

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**Caracterização do nível de eficiência energética conforme
o Programa Brasileiro de Etiquetagem Edifica: Estudo de
caso da Biblioteca Comunitária - UFSCar**

William Silva Duran Lopes

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Departamento de Engenharia Civil da Universidade
Federal de São Carlos como parte dos requisitos
para a conclusão da graduação em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Douglas Barreto

São Carlos

2022

AGRADECIMENTO

Agradeço a Profa. Dra. Luciana Márcia Gonçalves, a Arquiteta Raquel Januzzi e ao Engenheiro Eletricista Roberto Ferri, da Secretaria Geral de Gestão do Espaço Físico, SeGEF, pelo apoio ao disponibilizar informações da BCo – UFSCar necessárias para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também a Renata C. de M. Esteves da BCo pela presteza durante a visita técnica ao local. E meus mais sinceros agradecimentos ao meu orientador, Prof. Dr. Douglas Barreto, por todo seu apoio, disponibilidade, atenção e orientação durante todo o processo de desenvolvimento deste TCC.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é estudar e ampliar as discussões sobre as técnicas de avaliação de eficiência energética em edifícios, em específico edifícios universitários. Assim, seguindo as diretrizes do PBE Edifica, utilizando o método prescritivo contido no Regulamento Técnico de Qualidade para o nível de eficiência energética para Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos, RTQ-C, foi caracterizada a eficiência energética da Biblioteca Comunitária presente na Universidade Federal de São Carlos, com base em dados obtidos em plantas e arquivos dwg do edifício e uma visita técnica presencial para obtenção dos dados faltantes, utilizando-se do aplicativo WebPrescritivo para auxiliar e otimizar o processo devido a automatização dos cálculos. Com isso, obteve-se uma classificação geral C para edificação, sendo envoltória nível E, iluminação nível E e condicionamento de ar nível B. Além disso, foram sugeridas melhorias no sistema de iluminação, que atingiu nível B e etiqueta geral nível B, e na bonificação do elevador, que elevou o nível do edifício para B, fato que se repetiu utilizando a bonificação juntamente das melhorias na iluminação.

Palavras-chave: Eficiência energética, BCo, Procel EDIFICA, RTQ-C, WebPrescritivo.

ABSTRACT

The objective of this work is to study and expand the discussions on the techniques for evaluating energy efficiency in buildings, specifically university buildings. Thus, following the guidelines of PBE Edifica, using the prescriptive method contained in the Technical Quality Regulation for the level of energy efficiency for Commercial, Service and Public Buildings, RTQ-C, the energy efficiency of the Community Library present at the Federal University of São Carlos was characterized, based on data obtained from plans and dwg files of the building and a technical visit in person to obtain the missing data, using the WebPrescriptive application to assist and optimize the process due to the automation of the calculations. As a result, a general classification of C was obtained for the building, with a level E envelope, level E lighting and level B air conditioning. In addition, improvements were suggested in the lighting system, which reached level B and general label level B, and in the lift bonus, which raised the building's level to B, a fact that was repeated using the bonus along with improvements in lighting.

Keywords: Energy Efficiency, BCo, Procel EDIFICA, RTQ-C, WebPrescritivo.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. JUSTIFICATIVA.....	9
1.2. OBJETIVOS	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. CONTEXTO ENERGÉTICO NO BRASIL.....	10
2.2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	12
2.2.1. Diagnóstico energético	13
2.2.2. Benchmark	15
2.3. ETIQUETAGEM.....	16
2.3.1. Zonas bioclimáticas	21
2.3.2. WebPrescritivo	22
2.3.3. ProjetEEE	23
3. METODOLOGIA	24
3.1. ESTUDO DA FERRAMENTA.....	24
3.2. MÉTODO PRESCRITIVO	25
3.2.1. Envoltória	25
3.2.1.1. Pré-requisitos	25
3.2.1.2. Procedimento de cálculo	27
3.2.2. Iluminação	28
3.2.2.1. Pré-requisitos	28
3.2.2.2. Procedimento de cálculo	29
3.2.3. Condicionamento de ar	32
3.2.3.1. Pré-requisitos	33
3.2.3.2. Procedimento de cálculo	33
3.2.4. Bonificações	34
3.2.5. Pré-requisitos gerais	34
3.2.6. Classificação geral	34
3.2.6.1. EqNumV.....	35
3.2.6.2. Pontuação final	35
4. ESTUDO DE CASO	36
4.1. OBJETO DE ESTUDO	36
4.2. PRÉ-REQUISITOS GERAIS	37
4.3. ENVOLTÓRIA.....	37
4.3.1. Pré-requisitos	38

4.3.1.1.	Transmitância térmica (U).....	38
4.3.1.2.	Percentual de abertura zenital (PAZ).....	42
4.3.1.3.	Absortância solar (α).....	42
4.3.2.	Dados dimensionais da edificação.....	42
4.3.3.	Características das aberturas.....	43
4.3.3.1.	Fator solar (FS).....	43
4.3.3.2.	Porcentagem de abertura da fachada (PAF).....	44
4.3.3.3.	Ângulo de sombreamento (AVS e AHS).....	46
4.4.	ILUMINAÇÃO.....	46
4.4.1.	Pré-requisitos.....	47
4.4.2.	Características da iluminação.....	47
4.5.	CONDICIONAMENTO DE AR.....	48
4.5.1.	Pré-requisitos.....	50
4.5.2.	Área Útil e Área Condicionada (AU e AC).....	50
5.	RESULTADOS.....	50
5.1.	PRÉ-REQUISITOS GERAIS.....	50
5.2.	ENVOLTÓRIA.....	50
5.3.	ILUMINAÇÃO.....	51
5.4.	CONDICIONAMENTO DE AR.....	53
5.5.	CLASSIFICAÇÃO GERAL.....	53
6.	DISCUSSÃO.....	54
7.	MELHORIAS.....	55
7.1.	MELHORIAS NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO.....	55
7.2.	BONIFICAÇÃO.....	57
8.	CONCLUSÃO.....	58
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
	Anexo – Planta baixa BCo: Térreo e 1 pavimento.....	62
	Anexo – Planta baixa BCo: 2 e 3 pavimentos.....	63
	Anexo – Planta baixa BCo: 4 e 5 pavimentos.....	64
	Anexo – Planta Elétrica BCo: Térreo e 1 pavimento.....	65
	Anexo – Planta Elétrica BCo: 2 e 3 pavimentos.....	66
	Anexo – Planta Elétrica BCo: 4 e 5 pavimentos.....	67
	Anexo – Condicionamento de ar BCo: Térreo e 1 pavimento.....	68
	Anexo – Condicionamento de ar BCo: 2 e 3 pavimentos.....	69
	Anexo – Condicionamento de ar BCo: 4 e 5 pavimentos.....	70

Anexo – Catálogo ar condicionado	71
Anexo – Catálogo Lâmpada Tubular 40W	72
Anexo – Catálogo Lâmpada Tubular 20W	73

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da humanidade, o consumo energético aumenta cada vez mais (DOROCHE; ANSCHAU, 2015). Conjuntamente, as preocupações com as questões de sustentabilidade também se ampliam e se intensificam, se refletindo nas edificações e nas ações de engenharia civil. Medidas de economia de energia estão sendo discutidas e abordadas em projetos de forma crescente, já que além do papel sustentável relacionado à mitigação dos elevados consumos energéticos, a implantação desses elementos também gera ganhos econômicos significativos devido à melhora da eficiência energética da construção (BORGSTEIN; LAMBERTS, 2014).

Nas edificações, não somente os aspectos elétricos como utilizar iluminação mais eficiente de baixo consumo afetam a demanda energética, bem como também elementos construtivos, desde a escolha dos materiais de vedação da estrutura até mesmo um estudo mais minucioso do posicionamento da construção em relação a exposição solar. Medidas simples como pinturas em cores claras nos exteriores da edificação são efetivas na melhoria do conforto térmico, conseqüentemente, diminuindo o uso de equipamentos de condicionamento de ar, que acabam consumindo muita energia elétrica (CARLO, 2008). Além disso, devido a matriz energética brasileira ser composta majoritariamente por fontes hídricas, o país é muito afetado por crises no regime de chuvas, o que afeta diretamente a produção de energia elétrica, de forma que as ações de diminuição de consumo energético são ainda mais importantes durante estes períodos, como é o caso do segundo semestre de 2021 (PNE 2050).

No Brasil, já existem diretrizes que regulamentam os processos de determinação de eficiência energética nas edificações, sejam elas particulares ou públicas, residenciais ou não. Dessa forma, pode-se citar o Programa Brasileiro de Etiquetagem, PBE Edifica, que estabelece critérios de avaliação e caracterização do consumo energético das edificações no país, que foi tido como norteador para o desenvolvimento deste estudo.

Assim, esse trabalho tem como objetivo caracterizar o consumo energético de um edifício, seguindo as diretrizes da PBE Edifica, que regulamenta a prática de etiquetagem no Brasil. Para tanto, serão estudados edifícios de uma mostra da Universidade Federal de São Carlos, estabelecendo comparações e características

que permitam entender melhor como se dá o consumo energético deste local, analisando elementos de conforto térmico e lumínico, importantes para o bem-estar dos alunos e professores, fato que além de propiciar uma economia do consumo de energia elétrica, também ao gerar melhor conforto, acaba levar ao melhor processo de aprendizagem.

1.1. JUSTIFICATIVA

A matriz energética brasileira se destaca quando comparada à matriz energética mundial pelo seu caráter predominante de fontes de energia renováveis, sendo a principal delas as fontes hídricas (65,2%) como apresentado pelo Balanço Energético Nacional 2021 (2021). Embora esta característica seja positiva do ponto de vista sustentável, ela faz com que a produção de energia elétrica do país seja direta e intensamente afetada por crises hídricas que ocorrem pelo território brasileiro.

Atualmente, o Brasil tem enfrentado um cenário de escassez hídrica com menores vazões desde 1930. Em 2001, o país passou por uma crise desse tipo. Comparando a situação atual com a de 2001, a extensão de linhas de transmissão mais do que dobrou, contudo o consumo de energia elétrica aumentou menos de 80%, enquanto a capacidade instalada aumentou 130% no mesmo período (EPE, 2021b). Embora o cenário atual seja mais favorável do que o de 2001, o impacto ainda é grande, sendo mais visível no valor da conta de luz. No ano de 2021, foi aprovado um novo patamar de bandeira tarifária chamada de “Bandeira Escassez Hídrica”, bem como também o Programa de Incentivo à Redução Voluntária do Consumo de Energia que dá bonificações a consumidores do grupo B (residenciais, pequenos comércios e rurais) que consigam reduzir em pelo menos 10% o consumo de energia elétrica (MME, 2021).

Dessa forma, medidas de eficiência energética se mostram ainda mais necessárias devido à escassez hídrica enfrentada no país em 2021, de forma que este trabalho se faz importante para auxiliar os estudos da área e como eficiência energética pode ser trabalhada em edifícios universitários.

1.2. OBJETIVOS

Caracterizar o nível de eficiência energética de um edifício universitário segundo as diretrizes do PBE Edifica e a partir da classificação obtida propor melhorias na classificação.

Como objetivo específico, pretende-se:

1. Identificar ferramentas utilizadas nos processos de avaliação de eficiência energética de edifícios;
2. Identificar os dados necessários à prática de etiquetagem de um edifício;
3. Detalhar o processo de etiquetagem da Biblioteca Comunitária da UFSCar utilizando do WebPrescritivo;
4. Determinar práticas para maximizar a eficiência energética da BCo com o objetivo de atingir a etiqueta A.

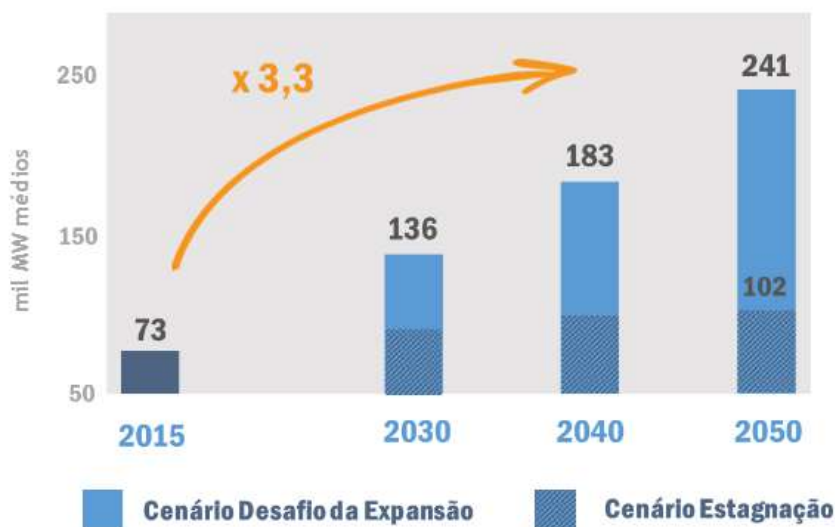
De modo geral, é esperado que como resultado deste trabalho apresente uma melhor visão sobre eficiência energética quando avaliando edifícios universitários e como a mesma pode ajudar a reduzir desperdícios e melhorar o consumo elétrico de um empreendimento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONTEXTO ENERGÉTICO NO BRASIL

O consumo de energia está diretamente ligado à qualidade de vida. Fatores como expectativa de vida, mortalidade infantil e analfabetismo são influenciados pelo acesso ou não à energia elétrica (DOROCHE; ANSCHAU, 2015). Com isso, a disponibilidade de energia tem sido alvo de preocupação em todo o mundo. Muitos países estão tendo dificuldades em suprir suas crescentes demandas de energia geradas pelo aumento populacional, além de fornecer recursos energéticos que sustentem seus crescimentos econômicos (ALTOÉ et al., 2017). No Brasil, embora indicadores do Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050) projetem um crescimento populacional com taxas cada vez menores, o consumo de energia do país apresenta tendência de, até o ano de 2050, crescer mais de três vezes quando comparado com o consumo de energia do país no ano base de 2015 sob um cenário de expansão, como observado na Gráfico 1 abaixo (BRASIL, 2020).

Gráfico 1 - Consumo potencial de energia



Fonte: BRASIL (2020)

O Brasil é um país com uma matriz energética composta prioritariamente por recursos renováveis, sendo a maior fonte energética a hídrica, que corresponde a 65,2% da oferta interna (EPE, 2021a). O Balanço Energético Nacional 2021, que apresenta os dados energéticos do Brasil no ano de 2020, traz que a oferta de energia atual é composta por fontes hídricas (65,2%), biomassa (9,1%), eólica (8,8%), gás natural (8,3%), carvão e derivados (3,1%), nuclear (2,2%), solar (1,66%) e derivados do petróleo (1,6%). Este balanço ainda mostra que de 2011 a 2020 houve um aumento de 13,8% na oferta interna de energia interna, além de 5,7% de aumento no consumo de energia por habitante que passou de 2875 kWh/hab para 3039 kWh/hab. Ademais, o aumento da produção de energia no Brasil acompanha o crescimento do PIB, contudo o consumo de energia elétrica aumentou mais rapidamente devido à eletrificação crescente no país e também a instalação de indústrias eletrointensivas (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Quando se compara as políticas nacionais de incentivo ao uso de medidas de eficiência energética, o Brasil ainda se encontra muito aquém de países desenvolvidos como os Estados Unidos, que formularam suas primeiras normas de eficiência energética na década de 1970, enquanto legislações brasileiras voltadas a essa questão somente vieram a ser debatidas em 1981 com a criação do Programa Conserve. Este programa tinha como objetivo a conservação de energia na indústria, o desenvolvimento de produtos eficientes e substituição de energéticos importados

por fontes nacionais. Desde então, novas políticas foram desenvolvidas, como o Programa Brasileiro de Etiquetagem em 1984, que será comentado posteriormente. Pode-se citar também a Lei n. 10.295/2001, que lançou a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, considerado um marco legal na área de eficiência energética no país (ALTOÉ et al., 2017). Um dos trabalhos mais recentes desenvolvidos no Brasil é o Plano Nacional de Energia 2050, feito em 2020, que traz estudos e diretrizes para o desenho de uma estratégia de longo prazo (2050) para o setor energético brasileiro. Este plano veio devido as mudanças ocorridas em 13 anos do desenvolvimento do Plano Nacional de Energia 2030, realizado em 2007, de forma a atualizar as informações e diretrizes para o contexto mais atual. Além disso, o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Público (RTQ-C), manual que será melhor explicado no tópico 2.2 desta revisão bibliográfica, teve uma nova versão disponibilizada no ano de 2021, o que demonstra que documentos relacionados à eficiência energética estão em constante evolução e desenvolvimento.

2.2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Medidas de eficiência energéticas são cada vez mais necessárias, visto a crescente demanda por energia como descrito no Plano Nacional de Energia 2050. No Brasil, as edificações são responsáveis pelo consumo de 48% de energia elétrica no país, além da maior parte da energia utilizada pelo setor comercial ser energia elétrica (90%), com pouca participação de outras fontes (BORGSTEIN; LAMBERTS, 2014). Dessa forma, a economia de energia vinda da parte das edificações não somente impacta nos gastos com energia elétrica, como também impacta de forma significativa todo o consumo energético do país.

