fonte: Autoria Própria

$$2.857,72 \text{ m}^2 \text{ (área total)} - 667,66 \text{ m}^2 \text{ (pátio interno)} = 2.190,06 \text{ m}^2$$

$$\frac{2.190,06 \text{ m}^2}{2} = 1.095,03 \text{ m}^2 \text{ (média dos pavimentos)}$$

$$A_{PE} = 1.095,03 \text{ m}^2$$

4.4.9 Área de Projeção da Cobertura – AP_{COB} [m^2]

A Área de Projeção da Cobertura (m^2) é a área da projeção horizontal da cobertura, incluindo terraços cobertos ou descobertos e excluindo beirais, marquises e coberturas sobre varandas – esta última, desde que fora do alinhamento do edifício. Para essa edificação, a área da cobertura foi considerada como a projeção horizontal da cobertura, excluindo beirais e marquises, ou seja, as áreas que estão fora do alinhamento do edifício e as esquadrias recuadas em relação à platibanda, configurando um beiral.

A área da cobertura do Bloco Educacional tem foco especial na determinação da transmitância térmica da cobertura do edifício conforme Tabela 4.5.

$$AP_{COB} = 1.428,86 \text{ m}^2$$

Tabela 4.5: Área da cobertura do Bloco Educacional

Cobertura	Área Cobertura [m^2]
Total	1.428,86

Fonte: Autoria própria

4.4.10 Área Total Piso - A_{TOT} [m^2]

É necessário considerar apenas as áreas que se comportam como zonas, ou seja, que configuram espaços fechados nos pavimentos de acordo com a Tabela 4.6.

Tabela 4.6: Área total do Bloco Educacional

Pavimento	Área Total [m^2]
Térreo	1.428,86
1º andar	1.428,86
Total	2.857,72

Fonte: Autoria própria

$$A_{TOT} = 2.857,72 \text{ m}^2$$

4.4.11 Área da Envoltória – A_{ENV} [m^2]

A Área da Envoltória corresponde à soma das áreas das fachadas, empenas e cobertura, levando em consideração também as aberturas. A dimensão da envoltória em cada face orientada nos pontos cardeais desempenha um papel influencia na determinação da classificação da envoltória do edifício, conforme Tabela 4.7.

$$A_{ENV} = 1.103,32 \text{ m}$$

Tabela 4.7: Área da Envoltória do Bloco Educacional

Orientação Fachada da Envoltória	Largura Envoltória [m]	Envoltória [m]	Área Envoltória [m ²]
NOROESTE – NO	6, 94	51, 95	360, 53
NORDESTE – NE	6, 94	27, 54	191, 13
SUDESTE – SE	6, 94	51, 95	360, 53
SUDOESTE – SO	6, 94	27, 54	191, 13
Total			1.103, 32

Fonte: Autoria própria

4.4.12 Percentual de Abertura nas Fachadas – PAF_T [%]

O Percentual da Área de Abertura na Fachada Total é calculado pela razão entre a soma das áreas das de abertura envidraçada, ou com fechamento transparente ou translúcido, de cada fachada e a área total de fachada da edificação. Refere-se exclusivamente a aberturas em paredes verticais com inclinação superior a 60° em relação ao plano horizontal, tais como janelas tradicionais, portas de vidro ou sheds, mesmo sendo estes últimos localizados na cobertura. Exclui área externa de caixa d'água no cômputo da área de fachada, mas inclui a área da caixa de escada até o ponto mais alto da cobertura (cumeeira).

A Área da Abertura Física da Envoltória do Bloco Educacional, fornece dados essenciais para a determinação do percentual de abertura na fachada de acordo com a Tabela 4.8.

Tabela 4.8: Área da Abertura Física da Envoltória do Bloco Educacional

Orientação Fachada da Envoltória	Área de abertura física [m ²]	Área Total [m ²]
NOROESTE – NO	N/A	0
NORDESTE – NE	2, 60 m x 12, 75 m	33, 15
SUDESTE – SE	N/A	0
SUDOESTE – SO	(2, 60 m × 12, 75 m) + (3, 54 m × 13, 49 m)	80, 90
Total		114, 05 m ²

Fonte: Autoria própria

O levantamento das janelas da envoltória do bloco, pois as janelas desempenham um papel crítico na entrada de luz natural, ventilação e isolamento térmico conforme Tabela 4.9.

- Área envidraçada = 260, 72 m²;
- Área abertura fachada = 114, 05 m²;
- Área fachada – A_{ENV} = 1.103, 32 m².

Tabela 4.9: Janelas da Envoltória do Bloco Educacional

Janelas	Largura [m^2]	Altura [m]	Área [m^2]	Tipo/Material	Quantidade	Total
J1	3,75	1,20	4,5	Esquadria alumínio e vidro	44	198
J2 - Ext	0,70	0,40	0,28	Esquadria alumínio e vidro	19	5,32
J3 - Int	0,70	0,40	0,28	Esquadria alumínio e vidro	205	57,4

Fonte: Autoria própria

$$PAF_T = \frac{\text{Área Envidraçada}}{A_{ENV} - \text{Área Abertura Fachada}}$$

$$PAF_T = 0.2635$$

4.4.13 Ângulo Vertical de Sombreamento – AVS

Ângulos de sombreamento determinam a obstrução à radiação solar gerada pela proteção solar nas aberturas. De acordo com o RTQ [12], o ângulo vertical de sombreamento (AVS - referente a proteções horizontais). A inclinação do sol é de 19° N em referência à Cidade Ocidental – GO adjacente ao IFG-Valparaíso.

Não foram encontradas proteções solares diretas nas fachadas. Segundo Lamberts [42], as proteções solares podem ser representadas graficamente nos diagramas solares como obstáculos que bloqueiam a visão da abóbada celeste por um observador em um ponto específico. Ao projetar proteções solares, se faz necessário compreender o tipo de sombreamento proporcionado por cada tipo de brise solar. O conhecimento do movimento aparente do sol é fundamental para o desenvolvimento de proteções solares (como brises) que evitem a penetração dos raios solares no interior dos espaços durante determinadas horas do dia e meses do ano, quando essa proteção é desejada. Como não foram encontradas as proteções o Ângulo Vertical de Sombreamento é nulo.

$$AVS = 0$$

4.4.14 Ângulo Horizontal de Sombreamento – AHS

Semelhante ao Ângulo Vertical de Sombreamento, os ângulos de sombreamento determinam a obstrução à radiação solar gerada pela proteção solar nas aberturas. De acordo com o RTQ [12], o ângulo horizontal de sombreamento (AHS - referente a proteções horizontais). A inclinação do sol é de 19° N em referência à Cidade Ocidental – GO adjacente ao IFG-Valparaíso.

Não foram encontradas proteções solares diretas nas fachadas. Segundo Lamberts [42], as proteções solares podem ser representadas graficamente nos diagramas solares como obstáculos que bloqueiam a visão da abóbada celeste por um observador em um ponto específico. Ao projetar proteções solares, é importante identificar o tipo de sombreamento proporcionado por cada tipo de brise solar. O conhecimento do movimento aparente do sol é fundamental para o desenvolvimento de proteções solares (como brises) que evitem a penetração dos raios solares no interior dos espaços durante determinadas horas do dia e meses do ano, quando essa proteção é desejada. Como não foram encontradas as proteções o Ângulo Vertical de Sombreamento é nulo.

$$AHS = 0$$

4.4.15 Volume Total da Edificação – V_{TOT} [m]

É o volume delimitado [12] pelos fechamentos externos do edifício (fachadas e cobertura), com exceção de pátios internos descobertos de acordo com a Tabela 4.10.

Tabela 4.10: Volume do Bloco Educacional

Pavimento	Área [m^2] × Altura [m]	Volume [m^3]
Térreo	$1.428,86 \times 3,30$	4.715,24
1º andar	$1.428,86 \times 3,30$	4.715,24
Total		9.430,48 m^3

Fonte: Autoria própria

$$V_{TOT} = 9.430,48 \, m^2$$

4.4.16 Fator de Altura — FA

O Fator de Altura é a razão entre a área de projeção da cobertura e a área total construída (AP_{COB}/A_{TOT}), com exceção dos subsolos. Índice representativo das proporções da edificação, utilizado para o cálculo do Indicador de Consumo (IC), da avaliação da envoltória [35].

$$FA = 0,5$$

4.4.17 Fator de Forma — FF

Fator de Forma é a razão entre a área da envoltória e o volume total da edificação (A_{env}/V_{tot}). Índice representativo das proporções da edificação, utilizado para o cálculo do Indicador de Consumo (IC), da avaliação da envoltória [35].

$$FF = 0,25$$

4.4.18 Fator Solar dos Vidros — FS

O Fator Solar dos vidros é a quantidade total de calor que atravessa o vidro Conhecido como *Solar Heat Gain Coefficient* (SHGC), em inglês. Quanto menor o FS, menor o ganho de calor.

Devido à indisponibilidade de dados específicos sobre o material utilizado no projeto e na execução, optou-se por adotar o vidro monolítico de 4 mm na cor incolor como referência. As propriedades térmicas deste material foram estabelecidas com base nas informações fornecidas no catálogo da Vivix [48], em relação ao Fator Solar, que foi considerado com um valor de 87.

$$FS = 87$$

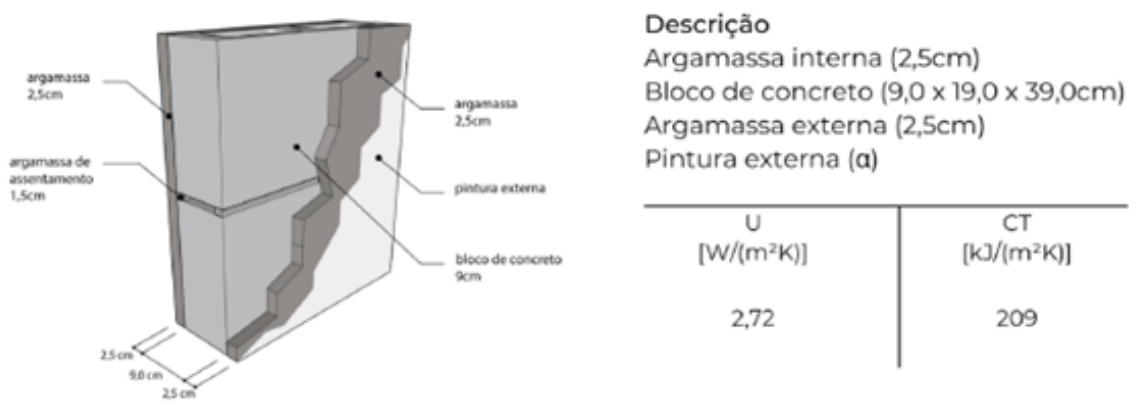
4.4.19 Transmitância Térmica das Paredes - U_{PAR} [$W/(mK)$]

É transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, neste caso, de componentes opacos das fachadas (paredes externas),

incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes, Figuras 4.22 e 4.11.

As paredes do Bloco Educacional desempenham um papel essencial na regulação do conforto térmico e no uso eficiente de energia. Nesta seção, abordaremos o levantamento das características das paredes, incluindo sua transmitância térmica e absorvância térmica da envoltória do edifício.

Figura 4.22: Paredes com bloco de concreto



Fonte: Manual RAC [49]

Tabela 4.11: Limites de transmitância térmica de paredes externas

Zonas Bioclimáticas	U _{PAR} (W/m²K) nível A	U _{PAR} (W/m²K) nível B	U _{PAR} (W/m²K) níveis C e D
ZB 1 e 2	1,0	2,0	3,7
ZB 3 a 6	3,7		
ZB 7 e 8	2,5 W/m²K, para C _T < 80 kJ/m²K		
	3,7 W/m²K, para C _T > 80 kJ/m²K		

Fonte: Manual RAC [49]

O pavilhão educacional é composto de blocos de concreto com 9,0 cm de espessura e camadas de 2,5 cm de argamassa nas paredes, pinturas interna e externas conforme Tabela 4.12.

$$U_{PAR} = 2,72 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$$

Tabela 4.12: Paredes do Bloco Educacional

Descrição das paredes	Espessura [mm]
Reboco Externo	2,5
Tijolo maciço e argamassa de assentamento	90
Reboco interno	2,5

Fonte: Autoria própria

4.4.20 Transmitância Térmica da Cobertura - U_{COB} [$W/(mK)$]

Transmitância Térmica da Cobertura $W/(m^2K)$: transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, neste caso, de componentes opacos das coberturas, incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes.

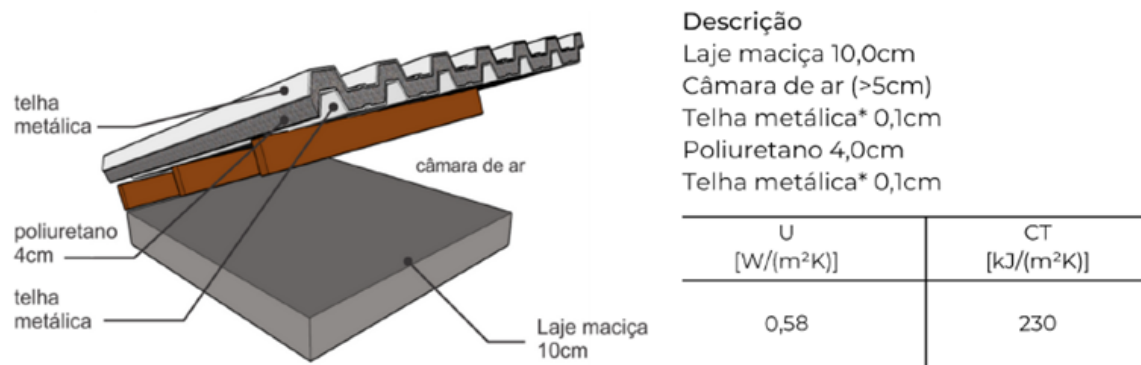
A cobertura do Bloco Educacional, Figura 4.23, se enquadra no tipo de cobertura preconizada no Anexo V do Manual RAC, Figura 4.24.

Figura 4.23: Telha do Bloco Educacional



Fonte: Autoria própria

Figura 4.24: Tipo de cobertura do Bloco Educacional



Fonte: Anexo V do Manual RAC [49]

De acordo com o item 3.1 do Manual RAC [49], a transmitância térmica da cobertura (U_{COB}) de ambientes condicionados artificialmente não deve ultrapassar os seguintes limites, de acordo com sua Zona Bioclimática, Tabela 4.13.

Tabela 4.13: Limites de transmitância térmica da cobertura

Zonas Bioclimáticas	U _{COB} (W/m²K) nível A		U _{COB} (W/m²K) nível B		U _{COB} (W/m²K) níveis C e D	
	Ambientes Condicionados	Ambientes não condicionados	Ambientes Condicionados	Ambientes não condicionados	Ambientes Condicionados	Ambientes não condicionados
ZB 1 e 2	0,5	1,0	1,0	1,5	2,0	
ZB 3 a 8	1,0	2,0	1,5	2,0		

Fonte: Manual RAC [49]

$$U_{COB} = 0,58W/(m^2 \cdot K)$$

4.4.21 Absortância das Paredes Externas - α [%]

O conceito de “Absortância Solar das Paredes” refere-se à porcentagem da radiação solar que as paredes de um edifício absorvem em relação à quantidade de radiação solar que incide sobre elas. Conforme estabelecido na norma ABNT(NBR 15220-1:2005 [36]), a “Absortância à Radiação Solar (a)” é definida como o quociente entre a taxa de radiação solar absorvida por

uma superfície e a taxa de radiação solar que incide sobre essa mesma superfície. Importante observar que esse cálculo se aplica apenas a superfícies opacas, independentemente de estarem ou não revestidas de vidro, e não leva em consideração a absorvância das áreas envidraçadas das aberturas. Além disso, para determinações de absorvância solar, não se devem considerar sombreamentos provocados por edifícios vizinhos.

Tabela 4.14: Limites de absorvância solar de paredes externas

Zonas Bioclimáticas	absorvância nível A		absorvância nível B		absorvância níveis C e D	
	cobertura	Paredes externas	cobertura	Paredes externas	cobertura	Paredes externas
ZB 1	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real
ZB 2 a 8	$\leq 0,50$	$\leq 0,50$	$\leq 0,50$	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real

Fonte: Manual RAC [49]

No contexto da avaliação do pré-requisito relacionado à absorvância solar, é necessário calcular a média das absorvâncias de cada parcela das paredes ou da cobertura do edifício, Figura 4.14. Essas médias são ponderadas com base na área que cada parcela ocupa. Recomenda-se o uso dos valores especificados na norma NBR 15220 - Parte 2 [36], informações fornecidas pelo fabricante, ou valores obtidos por meio de medições realizadas de acordo com as normas ASTM E1918-06 [50], ASTM E903-96 [51] e ASHRAE 74-1988 [37].

Foi levado em consideração a ABNT (NBR 15220:2005 [36]) para definição da absorvância da parede: 0,40.

$$\alpha_{PAR} = 0,40$$

4.4.22 Absorvância da Cobertura - α_{COB} [%]

A “Absorvância da Cobertura” é um conceito fundamental na avaliação do desempenho energético de edifícios em relação à radiação solar. Este termo refere-se à proporção da radiação solar que é absorvida pela cobertura de um edifício, comparada à quantidade de radiação solar que incide sobre essa superfície específica. Conforme definido pela ABNT (NBR 15220-1:2005 [36]), a “Absorvância à Radiação Solar (a)” representa o quociente entre a taxa de radiação solar

absorvida pela cobertura e a taxa de radiação solar que atinge diretamente essa cobertura. É relevante destacar que esse cálculo é aplicado exclusivamente à cobertura do edifício, excluindo as áreas envidraçadas das aberturas, e não leva em conta os possíveis sombreamentos causados por construções vizinhas.

Para calcular a absorptância solar da cobertura de forma precisa, é necessário determinar a média das absorptâncias de várias partes da cobertura, ponderadas de acordo com a área que cada uma ocupa. É recomendável que se utilizem os valores especificados na norma ABNT (NBR 15220-2:2005 [36]) e informações fornecidas pelo fabricante. Esse procedimento avalia a capacidade da cobertura do edifício em lidar com a radiação solar incidente, com implicações diretas na eficiência energética e no conforto térmico do edifício. Portanto, uma abordagem cuidadosa da absorptância da cobertura é essencial para profissionais da construção que buscam otimizar o desempenho térmico e energético dos edifícios.

Tabela 4.15: Limites de absorptância solar de coberturas

Zonas Bioclimáticas	absorptância nível A		absorptância nível B		absorptância níveis C e D	
	cobertura	Paredes externas	cobertura	Paredes externas	cobertura	Paredes externas
ZB 1	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real
ZB 2 a 8	$\leq 0,50$	$\leq 0,50$	$\leq 0,50$	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real	Igual ao modelo real

Fonte: Manual RAC [49]

Foi levado em consideração a NBR15220 [36] para definição da absorptância da cobertura: 0,20.

$$\alpha_{COB} = 0,40$$

4.4.23 Consolidação dos dados da Envoltória

A seguir, apresentamos uma tabela contendo os dados detalhados referentes à caracterização da envoltória do Bloco Educacional localizado no Câmpus Valparaíso de Goiás. A Tabela 4.16 reúne informações essenciais que foram levantadas e analisadas no processo de avaliação da eficiência energética do edifício, oferecendo uma visão abrangente das características arquitetôni-

cas, materiais e elementos que compõem a envoltória desta estrutura. Por meio desses dados, é possível calcular e compreender melhor o desempenho térmico e energético da envoltória e sua contribuição para a eficiência energética do edifício.

Tabela 4.16: Dados de caracterização da envoltória do Bloco Educacional do Câmpus Valparaíso de Goiás

Parâmetro	Variável	Valor
Absortância da Cobertura	α_{COB}	0,2
Absortância das Paredes	α_{PAR}	0,4
Ângulo Horizontal de Sombreamento	AHS	0°
Ângulo Vertical de Sombreamento	AVS	0°
Área da envoltória	A_{ENV}	1.103,32 m ²
Área de projeção da cobertura	AP_{COB}	1.428,86 m ²
Área de projeção do edifício	A_{PE}	1.095,03 m ²
Área total de piso	A_{TOT}	2.857,72 m ²
Fator de Altura	FA	0,5
Fator de Forma	FF	0,25
Fator Solar dos Vidros	FS	87
Inclinação Solar	INC_{SOL}	19° N
Irradiação Solar	IR_{RSOL}	5,49 kWh/m ² dia
Percentual de abertura nas fachadas	PAF_T	0,2141
Transmitância Térmica da Cobertura	U_{COB}	0,58 W/(m ² K)
Transmitância Térmica das Paredes	U_{PAR}	2,72 W/(m ² K)
Volume Total da Edificação	V_{TOT}	4,254.71 m ³
Zona Bioclimática	ZB	4

Fonte: Autoria própria

4.4.24 Procedimento de determinação de eficiência

De acordo com o Manual para a aplicação do RTQ-C [35] há duas equações por Zona Bioclimática: uma para edifícios com área de projeção (A_{pe}) menor que 500 m² e outra para edifícios com área de projeção maior que 500 m². O zoneamento bioclimático brasileiro é estabelecido na NBR 15220 - Parte 3 [36]. No desenvolvimento das equações do indicador de consumo, algumas zonas bioclimáticas foram agrupadas, sendo representadas pela mesma equação. No caso do Bloco Educacional a Zona Bioclimática é a ZB4, Seção 4.4.4, pertencente ao grupo ZB4 e ZB5.

As equações para $A_{pe} > 500$ m² são válidas para um Fator de Forma mínimo permitido (A_{env}/V_{tot}). As equações para $A_{pe} < 500$ m² são válidas para um Fator de Forma máximo

permitido (A_{env}/V_{tot}). Acima ou abaixo desses, deve-se utilizar os valores limites.

O Indicador de Consumo da envoltória do edifício proposto (IC_{env}) deve ser calculado com a Equação (4.1), de acordo com a cidade e Zona Bioclimática onde o edifício está inserido. No caso do Bloco Educacional a A_{pe} é igual a $1.095,03 m^2$, sendo maior que o previsto na condição de cálculo $A_{pe} > 500m^2$.

$$IC_{env} = (511,12 \cdot FA) + (0,92 \cdot FF) - (95,71 \cdot PAF_T) - (99,79 \cdot FS) - (0,52 \cdot AVS) - (0,29 \cdot AHS) - (380,83 \cdot FA \cdot FF) + \frac{4,27}{FF} + (729,20 \cdot PAF_T \cdot FS) + 77,15 \quad (4.1)$$

Procedimento para classificação: calcula-se o indicador de consumo por meio da Equação (4.2) com os dados do projeto do edifício, conforme Tabela 4.16.

$$IC_{env} = (511,12 \cdot 0,5) + (0,92 \cdot 0,25) - (95,71 \cdot 0,2141) - (99,79 \cdot 0,87) - (0,52 \cdot 0^\circ) - (0,29 \cdot 0^\circ) - (380,83 \cdot 0,5 \cdot 0,25) + \frac{4,27}{0,25} + (729,20 \cdot 0,2141 \cdot 0,87) + 77,15$$

$$IC_{env} = 296,77 \quad (4.2)$$

O indicador de consumo obtido deve ser comparado a uma escala numérica dividida em intervalos que descrevem um nível de classificação de desempenho que varia de A a E. Quanto menor o indicador obtido, mais eficiente será a envoltória da edificação. A escala numérica da classificação de eficiência é variável e deve ser determinada para cada volumetria de edifício através dos parâmetros Fator Altura e Fator de Forma: razão entre a área de projeção da cobertura e a área total construída (A_{pcob}/A_{tot}) e razão entre a área da envoltória e o volume total (A_{env}/V_{tot}). Os demais parâmetros da equação são fornecidos [35].

Calcula-se o limite máximo do indicador de consumo para aquela volumetria, IC_{maxD} , por meio da mesma equação, mas com os parâmetros de entrada fornecidos pela Tabela 4.17; o IC_{maxD} representa o indicador máximo que a edificação deve atingir para obter a classificação

D, acima deste valor, a edificação passa a ser classificada com o nível E.

Tabela 4.17: Parâmetros do IC_{maxD}

PAF_T	FS	AVS	AHS
0,60	0,61	0	0
Fonte: Manual RTQ-C [35]			

Calcula-se o limite mínimo IC_{min} por meio da equação, com os parâmetros de entrada fornecidos pela Tabela 4.18; o IC_{min} representa o indicador de consumo mínimo para aquela volumetria.

Tabela 4.18: Parâmetros do IC_{minD}

PAF_T	FS	AVS	AHS
0,05	0,87	0	0
Fonte: Manual RTQ-C [35]			

Os limites IC_{maxD} e IC_{min} representam o intervalo dentro do qual a edificação proposta deve se inserir. O intervalo é dividido em 4 partes (i), cada parte se refere a um nível de classificação numa escala de desempenho que varia de A a E. A subdivisão i do intervalo é calculada com a Equação (4.3):

$$\frac{IC_{max} - IC_{min}}{4} \quad (4.3)$$

com o valor de i calculado, preenche-se a seguinte Tabela 4.19;

Tabela 4.19: Limites dos intervalos dos níveis de eficiência

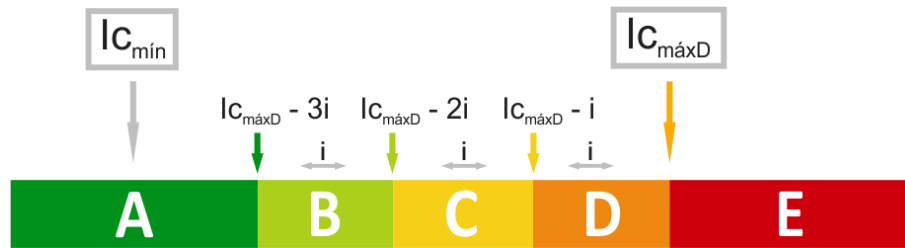
Eficiência	A	B	C	D	E
Lim Mín	-	$IC_{maxD} - 3i + 0,01$	$IC_{maxD} - 2i + 0,01$	$IC_{maxD} - i + 0,01$	$IC_{maxD} + 0,01$
Lim Max	$IC_{maxD} - 3i$	$IC_{maxD} - 2i$	$IC_{maxD} - i$	IC_{maxD}	-

Fonte: Manual RTQ-C [35]

A determinação dos limites de eficiência da envoltória é realizada através dos IC_{maxD} e IC_{min} . Os indicadores de consumo IC_{maxD} , e IC_{min} formam um intervalo (i) a ser dividido em quatro partes iguais, como mostrado na Equação (4.3), que define o intervalo de mudança do nível de eficiência, como indicado na Tabela 4.19, limites dos intervalos dos níveis de eficiência.

O valor de i e de seus múltiplos é subtraído de $IC_{max}D$ formando assim os quatro intervalos. A Figura 4.25 mostra a abrangência do intervalo (i) na escala de Indicadores.

Figura 4.25: Ilustração do cálculo de IC



Fonte: Manual RTQ-C [35]

Como mencionado anteriormente, o $IC_{max}D$ é o limite entre os níveis D e E. Um edifício tem classificação E sempre que o IC_{env} for superior ao valor de $IC_{max}D$. O nível E não possui limite máximo. Da mesma forma, o nível A não apresenta limite inferior de Indicadores de Consumo, como mostrado na Tabela 4.20. O IC_{min} é utilizado para calcular os limites dos diversos níveis mas não limita diretamente nenhum nível de eficiência.