Nas edificações, de forma geral, os contribuidores para o gasto de energia estão relacionados aos ganhos e perdas de calor pelo envoltório da construção, pelo uso de equipamentos e pela iluminação artificial (CARLO, 2008). Elementos como o aproveitamento de luz natural tem sido colocados em segundo plano, já que existem equipamentos capazes de gerar o mesmo conforto de forma constante, embora de forma artificial, como dito por Graziano (apud AYUSSO, 2017). Portanto, para que se consiga melhores valores de consumo energético na edificação é necessário uma análise dos elementos relacionados aos fatores citados para que sejam avaliadas

maneiras que possam trazer um melhor desempenho por essas instalações e equipamentos.

Para tanto, é preciso ferramentas que possibilitem esta avaliação do ponto de vista energético. Algumas dos processos utilizados são diagnósticos energéticos, ou auditorias energéticas, o uso de benchmarks e etiquetagem de edificações. Estas três técnicas são apresentadas abaixo e podem ser utilizadas de modo a avaliar a eficiência energética de edifícios universitários.

2.2.1. Diagnóstico energético

De forma resumida, o diagnóstico energético é a avaliação da eficiência de uma edificação com propósito de identificar melhoria possíveis no seu desempenho energético (PAIVA et al., 2020). Este processo, que também é conhecido por auditoria energética, pode ser dividido em quatro etapas segundo Benavides (2014). Na primeira etapa é realizado o levantamento de dados de consumo energético da localização estudada através de uma visita preliminar à instalação, de forma a caracterizar e apresentar como se dá o consumo de energia do edifício. Nesta etapa, as fontes de dados utilizadas podem ser contas de energia e memória de massa dos medidores ou também podem ser obtidas através de medição direta. Além disso, deve-se efetuar a inspeção na edificação, de maneira a complementar os dados de consumo com características físicas e hábitos de uso da instalação. A segunda etapa pode ser descrita como a análise comparativa dos dados com os padrões de boas práticas. É nesta etapa em que são calculados indicadores de uso de energia elétrica para que se possa ser feita a análise da eficiência da edificação. A próxima etapa se dá com a avaliação de perdas, a qual identifica os pontos passíveis de melhoria, sejam eles medidas de intervenção ou conscientização. Por fim, tem-se a etapa do desenvolvimento de medidas corretivas viáveis, tanto tecnicamente quanto economicamente. Esta etapa geralmente conta com valores de tempo de retorno, equivalentes uniformes anuais e custo de energia conservada.

Os diagnósticos, ou auditorias, energéticos podem ser classificados em níveis segundo a organização dos Estados Unidos American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Segundo Kuk (2015), as auditorias realizadas de acordo com a ASHRAE informam a quantidade de energia consumida pela edificação, o destino dessa energia, quão efetivo é o consumo, além

de como o edifício pode ser utilizado. O primeiro nível de diagnóstico energético definido pela ASHRAE é uma análise preliminar, ou walk-through, mais básica e superficial. Já o segundo nível se trata de uma análise mais aprofundada dos dados coletados, seguindo para o terceiro nível que possui um nível alto de detalhamento das medidas de alto custo, tendo mais detalhes e informações mais precisas quanto aos investimentos (AYUSSO, 2017). Esses níveis e seus detalhamento encontram-se no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 - Detalhamento dos níveis de diagnóstico energético ASHRAE

Process	Level		
	1	2	3
Conduct PEA	*	*	*
Conduct walk-through survey	*	*	*
Identify low-cost/no-cost recommendations	*	*	*
Identify capital improvements	*	*	*
Review mechanical and electrical (M&E) design and condition and O&M practices		*	*
Measure key parameters		*	*
Analyze capital measures (savings and costs, including interactions)		*	*
Meet with owner/operators to review recommendations		*	*
Conduct additional testing/monitoring			*
Perform detailed system modeling			*
Provide schematic layouts for recommendations			*
Report	Level		
	1	2	3
Estimate savings from utility rate change	*	*	*
Compare EUI to EUIs of similar sites	*	*	*
Summarize utility data	*	*	*
Estimate savings if EUI were to meet target	*	*	*
Estimate low-cost/no-cost savings		*	*
Calculate detailed end-use breakdown		*	*
Estimate capital project costs and savings		*	*
Complete building description and equipment inventory		*	*
Document general description of considered measures		*	*
Recommend measurement and verification (M&V) method		*	*
Perform financial analysis of recommended EEMs		*	*
Write detailed description of recommended measures			*
Compile detailed EEM cost estimates			*

Fonte: KUK (2015)

Como dito anteriormente, será na última etapa do diagnóstico energético que diferentes cenários serão propostos e avaliados de forma técnica e econômica a fim de chegar a medidas efetivas que sejam possíveis de serem realizadas (BENAVIDES, 2014).

Como citado por Ayusso (2017), é importante ressaltar que não há uma padronização da forma que essas auditorias são feitas, o que se faz é basear-se em ações normativas, como normas de desempenho térmico e lumínico. Algumas das normas que podem ser citadas são: NBR 5413 – Iluminância de interiores, NBR 15215-4 – Iluminação natural, NBR 5101 – Iluminação pública e NBR 15220-4 – Desempenho térmico de edificações.

2.2.2. Benchmark

A busca por melhores práticas no mercado, de forma a comparar como outras empresas as executam, para que se possa melhorar o seu próprio processo pode ser denominada por benchmark (FERREIRA; GHIRALDELLO, 2014). Dessa forma, pode-se dizer que benchmarking é o processo de comparar suas atividades com atividades parecidas de modo a “aprender com os melhores” (KAZMIRCZAK; FERREIRA; RIBEIRO, 2019).

Quando se trata de eficiência energética, benchmarks são documentos como linhas de base ou pontos de referência que definem um nível típico de consumo para algum tipo de edificação, em outras palavras, eles descrevem o desempenho energético que representa a média do mercado em uma tipologia específica (BORGSTEIN; LAMBERTS, 2014). Este documento permite uma rápida comparação do consumo energético da edificação estudada de forma que age como um ponto de partida para execução de melhorias que tragam um melhor desempenho energético. Ademais, visto o caráter comparativo da utilização de benchmarks, o seu uso está muito ligado à realização de diagnósticos energéticos, já que auditorias apresentam o padrão de consumo de um empreendimento e um benchmark da tipologia estudada informa se este consumo está abaixo do esperado, tendo assim uma alta eficiência energética na construção, acima do esperado, tendo uma baixa eficiência, ou até se o consumo apurado se encontra em conformidade com outros edifícios de mesma tipologia.

Um benchmark é criado com base em levantamentos que representam a tipologia estudada. Segundo Borgstein e Lamberts (2014) as informações obtidas de uma edificação podem ser dadas em três níveis de detalhes: dados simples como localização, área, tipologia e consumo anual; dados mais detalhados como detalhes dos sistemas presentes no edifício e por fim, dados que só são possíveis de serem coletados em visitas técnicas ou auditorias energéticas. Os autores ainda dizem que estas informações passam por posterior análise e, caso sejam coletados dados em auditorias, é ainda possível construir modelos de simulação chamados “arquétipo”. Os resultados após passarem por eventuais correções são publicados em formato padrão que dispõem das informações necessárias para o uso e implantação do benchmark.

A métrica utilizada internacionalmente nesses documentos é de quilowatts horas por metro quadrado por ano (kWh/m²/ano), contudo existem programas de eficiência brasileiros que adotam a média mensal, embora a anual seja o mais indicado, visto que desta forma está englobada toda a variação climática anual, como dito por Borgstein e Lamberts (2014).

Assim, benchmarks contribuem de forma positiva à análise energética, de forma a dar uma avaliação rápida dos padrões de consumo levantados em diagnósticos energéticos. Seu uso facilita o processo de comparação de edificações para que medidas de melhoria energética possam ser melhor avaliadas.

2.3. ETIQUETAGEM

Em 1984, o Brasil dava os primeiros passos em relação a políticas voltadas à eficiência energética com a criação do Programa Brasileiro de Etiquetagem. Desde então o país vem desenvolvendo novas políticas relacionadas ao tema (FERRADOR FILHO; AGUIAR; KNISS, 2018).

O Brasil possui a etiqueta PBE Edifica, a qual avalia e classifica o desempenho energético das edificações como um todo, desenvolvido em parceria entre o Inmetro e a Eletrobras/PROCEL Edifica. Este tipo de etiqueta pode ser atribuído a basicamente dois tipos de edificações: comerciais, de serviços e públicas; e residenciais. Este último tipo de edificação pode ainda ser subdivididos em três tipos: unidades habitacionais autônomas (casas ou apartamentos), edificações multifamiliares ou também áreas de uso comum.

Atualmente, para casos de edifícios públicos, a etiquetagem é de caráter obrigatório, tendo como objetivo o desenvolvimento de edificações com padrões de desempenho máximo (AYUSSO, 2017; LAMBERTS et al., 2006). Para tanto, existe no Brasil um manual que detalhe e organiza os tópicos referentes a etapa de edifícios. Este manual é o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Público (RTQ-C). As edificações residenciais também apresentam seu próprio manual, chamado de Regulamento Técnico de Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R).

O RTQ-C, assim como o RTQ-R, traz conceitos e definições, além de apresentar procedimentos para alcançar níveis mais elevados de eficiência energética

nas edificações (PROCEL, 2017). Ao fim do processo de etiquetagem o edifício obtém uma etiqueta com uma classificação que varia de A (fator máximo – mais eficiente) a E (fator mínimo – menos eficiente) cujo modelo de apresentação para o caso de etiqueta de edificações comerciais, de serviço e públicas pode ser encontrado na Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Modelo de etiqueta



Fonte: PROCEL (2017)

O setor público é responsável por grande parte do consumo energético brasileiro. O consumo desse setor em 2010 foi de 36.919 GWh, segundo dados do Ministério de Minas e Energia, além de ter tido um aumento de consumo de mais de 25% quando comparado ao ano de 2003. De acordo com o PROCEL, medidas técnicas e gerenciais de baixo investimento seriam suficientes para reduzir os custos com energia no setor público de 15% a 20% (MME, 2014).

No site do INMETRO, é possível encontrar dados de todos os edifícios etiquetados no Brasil, tanto os de procedência comercial, de serviços e pública, quanto os residenciais, divididos entre áreas de uso comum, multifamiliares e unidades de habitação autônomas. Na Tabela 1 abaixo, estão apresentados a

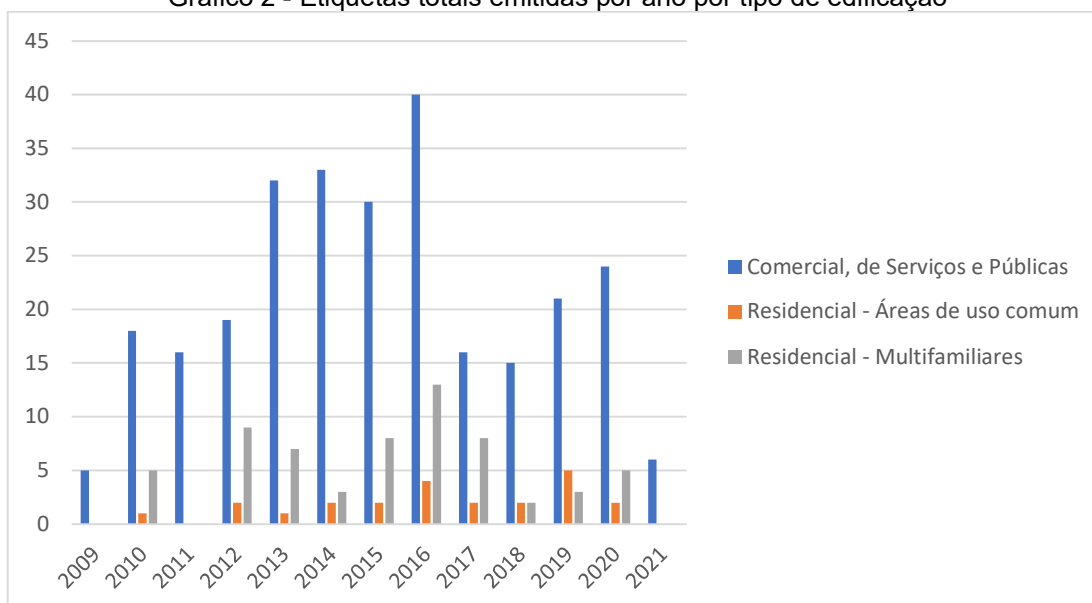
quantidade de etiquetas emitidas por ano, divididas entre etiquetas emitidas na avaliação do projeto e etiquetas emitidas após inspeção in loco, além do total no ano. Nos Gráficos 2 e 3, é possível se ter uma melhor visualização da quantidade de etiquetas totais emitidas por ano por tipo de edificação.

Tabela 1 - Etiquetas emitidas por ano no Brasil

Ano		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Σ
Comercial, de Serviços e Públicas	Avaliação de projeto	4	18	5	18	19	18	16	11	11	11	13	19	5	168
	Inspeção in loco	1	0	11	1	13	15	14	29	5	4	8	5	1	107
	Total	5	18	16	19	32	33	30	40	16	15	21	24	6	275
Residencial - Áreas de uso comum	Avaliação de projeto	0	1	0	2	0	2	1	4	1	2	3	1	0	17
	Inspeção in loco	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	1	0	6
	Total	0	1	0	2	1	2	2	4	2	2	5	2	0	23
Residencial - Multifamiliares	Avaliação de projeto	0	5	0	9	7	3	3	3	6	2	1	5	0	44
	Inspeção in loco	0	0	0	0	0	0	5	10	2	0	2	0	0	19
	Total	0	5	0	9	7	3	8	13	8	2	3	5	0	63
Residencial – Unidade Habitacional Autônoma	Avaliação de projeto	0	84	0	861	936	68	377	66	198	38	26	119	0	2773
	Inspeção in loco	0	0	1	2	4	0	727	1253	283	0	69	0	28	2367
	Total	0	84	1	863	940	68	1104	1319	481	38	95	119	28	5140

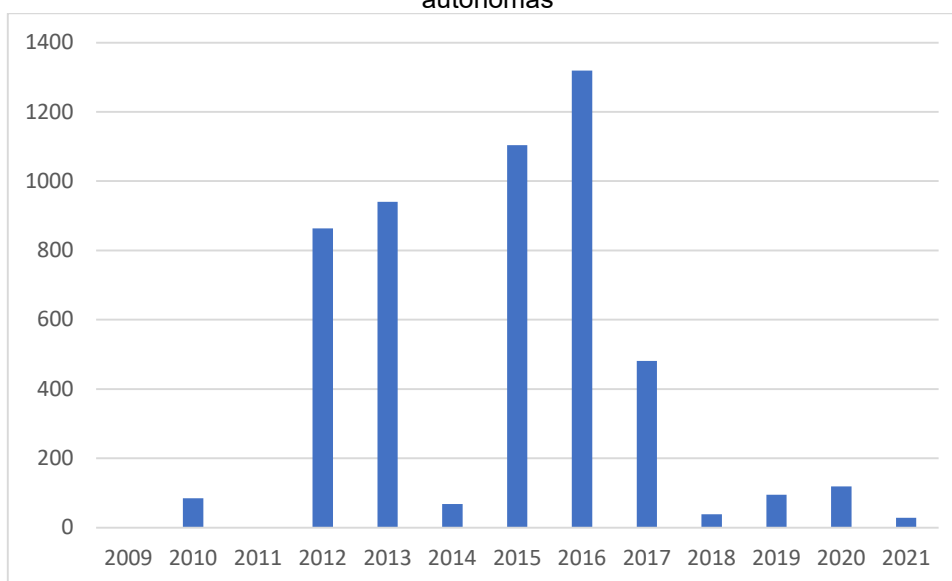
Fonte: Autoria Própria (2021)

Gráfico 2 - Etiquetas totais emitidas por ano por tipo de edificação



Fonte: Autoria Própria (2021)

Gráfico 3 - Etiquetas totais emitidas por ano para edificações residenciais – unidades habitacionais autônomas



Fonte: Autoria Própria (2021)

O processo de classificação RTQ-C é composto por três componentes: a envoltória, a iluminação e o condicionamento de ar. A classificação da Envoltória é feita com a determinação de um conjunto de índices referentes às características físicas da edificação. Já o quesito da Iluminação é determinado ao se calcular a densidade de potência instalada pela iluminação interna, levando em consideração as atividades desenvolvidas nos ambientes. Por último, a classificação do sistema de condicionamento de ar é dividida em duas classes: a primeira é aquela que compõe os componentes individuais e split que já são classificados pelo INMETRO, enquanto

a segunda é relacionada aos sistemas de condicionamento de ar não classificados ainda pelo INMETRO, como os centrais (PROCEL, 2017).