Tabela 4.20: Limites de Fator Solar de vidros e de Percentual de Abertura Zenital para coberturas

PAZ	0 a 2%	2,1 a 3%	3,1 a 4%	4,1 a 5%
FS	0,87	0,67	0,52	0,30

Fonte: Manual RTQ-C [35]

Desta forma, as barras representando os níveis A e E na Figura 4.25 apresentam um comprimento maior que as dos outros níveis para ressaltar a inexistência de limite inferior para a eficiência A e de limite superior para E.

$$IC_{max}D = 346,64$$

$$IC_{min} = 319,94$$

$$IC_{env} = 296,77$$

O nível de eficiência da envoltória encontrado, está menor do que o IC_{min} que na Figura 4.25

está posicionado como Nível de Eficiência classificação “A”.

4.4.25 Avaliação de Eficiência Energética da Envoltória - WebPrescritivo

Os dados obtidos durante a pesquisa foram inseridos no Software WebPrescritivo, que pode ser acessado diretamente no site do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina (LabEEE). Este software é uma ferramenta utilizada para a avaliação e classificação da eficiência da envoltória do Bloco Educacional do Câmpus Valparaíso de Goiás. Como resultado desse processo, o edifício recebeu a etiqueta de classificação “A”, conforme ilustrado no resultado na Figura 4.26:

Figura 4.26: Dados e resultado da eficiência energética da Envoltória

The screenshot shows the 'Envoltória' (Envelope) section of the WebPrescritivo software. It contains the following data:

Localização		Dados Dimensionais da Edificação		Características das Aberturas	
☒ Zona Bioclimática	ZB 4	☐ Cidade	Brasília DF	A_{TOT}	2857.72 m ² FA: 0.50
☒ Pré-requisitos		A_{PCOB}	1428.86 m ²	FS	0.87
U_{COB-AC}	0.58 W/(m ² K)	A_{PE}	2190.06 m ²	PAF_T	0.2141 %
$U_{COB-ANC}$	0 W/(m ² K)	V_{TOT}	4254.71 m ³ FF: 0.26	PAF_O	0 %
U_{PAR}	2.72 W/(m ² K)	A_{ENV}	1103.32 m ²	AVS	0 °
PAZ	0 %			AHS	0 °

Buttons: Calcular Eficiência, Limpar

Efficiency Label: **A**

Fonte: WebPrescritivo [52]

4.5 Sistema de Iluminação

A avaliação da eficiência do sistema de iluminação, de acordo com Gonçalves [1], envolve uma série de procedimentos meticulosos, abrangendo desde o cálculo da densidade de potência instalada na iluminação interna até a análise minuciosa de vários pré-requisitos que exercem um impacto direto no desempenho energético do sistema. Esses pré-requisitos englobam a subdivisão dos circuitos de iluminação, a consideração do aproveitamento da luz natural para reduzir a necessidade de iluminação artificial e a implementação de sistemas de desligamento automático do sistema de iluminação quando os ambientes não estão em uso.

Essas medidas visam assegurar uma iluminação eficiente e econômica, contribuindo para a conservação de energia elétrica e a redução do consumo energético nos edifícios. Portanto,

a eficiência da iluminação é avaliada considerando não apenas a quantidade de luz gerada, mas também a sua utilização inteligente e consciente em conformidade com os requisitos estabelecidos pelos órgãos reguladores e programas de eficiência energética, como o Procel.

O INMETRO [12] aduz que a iluminação artificial é imprescindível em edifícios comerciais, viabilizando o trabalho em áreas afastadas da fachada e em horários sem luz natural suficiente. É fundamental aderir às diretrizes da norma ABNT (NBR ISO/CIE 8995-1:2013) [53], a qual estabelece os requisitos de luminosidade mínima apropriados para diversas atividades, para assegurar o conforto e saúde aos usuários durante suas tarefas.

A norma ABNT (NBR 5413:1992) [54] define os níveis mínimos de iluminância necessários para diferentes tipos de atividades. Além disso, de acordo com Ferreira [9], os sistemas eficientes de iluminação são definidos pela densidade de potência instalada (DPI) do sistema de iluminação, com critérios baseados na Norma 90.1 da ASHRAE [37] e adaptados para a realidade brasileira. Os limites de densidade de potência de iluminação interna são definidos pela ASHRAE [37], com base no *Commercial Building Energy Consumption Survey* (CBECS). No Brasil, o primeiro levantamento nacional de uso de energia em edifícios comerciais foi iniciado em 2005 e publicado parcialmente em 2007, com apoio do Procel.

Segundo Gonçalves [1], os cálculos da eficiência do sistema de iluminação usam o Método das Áreas, comparando a densidade de potência instalada em W/m^2 e densidade de potência limite. Este método se aplica a edifícios com atividades uniformes, avaliando todos os espaços e definindo limites de eficiência com base na atividade principal e na densidade de potência de iluminação.

Os cálculos da eficiência do sistema de iluminação foram conduzidos por meio do Método das Áreas, uma abordagem que compara a densidade de potência instalada no edifício, expressa em W/m^2 , com a densidade de potência limite estabelecida para o mesmo contexto. Este método é aplicável a edifícios que possuem uma atividade homogênea em toda a sua extensão, considerando todos os ambientes de forma conjunta, com a atribuição de um valor limite para a avaliação do sistema de iluminação em cada nível de eficiência energética [1].

Inicialmente, é necessário identificar a atividade principal do edifício e determinar a densidade de potência de iluminação limite, conhecida como DPIL, que servirá como referência para a análise da eficiência luminotécnica da edificação. Essa abordagem visa avaliar de maneira abrangente o desempenho energético da iluminação, garantindo que os requisitos de eficiência

estabelecidos sejam atendidos e contribuindo para a promoção da economia de energia elétrica e o uso responsável da iluminação artificial nos edifícios, em conformidade com os padrões estabelecidos por órgãos reguladores e programas de eficiência energética.

O Bloco Educacional do câmpus Valparaíso de Goiás é composto por 32 salas com atividade principal de “Escola/Universidade” e foram utilizados os valores de referência da Tabela 4.21 para a Densidade de Potência de Iluminação (DPIL) considerada aceitável para o nível de eficiência desejado. Foram avaliadas as densidades de potência de iluminação de acordo com os níveis de eficiência, conforme especificados na Tabela 4.21 de limites.

Tabela 4.21: Limite máximo aceitável de DPIL para o nível de eficiência pretendido – Método da Área do Edifício

Função do Edifício	Densidade de Potência de Iluminação Limite [W/m^2]			
	[Nível A]	[Nível B]	[Nível C]	[Nível D]
Escola/Universidade	10,7	12,3	13,9	15,5

Fonte: Autoria própria

As plantas dos circuitos e do sistema de iluminação específicos para o IFG-Valparaíso de Goiás não estavam disponíveis no Câmpus Valparaíso de Goiás. Portanto, diante dessa ausência, foi necessário realizar uma revisão da planta do projeto de piso tátil disponível. Essa revisão envolveu a atualização do desenho, incluindo as informações referentes às luminárias presentes no Bloco Educacional, as quais foram minuciosamente levantadas durante a análise realizada diretamente no local do edifício. Essa abordagem assegurou que a planta estivesse alinhada com a situação real das instalações e refletisse com precisão as configurações do sistema de iluminação no bloco.

O IFG estabeleceu um projeto de Eficiência Energética em parceria com a CELG (Companhia de Energia Elétrica de Goiás) com o propósito de efetuar a substituição das lâmpadas fluorescentes presentes no Câmpus Valparaíso. O objetivo principal dessa iniciativa era a troca das luminárias de sobrepor aletada, as quais originalmente utilizavam lâmpadas TuboLED com diversas potências, por lâmpadas de LED. As lâmpadas de LED escolhidas para a substituição são do modelo Osram LED TUBE, possuindo 20 W de potência e operando na faixa de tensão de 100-240 V, com soquete G13 e temperatura de cor de 6500 K de acordo com a Figura 4.27. Além disso, essas lâmpadas apresentam um fator de potência ($\cos \phi$) de 0.92 e contêm uma fonte de alimentação integrada. Cabe destacar que essas lâmpadas possuem código EAN 4058075037021.

Essa atualização no sistema de iluminação do Câmpus visava melhorar a eficiência energética e contribuir para a redução do consumo de energia.

Figura 4.27: Etiqueta Osram LED TUBE 20 W



Fonte: Autoria própria

Com os dados de potência das luminárias, obteve-se os valores de iluminação levantados do Bloco Educacional, onde está apresentada a área de cada ambiente, as potências das luminárias, a quantidade de luminárias por ambiente, e a potência total instalada de cada ambiente (Anexo). A consolidação dos dados obtidos encontra-se na Tabela 4.22 com a iluminação do bloco educacional.

Para determinar o nível de eficiência do prédio, calcula-se a potência limite instalada para cada nível (PL_{inst}) multiplicando-se a densidade de potência limite do respectivo nível, contido na Tabela 4.21 limite máximo de densidade de potência de iluminação para o nível pretendido ($DPIL$) – Método das áreas, pela área total iluminada (A), conforme Equação (4.4):

Tabela 4.22: Iluminação do Bloco Educacional

Quantidade de Ambientes Bloco	Área Iluminada Total [m^2]	Potência Total das Luminárias [W]	Quantidade de Luminárias	Potência Total Instalada [W]
32	2.128,08	1.360	250	10.160,00

Fonte: Autoria própria

$$PL_{inst} = DPIL \cdot A \quad (4.4)$$

A partir dos cálculos realizados, é possível gerar a Tabela 4.23 - Potência instalada por nível de eficiência, a qual fornece informações detalhadas sobre a potência instalada em relação aos diferentes níveis de eficiência. Essa tabela permite uma análise comparativa entre a potência total efetivamente instalada e as potências limite preconizadas para cada nível de eficiência estabelecido. Essa comparação é necessária para avaliar o desempenho energético do sistema de iluminação e determinar se ele está em conformidade com os critérios estabelecidos para a eficiência energética. Dessa forma, a Tabela 4.23 desempenha um papel fundamental na classificação da eficiência energética do sistema de iluminação, proporcionando dados claros que auxiliam na tomada de decisões relacionadas ao aprimoramento e otimização do sistema.

Tabela 4.23: Potência instalada por nível de eficiência

Potência Total Instalada [W]	Área Iluminada Total [m^2]	Potência Limite [W]			
		[Nível A]	[Nível B]	[Nível C]	[Nível D]
10.160,00	2.128,08	22.770,46	26.175,38	29.580,31	32.985,24

Fonte: Autoria própria

Portanto, podemos verificar na Tabela 4.24 inicialmente que o Bloco Educacional está classificado inicialmente no Nível A ($EqNumDPI = 5$), uma vez que a potência total instalada está abaixo da potência do Nível A.

4.5.1 Avaliação de Eficiência Energética da Iluminação - WebPrescritivo

Para validar o resultado, os valores referentes à área total iluminada e à potência total instalada foram fornecidos ao Software WebPrescritivo, que realizou os cálculos com base na

Tabela 4.24: Equivalente numérico para cada nível de eficiência

Classificação Final	Equivalente Numérico
A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Fonte: [12]

escolha do método correspondente às áreas do edifício e à atividade principal, neste caso, uma instituição de ensino (Escola/Universidade). O resultado adquirido pelo software foi nível B, diferente do obtido pelo Método das áreas, devido ao impacto do Bloco Educacional não possuir desligamento automático da iluminação, conforme Figura 4.28.

Figura 4.28: Dados do Sistema de Iluminação calculados

Iluminação

☒ Por áreas do edifício ☐ Por atividades do edifício

Pré-Requisitos de todos os ambientes

Divisão de circuitos ☒ Atende ☐ Não atende

Contribuição da luz natural ☒ Atende ☐ Não atende ☐ Não se aplica

Desligamento automático ☐ Atende ☒ Não atende ☐ Não se aplica

Atividade	Nº. de Unidades	Pré-Requisitos por ambientes			Potência [W]	Área [m²]
		Divisão de circuitos	Contribuição da luz natural	Desligamento automático		
1 Escola/Universidade	- 1 +	Atende	Atende	Não atende	10160	2128.08

Calcular Eficiência Limpar

B

* Desde que observados os pré-requisitos de contribuição da luz natural e divisão dos circuitos

Fonte: WebPrescritivo [52]

4.6 Sistema de Condicionamento de Ar

De acordo com Manual para a Aplicação do RTQ-C [12] do INMETRO a avaliação do nível de eficiência de um sistema de condicionamento de ar não se baseia apenas na eficiência dos equipamentos, mas também na conformidade com pré-requisitos específicos. Os sistemas de condicionamento de ar têm requisitos que afetam apenas o nível A de eficiência; se esses pré-requisitos não forem satisfeitos, o sistema de ar condicionado não poderá ser classificado como nível A.

Para determinar o nível de eficiência, é necessário que edifícios com sistemas de condicionamento de ar artificial tenham equipamentos avaliados quanto à eficiência, como condicionadores de ar tipo janela e condicionadores tipo Split, conforme as avaliações do PBE/INMETRO e em conformidade com as normas nacionais e internacionais para esses aparelhos.

Segundo Gonçalves [1], a classificação da eficiência dos sistemas de condicionamento de ar pode ser dividida em duas categorias distintas. Uma delas diz respeito aos sistemas individuais e split que já possuem classificações estabelecidas pelo INMETRO e que podem ser consultados na página eletrônica da instituição. Nesse caso, basta consultar as etiquetas do INMETRO nos aparelhos instalados na edificação e aplicar os resultados à equação geral da edificação.

Sistemas de condicionamento de ar compostos por equipamentos do tipo janela ou split, que são avaliados pelo INMETRO, apresentam um pré-requisito apenas para alcançar o nível de eficiência A. Esse requisito consiste em verificar se a unidade de condicionamento de janela ou a unidade condensadora do sistema split do ambiente está permanentemente sombreada. Caso esse pré-requisito não seja atendido, o nível de eficiência do equipamento será rebaixado para B, independentemente de ele possuir a classificação A no INMETRO [1].

Assumindo-se que o cálculo das cargas térmicas esteja de acordo com as normas e bem dimensionado, a seguir é descrito o procedimento para determinação da classificação dos sistemas de condicionamento de ar dos ambientes.

A aquisição das informações relativas ao sistema de condicionamento de ar do Bloco Educacional foi conduzida in loco, com a colaboração do responsável pela manutenção na gerência administrativa do Câmpus. Nessa fase, realizou-se um registro fotográfico minucioso das etiquetas anexadas aos equipamentos Figura 4.29, contendo detalhes técnicos, assim como dos selos Procel, sempre que estavam presentes nos aparelhos. Os condicionadores de ar das marcas AGRATTO (modelo EICS18FR4-02), ELGIN (modelo SRQI – 18000) e SAMSUNG (modelo AR18JVSPSGMNAZ) possuem a certificação Procel e, conseqüentemente, receberam classificações do INMETRO. No entanto, no caso da marca COMFEE (modelo 42MMCC12F5), na qual não havia a presença do selo Procel, foi realizada levantamento, que incluiu a busca pelos datasheets dos modelos correspondentes na internet, já que após verificar as classificações no site do INMETRO, não foram encontradas informações pertinentes. Essa abordagem assegurou a compilação dos dados relacionados ao sistema de condicionamento de ar.

Na Tabela 4.25 constam os dados sobre os ambientes condicionados e as unidades de

Figura 4.29: Modelos de condicionadores de ar existentes no Bloco Educacional



Fonte: Autoria própria

condicionamento de ar em que pode-se verificar as informações sobre os ambientes condicionados e sobre as unidades de condicionamento de ar.

A determinação da eficiência geral de condicionamento de ar de todo o conjunto de ambientes classificados é obtida ao ponderar as áreas de cada ambiente de acordo com sua classificação específica, o que resulta na classificação final do conjunto.

De acordo com a norma ABNT NBR 16401-1 [38] os valores de potência são aplicados em situações nas quais vários sistemas de condicionamento de ar compartilham o mesmo espaço, e esses sistemas apresentam diferentes potências e eficiências. Nessas circunstâncias, a eficiência de cada sistema deve ser ponderada de acordo com sua potência, em vez de utilizar a área como critério de ponderação. Isso ocorre quando unidades de condicionamento de ar com eficiências e potências variadas compartilham um espaço comum. Esse cenário específico ocorreu nos ambientes Laboratório de Informática (S-403) e Sala Técnica (T-405), que possuem duas unidades de condicionamento de ar com características distintas em termos de potência e eficiência.

O RTQ-C [12] traduz que o somatório dos coeficiente determinará a eficiência total onde

Tabela 4.25: Dados sobre os ambientes condicionados e as unidades de condicionamento de ar

Ambiente	Área [m ²]	Quant. Pessoas	Marca do Aparelho	Capac. [BTU/h]	Certificação Procel	Eficiência d[WW]
DAA	40,8	8	AGRATTO	18.000	A	3,24
Sala de reuniões/Direção	22,17	10	COMFEE	12.000	C	2,88
Sala Extensão e Pesquisa	17,36	4	COMFEE	12.000	C	2,88
Sala dos Professores	107,37	10	AGRATTO	18.000	A	3,24
T-305 - GEPEX/Estágio	31,34	5	SAMSUNG	18.000	A	3,48
Centro de seleção						
Registro Acadêmico	49,75	4	ELGIN	18.000	C	2,95
T-401 – Laboratório de Matemática	75,29	32	AGRATTO	18.000	A	3,24
T-403 – Lab. Eletrônica						
Circ Ele/Física	63,35	36	AGRATTO	18.000	A	3,24
T-405 – Sala Técnica A	19,8	1	SAMSUNG	18.000	A	3,48
T-405 – Sala Técnica B			AGRATTO	18.000	A	3,24
Sala multimídia	70,33	35	ELGIN	18.000	C	2,95
S-403 – Lab. de Informática A	63,36	26	COMFEE	12.000	C	2,88
S-403 – Lab. de Informática B			AGRATTO	18.000	A	3,24
S-404 – Lab. de Metrologia e Desenho	79,82	30	ELGIN	18.000	C	2,95
S-405 – Gerência Administrativa	49,11	7	AGRATTO	18.000	A	3,24

Fonte: Autoria Própria

$EqNumCA_n$ e CAP_n é respectivamente o equivalente numérico e a capacidade de cada sistema individual, “x” é o número de sistemas e Cap_t é a capacidade total instalada do sistema de condicionamento de ar, conforme Equação (4.5).

$$EqNumCA = \sum_{n=1}^X EqNumCA_n \frac{Cap_n}{Cap_t} \quad (4.5)$$

Para calcular a eficiência, é necessário realizar a avaliação de forma individual, utilizando a Tabela 4.24 de classificação de níveis de eficiência específicos para cada tipo de sistema. A eficiência é determinada de acordo com parâmetros preestabelecidos, levando em consideração fatores como o desempenho energético e a adequação aos padrões de eficiência estabelecidos pelas normas aplicáveis. Cada sistema é avaliado de acordo com critérios específicos, e os resultados são fundamentais para a classificação geral da eficiência do edifício de acordo com a Tabela 4.26.

Divide-se a potência de cada unidade pela soma da potência das unidades, para obtenção do coeficiente de ponderação de cada ambiente conforme Tabela 4.27:

Tabela 4.26: Equivalente Numérico dos sistemas

Ambiente	Capacidade [BTU/h]	Eficiência da Unidade	Equivalente Numérico
DAA	18.000	A	5
Direção/Gab/RH - Sala de reuniões	12.000	C	3
Sala Extensão e Pesquisa	12.000	C	3
Sala dos Professores	18.000	A	5
T-305 - GEPECS/Estágio	18.000	A	5
Centro de seleção / Registro Acadêmico	18.000	C	3
T-401 – Laboratório de Matemática	18.000	A	5
T-403 – Lab. Eletrônica/Circ Ele/Física	18.000	A	5
T-405 – Sala Técnica A	18.000	A	5
T-405 – Sala Técnica B	18.000	A	5
Sala multimídia	18.000	C	3
S-403 – Lab. de Informática A	12.000	C	3
S-403 – Lab. de Informática B	18.000	A	5
S-404 – Lab. de Metrologia/Desenho	18.000	C	3
S-405 – Gerência Administrativa	18.000	A	5
TOTAL	252.000		

Fonte: Autoria Própria

Tabela 4.27: Ponderação por Potência

Ambiente	Capacidade [BTU/h]	Coefficiente de Ponderação
DAA	18.000	0,07
Direção/Gab/RH - Sala de reuniões	12.000	0,05
Sala Extensão e Pesquisa	12.000	0,05
Sala dos Professores	18.000	0,07
T-305 - GEPEX/Estágio	18.000	0,07
Centro de seleção / Registro Acadêmico	18.000	0,07
T-401 – Laboratório de Matemática	18.000	0,07
T-403 – Lab. Eletrônica/Circ Ele/Física	18.000	0,07
T-405 – Sala Técnica A	18.000	0,07
T-405 – Sala Técnica B	18.000	0,07
Sala multimídia	18.000	0,07
S-403 – Lab. de Informática A	12.000	0,05
S-403 – Lab. de Informática B	18.000	0,07
S-404 – Lab. de Metrologia/Desenho	18.000	0,07
S-405 – Gerência Administrativa	18.000	0,07

Fonte: Autoria Própria

O cálculo da eficiência energética envolve a divisão da potência de cada unidade pelo somatório da potência de todas as unidades, resultando em um coeficiente de ponderação para cada ambiente Tabela 4.28. Esse coeficiente reflete a contribuição relativa de cada unidade ou sistema para o consumo total de energia do edifício, permitindo uma análise precisa do desempenho de cada componente e sua influência no consumo energético geral:

Tabela 4.28: Determinação de eficiência através da ponderação por potência

Ambiente	Equivalente Numérico	Coeficiente de Ponderação	Resultado Ponderado
DAA	5	0,07	0,35
Direção/Gab/RH - Sala de reuniões	3	0,05	0,15
Sala Extensão e Pesquisa	3	0,05	0,15
Sala dos Professores	5	0,07	0,35
T-305 - GEPEX/Estágio	5	0,07	0,35
Centro de seleção / Registro Acadêmico	3	0,07	0,21
T-401 – Laboratório de Matemática	5	0,07	0,35
T-403 – Lab. Eletrônica/Circ Ele/Física	5	0,07	0,35
T-405 – Sala Técnica A	5	0,07	0,35
T-405 – Sala Técnica B	5	0,07	0,35
Sala Multimídia	3	0,07	0,21
S-403 – Lab. de Informática A	3	0,05	0,15
S-403 – Lab. de Informática B	5	0,07	0,35
S-404 – Lab. de Metrologia/Desenho	3	0,07	0,21
S-405 – Gerência Administrativa	5	0,07	0,35
TOTAL			4,23

Fonte: Autoria Própria

O resultado ponderado é comparado à Tabela 4.29 de classificação, na qual as classificações específicas para cada nível de eficiência são definidas com base na ponderação. A Tabela 4.29 considera fatores como a eficiência energética, a exposição solar, a proteção contra a radiação e outros requisitos que garantem um desempenho térmico e energético ideal do sistema.

$$3,5 \leq 4,23 < 4,5$$

$$EqNumCA = 4,23$$

O resultado obtido está dentro do intervalo de 3,5 a 4,5. Desta forma, o nível de eficiência para o sistema de condicionamento de ar suposto seria nível B, conforme Tabela 4.29 de Classificação geral da edificação.

Tabela 4.29: Classificação geral da edificação INMETRO

Pontuação	Classificação Final
$\geq 4,5$ a < 5	A
$\geq 3,5$ a $< 4,5$	B
$\geq 2,5$ a $< 3,5$	C
$\geq 1,5$ a $< 2,5$	D
$< 1,5$	E

Fonte: [12]

4.6.1 Avaliação de Eficiência Energética do Condicionamento de Ar - Webprescritivo

A utilização do Software WebPrescritivo demonstrou a consistência dos resultados obtidos, e foi realizada a inserção detalhada dos dados de cada aparelho de ar condicionado por ambiente condicionado, garantindo um cálculo preciso e abrangente na avaliação da eficiência energética, em que o resultado encontrado foi o mesmo obtido pela Equação (4.5).

Dados complementares inseridos no WebPrescritivo, Figura 4.30:

- Área Útil (AU [m^2]): área disponível para ocupação, medida entre os paramentos internos das paredes que delimitam o ambiente, excluindo garagens. Valor informado 1.095,03 m^2 ;
- Área Condicionada (AC [m^2]): área útil dos ambientes condicionados, ou seja, ambientes fechados (incluindo fechamento por cortinas de ar) atendidos por sistema de condicionamento de ar. Valor Informado 669,9 m^2 .

4.7 Avaliação Geral da Edificação

A simulação é necessária para obter a etiqueta geral e no caso de existirem Áreas Não Condicionadas (ANC), mesmo se for utilizado o método prescritivo. No entanto, a avaliação de edifícios pelo método prescritivo ou pelo método de simulação é realizada de forma diferente para cada um. Para o método de simulação deve-se realizar a simulação do modelo real, conforme Manual RTQ-C INMETRO [12] e verificar se as áreas não condicionadas atendem as condições de conforto.

Figura 4.30: Dados do Sistema de Condicionamento de Ar calculados no WebPrescritivo

Condicionamento do Ar

Pré-Requisitos Gerais

☒ Possui isolamento de tubulações
☐ Não possui isolamento de tubulações

Condicionadores de ar etiquetados

	- Ambiente +	Nº. de Unidades	Tipo	Capacidade [BTU/h]	Eficiência [W/W]	Etiqueta
1	DAA	- 1 +	split ▼	18000	3.24	A
2	Direção/Gab/RH - Sala d	- 1 +	split ▼	12000	2.88	C
3	Sala Extensão e Pesquis	- 1 +	split ▼	12000	2.88	C
4	Sala dos Professores	- 1 +	split ▼	18000	3.24	A
5	T-305 - GEPECS/Estágic	- 1 +	split ▼	18000	3.48	A
6	Centro de seleção / Regi	- 1 +	split ▼	18000	2.95	C
7	T-401 - Laboratório de M	- 1 +	split ▼	18000	3.24	A
8	T-403 - Lab. Eletrônica/C	- 1 +	split ▼	18000	3.24	A
9	T-405 - Sala Técnica	- 2 +	split ▼ split ▼	18000 18000	3.24 3.48	A A
10	Sala multimídia	- 1 +	split ▼	18000	2.95	C
11	S-403 - Lab. de Informát	- 2 +	split ▼ split ▼	12000 18000	2.88 3.24	C A
12	S-404 - Lab. de Metroloç	- 1 +	split ▼	18000	2.95	C
13	S-405 - Gerência Admini	- 1 +	split ▼	18000	3.24	A

Condicionadores de ar não etiquetados

	- Condicionador de ar +	Capacidade [BTU/h]	Nível de eficiência	Pré-requisitos	Classe de eficiência
1			A ▼	☐ Visualizar	

AU m² (?)
AC m² (?)

B C D E

Fonte: WebPrescritivo [52]

Para a avaliação segundo o método prescritivo deve-se seguir o método descrito anteriormente e realizar a simulação para verificar as condições de conforto dos ambientes de longa permanência não climatizados. Após a verificação da porcentagem do número de horas ocupadas dentro da zona de conforto, deve-se consultar a Tabela 4.30 do RTQ-C para verificar o nível de eficiência de cada ambiente. Em seguida pondera-se os níveis encontrados em função da área dos ambientes, chegando ao Equivalente Numérico de Ventilação ($EqNumV$) que será utilizado para a obtenção da etiqueta geral da edificação [12].

Após a simulação, foi realizada uma análise para determinar a porcentagem de horas, durante o período de ocupação, em que o conforto térmico foi mantido. Os resultados obtidos, assim como o nível de eficiência alcançado para cada ambiente, são apresentados na Tabela 4.31.