Após as classificações dos sistemas separados, calcula-se uma classificação global da edificação utilizando-se de pesos para cada requisito, inserindo-os em uma equação geral (FERRADOR FILHO; AGUIAR; KNISS, 2018; KLÜSENER, 2009; LAMBERTS et al., 2006; PROCEL, 2017). Entretanto, os cálculos de eficiência parciais e geral ainda podem ser alterados por bonificações, que podem elevar a eficiência, ou por pré-requisitos que, se não cumpridos, podem reduzir a classificação da etiqueta (PROCEL, 2017).

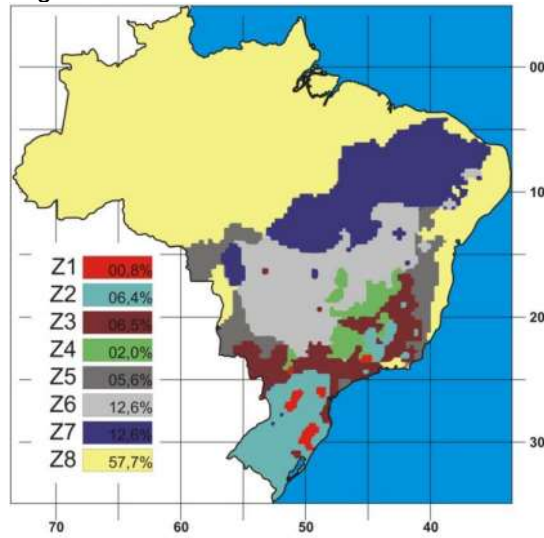
Vale ressaltar que, assim como dito no manual, a obtenção de uma etiqueta de eficiência não é definitiva, de modo que com o passar do tempo novas medidas mais eficientes podem vir a ser desenvolvidas devido às inovações tecnológicas, devendo-se criar um hábito de aprimoramento constante quando se trata de eficiência energética, da concepção e também do uso da edificação (PROCEL, 2017).

2.3.1. Zonas bioclimáticas

Zona bioclimática é um conceito utilizado no processo de avaliação do desempenho térmico de edificações. A norma NBR 15.220-3: Zoneamento Bioclimático traz em si a classificação de 330 cidades brasileiras em 8 zonas em que o clima se apresenta de forma relativamente homogênea, sendo assim possível adotar estratégias técnico-construtivas que apresentem melhor eficiência energética de acordo com a sua adequação climática.

Assim, a NBR 15.220-3 também descreve medidas relacionadas a aberturas, sombreamento, elementos de vedação adequados, além de estratégias de condicionamento térmico passivo e seus detalhamento, sendo todos recomendados para a região em que a cidade se localiza. Na Figura 2, é possível verificar a disposição das 8 zonas bioclimáticas brasileiras.

Figura 2 – Zoneamento bioclimático brasileiro



Fonte: NBR 15.220-3 (2003)

2.3.2. WebPrescritivo

O WebPrescritivo é um aplicativo online criado pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) que utiliza dos conceitos contidos no RTQ-C para calcular de forma rápida e prática os valores de etiqueta dos edifícios comerciais pelo método prescritivo. Nele, não é necessário inserir todas as informações necessárias ao processo de etiquetagem de edifícios, visto que ele automaticamente determina o valor de alguns fatores, além do fato de calcular os valores de limites de nível de etiqueta e a classificação parcial e total do empreendimento.

Além disso o WebPrescritivo auxilia na avaliação de melhorias, possibilitando uma análise dinâmica dos dados já que permite a alteração de informações e determinação da nova etiqueta de forma imediata.

Na Figura 3, é apresentada a tela do WebPrescritivo, no caso, os pré-requisitos e a envoltória.

Figura 3 - Tela inicial do WebPrescritivo

WebPrescritivo

O webprescritivo é uma Ferramenta de Avaliação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais pelo Método Prescritivo do RTQ-C. O objetivo dessa ferramenta não é obter uma etiqueta de conservação de energia, mas sim automatizar os procedimentos de avaliação da edificação conforme o RTQ-C. Para maiores detalhes, acesse o website do [PBE EDIFICA](#) ou baixe diretamente o [RTQ-C](#).

Eletrobras PROCEL EDIFICA PBE EDIFICA

Pré-requisitos gerais

Circuitos elétricos

A edificação possui circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final

A edificação não possui circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final ou não se aplica

Aquecimento de água

Atende pré-requisito para A

Atende pré-requisito para B

Atende pré-requisito para C

Este pré-requisito não se aplica à edificação

Não atende

A edificação possui isolamento de tubulações

Envoltória

Localização

Zona Bioclimática [ZB 1] Cidade: Água Branca AL

Pré-requisitos

U_{COB-AC} W/(m²K) G_{COB} 0 %

U_{COB-ANC} W/(m²K) C_{T,PAR} 0 kJ/(m²K)

U_{PAR} W/(m²K) G_{PAR} 0 %

PAZ % FS

Dados Dimensionais da Edificação

A_{TOT} m²

A_{PCOB} m²

A_{PE} m²

V_{TOT} m³

A_{ENV} m²

Características das Aberturas

FS

PAF_T %

PAF_O %

AVS °

AHS °

Calcular Eficiência Limpar

Fonte: WebPrescritivo (2021)

2.3.3. ProjeteEEE

Assim como o WebPrescritivo, o ProjeteEEE (Projetando Edificações Energeticamente Eficientes) é um aplicativo online desenvolvido pelo LabEEE, sendo a primeira plataforma nacional que traz diversas solução para projetos mais eficientes, continuando o trabalho desenvolvido pelo PROCEL/Eletrobrás (ProjeteEEE, 2021).

A plataforma conta com dados climáticos de diferentes locais, estratégias bioclimáticas, bem como constituintes construtivos e equipamentos de economia de energia. O ProjeteEEE é um grande auxiliador nos processos que envolvem eficiência energética, sendo utilizado neste trabalho para obtenção dos dados térmicos dos componentes da envoltória. Na Figura 4, encontra-se a tela inicial do aplicativo.

Figura 4 - Tela inicial do ProjeteEEE



3. METODOLOGIA

Primeiramente, há a determinação da ferramenta que auxiliará no desenvolvimento do trabalho, para depois tratar da aplicação desta ferramenta e análise de dados de edifícios universitários da Universidade Federal de São Carlos para que se possa atingir o objetivo principal do trabalho de caracterizar a eficiência energética de um edifício universitário segundo as diretrizes do PBE Edifica.

3.1. ESTUDO DA FERRAMENTA

Com o foco de analisar a eficiência energética de um edifício universitário, foi avaliado qual ferramenta seria utilizada para o propósito desejado. Desta forma, realizou-se uma busca pela melhor ferramenta a ser utilizada tendo em vista as práticas relatadas na revisão bibliográfica. O estudo da ferramenta se deu ao passo que se determinou a prática a ser feita, a qual a partir do exposto sobre auditoria energética, etiquetagem e benchmark.

A auditoria energética não foi utilizada, porque a mesma necessita de processos de medição *in loco*, os quais se tornaram não realizáveis devido à pandemia de corona vírus enfrentada, a qual levou a reduzir as atividades presenciais, juntamente com as visitas seria utilizado o auxílio de excel e dados fornecidos pelo professor para realização da mesma. O *benchmark* também acabou sendo inviabilizado, pois assim como a auditoria energética, depende muito de visitas presenciais.

Assim, foi optado por etiquetagem, a qual foi realizada com o auxílio do WebPrescritivo e ProjetEEE. Foram levantadas as variáveis e unidades necessárias às ferramentas auxiliaadoras da Etiquetagem, de modo que os dados obtidos dos edifícios condigam com o necessário para a análise energética posterior. Portanto, também foi realizado um estudo detalhado sobre a funcionalidade da ferramenta escolhida, além da compreensão e entendimento das equações e procedimentos de cálculo envolvidos, de forma que haja um domínio por parte do aluno sobre o assunto e ferramenta utilizados.

Por fim no estudo da ferramenta, foram identificadas as formas de saída das análises realizadas para que as posteriores conclusões e considerações sejam feitas de forma correta e objetiva, de maneira que possa se ter total domínio do porquê do

uso da ferramenta escolhida e qual a finalidade pretendida com a mesma, além da aplicabilidade em relação aos edifícios universitários.

Assim, com o uso de análise através de etiquetagem, as ferramentas que foram utilizadas foram o ProjeTEEE conjuntamente com o WebPrescritivo, ambos sendo programas disponíveis de forma online. Com o ProjeTEEE, foi levantado as variáveis e informações disponibilizadas pelo programa, entendendo sua funcionalidade e os dados disponíveis nele. O ProjeTEEE foi utilizado para consulta de dados climáticos e de componentes construtivos e equipamentos, além de também fornecer estratégias bioclimáticas com base na localização da edificação, dessa forma o ProjeTEEE também foi utilizado para auxiliar na sugestão de medidas para melhoria da eficiência energética do edifício. Já com o WebPrescritivo, embora a parte inicial do processo seja a mesma, este programa foi utilizado para o processo de determinação da etiqueta do edifício, de forma que foi feito um estudo dos cálculos envolvidos nele, utilizando como base o manual RTQ-C, já descrito na revisão bibliográfica deste documento.

3.2. MÉTODO PRESCRITIVO

O método prescritivo avalia a eficiência energética através de três sistemas: envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar. São feitos cálculos para cada sistema que no final culminam em uma equação geral para classificação de todo o edifício.

3.2.1. Envoltória

Na envoltória, é calculado o ICenv, o indicador de consumo da envoltória, que avalia as condições térmicas envolvidas nas questões construtivas da edificação.

3.2.1.1. Pré-requisitos

O manual para aplicação do RTQ-C, estabelece alguns pré-requisitos para classificação de uma edificação quanto a envoltória, que se encontram de forma resumida na Tabela 2.

Tabela 2 – Síntese dos pré-requisitos da envoltória

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

Fonte: PROCEL (2017)

Para tanto, deve-se conhecer os limites estabelecidos para os valores de transmitância térmica da cobertura e paredes exteriores, cores e absorvância de superfícies e iluminação zenital, os quais encontram-se abaixo.

- **Transmitância térmica:** abaixo, encontram-se os valores limites para classificação da envoltória quando avaliando do ponto de vista da transmitância térmica dos componentes.

Tabela 3 – Síntese das exigências para transmitância térmica de cobertura para os diferentes níveis de eficiência e Zonas Bioclimáticas

Zonas Bioclimáticas	U _{COB} A (W/m ² K)		U _{COB} B (W/m ² K)		U _{COB} C e D (W/m ² K)	
	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: PROCEL (2017)

Tabela 4 – Síntese das exigências para transmitância térmica das paredes externas para os diferentes níveis de eficiência e Zonas Bioclimáticas

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

Fonte: PROCEL (2017)

- **Absorvância:** para os níveis A e B, os valores de absorvância da cobertura e das paredes externas não deve ser superior a 0,50.
- **Iluminação zenital:** para os níveis A e B, os valores de porcentagem de abertura zenital (PAZ) e fator solar (FS) devem obedecer aos limites indicados na Tabela 5 abaixo.

Tabela 5 – 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: PROCEL (2017)

3.2.1.2. Procedimento de cálculo

A pontuação referente à classificação da envoltória é dada pelo ICenv. Para calculá-lo, para edificações localizadas na Zona Bioclimática 4 (São Carlos) com mais de 500m² de área de projeção da edificação, a equação a ser utilizada é a abaixo.

$$IC_{env} = 511,12FA + 0,92FF - 95,71PAFT - 99,79FS - 0,52AVS - 0,29AHS - 380,83.FF.FA + \frac{4,27}{FF} + 728,20PAFT.FS + 77,15 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

ICenv: Indicador de Consumo da envoltória

FA: Fator Altura (Apcob/Atot)

FF: Fator Forma (Aenv/Vtot)

FS: Fator solar

PAFt: Percentual de abertura na Fachada total

AVS: Ângulo vertical de sombreamento

AHS: Ângulo horizontal de sombreamento

Após o cálculo do ICenv, deve-se calcular os limites ICmáxD e ICmín que representam o desempenho da estrutura em um cenário ótimo e um cenário péssimo de aproveitamento energético. Para tanto, utilizam-se os valores apresentados nas Tabelas 6 e 7 aplicados na Equação 1 para obter os valores de ICmaxD e Icmín.

Tabela 6 – Parâmetros do ICmaxD

PAF _T	FS	AVS	AHS
0,60	0,61	0	0

Fonte: PROCEL (2017)

Tabela 7 – Parâmetros do ICmín

PAF _T	FS	AVS	AHS
0,05	0,87	0	0

Fonte: PROCEL (2017)

Com a definição dos limites ICmaxD e ICmín é possível determinar os intervalos entre as classificações da etiqueta, bem como qual a classificação final. Esta determinação segue a Equação 2 e a Tabela 8, devendo sempre lembrar de obedecer aos pré-requisitos determinados.

$$i = \frac{(IC_{maxD} - IC_{mín})}{4} \quad (\text{Eq. 2})$$

Tabela 8 – Limites dos intervalos dos níveis de eficiência

Eficiência	A	B	C	D	E
Lim Min	-	$IC_{máxD} - 3i + 0,01$	$IC_{máxD} - 2i + 0,01$	$IC_{máxD} - i + 0,01$	$IC_{máxD} + 0,01$
Lim Máx	$IC_{máxD} - 3i$	$IC_{máxD} - 2i$	$IC_{máxD} - i$	$IC_{máxD}$	-

Fonte: PROCEL (2017)

3.2.2. Iluminação

É indispensável a utilização de iluminação artificial nos ambientes em que a iluminação natural não é suficiente ou que seja utilizado a noite. Contudo, o uso de lâmpadas e luminárias pode não somente gerar um consumo direto devido ao gasto de energia elétrica, mas também gera carga térmica que pode vir a carregar os sistemas de condicionamento de ar e elevar a temperatura do ambiente. Assim, é necessário avaliar a eficiência energética deste sistema.

3.2.2.1. Pré-requisitos

Os pré-requisitos a serem observados no sistema de iluminação são os apresentados na Tabela 9 abaixo.

Tabela 9 – Relação entre pré-requisitos e níveis de eficiência

Pré-requisito	Nível A	Nível B	Nível C
4.1.1 Divisão dos circuitos	Sim	Sim	Sim
4.1.2 Contribuição da luz natural	Sim	Sim	
4.1.3 Desligamento automático do sistema de iluminação	Sim		

Fonte: PROCEL (2017)

- **Divisão de circuitos:** Ambientes fechados devem possuir ao menos um dispositivo de controle manual para acionamento e do sistema de iluminação interno do ambiente. Para ambientes que possuam mais de 250m² e até 1000m² é necessário ter um controle para cada 250m² independentes de área e para ambiente com mais de 1000m² a divisão de circuitos deve ser a cada 1000m².
- **Contribuição da luz natural:** Para ambientes com aberturas para a área externa da edificação, as luminárias paralelas a essa abertura devem se encontrar em um circuito isolado dos outros para que haja possibilidade de desligar as mesmas quando desnecessário, mantendo o restante acionado.
- **Desligamento automático do sistema de iluminação:** Para ambientes que excedam 250m² de área, é necessário um sistema de desligamento automático da iluminação que funcione de acordo com uma das opções:

- Um sistema automático com desligamento da iluminação em um horário pré-determinado. Deverá existir uma programação independente para um limite de área de até 2500 m²; ou

- Um sensor de presença que desligue a iluminação 30 minutos após a saída de todos ocupantes; ou

- Um sinal de um outro controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada.

Com exceção a este pré-requisito: ambientes de funcionamento 24h, ambientes de tratamento ou repouso de pacientes ou ambientes que o desligamento automático da iluminação possa oferecer risco aos usuários.

3.2.2.2. Procedimento de cálculo

Para determinação da etiqueta do sistema de iluminação, podem ser utilizados dois métodos: das áreas e das atividades.

- **Método das áreas:** Este método é usado em locais com até três atividades principais ou atividades que ocupem 30% ou mais da edificação. O processo de classificação é:

- a) Identificação das atividades principais;
- b) Determinação da área iluminada do edifício;
- c) Multiplicação da área iluminada pela densidade de potência de iluminação limite do edifício (DPIL) para determinar a potência limite;
- d) Comparação da potência instalada com a limite para se determinar a classificação do edifício;
- e) Verificar os pré-requisitos.

Na Tabela 10, encontram-se os limites de eficiência por áreas determinado pelo RTQ-C.

Tabela 10 – Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método da área da edificação

Função da edificação	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível A)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível B)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível C)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (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

Fonte: PROCEL (2017)

- **Método das atividades:** Em casos em que o método das áreas não for aplicável, utiliza-se o método das atividades, que possui o mesmo processo de determinação da etiqueta do método anterior, contudo avalia-se cada ambiente com base na atividade realizada no local. Nas Tabelas abaixo, estão representados os tipos de atividades e limites de DPIL.