A etapa subsequente consiste em avaliar o $EqNumV$, levando em consideração o nível de eficiência determinado, ponderando-o de acordo com a área de cada ambiente, como indicado na Tabela 4.32 e consequente classificação a partir da Tabela 4.33. Essa análise é fundamental para uma compreensão abrangente da eficiência energética nos diferentes espaços do edifício.

Tabela 4.30: Equivalentes numéricos para ventilação natural - RTQ-C

Percentual de Horas Ocupadas em Conforto	Equivalente Numérico [$EqNumV$]	Classificação Final
$POC \geq 80\%$	5	A
$70\% \leq POC < 80\%$	4	B
$60\% \leq POC < 70\%$	3	C
$50\% \leq POC < 60\%$	2	D
$POC < 50\%$	1	E

Fonte: [12]

Tabela 4.31: Estimativa de horas ocupadas em conforto (POC)

Ambiente	Horas Ocupadas Diurno	Horas Ocupadas Noturno	Total de Horas Ocupada	Porcentagem de Horas Ocupadas em Conforto	Nível de Eficiência
Direção/Gab/RH	8	3	11	85	A
Sala Convivência/copa/ banheiros	4	2	6	46%	E
T-402 – Sala de Atendimento	3	3	6	46%	E
T-404 – Lab. De Mecânica	3	3	6	4%	E
T-406 – Lab. de Ciências	8	3	11	85%	E
T-406 B – Apoio Lab. de Ciências	1	1	2	15%	E
Banheiros e bebedouro	2	2	4	31%	E
Áreas comuns do térreo	3	3	6	46%	E
S-301 – Sala de Aula	6	4	10	77%	B
S-302 – Sala de Aula	6	4	10	77%	B
S-303 – Sala de Aula	6	4	10	77%	B
S-304 – Sala de Aula	6	4	10	77%	B
S-305 – Sala de Aula	6	4	10	77%	B
S-306 – Sala de Aula	6	4	10	77%	B
S-307 – Sala de Aula	6	4	10	77%	B
S-401 – Sala de Aula	6	4	10	77%	B
S-402 – Sala de Aula	6	4	10	77%	B
Banheiros e bebedouro	4	2	6	46%	E
Áreas comuns do 1º Pavimento	3	3	6	46%	E

Fonte: [12]

Portanto, podemos concluir que os ambientes naturalmente ventilados ou não condicionados do Bloco Educacional estão compilados e classificados inicialmente no $EqNumV = 2,17$ com área total de $1.409,07 \text{ m}^2$. Ao calcular a Eficiência se obteve a pontuação de 4,81 com classificação final A, conforme Tabela 4.31.

Tabela 4.32: Eficiência calculada pela ponderação pela área

Ambiente não condicionado	Equivalente Numérico	Área [m^2]	Coeficiente Ponderação	$EqNumV$ Ponderado
Direção/Gab/RH	5	51,33	0,04	0,18
Sala Convivência/copa/banheiros	1	56,36	0,04	0,04
T-402 – Sala de Atendimento	1	30,28	0,02	0,02
T-404 – Lab. De Mecânica	1	59,93	0,04	0,04
T-406 – Lab. de Ciências	1	62,60	0,04	0,04
T-406 B – Apoio Lab. de Ciências	1	19,81	0,01	0,01
Banheiros e bebedouro	1	33,21	0,02	0,02
Áreas comuns do térreo	1	322,33	0,23	0,23
S-301 – Sala de Aula	4	23,66	0,02	0,07
S-302 – Sala de Aula	4	31,19	0,02	0,09
S-303 – Sala de Aula	4	62,48	0,04	0,18
S-304 – Sala de Aula	4	72,89	0,05	0,21
S-305 – Sala de Aula	4	46,64	0,03	0,13
S-306 – Sala de Aula	4	66,92	0,05	0,19
S-307 – Sala de Aula	4	56,89	0,04	0,16
S-401 – Sala de Aula	4	56,02	0,04	0,16
S-402 – Sala de Aula	4	63,31	0,04	0,18
Banheiros e bebedouro	1	58,48	0,04	0,04
Áreas comuns do 1º Pavimento	1	234,74	0,17	0,17
TOTAL		1409,07	1,00	2,17

Fonte: [12]

Tabela 4.33: Classificação geral da edificação INMETRO

Pontuação	Classificação Final
$\geq 4,5$ a 5	A
$\geq 3,5$ a $< 4,5$	B
$\geq 2,5$ a $< 3,5$	C
$\geq 1,5$ a $< 2,5$	D
$< 1,5$	E

Fonte: [12]

4.8 Etiqueta do Bloco Educacional IFG-Valparaíso de Goiás

A geração da etiqueta final de eficiência energética do Bloco Educacional do IFG-Valparaíso de Goiás é um marco significativo que atende à Instrução Normativa 02/2014 do Ministério do Planejamento, que estabelece a obrigatoriedade de projetos de edificações públicas federais com mais de 500 metros quadrados de área a serem desenvolvidos buscando a Etiqueta Nacional de

Figura 4.31: Dados Preliminares para Etiqueta Geral calculados

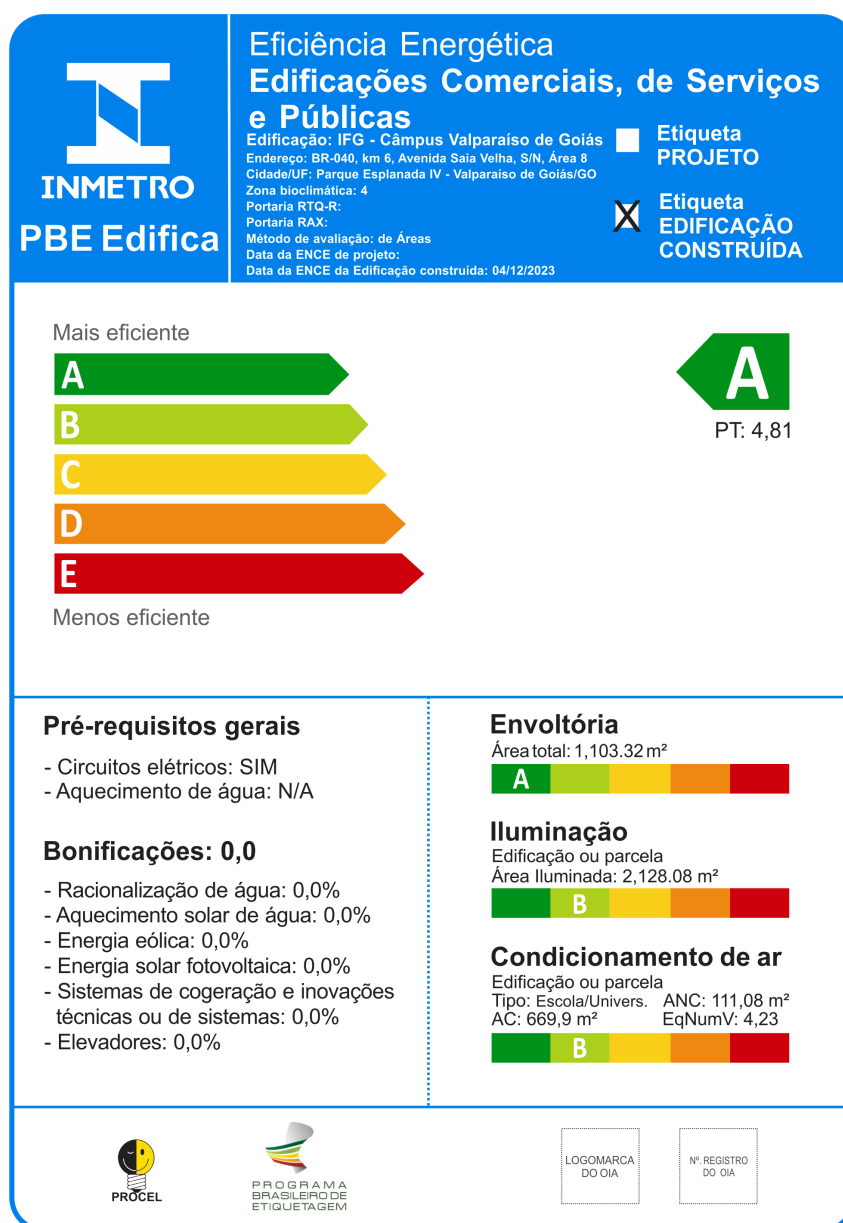
Bonificações	
Sistemas e equipamentos que racionalizem o uso de água.	Economia : 0 %
Sistemas ou fontes renováveis de energia (aquecimento de água).	Economia : 0 %
Sistemas ou fontes renováveis de energia (energia eólica ou fotovoltaica).	Economia : 0 %
Sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas.	Economia : 0 %
Elevadores.	Classificação VDI 4707 : - ▼

Etiqueta Geral	
APT	1409.07 m² ?
ANC	111.089999999 m² ?
EqNumV	2.17 ?
b	0 ?
Calcular Eficiência Limpar	
Pontuação: 4.81	
A	

Fonte: WebPrescritivo [52]

Conservação de Energia de Projeto nível A de acordo com o RTQ-C. Este feito representa um compromisso com a eficiência energética e a sustentabilidade, demonstrando a excelência no planejamento e na execução do projeto, alinhado com as diretrizes estabelecidas para a promoção da eficiência energética em edificações públicas. A obtenção da etiqueta final de eficiência energética nível A, Figura 4.32 é um testemunho do comprometimento do IFG-Valparaíso de Goiás com a redução do consumo de energia e a preservação do meio ambiente, além de refletir a busca pela excelência na construção de edificações que atendam aos mais altos padrões de eficiência energética estabelecidos pelas normativas vigentes.

Figura 4.32: Simulação da Etiqueta Atual do Bloco Educacional IFG-Valparaíso de Goiás



Fonte: Autoria própria

Capítulo 5

Resultados e Análise Crítica

5.1 Introdução

A obtenção da etiqueta “A” representa um reconhecimento do alto desempenho da envoltória do edifício em termos de eficiência energética. Essa classificação reflete o compromisso com a sustentabilidade e o uso responsável dos recursos energéticos no contexto da construção civil. É importante destacar que a classificação obtida é uma evidência do esforço em direção a edifícios mais eficientes e sustentáveis.

5.2 Avaliação de eficiência energética da Envoltória

A envoltória do Bloco Educacional do IFG-Câmpus Valparaíso de Goiás classificada como “A”, que atende aos padrões de eficiência energética preconizados no RTQ-C para prédios públicos. Essa classificação é evidência do esforço realizado para aprimorar a sustentabilidade e a eficiência energética no contexto da construção civil.

Ao analisar a envoltória, é possível observar que o projeto do Bloco Educacional segue um modelo construtivo que atende aos padrões de eficiência energética preconizados, e demonstra o compromisso com a sustentabilidade e o uso responsável dos recursos energéticos. Essa classificação de “A” destaca a importância da análise crítica e da avaliação dos indicadores relacionados à eficiência energética, contribuindo para a busca por melhores práticas e soluções sustentáveis no setor educacional.

5.3 Avaliação de eficiência energética do Sistema de Iluminação

Na avaliação dos requisitos, observou-se que o critério de desativação automática do sistema de iluminação não foi atendido, identificando uma área que requer aprimoramento. No entanto, é relevante destacar que a maioria dos espaços no Bloco Educacional satisfaz os critérios de divisão dos circuitos e aproveitamento da luz natural. A divisão dos circuitos se manifestou de maneira evidente por meio da implementação de múltiplos dispositivos de controle da iluminação em cada ambiente. Cada interruptor tinha a capacidade de acionar um grupo específico de luminárias, proporcionando aos usuários a flexibilidade necessária para ajustar a iluminação de acordo com suas necessidades. Adicionalmente, durante o período diurno, a influência da luz natural é considerável devido às aberturas na fachada, contribuindo para a eficiência energética do sistema de iluminação.

Nesse contexto, a melhoria da classificação do Bloco Educacional para alcançar o Nível A requer a implementação de medidas específicas, notadamente a correção do EqNumDPI. Isso pode ser efetuado mediante a instalação de um sistema de desligamento automático das luminárias, como evidenciado na simulação demonstrada na Figura 5.1. A introdução desse sistema tem o propósito de otimizar o desempenho energético e reduzir o consumo de eletricidade do sistema de iluminação. Essa ação, quando aplicada corretamente, pode contribuir significativamente para elevar a eficiência energética do edifício e, consequentemente, melhorar sua classificação, tornando-o mais sustentável e alinhado com as diretrizes de conservação de energia. Portanto, a implementação dessas medidas desempenha um papel significativo na busca pela eficiência energética e na obtenção do selo de eficiência desejado, conforme simulação abaixo.

5.4 Avaliação de eficiência energética do Sistema de Condicionamento de Ar

Sugere-se a substituição dos aparelhos classificados com eficiência C por novos equipamentos com classificação de eficiência A. Conforme apresentado na Figura 5.2, com a substituição dos aparelhos de Etiqueta C para A no WebPrescritivo, a simulação realizada demonstrou uma melhoria no nível de classificação de eficiência, passando de B para A. Esta ação visa aprimorar

Figura 5.1: Simulação com desligamento automático no WebPrescritivo

Iluminação

☒ Por áreas do edifício ☐ Por atividades do edifício

Pré-Requisitos de todos os ambientes

Divisão de circuitos ☒ Atende ☐ Não atende

Contribuição da luz natural ☒ Atende ☐ Não atende ☐ Não se aplica

Desligamento automático ☒ Atende ☐ Não atende ☐ Não se aplica

	- Atividade +	Nº. de Unidades	Potência [W]	Área [m²]
1	Escola/Universidade	- 1 +	10160	2128.08

A

* Desde que observados os pré-requisitos de desligamento automático do sistema de iluminação, contribuição da luz natural e divisão dos circuitos

Fonte: WebPrescritivo [52]

a eficiência energética dos equipamentos e contribuir para a redução do consumo de energia, de acordo com as diretrizes da ABNT.

Figura 5.2: Simulação com substituição dos aparelhos Etiqueta C para A

Condicionamento do Ar

Pré-Requisitos Gerais

☒ Possui isolamento de tubulações

☐ Não possui isolamento de tubulações

Condicionadores de ar etiquetados

	- Ambiente +	Nº. de Unidades	Tipo	Capacidade [BTU/h]	Eficiência [W/W]	Etiqueta
1	DAA	- 1 +	split	18000	3.24	A
2	Direção/Gab/RH - Sala d	- 1 +	split	12000	3.24	A
3	Sala Extensão e Pesquis	- 1 +	split	12000	3.24	A
4	Sala dos Professores	- 1 +	split	18000	3.24	A
5	T-305 - GEPECS/Estágic	- 1 +	split	18000	3.24	A
6	Centro de seleção / Regi	- 1 +	split	18000	3.24	A
7	T-401 - Laboratório de M	- 1 +	split	18000	3.24	A
8	T-403 - Lab. Eletrônica/C	- 1 +	split	18000	3.24	A
9	T-405 - Sala Técnica	- 2 +	split	18000	3.24	A
10	Sala multimídia	- 1 +	split	18000	3.24	A
11	S-403 - Lab. de Informát	- 2 +	split	12000	3.24	A
12	S-404 - Lab. de Metroloç	- 1 +	split	18000	3.24	A
13	S-405 - Gerência Admini	- 1 +	split	18000	3.24	A

Condicionadores de ar não etiquetados

	- Condicionador de ar +	Capacidade [BTU/h]	Nível de eficiência	Pré-requisitos	Classe de eficiência
1			A	☐ Visualizar	

AU 2190.06 m² ?

AC 669.9 m² ?

A

Fonte: WebPrescritivo [52]

5.5 Avaliação de eficiência energética da Etiqueta Geral

Em seguida, ao ponderar esses valores com a inclusão da bonificação de 8,37%, conforme desconto da energia injetada na rede proveniente do sistema fotovoltaico, dados extraídos da conta de energia do mês de outubro de 2023, Figura 5.4 e, de forma completa, na Figura A.1. Esse valor, associado a uma área não climatizada (ANC), será utilizado na avaliação da ENCE geral pelo método prescritivo. Ao calcular a Eficiência se manteve a classificação A, porém obteve o aumento da pontuação de 4,81 para 5,61, conforme Figura 5.3.

Figura 5.3: Dados com bonificação fotovoltaica para Etiqueta Geral calculados

Bonificações

Sistemas e equipamentos que racionalizem o uso de água.	Economia : 0 %
Sistemas ou fontes renováveis de energia (aquecimento de água).	Economia : 0 %
Sistemas ou fontes renováveis de energia (energia eólica ou fotovoltaica).	Economia : 8,37 %
Sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas.	Economia : 0 %
Elevadores.	Classificação VDI 4707 : - ▼

Etiqueta Geral

APT: 1409.07 m² ?

ANC: 111.08999999 m² ?

EqNumV: 2.17 ?

b: 0.8 ?

Pontuação: 5.61

A

Fonte: WebPrescritivo [52]

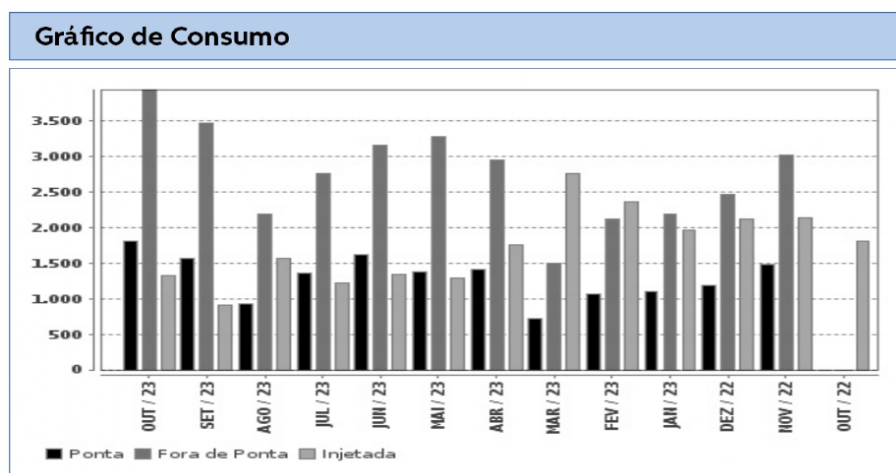
Ao analisarmos a fatura de energia referente ao mês de outubro de 2023, constatamos que a geração de energia pela instalação fotovoltaica do Câmpus Valparaíso alcançou 1.322, 10KW/h.

De acordo com a pesquisa e análise de Faria [55], a previsão da Geração Média Anual do Câmpus Valparaíso é de 78, 33MW/h, conforme Figura 5.5.

Moraes [56] aduz que as fontes renováveis de energia causam distorções harmônicas que podem resultar em um aumento das perdas de energia no sistema elétrico, que impacta a eficiência energética e aumenta os custos operacionais.

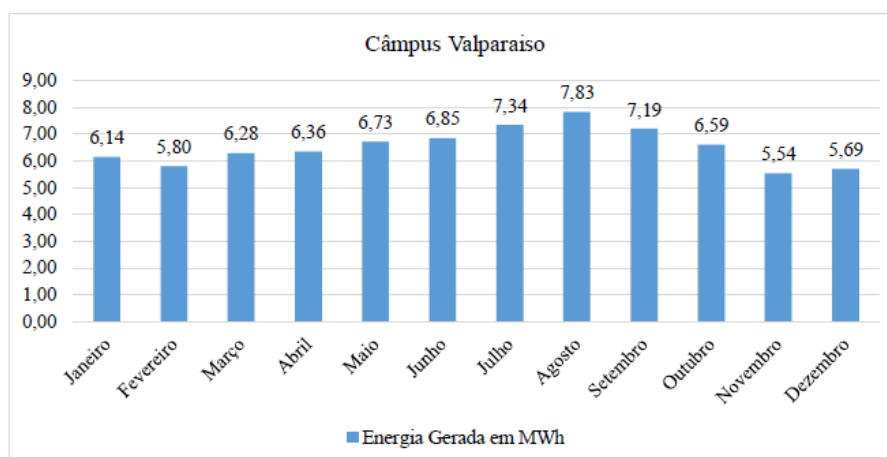
Torna-se necessária uma avaliação, ou seja, uma verificação no local e manutenção do sistema

Figura 5.4: Gráfico de Consumo de Energia



Fonte: Conta energia Câmpus Valparaíso de Goiás - out/2023 (Figura A.2)

Figura 5.5: Simulação da Geração Mensal de Energia em MW/h – Câmpus Valparaíso

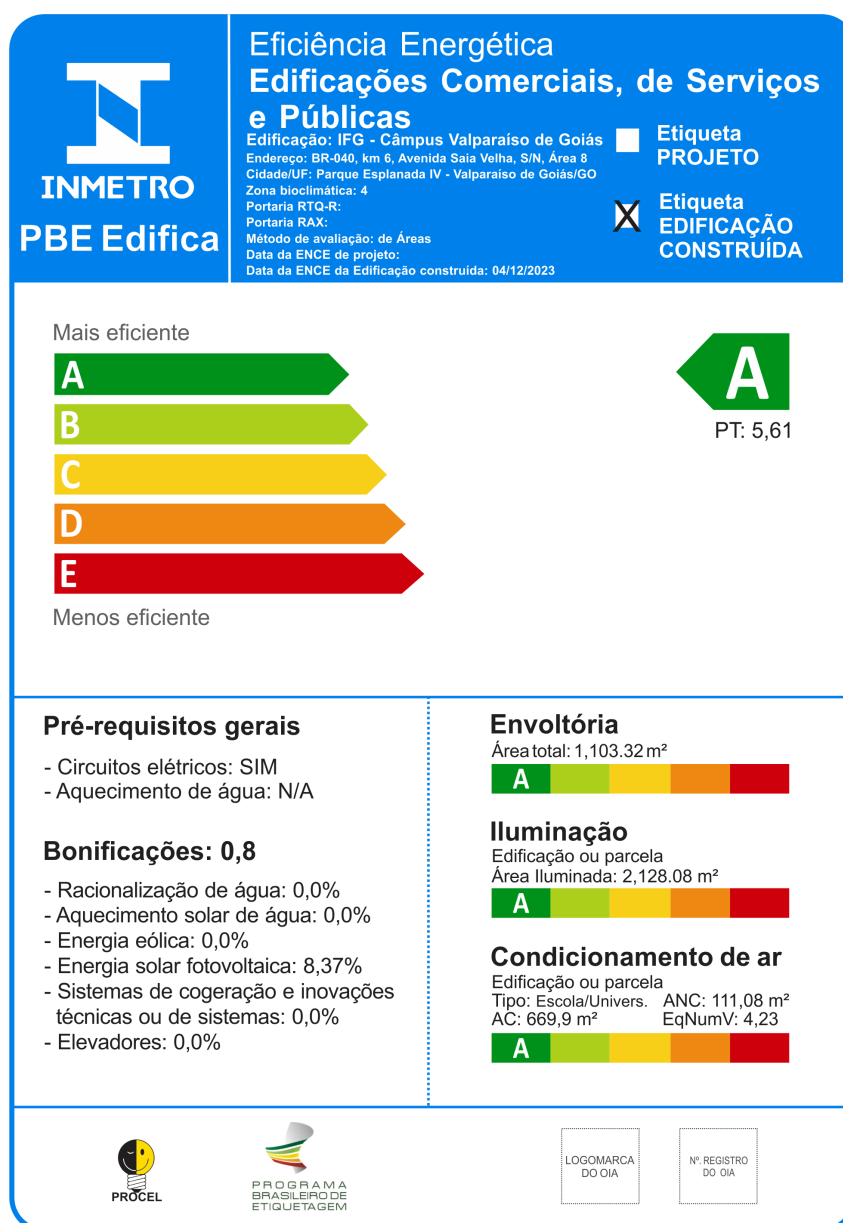


Fonte: Faria [55] (p.86)

de geração, uma vez que existe a possibilidade de que a produção esteja abaixo da capacidade projetada. A falta de manutenção, certamente está promovendo uma ineficiência na geração que provoca um impacto adverso na redução do consumo do Câmpus.

A seguir, apresentamos a Figura 5.6 com a simulação da Etiqueta Geral após a implementação dos ajustes recomendados.

Figura 5.6: Simulação da Etiqueta Final do Bloco Educacional IFG-Valparaíso de Goiás



Fonte: Autoria própria

Capítulo 6

Conclusão

6.1 Conclusões Gerais

Com base nos resultados, é possível concluir que o estudo realizado avaliou o desempenho energético do Bloco Educacional do IFG - Câmpus Valparaíso de Goiás com a utilização do método prescritivo descrito no RTQ-C e o auxílio do Software WebPrescritivo para confirmação dos cálculos, a avaliação resultou em nível A para a envoltória, nível B para a iluminação, nível B para o sistema de condicionamento de ar e nível A para Etiqueta Geral.

Ao atentar às questões de eficiência energética e etiqueta Procel, o IFG-Câmpus Valparaíso de Goiás contribui na redução do impacto ambiental e a diminuição dos custos operacionais, com a garantia de um ambiente de ensino e aprendizado sustentável e eficiente.

A análise do TCC do Bloco Educacional do IFG-Câmpus Valparaíso de Goiás revelou aspectos relevantes em relação à eficiência energética e etiqueta Procel. Os principais resultados obtidos mostram que o Bloco Educacional apresenta um desempenho adequado em termos de eficiência energética, com Nível “A” e classe de eficiência de 5,61 a ser melhorada continuamente, conforme o resultado confirmado pelo WebPrescritivo.

6.2 Trabalhos Futuros

Algumas sugestões de próximos trabalhos incluem:

- Monitoramento contínuo do consumo de energia elétrica no Bloco Educacional para identificar possíveis melhorias na eficiência energética. No entanto, para uma avaliação mais abrangente do edifício, seria necessário considerar também a iluminação natural, conforme indicado pelas normas NBR 5283 e NBR 15215. Além disso, sugere-se a realização de uma análise térmica da edificação para obter um diagnóstico definitivo sobre o conforto ambiental;
- Análise da dinâmica de uso do edifício, incluindo horários de maior demanda de energia e possíveis pontos de redução no consumo com substituição dos condicionadores de ar com nível de eficiência inferiores para o nível “A”;
- Implementação de medidas de economia de energia, como automação e controle de iluminação, para reduzir o consumo de energia e diminuir os custos operacionais;
- Manutenção tais como limpeza e testes de medição do sistema de geração fotovoltaica no Câmpus, a fim de aumentar a eficiência e dedução no consumo das próximas contas de energia, promovendo economia financeira;
- Análise de distorções harmônicas causadas pela geração fotovoltaica do Câmpus com emprego de modelos computacionais para reproduzir impactos que surgem da interação entre a operação do conversor, as distorções pré-existentes na rede e a impedância harmônica do sistema;
- Avaliação do papel dos sistemas de condicionamento de ar e iluminação no desempenho energético do Bloco Educacional, com foco na identificação de áreas de melhoria e na otimização dos sistemas existentes;
- Novos estudos e propostas de melhorias para os demais blocos que compõe o Câmpus biblioteca, anfiteatro, restaurante, quadra de esportes e Bloco de Laboratórios.