Tabela 11 – Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades da edificação (Parte 1)

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPil. Nível A (W/m ²)	DPil. Nível B (W/m ²)	DPil. Nível C (W/m ²)	DPil. Nível D (W/m ²)
	K	RCR				
Armazém, Atacado						
Material pequeno/leve	0,80	6	10,20	12,24	14,28	16,32
Material médio/volumoso	1,20	4	5,00	6,00	7,0	8,00
Átiro - por metro de altura						
até 12,20 m de altura	-		0,30 ¹	0,36 ²	0,42 ²	0,48 ²
acima de 12,20 m de altura	-		0,20 ²	0,24 ²	0,28 ²	0,32 ²
Auditórios e Anfiteatros						
Auditório	0,80	6	8,50	10,20	11,90	13,60
Centro de Convenções	1,20	4	8,80	10,56	12,32	14,08
Cinema	1,20	4	5,00	6,00	7,00	8,00
Teatro	0,60	8	26,20	31,44	36,68	41,92
Banco/Escritório - Área de atividades bancárias	0,80	6	14,90	17,88	20,86	23,84
Banheiros	0,60	8	5,00	6,00	7,00	8,00
Biblioteca						
Área de arquivamento	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Área de leitura	1,20	4	10,00	12,00	14,00	16,00
Área de estantes	1,20	4	18,40	22,08	25,76	29,44
Casa de Máquinas	0,80	6	6,00	7,20	8,40	9,60
Centro de Convenções - Espaço de exposições	1,20	6	15,60	18,72	21,84	24,96
Circulação	<2,4m largura		7,10	8,52	9,94	11,36
Comércio						
Área de vendas	0,80	6	18,10	21,72	25,34	28,96
Pátio de área comercial	1,20	4	11,80	14,16	16,52	18,88
Provador	0,60	8	10,20	12,24	14,28	16,32
Cozinhas	0,80	6	10,70	12,84	14,98	17,12
Depósitos	0,80	6	5,00	6,00	7,0	8,00
Dormitórios – Alojamentos	0,60	8	4,10	4,92	5,74	6,56
Escadas	0,60	10	7,40	8,88	10,36	11,84
Escritório	0,60	8	11,90	14,28	16,66	19,04
Escritório – Planta livre	1,20	4	10,50	12,60	14,70	16,80
Garagem	1,20	4	2,00	2,40	2,80	3,20
Ginásio/Academia						
Área de Ginástica	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Arquibancada	1,20	4	7,50	9,00	10,50	13,00
Esportes de ringue	1,20	4	28,80	34,56	40,32	46,08
Quadra de esportes – classe 4 ²	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Quadra de esportes – classe 3 ³	1,20	4	12,90	15,48	18,06	20,64
Quadra de esportes – classe 2 ⁴	1,20	4	20,70	24,84	28,98	33,12
Quadra de esportes – classe 1 ⁵	1,20	4	32,40	38,88	45,36	51,84
Hall de Entrada- Vestíbulo	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Cinemas	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Hotel	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80

¹ Por metro de altura.

² Para competições em estádios e ginásios de grande capacidade, acima de 5.000 espectadores.

³ Para competições em estádios e ginásios com capacidade para menos de 5.000 espectadores.

⁴ Para estádios e ginásios de jogos classificatórios, considerando a presença de espectadores.

⁵ Para quadras de jogos sociais e de recreação apenas, não considera a presença de espectadores.

Fonte: PROCEL (2017)

Tabela 12 – Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades da edificação (Parte 2)

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPi _L Nível A (W/m ²)	DPi _L Nível B (W/m ²)	DPi _L Nível C (W/m ²)	DPi _L Nível D (W/m ²)
	K	RCR				
Salas de Espetáculos	0,80	6	8,00	9,60	11,20	12,80
Hospital						
Circulação	<2,4m largura		9,60	11,52	13,44	15,36
Emergência	0,80	6	24,30	29,16	34,02	38,88
Enfermaria	0,80	6	9,50	11,4	13,3	15,2
Exames/Tratamento	0,60	8	17,90	21,48	25,06	28,64
Farmácia	0,80	6	12,30	14,76	17,22	19,68
Fisioterapia	0,80	6	9,80	11,76	13,72	15,68
Sala de espera, estar	0,80	6	11,50	13,80	16,10	18,40
Radiologia	0,80	6	14,20	17,04	19,88	22,72
Recuperação	0,80	6	12,40	14,88	17,36	19,84
Sala de Enfermeiros	0,80	6	9,40	11,28	13,16	15,04
Sala de Operação	0,80	6	20,30	24,36	28,42	32,48
Quarto de pacientes	0,80	6	6,70	8,04	9,38	10,72
Suprimentos médicos	0,80	6	13,70	16,44	19,18	21,92
Igreja, templo						
Assentos	1,20	4	16,50	19,8	23,10	26,40
Altar, Coro	1,20	4	16,50	19,8	23,10	26,40
Sala de comunhão - nave	1,20	4	6,90	8,28	9,66	11,04
Laboratórios						
para Salas de Aula	0,80	6	10,20	12,24	14,28	16,32
Médico/Ind./Pesq.	0,80	6	19,50	23,40	27,30	31,20
Lavanderia	1,20	4	6,50	7,80	9,10	10,40
Museu						
Restauração	0,80	6	11,00	13,20	15,40	17,60
Sala de exibição	0,80	6	11,30	13,56	15,82	18,08
Oficina – Seminário, cursos	0,80	6	17,10	20,52	23,94	27,36
Oficina Mecânica	1,20	4	6,00	7,20	8,40	9,60
Quartos de Hotel	0,80	6	7,50	9,00	10,50	12,00
Refeitório	0,80	6	11,50	13,80	16,10	18,40
Restaurante- salão	1,20	4	9,60	11,52	13,44	15,36
Hotel	1,20	4	8,80	10,56	12,32	14,08
Lanchonete/Café	1,20	4	7,00	8,40	9,80	11,20
Bar/Lazer	1,20	4	14,10	16,92	19,74	22,56
Sala de Aula, Treinamento	1,20	4	10,20	12,24	14,28	16,32
Sala de espera, convivência	1,20	4	6,00	7,20	8,40	9,60
Sala de Reuniões, Conferência, Multiuso	0,80	6	11,90	14,28	16,66	19,04
Vestiário	0,80	6	8,1	9,72	11,34	12,96
Transportes						
Área de bagagem	1,20	4	7,50	9,00	10,50	12,00
Aeroporto – Pátio	1,20	4	3,90	4,68	5,46	6,24
Assentos - Espera	1,20	4	5,80	6,96	8,12	9,28
Terminal - bilheteria	1,20	4	11,60	13,92	16,24	18,56

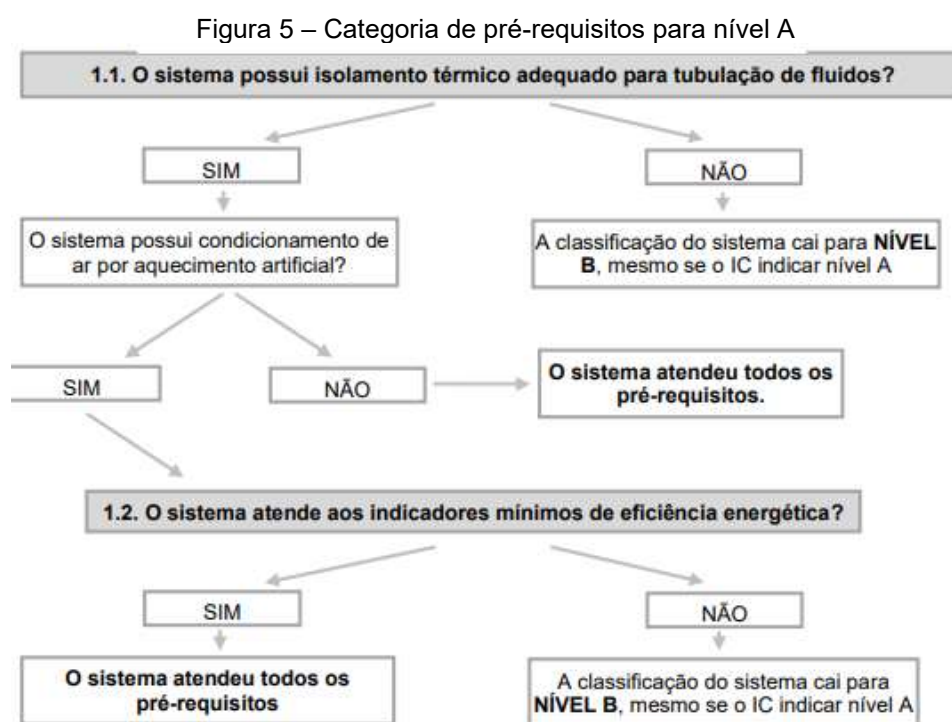
Fonte: PROCEL (2017)

3.2.3. Condicionamento de ar

Para o sistema de condicionamento de ar, devem ser avaliados os aparelhos de ar condicionados, se etiquetados ou não, e também a verificação do cumprimento dos pré-requisitos.

3.2.3.1. Pré-requisitos

Os critérios de pré-requisito para o sistema de condicionamento de ar consistem em isolamento térmico para aquecimento e resfriamento artificial, além de atender aos critérios mínimos de eficiência quando houver aquecedores sendo limitadores apenas da classificação nível A. A Figura 5 apresenta um fluxograma apresentado no RTQ-C sobre os pré-requisitos.



Fonte: PROCEL (2017)

3.2.3.2. Procedimento de cálculo

Para aparelhos de ar condicionado já etiquetados pelo Inmetro, o ambiente acaba por obter a mesma etiqueta do aparelho instalado, de forma a facilitar o processo de classificação do local.

Contudo, para aparelhos não etiquetados, deve-se obter um grande número de informações como carga térmica, controle de temperatura, faixa de temperatura, aquecimento suplementar entre outros para que se possa obter a etiqueta do aparelho.

3.2.4. Bonificações

Há utilização de bonificações no sistema de etiquetagem de edifícios. Essas bonificações estão limitadas a até 1 ponto na pontuação geral da edificação, de forma que podem vir a expressar mudanças de nível de etiqueta.

As bonificações disponíveis são:

- a) Sistema e equipamentos que racionalizam o uso de águas;
- b) Sistemas ou fontes renováveis para aquecimento de água;
- c) Sistemas ou fontes renováveis de energia, eólicas ou fotovoltaicas;
- d) Sistemas de cogeração de energia ou Inovações técnicas ou de sistemas que gerem economia energética;
- e) Elevadores com Classificação VDI470.

3.2.5. Pré-requisitos gerais

Assim como os pré-requisitos das etapas anteriores, a etiqueta geral do edifício também possui pré-requisitos limitantes aos níveis de classificação, sendo eles: circuitos elétricos e aquecimento de água.

- **Circuitos elétricos:** este pré-requisito é necessário para se atingir as etiquetas de nível A e B. Nele, são avaliados se é possível na edificação a medição por uso final do consumo elétrico através de divisão de circuitos como de iluminação e de ar condicionado. São exceções a esse pré-requisito hotéis, edificações múltiplas de unidades autônomas e edificações construídas antes de 2009.
- **Aquecimento de água:** Para edificações com grandes consumos de água quente, acima de 10% do consumo de energia do edifício, o fornecimento de água quente deve ser 100%, para nível A, ou 70%, para Nível B, feito através de aquecedores solares, aquecedores a gás, caldeiras ou aquecedores estilo bomba de calor. Dessa forma, é exceção a esse pré-requisito edificações que não atinjam 10% do seu consumo de energia por água quente.

3.2.6. Classificação geral

Após a determinação das pontuações e etiquetas dos sistemas de envoltória, iluminação e condicionamento de ar, bem como contabilização das bonificações, caso existam, é possível calcular a eficiência energética da edificação como um todo através da equação apresentada no tópico 3.3.6.2.

3.2.6.1. EqNumV

Além de todos os fatores indicados anteriormente, o Equivalente Numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente também deve ser determinado. Este refere-se ao conforto térmico observado nos ambiente onde não há condicionamento de ar e na Tabela 13 está representado os valores que podem ser adotado.

Tabela 13 – Equivalentes numéricos para ventilação natural

Percentual de Horas Ocupadas em Conforto	EqNumV	Classificação Final
POC ≥ 80%	5	A
70% ≤ POC < 80%	4	B
60% ≤ POC < 70%	3	C
50% ≤ POC < 60%	2	D
POC < 50%	1	E

Fonte: PROCEL (2017)

3.2.6.2. Pontuação final

Por fim, é possível determinar a pontuação final do edifício, bem como o nível de sua etiqueta.

$$PT = 0,30 \left\{ \left(EqNumEnv \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 0,5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + 0,30 (EqNumDPI) + 0,40 \left\{ \left(EqNumCA \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 0,5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + b_0^1 \quad (Eq. 3)$$

Onde,

EqNumEnv: equivalente numérico da envoltória;

EqNumDPI: equivalente numérico do sistema de iluminação;

EqNumCA: equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

EqNumV: equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;

APT: área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;

ANC: área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada;

AC: área útil dos ambientes condicionados;

AU: área útil;

b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a 1.

Tabela 14 – Classificação final

CLASSIFICAÇÃO FINAL	PT
A	≥4,5 a 5
B	≥3,5 a <4,5
C	≥2,5 a <3,5
D	≥1,5 a <2,5
E	<1,5

Fonte: PROCEL (2017)

4. ESTUDO DE CASO

4.1. OBJETO DE ESTUDO

Para o desenvolvimento do trabalho, foi escolhido um edifício da UFSCar para que seja feito um estudo de etiquetagem utilizando o software WebPrescritivo, assim como posterior sugestão de melhorias que possam contribuir para o melhoramento da eficiência energética do local. O edifício escolhido foi a Biblioteca Comunitária (BCo) da universidade por ser um equipamento comunitário no campus e com potencial de análise e classificação cujos resultados servem como forma de incentivo à eficiência energética dos demais prédios do Campus. As informações acerca das características construtivas da BCo foram fornecidas pela SeGEF – Secretaria de Gestão do Espaço Físico da UFSCar, que disponibilizou ao aluno arquivos dwg e pdf que continham plantas arquitetônicas e elétricas, bem como diagramas unifilares da BCo para que o aluno organizasse as informações para posterior análise.

A BCo fica localizada dentro do campus São Carlos da UFSCar, situado na Rodovia Washington Luís, km 235 - SP-310, São Carlos – SP. A edificação faz parte de um complexo composto pela Biblioteca, Auditórios e Teatro Florestan Fernandes, com mais de nove mil metros quadrados de construção, inaugurado em 16 de dezembro de 1994, tendo início de suas atividades em 17 de agosto de 1995 (UFSCAR, 2022).

Para simplificação do estudo deste trabalho, foi avaliada a eficiência energética apenas da BCo, embora a mesma faça parte de um complexo de edifícios como dito anteriormente. A seguir, encontra-se a Figura 6, apresentando a fachada atual da BCo.

Figura 6 – Fachada atual da BCo



Fonte: UFSCAR (2022)

A organização das informações seguiu de acordo com o estruturado no WebPrescritivo: inicialmente dados de pré-requisitos gerais, então envoltória, seguida por iluminação e ar-condicionado, bonificações e então etiqueta geral. Após a determinação da etiqueta da BCo, avaliou-se a possibilidade de melhorias para atingir a classificação A, além de sugestões de melhoria contidas no ProjetEEE, de forma a não só avaliar o estado atual da edificação, como também determinar características que possam ser melhoradas para melhorar a economia e bem estar no local.

Além disso, para finalizar, ainda serão registradas opiniões sobre os aplicativos utilizados e processos envolvidos, bem como sugestões para futuras pesquisas e fatores que necessitam de maior atenção e revisão.

4.2. PRÉ-REQUISITOS GERAIS

Os pré-requisitos gerais compreendem dois pontos: se a edificação possui medição central separada por uso final, bem como características de aquecimento de água. A BCo possui circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final e o critério de uso de aquecimento de água não se aplica, visto que se trata de um ambiente que não necessita de alta demanda de água quente como seria o caso de academias, clubes, hospitais e restaurantes. Dessa forma, a edificação pode ser classificada até o nível A, segundo os pré-requisitos gerais.

4.3. ENVOLTÓRIA

A BCo se localiza na cidade de São Carlos – SP, dessa forma pertencendo a zona bioclimática 4, conforme definido pela NBR 15.220-3: Zoneamento Bioclimático

Brasileiro. Nessa zona bioclimática, recomenda-se uso de aberturas médias, sombreamento nas aberturas durante todo o ano, além de uso de paredes pesadas e coberturas leves com isolamento térmico.

4.3.1. Pré-requisitos

4.3.1.1. Transmitância térmica (U)

Para a transmitância térmica serão analisados a cobertura, tanto para áreas condicionadas quanto para áreas não condicionadas, e as paredes.

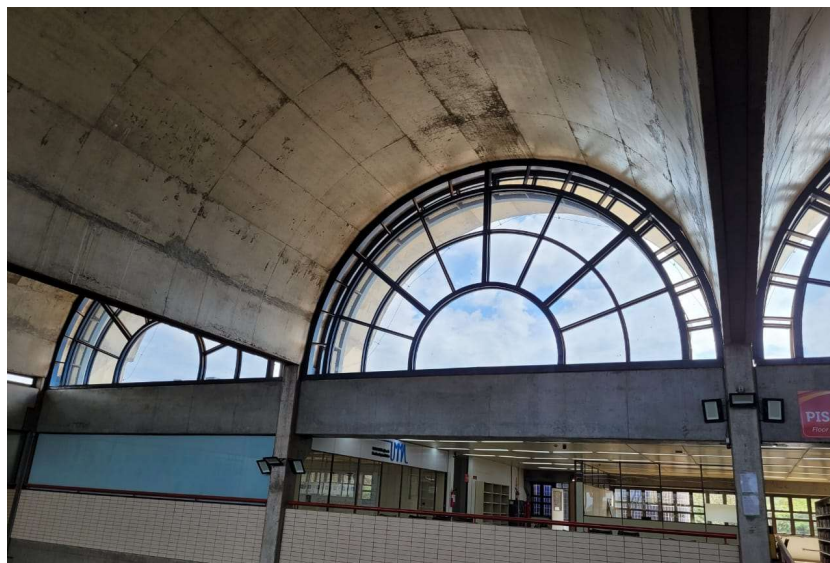
Cobertura: para a cobertura, a transmitância foi calculada levando em consideração os materiais utilizados na mesma, que são telha W de concreto para toda área da cobertura com exceção das abóbodas centrais feitas em concreto pré-moldado, assim como mostrado nas Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Cobertura BCo: Telha de Concreto



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 8 – Cobertura BCo: Abóbodas em concreto



Fonte: Autoria Própria (2022)

Assim como foi observado na visita ao local, as lajes do local são todas maciças pré-moldadas. Dessa forma, o valor de transmitância mais adequado a ser adotado foi de $2,06 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, correspondente à cobertura de laje maciça de 10cm com telha de fibrocimento de 0,8cm. Este valor de transmitância térmica se encontra na Figura 9 abaixo, sendo retirado do ProjetEEE, em conformidade com o Anexo Geral V – Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros, da portaria Inmetro: nº 50/2013.

Figura 9 – Transmitância térmica para a cobertura de telha W de concreto




Fonte: ProjetEEE (2022)

Já para as abóbodas centrais, é possível encontrar um valor de transmitância para laje maciça sem telhamento, assim como representado na Figura 10 abaixo. Contudo, devido a experiências pessoais e visita ao local, entende-se que o valor para este tipo de cobertura ($3,73 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) não condiz com as condições térmicas

observadas, já que em comparação aos outros edifícios da universidade, o ambiente da biblioteca é bem fresco e confortável. Dessa forma, entende-se que como as abóbodas se encontram a uma altura elevada e que a arquitetura das mesmas é favorável ao maior fluxo de ar e troca de calor, o valor da transmitância térmica adotado segundo o valor da literatura para lajes maciças é maior do que o encontrado no local. Para simplificação do processo, optou-se por adotar então o mesmo valor de transmitância anterior de $2,06 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ para toda a cobertura.

Figura 10 – Transmitância térmica de laje maciça

Descrição:		1
		
Laje maciça (10,0cm) Sem telhamento		
U	C _T	
[W/(m ² K)]	[kJ/m ² K]	
3,73	220	

Fonte: ANEXO GERAL V (2013)

Para a consideração da transmitância térmica das áreas não condicionadas, deve-se calcular a transmitância térmica resultante das duas formas de cobertura utilizadas, visto que estas compõem as áreas não condicionadas. Neste caso, não foi feito este cálculo, visto que o valor de U da telha W foi considerado igual ao da laje maciça pelos motivos citados anteriormente.

Já para as áreas condicionadas não é necessário este cálculo já que apenas telhas W em concreto compõem estas regiões. Dessa forma, $U_{\text{cob-ac}}$ e $U_{\text{cob-anc}}$ são iguais a $2,06 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Com os valores encontrados, são excedidos os limites de $1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ para ambientes condicionados e $2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ para ambientes não condicionados para a zona climática do local, desse modo limitando a classificação da envoltória, visto que não será aplicável a etiqueta A para a mesma. Além disso, também foi excedido o limite de $2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ para ambos os ambientes condicionado e não condicionado, reduzindo ainda mais a classificação da envoltória do edifício para E.

Paredes: assim como para a cobertura, deve-se determinar o valor de transmitância das paredes. Em visita ao local, observou-se que as paredes são

revestidas por um tipo de azulejo parecido com tijolos, como é possível observar na Figura 11. Nas plantas da BCo, a espessura das paredes externas acabadas está como 20cm, assim sendo adotou-se que foram utilizados blocos de 14x19x29cm e argamassa em ambos os lados.

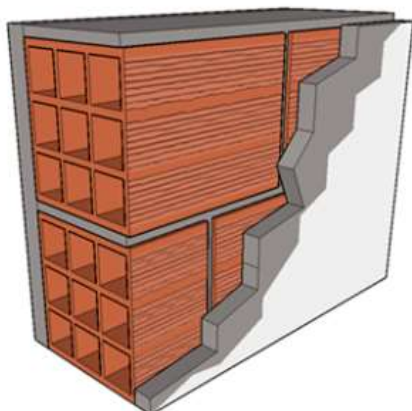
Figura 11 – Fechamento das paredes



Fonte: Autoria Própria (2022)

O valor de transmitância para o mesmo encontra-se abaixo (Figura 12) retirado também do ProjetEEE, em conformidade com o Anexo Geral V – Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros, da portaria Inmetro: nº 50/2013.

Figura 12 – Transmitância térmica de parede de tijolo maciço



Paredes

Argamassa interna 2.5 cm | Bloco cerâmico 14x19x29 cm | Argamassa Externa 2.5 cm

Resistência
0.55 m²k/W

Transmitância
1.83 W/m².K

Atraso Térmico
4.3 h

Capacidade Térmica
161 kJ/m².K

Fonte: ProjetEEE (2022)

O valor de transmitância térmica encontrado (U_{par}) para a parede atende ao pré-requisito de $3,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ para as paredes, podendo assim, por este pré-requisito isoladamente, atingir a etiqueta A.

4.3.1.2. Percentual de abertura zenital (PAZ)

Embora a BCo possua aberturas laterais na cobertura devido às abóbodas de concreto, as mesmas não apresentam inclinação menor do que 60° , sendo assim, não há aberturas na cobertura que sejam utilizadas no cálculo de percentual de abertura zenital, sendo assim considerado 0%.

4.3.1.3. Absortância solar (α)

Assim como a transmitância térmica, a absortância térmica deve ser determinada para a cobertura e a parede.

Cobertura: para a cobertura, foi utilizado o valor de absortância térmica encontrado no Manual para Aplicação do RTQ-C (2017) para lajes de concreto de 0,65 (65%), de forma que por ser maior que 0,5 não atinge o pré-requisito para classificação A e B.

Parede: para as paredes das fachadas deve ser feito uma composição de absortâncias com base na pintura das paredes externas do edifício, não considerando as aberturas. Dessa forma observa-se que parte da parede é de cor terracota, enquanto outra parte é concreto, com absortâncias de 64,6% e 74,5% respectivamente, informação retirada do Anexo Geral V – Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros, da portaria Inmetro: nº 50/2013. Devido à falta de detalhes e dificuldade de visita no local a determinação da absortância final foi feita de forma visual, com o auxílio de imagens da BCo, estimando-se que aproximadamente 65% das fachadas correspondem à cor terracota e 35% à cor concreto, de forma que se calcula:

$$\alpha_{par} = 0,646 \times 0,65 + 0,745 \times 0,35 = 0,68065$$

O valor de absortância encontrado é superior ao limite de 0,5, dessa forma impossibilitando o edifício de obter a etiqueta nível A para a envoltória.

4.3.2. Dados dimensionais da edificação

Estes dados são referentes as dimensões do edifício estudado e encontram-se listados abaixo.

Atot: representa a área total construída da edificação, somando a área dos diferentes pavimentos. Assim, segundo as plantas da BCo, a Atot é de 6.947,48m².

Apcob: representa a área da projeção da cobertura, incluindo terraços, cobertos ou descobertos, e excluindo beirais. Assim, a Apcob encontrada é de 2962,64m².

Ape: representa a área da projeção do edifício, excluindo subsolos. Assim, a Ape, neste caso, é igual a Apcob, ou seja, 2962,64m².

Vtot: representa o volume total da edificação delimitado pelas paredes de fechamento, excluindo pátios internos descobertos nos cálculos. Assim, o Vtot da BCo é de 31815,53m³.

Aenv: representa a área da envoltória, composta pela soma da área das fachadas, incluindo as aberturas. Assim, a Aenv corresponde a 3.385,21m².

Abaixo, encontra-se a Tabela 15 com as informações acima melhor organizadas.

Tabela 15 – Dados dimensionais da BCo

Atot (m²)	6947,48
Apcob (m²)	2962,64
Ape (m²)	2962,64
Vtot (m³)	31815,53
Aenv (m²)	3385,214

Fonte: Autoria Própria (2022)

4.3.3. Características das aberturas

4.3.3.1. Fator solar (FS)

Devido a não ter a definição do tipo de vidro instalado nas aberturas, considerou-se o pior caso de FS apresentado pelo Anexo Geral V – Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros, da portaria Inmetro: nº 50/2013, que corresponde a 0,635.

4.3.3.2. Porcentagem de abertura da fachada (PAF)

Assim como para determinar a absorção solar, a porcentagem de abertura das fachadas, tanto total quanto oeste, foram feitas de forma visual através de fotografias. As Figuras 13, 14, 15 e 16 mostram as fachadas da construção. Na Tabela 16, encontram-se os valores de PAF determinados.

Figura 13 – Fachada norte BCo



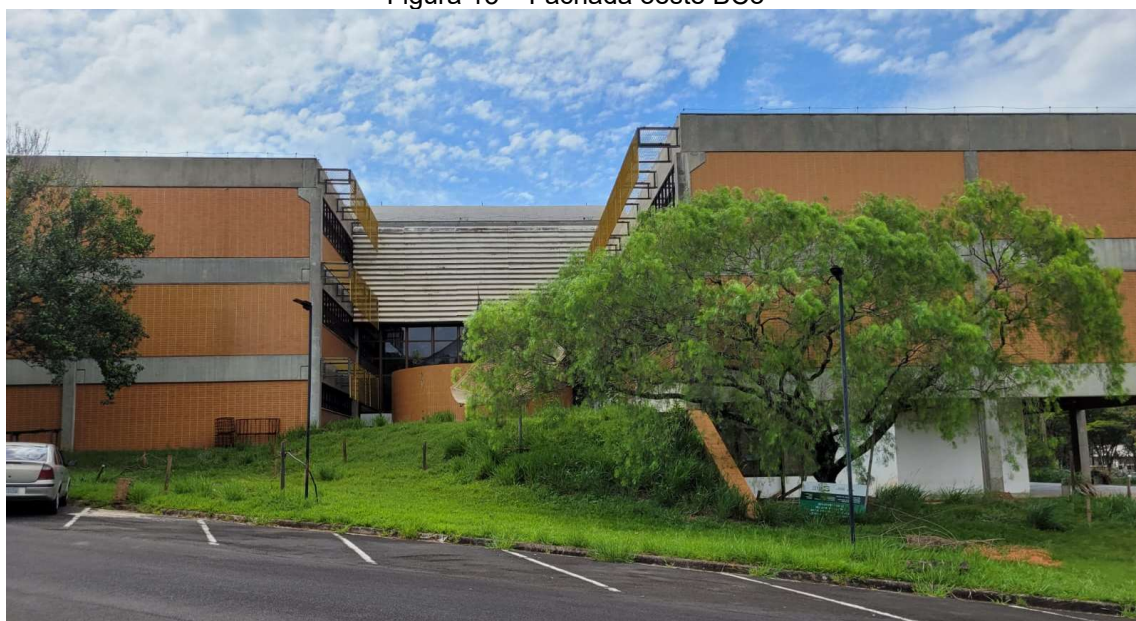
Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 14 – Fachada sul BCo



Fonte: Núcleo de GEO (2016)

Figura 15 – Fachada oeste BCo



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 16 – Fachada leste BCo



Fonte: Autoria Própria (2022)

Tabela 16 – PAF da BCo

Fachada	%
Norte	25
Leste	10
Oeste	20
Sul	30
Total	21,25

Fonte: Autoria Própria (2022)

4.3.3.3. Ângulo de sombreamento (AVS e AHS)

A BCo conta com um sistema de brises metálicos nas suas janelas para reduzir a incidência de luz solar em alguns pontos e algumas estruturas semelhantes a brises, contudo devido à falta de detalhes e informações dos mesmos nas plantas disponibilizadas os valores de ângulo vertical de sombreamento e ângulo horizontal de sombreamento foram considerados os mais críticos, o que segundo o Manual para Aplicação do RTQ-C (2017) corresponde a 45°.

4.4. ILUMINAÇÃO

Para a determinação da classificação da eficiência energética do sistema de iluminação, foi optado pelos métodos das atividades, no qual para cada ambiente foi levantado seus pré-requisitos, área e potência instalada com base nas plantas elétricas disponíveis em anexo.

4.4.1. Pré-requisitos

Cada ambiente deve ser avaliado três pré-requisitos: divisão de circuitos, contribuição de luz natural e desligamento automático. Os primeiros dois foram considerados atendidos em todos os ambientes, já que pelo observado nas plantas da edificação há divisão de circuitos além de controle individualizado para fileiras de luminárias próximas às aberturas para área externa. Já o desligamento automático não é identificado na edificação, contudo a maior parte dos ambientes possui área menor do que 250m², não se aplicando este pré-requisito. Porém, todas as outras áreas acima de 250m² foram consideradas como não atendido esse pré-requisito, dessa forma limitando a classificação da etiqueta para o Nível B em diante.

4.4.2. Características da iluminação

As informações da iluminação da BCo foram organizadas na Tabela 17. Estes dados foram organizados com base nas plantas de elétrica fornecidas.

Tabela 17 – Dados da iluminação

Pavimento	Ambiente	Área (m ²)	Potência (W)
Térreo	Recepção	247,23	320
Térreo	Escada	79,37	300
Térreo	Sala de treinamento	71,83	1680
Térreo	Secretaria executiva	41,1	960
Térreo	Administração	50,04	480
Térreo	Sala 1	46,31	1120
Térreo	Sala 2	30,53	640
Térreo	Sala 3	29,74	640
Térreo	Direção	38,14	880
Térreo	Vice direção	26,13	560
Térreo	Almoxarifado	14,85	160
Térreo	Sala	33,04	480
Térreo	Departamento de aquisição	96,07	960
Térreo	WC fem	18,31	160
Térreo	WC masc	18,31	160
Térreo	Copa	17,15	160
Térreo	Secretaria 1	8,11	80
Térreo	Secretaria 2	7,11	80
Térreo	Departamento	3,95	80
Térreo	Processamento Técnico	276,92	6400
Térreo	Circulação	107,42	1360
1	Exposição permanente	535,66	3750

2	Escada	79,37	720
2	Brinquedoteca	183,13	4320
2	Biblioteca	646,85	17520
2	Sala 1	56,41	1920
2	Sala 2	40,96	960
2	Multimeios	68,51	1600
2	Sala 3	59,68	1680
2	Projeção 1	17,32	280
2	Videoteca	17,43	280
2	Sala 4	52	1280
2	Projeção 2	10,41	320
3	Estudos 1	146,26	3360
3	Biblioteca	827,55	18480
3	Estudos 2	100,62	2800
3	Banheiros	74,68	600
4	Escada	79,37	4800
4	Biblioteca	1114,76	24960
4	Sala 1	12,59	480
4	Sala 2	30,64	640
4	Sala 3	37,93	800
5	Biblioteca	601,18	13440
5	Banheiros	74,05	600
5	Estudos	101,04	2800
5	Coleções especiais	475,17	11200

Fonte: Autoria Própria (2022)

4.5. CONDICIONAMENTO DE AR

Para o sistema de condicionamento de ar foi de extrema importância a visita realizada a BCo para identificação das áreas condicionadas e do modelo de ar condicionado utilizado na edificação. Em anexo, é possível observar quais são as áreas do edifício que contam com um sistema de condicionamento de ar, já o modelo de ar condicionado utilizado pode ser identificado nas Figuras 17 e 18.

Figura 17 – Sala com sistema de condicionamento de ar



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Figura 18 – Modelo de ar condicionado utilizado



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Dessa forma, o seguinte passo foi identificar o modelo de ar condicionado utilizado. A marca do equipamento é Trane, assim sendo, o modelo mais próximo foi o ar condicionado split tipo piso-teto modelo 2MCX0560C1, cuja ficha técnica encontra-se em anexo. Este modelo possui uma capacidade de refrigeração de 60.000 BTUs, sendo etiquetado pelo Inmetro possuindo classificação B.

4.5.1. Pré-requisitos

Como não foi possível obter a confirmação se a tubulação do ar condicionado possui isolamento ou não pela visita ou dados nas plantas, este pré-requisito foi considerado atendido na edificação.

4.5.2. Área Útil e Área Condicionada (AU e AC)

Para determinação da classificação da edificação quanto o condicionamento de ar, são precisos os valores de área útil e de área condicionada. A área útil se refere a toda a área da construção disponível para habitação, ou seja, a área interna medida entre as paredes do edifício. Já a área condicionada é a soma das áreas disponíveis para habitação que contenham sistema de condicionamento de ar. A partir da medição das áreas disponíveis pela planta, obtém-se o valor de AU de 6.706,23m² e AC de 938m².

5. RESULTADOS

Após a obtenção dos dados necessários a etiquetagem do edifício estudado no tópico 4, os dados foram inseridos no WebPrescritivo, tendo os resultados obtidos apresentados a seguir.

5.1. PRÉ-REQUISITOS GERAIS

Assim como determinado no item 4.2, a BCo atende a ambos os pré-requisitos, na Figura 19 abaixo sendo apresentado o preenchimento do WebPrescritivo referente a este tópico.

Figura 19 – Preenchimento WebPrescritivo: Pré-Requisitos Gerais

Pré-requisitos gerais	
Circuitos elétricos	Aquecimento de água
<input checked="" type="radio"/> A edificação possui circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final	<input type="radio"/> Atende pré-requisito para A
<input type="radio"/> A edificação não possui circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final ou não se aplica	<input type="radio"/> Atende pré-requisito para B
	<input type="radio"/> Atende pré-requisito para C
	<input checked="" type="checkbox"/> A edificação possui isolamento de tubulações
	<input checked="" type="radio"/> Este pré-requisito não se aplica à edificação
	<input type="radio"/> Não atende

Fonte: Autoria Própria (2022)

5.2. ENVOLTÓRIA

Assim como o preenchimento dos pré-requisitos gerais, houve a inserção dos dados levantados no tópico 4.3, respectivo à envoltória, no software WebPrescritivo. Cabe notar que assim como já discutido, o sistema calcula automaticamente alguns

fatores necessários para a determinação da etiqueta, bem como a classificação da mesma. No caso da BCo, os resultados apresentados na Figura 20 identificam a envoltória do edifício como tendo etiqueta E. A classificação péssima, assim como indicada pelo WebPrescritivo, foi dada pela limitação da etiqueta de acordo com os pré-requisitos, discutidos no tópico 4.3.1.1. Especificamente, pelas transmitâncias das coberturas de áreas condicionadas (U_{cob-ac}) e não condicionadas ($U_{cob-anc}$) estarem além do valor de $2,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Figura 20 – Preenchimento WebPrescritivo: Envoltória

The screenshot shows the 'Envoltória' (Envelope) configuration window. It is divided into three main sections: 'Localização', 'Dados Dimensionais da Edificação', and 'Características das Aberturas'.
 - **Localização:** 'Zona Bioclimática' is set to 'ZB 4' and 'Cidade' is 'São Carlos SP'.
 - **Pré-requisitos:** This section is checked. It contains input fields for U_{COB-AC} (2.06 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$), $U_{COB-ANC}$ (2.06 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$), U_{PAR} (1.83 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$), α_{COB} (65%), CT_{PAR} (0 $\text{kJ}/(\text{m}^2\text{K})$), α_{PAR} (68.1%), and PAZ (0%).
 - **Dados Dimensionais da Edificação:** Includes A_{TOT} (6947.48 m^2), A_{PCOB} (2962.64 m^2), A_{PE} (2962.64 m^2), V_{TOT} (31815.53 m^3), and A_{ENV} (3385.21 m^2).
 - **Características das Aberturas:** Includes FS (0.635), PAF_T (21.25%), PAF_O (20%), AVS (45°), and AHS (45°).
 A note at the bottom states: '* O nível de eficiência alcançado foi limitado pela transmitância térmica da cobertura dos ambientes condicionados.' Below this are buttons for 'Calcular Eficiência' and 'Limpar', and a color-coded efficiency scale showing 'E' as the selected level.

Fonte: Autoria Própria (2022)

O WebPrescritivo permite também calcular a classificação da etiqueta da envoltória desconsiderando os pré-requisitos. Ao verificar qual seria a classificação da edificação quando não se limita a mesma pela transmitância térmica das coberturas, obtém-se nível A (Figura 21). Entretanto, os pré-requisitos ainda serão considerados no processo de etiquetagem da edificação.

Figura 21 – Preenchimento WebPrescritivo: Envoltória sem pré-requisito

This screenshot is identical to Figure 20, but the 'Pré-requisitos' checkbox is unchecked. The note at the bottom now reads: '* Desde que observados os pré-requisitos da envoltória para o nível de eficiência pretendido.' The efficiency scale at the bottom shows 'A' as the selected level.

Fonte: Autoria Própria (2022)

5.3. ILUMINAÇÃO

Com base na Tabela 4, presente no tópico 4.4.2, foi preenchido o WebPrescritivo. Seguiu-se a tabela, adaptando o uso do ambiente para o encontrado no programa e preencheu-se os pré-requisitos com base no discutido no tópico 4.4.1.

Observa-se na Figura 23 que a classificação obtida para este componente foi E, de forma que mesmo com limitação de classificação apenas para a etiqueta nível A, o desempenho do edifício, em suas características originais, encontra-se muito aquém do desejado.

Figura 22 – Preenchimento WebPrescritivo: Iluminação (Parte 1)

Iluminação										
<input type="radio"/> Por áreas do edifício <input checked="" type="radio"/> Por atividades do edifício										
Pré-requisitos por ambientes										
	<input type="checkbox"/> Divisão de circuitos <input type="checkbox"/>	Contribuição da luz natural	Desligamento automático	Atividade	Uso	Área [m ²]	Potência [W]	Limite do Ambiente		
1	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de espera. convivê	Sala de espera. convivência	247.23	320	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
2	Atende	Atende	Não se aplica	Escadas	Escadas	79.37	300	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
3	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	71.83	1680	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
4	Atende	Atende	Não se aplica	Escritório	Escritório	41.1	960	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
5	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de espera. convivê	Sala de espera. convivência	50.04	480	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
6	Atende	Atende	Não se aplica	Escritório	Escritório	46.31	1120	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
7	Atende	Atende	Não se aplica	Escritório	Escritório	30.53	640	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
8	Atende	Atende	Não se aplica	Escritório	Escritório	29.74	640	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
9	Atende	Atende	Não se aplica	Escritório	Escritório	38.14	880	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
10	Atende	Atende	Não se aplica	Escritório	Escritório	26.13	560	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
11	Atende	Atende	Não se aplica	Armazém, Atacado	Material pequeno/leve	14.85	160	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
12	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	33.04	480	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
13	Atende	Atende	Não se aplica	Escritório	Escritório	96.07	960	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
14	Atende	Atende	Não se aplica	Banheiros	Banheiros	18.31	160	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
15	Atende	Atende	Não se aplica	Banheiros	Banheiros	18.31	160	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
16	Atende	Atende	Não se aplica	Cozinhas	Cozinhas	17.15	160	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
17	Atende	Atende	Não se aplica	Depósitos	Depósitos	8.11	80	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
18	Atende	Atende	Não se aplica	Depósitos	Depósitos	7.11	80	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
19	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de espera. convivê	Sala de espera. convivência	3.95	80	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
20	Atende	Atende	Não atende	Escritório	Escritório	276.92	6400	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
21	Atende	Atende	Não se aplica	Circulação	Circulação	107.42	1360	L		m
22	Atende	Atende	Não atende	Museu	Sala de exibição	535.66	3750	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
23	Atende	Atende	Não se aplica	Escadas	Escadas	79.37	720	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
24	Atende	Atende	Não se aplica	Biblioteca	Área de leitura	183.13	4320	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
25	Atende	Atende	Não se aplica	Biblioteca	Área de leitura	646.85	17520	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 23 – Preenchimento WebPrescritivo: Iluminação (Parte 2)

26	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	56.41	1920	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
27	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	40.96	960	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
28	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	68.51	1600	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
29	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	59.68	1680	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
30	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Reuniões. Cont	Sala de Reuniões. Conferência. Multi	17.32	280	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
31	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Reuniões. Cont	Sala de Reuniões. Conferência. Multi	17.43	280	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
32	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	52	1280	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
33	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Reuniões. Cont	Sala de Reuniões. Conferência. Multi	10.41	320	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
34	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	146.26	3360	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
35	Atende	Atende	Não atende	Biblioteca	Área de leitura	827.55	18480	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
36	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	100.62	2800	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
37	Atende	Atende	Não se aplica	Banheiros	Banheiros	74.68	600	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
38	Atende	Atende	Não se aplica	Escadas	Escadas	79.37	4800	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
39	Atende	Atende	Não atende	Biblioteca	Área de leitura	1114.76	24960	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
40	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	12.59	480	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
41	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	30.64	640	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
42	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	37.93	800	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
43	Atende	Atende	Não atende	Biblioteca	Área de leitura	601.18	13440	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
44	Atende	Atende	Não se aplica	Banheiros	Banheiros	74.05	600	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
45	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	101.04	2800	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑
46	Atende	Atende	Não atende	Sala de Reuniões. Cont	Sala de Reuniões. Conferência. Multi	475.17	1120	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	↑

* Desde que observados os pré-requisitos de iluminação.

Fonte: Autoria Própria (2022)

5.4. CONDICIONAMENTO DE AR

O preenchimento do WebPrescritivo teve como base os locais com ar condicionados instalados (disponíveis em anexo) e utilizou o modelo de aparelho determinado no tópico 4.5, bem como os valores de área útil e área condicionada encontradas no tópico 4.5.2. Como é possível observar na Figura 25, a classificação da BCo quanto ao sistema de condicionamento de ar é nível B, tendo um bom desempenho.

Figura 24 – Preenchimento WebPrescritivo: Condicionamento de ar (Parte 1)

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	Processamento técnico	- 2 +	split	60000	3.10	B
			split	60000	3.10	B
2	Sala de treinamento	- 2 +	split	60000	3.10	B
			split	60000	3.10	B
3	Sala 1 - Térreo	- 1 +	split	60000	3.10	B
4	Sala 2 - Térreo	- 1 +	split	60000	3.10	B
5	Multimeios	- 1 +	split	60000	3.10	B
6	Sala 3 - 2 pav	- 1 +	split	60000	3.10	B
7	Videoteca	- 1 +	split	60000	3.10	B
8	Sala 4 - 2 pav	- 2 +	split	60000	3.10	B
			split	60000	3.10	B
9	Sala 1 - 4 pav	- 1 +	split	60000	3.10	B
10	Sala 2 - 4 pav	- 1 +	split	60000	3.10	B
11	Sala 3 - 4 pav	- 1 +	split	60000	3.10	B
12	Coleções especiais	- 8 +	split	60000	3.10	B
			split	60000	3.10	B
			split	60000	3.10	B
			split	60000	3.10	B
			split	60000	3.10	B
			split	60000	3.10	B
			split	60000	3.10	B
			split	60000	3.10	B

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 25 – Preenchimento WebPrescritivo: Condicionamento de ar (Parte 2)

AU m² ?

AC m² ?

B

Fonte: Autoria Própria (2022)

5.5. CLASSIFICAÇÃO GERAL

Após calculadas as classificações específicas da edificação é possível calcular a classificação geral da mesma. Para tanto, o WebPrescritivo ainda precisa de mais duas informações. A primeira delas é o valor de APT, que é a área de permanência transitória. Esta corresponde às áreas de circulação e escadas do edifício, tendo assim o valor de 492,04m². Já a segunda informação é o valor adotado do EqNumV,

equivalente numérico dos ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente. Este valor varia de 1 a 5, com 1 sendo o valor de maior desconforto térmico na edificação nos ambientes não condicionados e 5 o de menor desconforto, ou seja, maior conforto. Este equivalente numérico possui caráter mais subjetivo, de forma que o estudante nos anos que frequentou o ambiente da BCo sempre o considerou agradável e fresco, dando assim valor 4 ao EqNumV.

Dessa forma, é possível por fim determinar a classificação geral da Biblioteca Comunitária da UFSCar, segundo suas características de projeto. A Figura 26 apresenta o resultado encontrado. Obteve-se etiqueta nível C com pontuação 3,07.

Figura 26 – Classificação geral BCo segundo projeto

Parâmetro	Valor	Unidade
APT	492.04	m ²
ANC	5276.19	m ²
EqNumV	4	
b	0	

Calcular Eficiência Limpar

Pontuação: 3.07

C

Fonte: Autoria Própria (2022)

6. DISCUSSÃO

A classificação geral obtida pela BCo ENCE Nível C encontra-se dentro das expectativas, considerando as incertezas no processo e das características do edifício, que pela data de execução não contemplava diretrizes que propiciassem a melhor forma de desempenho energético do edifício, contudo cabe destacar as baixas classificações obtidas pela envoltória e sistema de iluminação do edifício.

A envoltória acabou obtendo uma etiqueta E devido aos pré-requisitos do sistema térmico da cobertura, como discutido no tópico 5.2. Quando se avalia a estrutura da BCo desconsiderando os pré-requisitos, a edificação atinge o nível C de eficiência. Cabe notar que os valores de transmitância da cobertura adotado (2,06 W/(m²K)) é bem próximo ao limite necessário para obtenção da classificação C, de 2,0 W/(m²K).

Já quanto a iluminação, o seu desempenho se dá devido ao grande número de luminárias com lâmpadas de grande consumo energético, já que foi utilizado para determinação da classificação da etiqueta um projeto antigo da BCo, datado de 2009. Entende-se que um melhoramento nas lâmpadas geraria uma melhora na classificação do sistema de iluminação como um todo e conseqüentemente na etiqueta geral.

Tratando-se do sistema de condicionamento de ar, este obteve bons resultados de forma que, embora não seja nível A, ainda se mostra com boa eficiência energética.

7. MELHORIAS

Após a determinação da etiqueta da Biblioteca Comunitária da UFSCar, propõe-se melhorias para estar elevando o nível de eficiência energética da edificação. As melhorias sugeridas são no sistema de iluminação, visto que este apresenta grande consumo energético e aplicação de bonificação pelo uso de elevador, visto que esse está em condições ruins, sendo de muita importância também para a acessibilidade do prédio.

7.1. MELHORIAS NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Para as melhorias no sistema de iluminação, identificou-se quais foram as lâmpadas utilizadas no projeto para que se possa efetuar a mudança das mesmas por outras mais econômicas, contudo não perdendo capacidade lumínica.

No projeto foram utilizadas lâmpadas tubulares de 1,20m com 40W de potência. Assim, através de um catálogo de fabricante (encontrado em anexo), determinou-se que para as mesmas havia fornecimento de 1620 lumens. Obteve-se um outro catálogo (encontrado em anexo) de uma lâmpada com as mesmas dimensões, com 1850 lumens, mas com 20W de potência, metade da potência da lâmpada utilizada. Dessa forma, a substituição é possível, ficando com a distribuição de potência de acordo com a Figura 27. Além disso, optou-se por sugerir como melhoria a instalação dos sistemas de desligamento automático para que todos os pré-requisitos pudessem ser atingidos. Assim, a etiqueta do sistema de iluminação consegue passar de E para B, bem como a etiqueta geral (Figura 29) passa de C para B, subindo para 3,93 pontos.

Figura 27 – Preenchimento WebPrescritivo: Melhoria iluminação (Parte 1)

Iluminação

Por áreas do edifício Por atividades do edifício

Pré-requisitos por ambientes				Atividade	Uso	Área [m ²]	Potência [W]	Limite do Ambiente		
	<input type="checkbox"/> Divisão de circuitos <input type="checkbox"/>	Contribuição da luz natural	Desligamento automático					<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> RCR	<input type="checkbox"/> ↑
1	Atende	Atende	Não se aplica	Sala de espera. convivé	Sala de espera. convivência	247.23	160	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Atende	Atende	Não se aplica	Escadas	Escadas	79.37	150	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	71.83	840	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Atende	Atende	Atende	Escritório	Escritório	41.1	480	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Atende	Atende	Atende	Sala de espera. convivé	Sala de espera. convivência	50.04	240	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Atende	Atende	Atende	Escritório	Escritório	46.31	560	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Atende	Atende	Atende	Escritório	Escritório	30.53	320	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Atende	Atende	Atende	Escritório	Escritório	29.74	320	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Atende	Atende	Atende	Escritório	Escritório	38.14	440	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Atende	Atende	Atende	Escritório	Escritório	26.13	280	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Atende	Atende	Atende	Armazém, Atacado	Material pequeno/leve	14.85	80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	33.04	240	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Atende	Atende	Atende	Escritório	Escritório	96.07	480	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Atende	Atende	Atende	Banheiros	Banheiros	18.31	80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Atende	Atende	Atende	Banheiros	Banheiros	18.31	80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Atende	Atende	Atende	Cozinhas	Cozinhas	17.15	80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Atende	Atende	Atende	Depósitos	Depósitos	8.11	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Atende	Atende	Atende	Depósitos	Depósitos	7.11	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Atende	Atende	Atende	Sala de espera. convivé	Sala de espera. convivência	3.95	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Atende	Atende	Atende	Escritório	Escritório	276.92	3200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	Atende	Atende	Atende	Circulação	Circulação	107.42	680	L		m
22	Atende	Atende	Atende	Museu	Sala de exibição	535.66	1875	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Atende	Atende	Não se aplica	Escadas	Escadas	79.37	360	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Atende	Atende	Não se aplica	Biblioteca	Área de leitura	183.13	2160	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	Atende	Atende	Não se aplica	Biblioteca	Área de leitura	646.85	8760	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 28 – Preenchimento WebPrescritivo: Melhoria iluminação (Parte 2)

26	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	56.41	960	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	40.96	480	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	68.51	800	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	59.68	840	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	Atende	Atende	Atende	Sala de Reuniões. Cont	Sala de Reuniões. Conferência. Multi	17.32	140	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	Atende	Atende	Atende	Sala de Reuniões. Cont	Sala de Reuniões. Conferência. Multi	17.43	140	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	52	640	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	Atende	Atende	Atende	Sala de Reuniões. Cont	Sala de Reuniões. Conferência. Multi	10.41	160	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	146.26	1680	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	Atende	Atende	Não se aplica	Biblioteca	Área de leitura	827.55	9240	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	100.62	1400	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	Atende	Atende	Atende	Banheiros	Banheiros	74.68	300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	Atende	Atende	Não se aplica	Escadas	Escadas	79.37	2400	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	Atende	Atende	Não se aplica	Biblioteca	Área de leitura	1114.76	12480	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	12.59	240	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	30.64	320	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	37.93	400	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43	Atende	Atende	Não se aplica	Biblioteca	Área de leitura	601.18	6720	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44	Atende	Atende	Atende	Banheiros	Banheiros	74.05	300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45	Atende	Atende	Atende	Sala de Aula. Treiname	Sala de Aula. Treinamento	101.04	1400	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46	Atende	Atende	Atende	Sala de Reuniões. Cont	Sala de Reuniões. Conferência. Multi	475.17	5600	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Calcular Eficiência | Limpar

B

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

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 29 – Etiqueta Geral: Melhoria iluminação

Etiqueta Geral

APT m² ?

ANC m² ?

EqNumV ?

b ?

Pontuação: 3.93

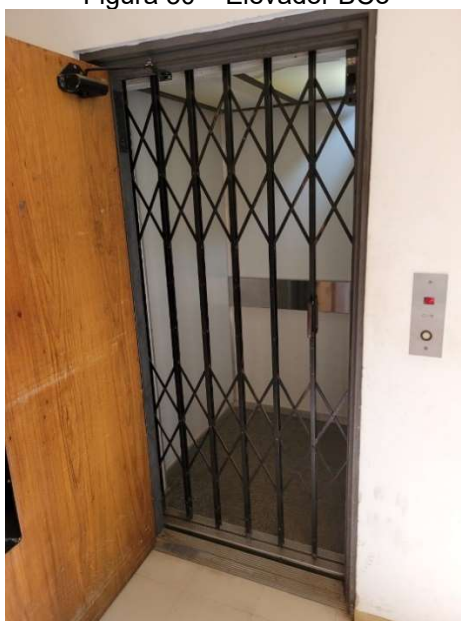
B

Fonte: Aatoria Própria (2022)

7.2. BONIFICAÇÃO

A BCo conta com um elevador em seu interior (Figura 30). Contudo este é muito antigo, necessitando de manutenções constantes e, segundo funcionários, não é utilizado com muita frequência por questões até mesmo de segurança.

Figura 30 – Elevador BCo




Fonte: Aatoria Própria (2022)

Entretanto, a utilização de elevadores que atingem o nível A de eficiência segundo a norma VDI 4707 garante uma bonificação de 0,5 ponto na classificação final da edificação. Assim, sugere-se também a troca do elevador antigo por um nível A para atingir a bonificação.

Dessa forma, a etiqueta geral passa do nível C para B, com 3,57 pontos (Figura 31) ou para B com pontuação 4,43 se unido às melhorias da iluminação (Figura 32).

Figura 31 – Etiqueta geral: Melhoria elevador


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 : A

Etiqueta Geral	
APT	492.04 m ² ?
ANC	5276.19 m ² ?
EqNumV	4 ?
b	0.5 ?
<input type="button" value="Calcular Eficiência"/> <input type="button" value="Limpar"/>	
Pontuação: 3.57	
	

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 32 – Etiqueta geral: Melhoria elevador + iluminação

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 : A

Etiqueta Geral	
APT	492.04 m ² ?
ANC	5276.19 m ² ?
EqNumV	4 ?
b	0.5 ?
<input type="button" value="Calcular Eficiência"/> <input type="button" value="Limpar"/>	
Pontuação: 4.43	
	

Fonte: Autoria Própria (2022)

8. CONCLUSÃO

Assim como visto no início deste trabalho, a eficiência energética se torna cada vez mais um tema importante e mais discutido. Com isso, o ramo da construção civil deve também acompanhar o desenvolvimento de técnicas de economia de energia e aplicar nas suas edificações. Uma das formas de se obter uma análise de eficiência energética de uma construção foi a mostrada no decorrer deste trabalho de conclusão de curso, as diretrizes PROCEL Edifica, norteadas pelo RTQ-C, para etiquetagem de um edifício.

Foram identificados métodos para determinação da eficiência energética em edifícios como o *benchmark*, diagnóstico energético e etiquetagem, além de ferramentas como o WebPrescritivo e o ProjetEEE, optando-se por trabalhar com etiquetagem e com o WebPrescritivo e ProjetEEE. Foram identificados que seriam

necessários dados referentes à envoltória, ao sistema de iluminação e ao sistema de condicionamento de ar. Assim, foi detalhado o processo necessário para obtenção da etiqueta do edifício.

Em específico, a determinação da etiqueta da Biblioteca Comunitária da UFSCar apresentou bons resultados para uma construção antiga, obtendo a etiqueta geral nível C, contando com uma envoltória nível E (embora, isso se deve aos valores de transmitância da cobertura que excedem por pouco o limite, descaracterizando a etiqueta nível C passível de ser obtida), um sistema de iluminação nível E e condicionamento de ar nível B.

Além disso, foram propostas melhorias na iluminação que geram uma etiqueta específica B, ao invés de E, e etiqueta geral B, melhorando a classificação não somente da iluminação como do edifício por inteiro. Outro ponto importante a destacar é que embora não foi previsto neste trabalho a economia financeira que seria possível com a melhoria da iluminação, pode-se observar que é possível diminuir a potência instalada pela metade, redução expressiva no consumo. Bem como, sugeriu-se a troca do elevador antigo por um nível A, de forma que também se obtenha uma etiqueta nível B, ressaltando que o mesmo além do papel no processo de bonificação, possui a questão da acessibilidade envolvida, sendo de grande importância um elevador de qualidade no local.

Embora as melhorias propostas não foram suficientes para atingir o nível A de eficiência, ainda geram ganhos significativos não somente na classificação da edificação como na economia de energia elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOÉ, L. et al. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Estudos Avancados**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 285–297, 2017.

AYUSSO, C. C. **Análise do desempenho energético de edifício da UFSCar**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

BENAVIDES, J. R. R. **A auditoria energética como ferramenta para o aproveitamento do potencial de conservação da energia: o caso das edificações do setor educacional**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de pós-graduação em energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BORGSTEIN, E.; LAMBERTS, R. Desenvolvimento de benchmarks nacionais de consumo energético de edificações em operação. **Conselho Brasileiro de Construção Sustentável**, São Paulo, v. 1, p. 1-15, 2014.

BRASIL. **Plano Nacional de Energia 2050**. 1. ed. Brasília, 2020.

CARLO, J. C. **Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envolvimento de Edificações Não-residenciais**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

DOROCHE, M. R.; ANSCHAU, C. T. Oferta de energia elétrica no Brasil. **Revista Tecnológica**, 2015. Chapecó, v. 2, p. 402-414, 2015.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2021**. 1. ed. Rio de Janeiro: EPE, 2021a.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Escassez hídrica e o fornecimento de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: EPE, 2021b.

FERRADOR FILHO, A. L.; AGUIAR, A. D. O. E; KNISS, C. T. Eficiência energética com base nos critérios procel: estudo de caso em edifício público. **HOLOS**, Natal, v. 7, p. 2–25, 22 dez. 2018.

FERREIRA, M.; GHIRALDELLO, L. O benchmarking como ferramenta de gestão: Um estudo em departamentos de viagens corporativas nas empresas. **Gestão e conhecimento**. Poços de Caldas, artigo 8, p. 1-25, 2014.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avancados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 7–20, 2017.

KAZMIRCZAK, G. J.; FERREIRA, D. D. M.; RIBEIRO, A. M. Benchmark Universitário: (In)Eficiência dos Gastos Públicos com Diárias e Passagens das Universidades Federais Brasileiras. **Revista FSA**, v. 16, n. 5, p. 77–105, 1 set. 2019.

KLÜSENER, C. S. **Aplicação do regulamento para etiquetagem do nível de eficiência energética de edifícios: o caso do centro de tecnologia da ufsm.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

KUK, M., **‘Commercial Building Energy Audit’, ASHRAE Illinois Chapter 2015 Spring Conference.** Março 10, 2015.

LAMBERTS, R. et al. Regulamentação de etiquetagem voluntária de nível de eficiência energética de edifícios comerciais e públicos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências Térmicas, 11., 2006, Ouro Preto. **Proceedings of ENCIT 2006.** Curitiba: ABCM, 2006.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Guia Prático de Eficiência Energética.** Governo Federal, 2014.

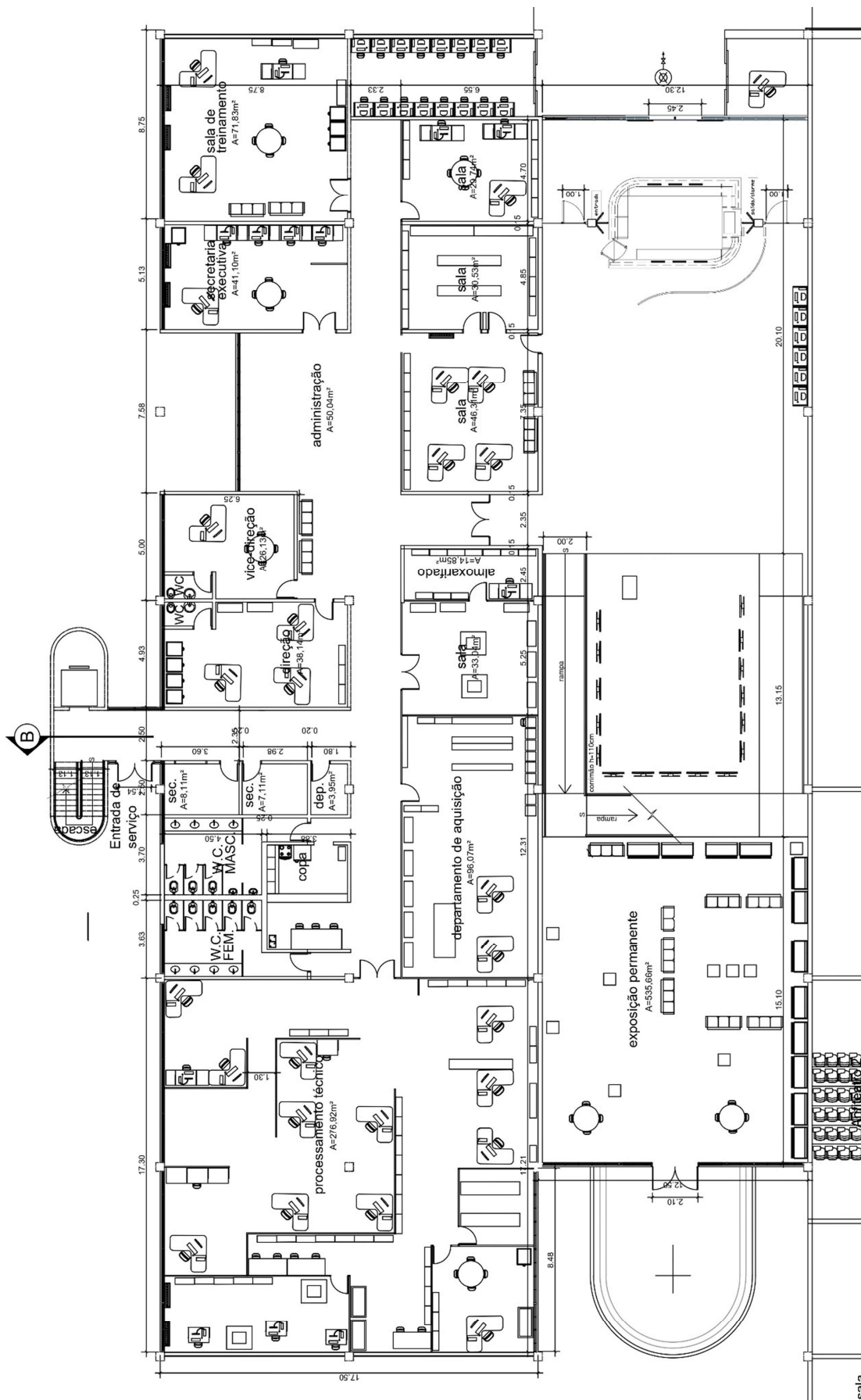
MME – Ministério de Minas e Energia. **MME e Aneel apresentam medidas para o enfrentamento do cenário de aumento nos custos de geração de energia.** Governo Federal, 2021. Disponível em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-e-aneel-apresentam-medidas-para-enfrentamento-do-cenario-de-aumento-nos-custos-de-geracao-de-energia>. Acesso em 01 out. 2021.

PAIVA, Nathan M.; CASTRO, Isabela C; OLIVEIRA, Raquel D.; LIMA, Frederico R. S. Auditoria energética de sistema de climatização artificial em Instituição Federal de Ensino Superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

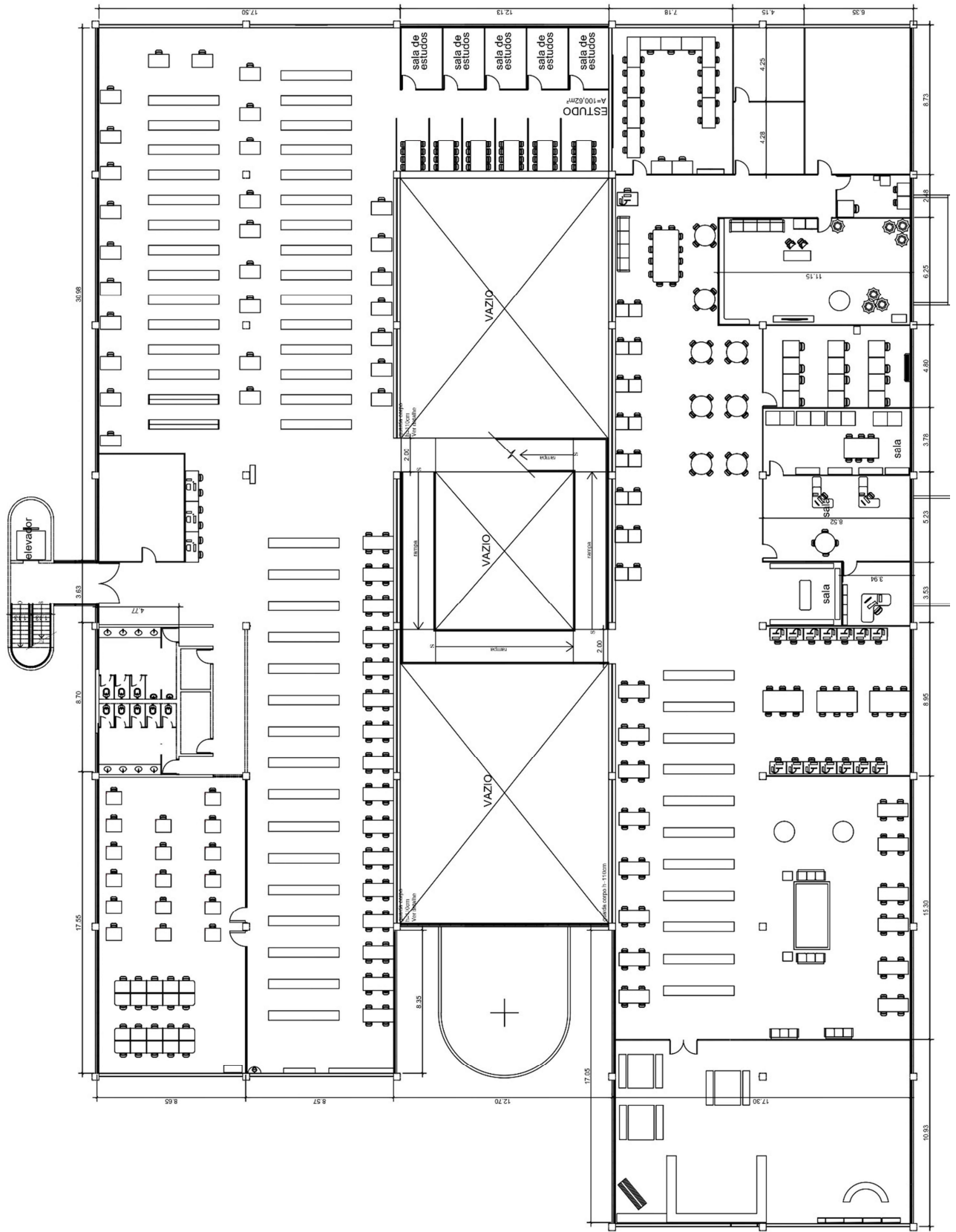
PROCEL. **Manual RTQ-C: Comercial, de Serviço e Público.** 4. ed. Brasília, 2017.

UFSCAR. **Institucional BCo.** 2022. Disponível em <https://www.bco.ufscar.br/sobre>. Acesso em 23 fev. 2022.

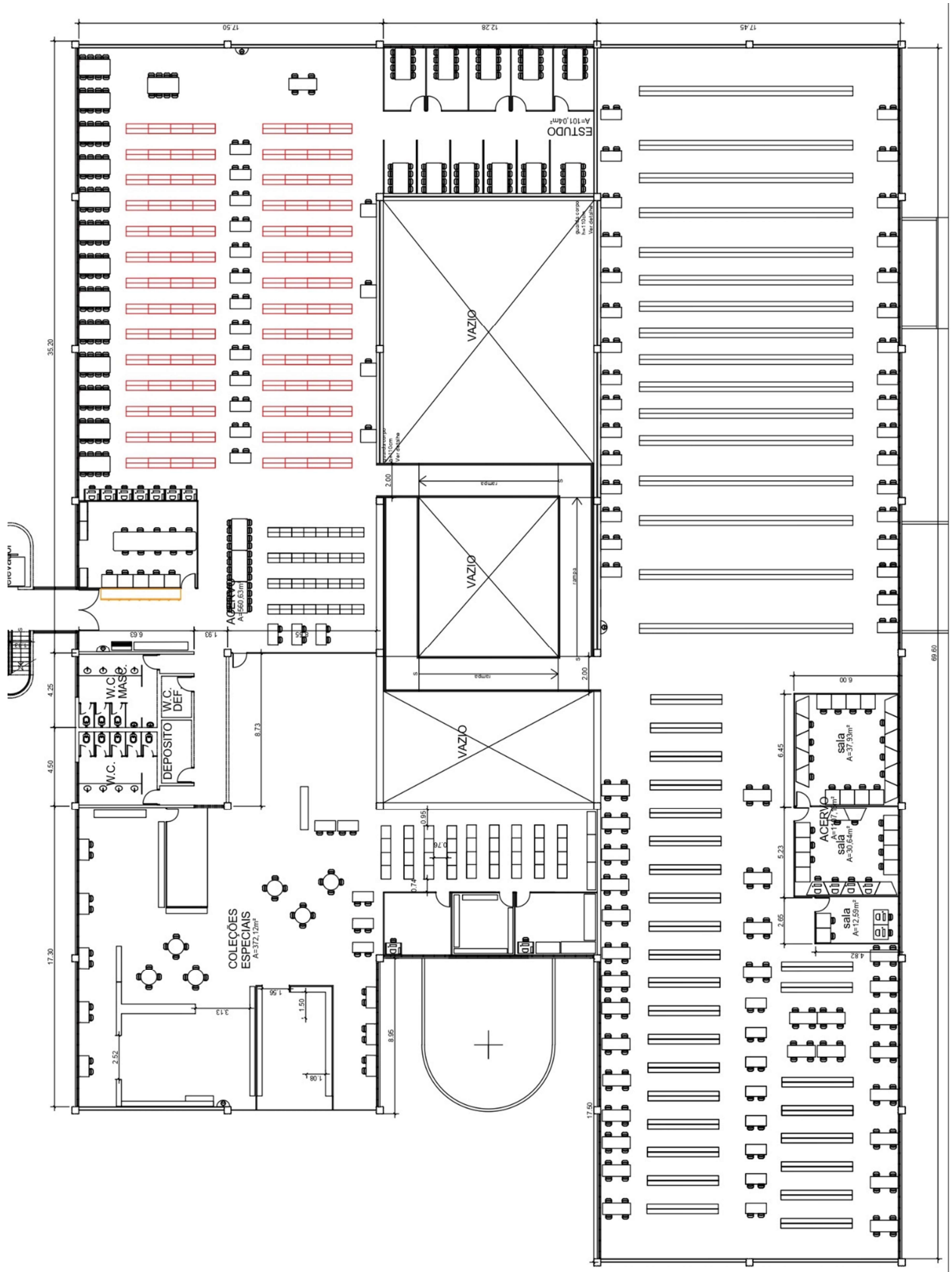
Anexo – Planta baixa BCo: Térreo e 1 pavimento



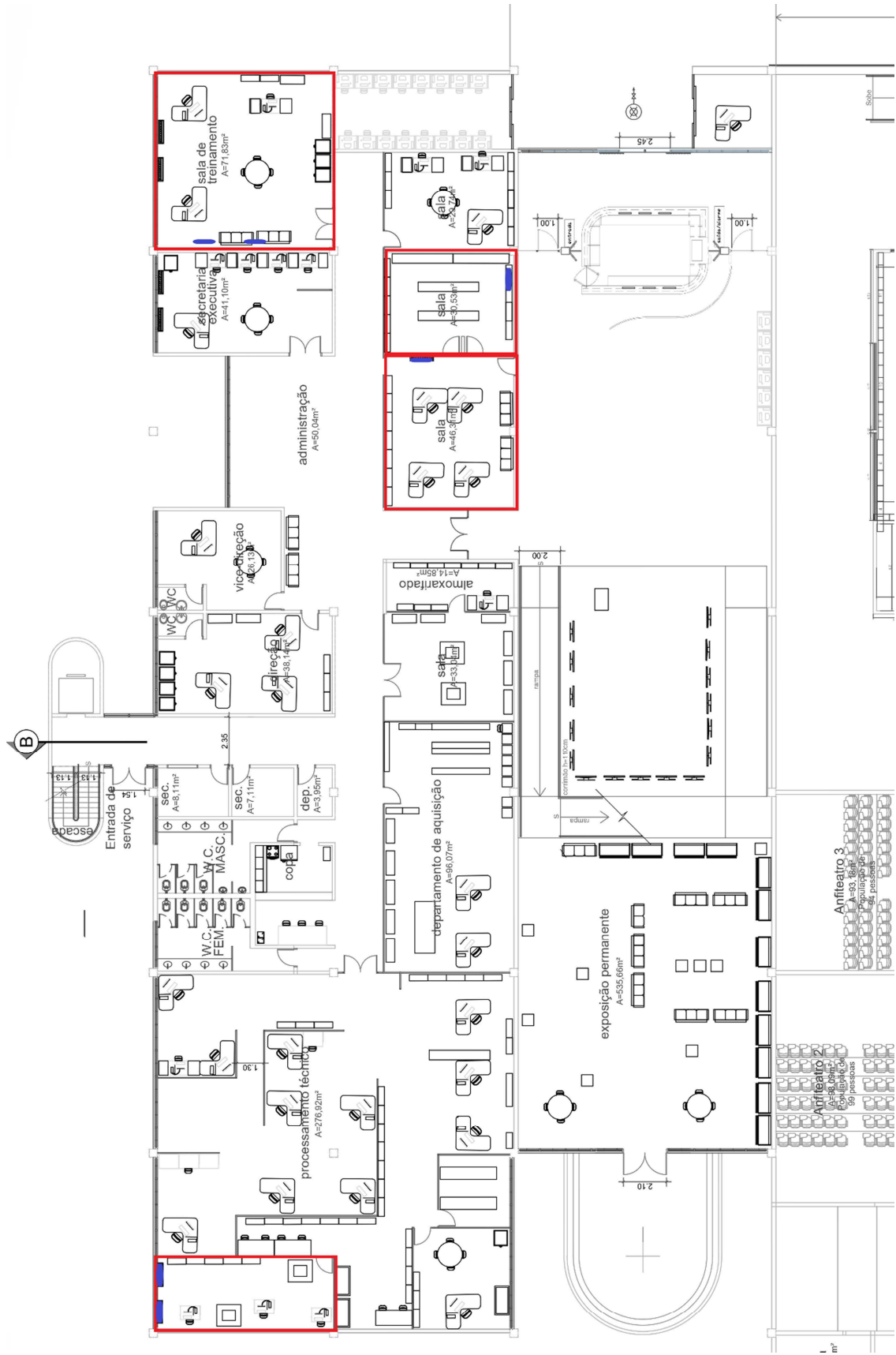
Anexo – Planta baixa BCo: 2 e 3 pavimentos



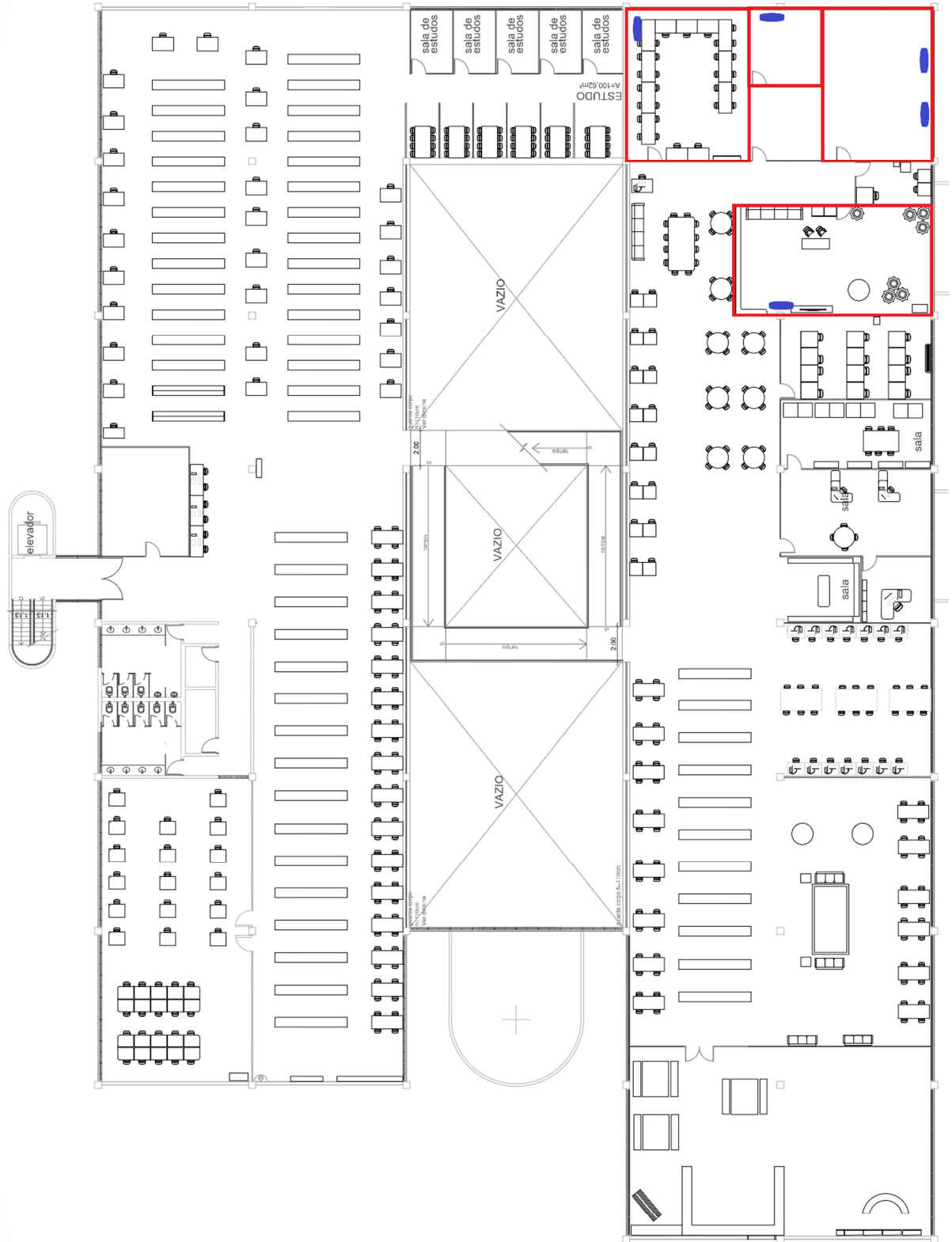
Anexo – Planta baixa BCo: 4 e 5 pavimentos



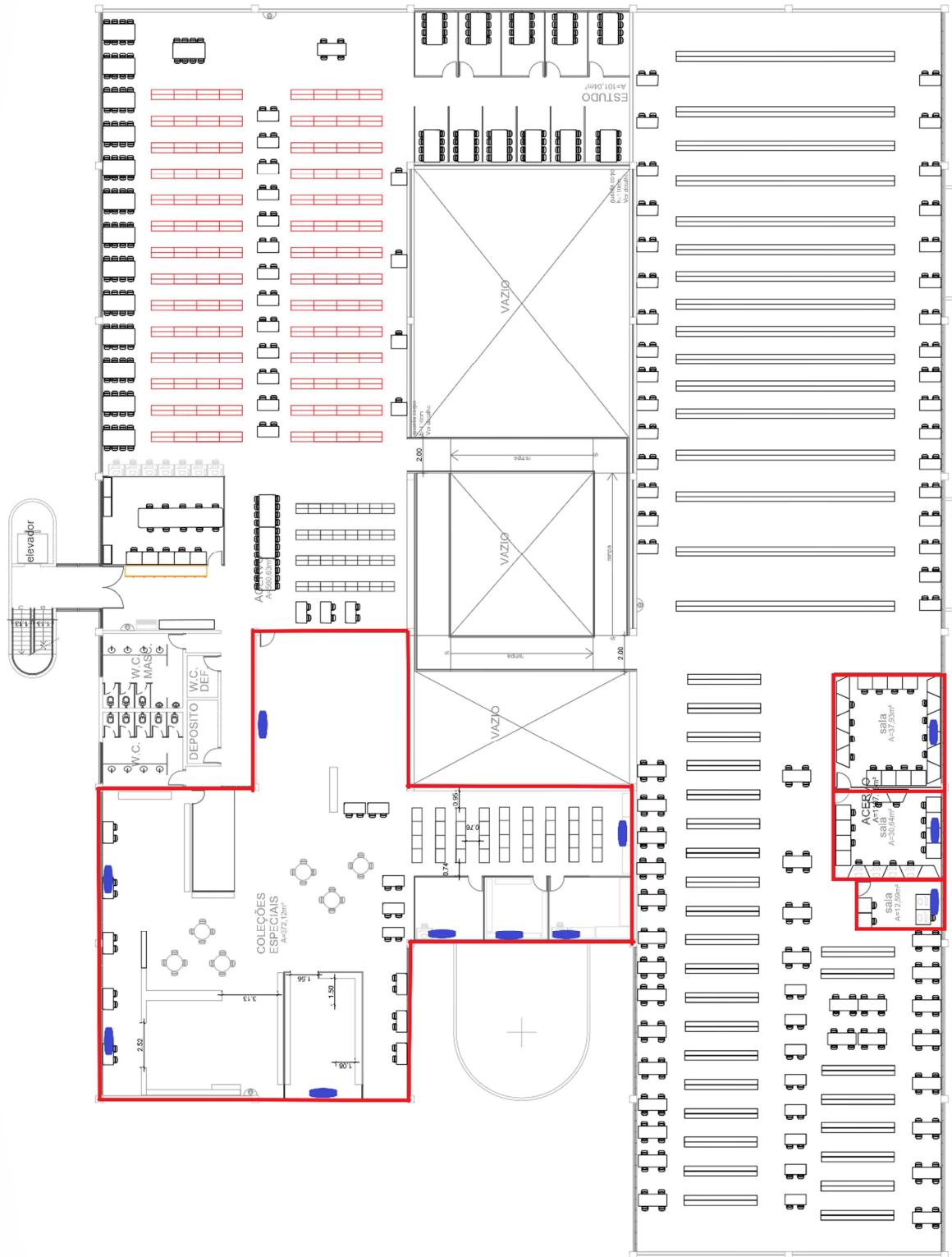
Anexo – Condicionamento de ar BCo: Térreo e 1 pavimento



Anexo – Condicionamento de ar BCo: 2 e 3 pavimentos



Anexo – Condicionamento de ar BCo: 4 e 5 pavimentos



Anexo – Catálogo ar condicionado



MODELO		