No geral, acredita-se que os objetivos do estudo foram alcançados, e espera-se que os resultados obtidos possam contribuir para servir como incentivo das análises de eficiência energética para edificações dos demais Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

Referências Bibliográficas

- [1] GONÇALVES, J. S. Critérios para avaliação de eficiência energética de edificações: estudo de caso para unb-campus do gama. 2013.
- [2] INMETRO. *Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE*. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, 2021. Available: <<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/conheca-o-programa>>.
- [3] MME. *Plano Nacional Eficiência Energética*. Ministério de Minas e Energia, 2022. Available: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-nacional-de-eficiencia-energetica>>.
- [4] ROMA, E. M. d. B. et al. Análise da aplicação do regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética no prédio do ibam. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2010.
- [5] INEE. *A Eficiência Energética e o Novo Modelo do Setor Energético*. Instituto Nacional de Eficiência Energética, 2001. Available: <http://www.inee.org.br/downloads/escos/ee_novo>.
- [6] EPE. *Plano Nacional de Energia 2030*. BRASIL: Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, 2007. Available: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>>.
- [7] EPE. *Plano Nacional de Energia 2050*. BRASIL: Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, 2020. Available: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/painel-pne-2050>>.
- [8] MME. *Atlas da Eficiência Energética Brasil 2020 – Relatório de Indicadores*. BRASIL: Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, 2020. Avail-

- able: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-da-eficiencia-energetica-brasil-2020>>.
- [9] FERREIRA, L. P. Eficiência energética nas instalações prediais estudo de caso de um edifício público em Brasília. UniCEUB, 2020. Available: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/14398/1/Leticia>>.
- [10] ONU. *Agenda 2030 ODS*. NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL – ONU BR, 2020. Available: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>.
- [11] BRASIL. *Decreto nº 87.079, de 2 de Abril de 1982. Aprova as Diretrizes para o Programa de Mobilização Energética*. BRASIL: Ministério de Minas e Energia, 1982. Available: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-87079-2-abril-1982-436644-publicacaooriginal-1-pe.html>>.
- [12] INMETRO. *Portaria n 42, de 24 de fevereiro de 2021. Aprova a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) que aperfeiçoa os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), especificando os critérios e os métodos para a classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto à sua eficiência energética*. INMETRO, 2021. Available: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002707.pdf>>.
- [13] PROCEL. *Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica*. Ministério de Minas e Energia – MME, 1985. Available: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD>>.
- [14] BRASIL. *Decreto de 18 de julho de 1991. Institui o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural - CONPET e dá outras providências*. BRASIL: Ministério da Infra-Estrutura, 1991. Available: <[https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret,n/1991/decreto-446-18-julho-1991-497118-norma-pe.html](https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/n/1991/decreto-446-18-julho-1991-497118-norma-pe.html)>.
- [15] BRASIL. *Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política*

- Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências.* BRASIL: Ministério de Minas e Energia, 1997. Available: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9478.htm>.
- [16] BRASIL. *Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.* BRASIL: Ministério de Minas e Energia, 1996. Available: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9427cons.htm>.
- [17] BRASIL. *Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre 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.* BRASIL: Ministério de Minas e Energia, 2000. Available: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9991.htm>.
- [18] BRASIL. *Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Lei da Eficiência Energética. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.* BRASIL: Ministério de Minas e Energia, 2001. Available: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis2001/l10295.htm>.
- [19] BRASIL. *Decreto Nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei no 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.* BRASIL: Ministério de Minas e Energia, 2001. Available: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/d4059.htm>.
- [20] MME. *Quem é Quem da Eficiência Energética.* Ministério de Minas e Energia – MME, 1985. Available: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/quem-e-quem>>.
- [21] BRASIL. *Decreto Nº 5.267 de 9 de novembro de 2004. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas do Ministério de Minas e Energia, e dá outras providências.* BRASIL: Ministério de Minas e Energia, 2004. Available: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/Decreto/D5267.htm>.
- [22] BRASIL. *Decreto Nº 2.335 de 6 de outubro de 1997. Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica -ANEEL, autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança*

- e dá outras providências*. BRASIL: Ministério de Minas e Energia, 1997. Available: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2335.HTM>.
- [23] BRASIL. *Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, Autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE e dá outras providências*. BRASIL: Ministério de Minas e Energia, 2004. Available: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/lei/l10.847.htm>.
- [24] ELETROBRAS. *Infográfico PROCEL*. Eletrobrás, 2022. Available: <<https://eletrobras.com/pt/PublishingImages/Paginas/Procel/Infografico-Procel.jpg>>.
- [25] ELETROBRAS. *Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica*. Eletrobrás, 1993. Available: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632>>.
- [26] ELETROBRAS. *Procel Edificações*. [S.l.]: Eletrobrás, s.d.
- [27] ELETROBRAS. *Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica*. Eletrobrás, 2020. Available: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/NT>>.
- [28] ELETROBRAS. *Manual de Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações. Anexo da Portaria nº 50/2013 do INMETRO*. Eletrobrás, 2013. Acesso em 5 de agosto de 2023. Available: <<https://www.pbefidifica.com.br>>.
- [29] ELETROBRAS. *Resultados Procel 2021*. Procel-Eletrobrás, 2022. Available: <<https://www.canalenergia.com.br/noticias/53215646/economia-do-procel-em-2021-equivale-a-45-do-sin>>.
- [30] INMETRO. *Portaria n 309, de 6 de setembro de 2022. Aprova as Instruções Normativas e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética das Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas e Residenciais – Consolidado*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2022. Available: <<http://sistema-sil.inmetro.gov.br/rtac/RTAC002989.pdf>>.
- [31] BRASIL. *Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos*. Brasília: [s.n.], 2009.

- [32] BRASIL. *Portaria n.º 18, de 16 de janeiro de 2012. Aprova a revisão do Regulamento Técnico da Qualidade - RTQ para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais*. [S.l.]: INMETRO, 2012.
- [33] BRASIL. *Instrução Normativa de Eficiência Energética IN SLTI-MP Nº 02-2014. Garantir a aquisição de bens e a contratação de obras e serviços de engenharia com eficiência energética no âmbito da Administração Pública Federal Direta, Autárquica e Fundacional, de modo a promover o desenvolvimento nacional sustentável*. [S.l.]: Ministério do Planejamento, 2014.
- [34] INMETRO. *Manual para etiquetagem de edificações públicas - Gestor Público*. [S.l.]: Inmetro, 2014.
- [35] INMETRO. *Manual para Aplicação do RTQ-C Comercial, de Serviço e Público. versão 2 com base na portaria 372*. INMETRO, 2021. Available: <https://pbeedifica.com.br/sites/default/files/Manual20170411_NotasT>
- [36] ABNT. 15220-3: Desempenho térmico de edificações, parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. *Rio Janeiro, Brasil*, 2005.
- [37] EDITION, S. Ashrae handbook. *Stephen Comstock: Atlanta, GA, USA*, 1993.
- [38] ABNT. *NBR 16401-1: Instalações de ar-condicionado — Sistemas centrais e unitários Parte 1: Projetos das instalações*. [S.l.]: ABNT, 2008.
- [39] BRASIL. *Ações para Promoção da Eficiência Energética nas Edificações Brasileiras: no Caminho da Transição Energética*. Brasília: [s.n.], 2020. Available: <file:///G:/Outros
- [40] ALLAIN O.; WOLLINGER, P. M. G. H. *Concepções e história da Educação Profissional Tecnológica. Livro-texto virtual. Prod. Téc. Curso de Especialização em Gestão Pública na Educação Profissional*. Santa Catarina: [s.n.], 2016.
- [41] IFG. *Apresentação do Câmpus*. 2014. Available: <<http://www.ifg.edu.br/valparaiso/apresentacao>>.
- [42] LAMBERTS, R. Desempenho térmico de edificações. aula 5: Orientação e diagrama solar. ecv 5161. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Available: <https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161_v2016.pdf>.

- [43] BERLEZE, A. S. et al. Avaliação do nível de eficiência energética da envoltória de edifícios públicos educacionais da ufsm com base no rtq-c. Universidade Federal de Santa Maria, 2013. Available: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/22845>>.
- [44] LENGEN, J. V. *Manual do Arquiteto Descalço-2*. [S.l.]: Bookman Editora, 2021.
- [45] CEPTEL. *Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito*. 2017. Available: <<http://www.cresesb.cepel.br>>.
- [46] CEPTEL. *Potencial Solar - SunData v 3.0 - CRECESB*. 2017. Available: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>>.
- [47] UFSC. *programa para obtenção da carta solar da latitude especificada. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações*. Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. Available: <<https://labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>>.
- [48] VIVIX. *Composição do Vidro incolor*. Vivix Vidros Planos, 2023. Available: <<https://vivix.com.br/vivix-calcula-produto/vivix-incolor>>.
- [49] INMETRO. *Catálogo de propriedades térmicas. Anexo da Portaria nº 309/2022 do INMETRO*. [S.l.]: INMETRO, 2013.
- [50] ASTM. Astm-e1918-06, standard test method for measuring solar reflectance of horizontal and low-sloped surfaces in the field, astm international. *West Conshohocken, PA*, 2015.
- [51] ASTM. Astm-e903-96, standard test method for solar absorptance, reflectance, and transmittance of materials using integrating spheres, astm international. *West Conshohocken, PA*, 1996.
- [52] UFSC. *WebPrescritivo - Ferramenta de Avaliação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais pelo Método Prescritivo do RTQ-C*. Vivix Vidros Planos, 2023. Available: <<https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/>>.
- [53] ABNT, N. 8995-1/2013. *Iluminação de ambientes de trabalho Parte*, v. 1.
- [54] ABNT. *NBR 5413: Iluminância de interiores*. [S.l.]: ABNT, 1992.
- [55] FARIA, A. F. d. et al. Análise de viabilidade técnica, econômica e ambiental de um projeto de eficiência energética associado com geração distribuída. Universidade Federal de Goiás, 2022.

- [56] MORAES, P. H. F. Proposta de modelos individual e agregado no domínio do tempo para estimação de correntes harmônicas em usinas eólicas e fotovoltaicas. 2022.

Apêndice

A.1 Dados referente ao Bloco Educacional do IFG Câmpus Valparaíso de Goiás para arquivo WebPrescritivo com extensão [.wpres]

$check_scele = true | check_naquece = true | check_saquece = true | check_zb = true | zb =$
 $zb4 | city = zb4 | pre_{req} = true | ucob_{ac} = 0.58 | abs_{cob} = 0.2 | ucob_{anc} = 0 | ctpar =$
 $0 | upar = 2.72 | abs_{par} = 0.4 | paz = 0 | fsz = 0 | atot = 2857.72 | apcob = 1428.86 | ape =$
 $1095.03 | vtot = 4254.71 | aenv = 1103.32 | fs = 0.87 | paft = 0.2141 | pafo = 0 | avs = 0 | ahs =$
 $0 | lights_{area} = true | quantlitarea = 1 | quantlitact = 0 | rddivisaocircuitosatende =$
 $true | rdcontribuicaoluznaturalatende = true | rddesigamentoaautomaticoatende =$
 $true | selarean = Escola/Universidade | seldiv = Atende | selcontrib =$
 $Atende | seldesli = Noatende | txtpotn = 10000 | txtlit_{arean} =$
 $2128.08 | selarea = Escola/Universidade | txtpot = 10160 | txtlit_{area} =$
 $2128.08 | seldivact1 = Atende | selcontribact1 = Atende | seldesliact1 =$
 $Atende | select1 = (nenhuma) | quantidadeambiente = 13 | quantidadear =$
 $1.1.1.1.1.1.1.2.1.2.1.1 | quantidadearnao = 1 | = true | txtambiente =$
 $DAA | selectartipo = split | txtarcapacidade = 18000 | unitEff =$
 $3.24 | txtambiente2 = Direo/Gab/RH - Saladereunies | selectartipo1 =$
 $split | txtarcapacidade1 = 12000 | unitEff1 = 2.88 | txtambiente3 =$
 $SalaExtensoePesquisa | selectartipo2 = split | txtarcapacidade2 =$
 $12000 | unitEff2 = 2.88 | txtambiente4 = SaladosProfessores | selectartipo3 =$
 $split | txtarcapacidade3 = 18000 | unitEff3 = 3.24 | txtambiente5 = T - 305 -$
 $GEPECS/Estgio | selectartipo4 = split | txtarcapacidade4 = 18000 | unitEff4 =$
 $3.48 | txtambiente6 = Centrodeleao/RegistroAcadmico | selectartipo5 =$
 $split | txtarcapacidade5 = 18000 | unitEff5 = 2.95 | txtambiente7 =$

$T - 401 \sim \text{LaboratriodeMatemtica} | \text{selectartipo6} = \text{split} | \text{txtarcapacidade6} =$
 $18000 | \text{unitEff6} = 3.24 | \text{txtarambiente8} = T -$
 $403 \sim \text{Lab.Eletrnica/CircEle/Fsica} | \text{selectartipo7} = \text{split} | \text{txtarcapacidade7} =$
 $18000 | \text{unitEff7} = 3.24 | \text{txtarambiente9} = T - 405 \sim \text{SalaTcnica} | \text{selectartipo8} =$
 $\text{split} | \text{txtarcapacidade8} = 18000 | \text{unitEff8} = 3.24 | \text{ACtype92} = \text{split} | \text{accap92} =$
 $18000 | \text{aceff92} = 3.48 | \text{txtarambiente10} = \text{Salamultimdia} | \text{selectartipo9} =$
 $\text{split} | \text{txtarcapacidade9} = 18000 | \text{unitEff9} = 2.95 | \text{txtarambiente11} =$
 $S - 403 \sim \text{Lab.deInformtica} | \text{selectartipo10} = \text{split} | \text{txtarcapacidade10} =$
 $12000 | \text{unitEff10} = 2.88 | \text{ACtype112} = \text{split} | \text{accap112} = 18000 | \text{aceff112} =$
 $3.24 | \text{txtarambiente12} = S - 404 \sim \text{Lab.deMetrologia/Desenho} | \text{selectartipo11} =$
 $\text{split} | \text{txtarcapacidade11} = 18000 | \text{unitEff11} = 2.95 | \text{txtarambiente13} =$
 $S - 405 \sim \text{GernciaAdministratica} | \text{selectartipo12} = \text{split} | \text{txtarcapacidade12} =$
 $18000 | \text{unitEff12} = 3.24 | \text{selecteficienciaarao} = A | \text{selectrequisito1} =$
 $1 | \text{selectrequisito2} = 1 | \text{selectrequisito3} = 1 | \text{selectrequisito4} = 1 | \text{selectrequisito5} =$
 $1 | \text{selectrequisito6} = 1 | \text{selectrequisito7} = 1 | \text{selectrequisito8} = 1 | \text{selectrequisito9} =$
 $1 | \text{selectrequisito10} = 1 | \text{selectrequisito11} = 1 | \text{selectrequisito12} = 1 | \text{selectrequisito13} =$
 $1 | \text{selectrequisito14} = 1 | \text{selectrequisito15} = 1 | \text{au} = 2190.06 | \text{ac} = 669.9 | \text{ad} =$
 $1520.1599999999999 | \text{bonRacAgua} = 0 | \text{bonAqueAgua} = 0 | \text{bonEnergia} =$
 $8,37 | \text{bonCogera} = 0 | \text{bonElevador} = - | \text{apt} = 1409.07 | \text{anc} = 111.08999999999992 | \text{vent} =$
 $2.17 | \text{bonif} = 0.8 | \text{DPI} = 5 | \text{Env} = 5 | \text{CA} = 4.29 |$

Figura A.1: Conta de energia do Câmpus Valparaíso de Goiás referente ao mês de outubro/2023

DANE IE - DOCUMENTO ATRIBUÍDO NA NOTAFISCAL DE ENERGIA ELÉTRICA E TRIFÁSICO

EQUATORIAL
ENERGIA

EQUATORIAL GOIÁS Distribuidora de Energia S.A.

CNPJ: 01.543.032/0001-04 • IE: 100.549.420

Rua 2. Qd. A-37, N° 505 - Jardim Goiás - Goiânia-GO - CEP: 74.805-180

Endereço CODE INREGRA:

AVENIDA SAIAVELHA, Q. ÁREA B.L KM 06, N. O. - BR-040
PARQUE ESPLANDA V
CEP: 7276600 VALPARAISO DE GOIAS GO BRASIL

Classificação: A44 PODER PÚBLICO - FEDERAL TIS_VERDE

Tipo de Fornecimento: TRIFÁSICO

Tensão Nominal Disp:13800V Lim Min:12.834 V Lim Max:14.490 V

INSTITUTO FEDERA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CNPJ/CPF: 10.870.883/0015-40 INSC. ESTADUAL:
AVENIDA SAIAVELHA, Q. ÁREA B.L KM 06, N. O. - BR-040
PARQUE ESPLANDA V
CEP: 7287600 VALPARAISO DE GOIAS GO BRASIL
PERDAS DE TRANSFORMAÇÃO / RAMAL: 2,5 %

Parceiro de Negócio
103365451

Unidade Consumidora
10014555202

Conta mês
OUT/2023

Vencimento
10/11/2023

Total a pagar
R\$***8.146,75**

DATA DA LEITURA

Leitura Anterior
01/09/2023

Leitura Atual
01/10/2023

Nº de Dias
30

Próxima Leitura
01/11/2023

NOTA FISCAL Nº 75632720 - SÉRIE O / DATA DE EMISSÃO: 18/10/2023 16:31:44

Consulte pela Chave de Acesso em:
<https://dfe-portal.svcs.gov.br/NF3e/consulta>
chave de acesso:
5223100154303200010466000075632720-18/10/2023 16:32:55
Protocolo de autorização: 3522300039172360 - 18/10/2023 às 16:32:55
CFOP 5255: Venda de energia elétrica para não contribuinte

INFORMAÇÕES PARA O CLIENTE

CREDITO DE ENERGIA GERACAO ULTIMO CICLO (01/2023) KW/h P=0,00, PP=0,00, HR=0,00, H=0,00, CREDITO RECEBIDO KW/h P=0,00, PP=0,00, HR=0,00, H=0,00, SALDO KW/h P=0,00, PP=0,00, HR=0,00, H=0,00, SALDO A EXPIRAR EM 30 DIAS KW/h P=0,00, PP=0,00, HR=0,00, H=0,00, SALDO A EXPIRAR EM 60 DIAS KW/h P=0,00, PP=0,00, HR=0,00, H=0,00, CADASTRO RATEIO GERACAO ULTIMO 4555202 - 100%
PERIODO DE REFERENCIA DA APURACAO DOS INDICADORES DE CONTINUIDADE = 9/2023 VENC = R\$1.666.39100
ATRASADO PAGAMENTO AS CONTAS NÃO PAGAS ATÉ A DATA DE VENCIMENTO SOFRERÁ MULTA E ENCARGOS MORA TÓRIOS (MUTA DE 2% + ATUALIZAÇÃO MONETÁRIA + JUROS DE MORA DE 1% AO MÊS CALCULADOS PRO RATA DIE)
NA FATURA SEGUIRTE A REALIZAÇÃO DO PAGAMENTO: A INADIMPLÊNCIA POR UM PERÍODO SUPERIOR À 15 (QUINZE) DIAS, E ATÉ 90 (NOVENTA) DIAS, IMPLICARÁ NA SUSPENSÃO DO FORNECIMENTO DE ENERGIA, CONFORME REGULAMENTAÇÃO DA ANEEL.

Itens de fatura	Unid.	Quant.	Preço unit (R\$) com tributos	Valor (R\$)	PIS/ COFINS	Base Calc. ICMS (R\$)	Alíquota. ICMS (R\$)	ICMS	Tarifa unit. (R\$)	Tributo	Base (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
FORNECIMENTO										PIS/PASEP	7277,57	0,6583%	47,91
ENERGIA ATIVA FORNECIDA - FP	kWh	33483,0	0,704000	688,19	21,08	688,19	0%	16,99	0,99330	ICMS	8768,17	17%	1490,59
ENERGIA ATIVA FORNECIDA - HR	kWh	1495,84	0,704000	258,08	7,84	258,08	0%	44,03	0,99330	COFINS	7277,57	3,0123%	220,68
ENERGIA ATIVA FORNECIDA - P	kWh	31815,0	1,666100	3120,48	102,7	3120,48	0%	569,16	1,45710				
DEMANDA	kW	5116	28,68710	146,405	45,15	146,405	0%	250,59	2,244000				
DEMANDA ULTRAFASTAGAGEM	kW	14136	57,39340	824,47	25,25	824,47	0%	140,16	43,89000				
ENERGIA INLETADA - FP	kWh	9121,0	-0,348004	-69,22	-19,88	-4702,2	0%	-74,71	-0,27200				
ENERGIA INLETADA - FP - PARC. TE	kWh	822,10	0,704000	-204,44	-7,06	-204,44	0%	-19,17	0,99330				
ENERGIA ATIVA FORNECIDA - P - PARC. TE	kWh	33483,0	0,348204	1167,59	42,27	1167,59	0%	228,08	0,27200				
ENERGIA ATIVA FORNECIDA - HR - PARC. TE	kWh	1495,84	-0,348204	-507,71	15,33	507,71	0%	86,21	-0,27200				
ENERGIA ATIVA FORNECIDA - P - PARC. TE UFER UF	kWh	31815,0	0,546684	994,16	30,45	994,16	0%	169,01	0,40700				
UFER UF	kWh	7,18	0,158420	2,65	0,08	2,65	0%	0,45	0,28530				
UTERO FINANCIARIO													
CONTA DE LUXO (LUXO+)				-230,49									
CEL (15% LUXO+)				-64,50									
CONTRIB. ILUM. PUBLICA - MUNICIPAL (A LUZ NOITE)				14,16									
PIS/PASEP (0,65 15 800x1)				-48,42									
TOTAL				8146,75	263,59	8718,07		1490,59					

Grandezas

Postos horarios

Leitura Anterior

Leitura Atual

Const Medidor

Consumo kWh

Medidor

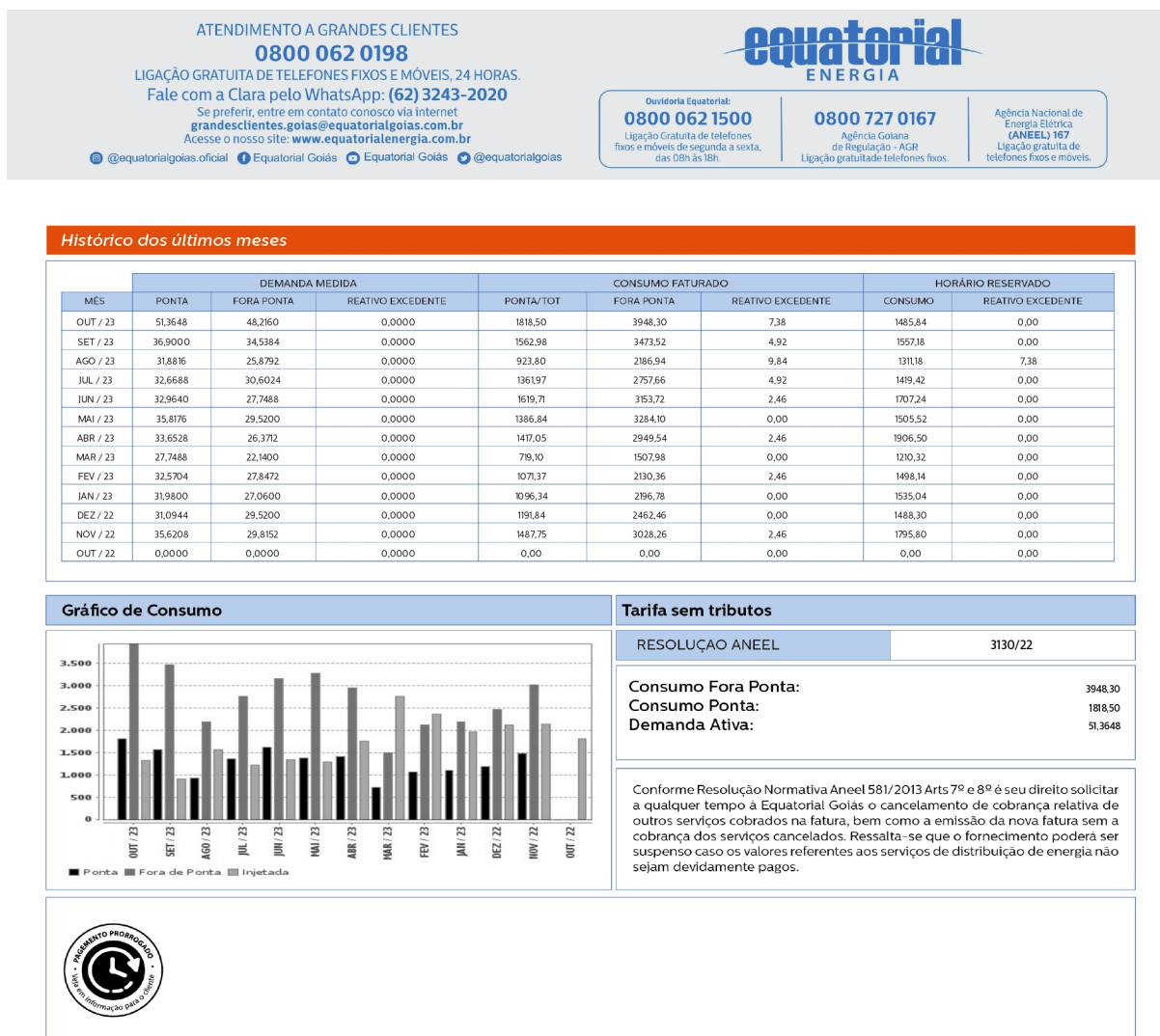
ENERGIA ATIVA - kWh	PONTA	87181	881904	0,240000	18815	TEL8866-S
ENERGIA ATIVA - kWh	FORA PONTA	017402	017307	2,400000	3940,3	TEL8866-S
ENERGIA ATIVA - kWh	RESERVADO	017350	017374	2,400000	18834,4	TEL8866-S
DEMANDA - kW	PONTA	01978	012481	0,096000	513484	TEL8866-S
DEMANDA - kW	FORA PONTA	007015	006971	0,096000	49,376	TEL8866-S
DEMANDA - kW	RESERVADO	007015	007067	0,096000		

83690000081-8 46750009094-0 79789210230-3 00289052243-2

EQUATORIAL GOIAS DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S/A / CELG DISTRIBUICAO S.A.				
83690000081-8 46750009094-0 79789210230-3 00289052243-2				
PACADOR / CPF: INSTITUTO FEDERA DE EDUCACÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS CNPJ/CPF: 10.870.883/0015-40 AVENIDA SAIA VELHA, Q. ÁREA 8, L. KM 06, N. O. - BR-040 PARQUE ESPLANADA V CEP: 72876601 VALPARAISO DE GOIAS GO BRASIL				
DATA DE EMISSÃO: 01/10/2023	NOTA FISCAL: 2023094797892	REFERÊNCIA: OUT/2023	DATA DE VENCIMENTO: 10/11/2023	VALOR DO DOCUMENTO: 8.146,75
Nº CONTROLE: 0289052243	MENSAGEM: Aproveite os benefícios do débito automático, cadastre-se na sua instituição bancária utilizando o código: 0289052243			



Figura A.2: Histórico dos últimos meses da Conta de energia do Câmpus Valparaíso de Goiás referente ao mês de outubro/2023



Cuide sempre da sua segurança e evite acidentes com energia elétrica.

- Sempre que ligar um eletrodoméstico na tomada, esteja calçado, principalmente se o chão estiver úmido ou molhado; segure na parte rígida isolante (plugue) e nunca no fio.
- Cuidado na hora de instalar ou manusear antenas de TV ou telefonia, mantendo a distância mínima de 3 metros da rede elétrica. Assim você previne acidentes.

Pelo cliente hoje.

Tabela A.1: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método da área do edifício

ANEXO DA PORTARIA INMETRO nº 372 / 2010

Tabela 4.1: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido – Método da área do edifício

Função do Edifício	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m² (Nível A)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m² (Nível B)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m² (Nível C)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m² (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/Clinica	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

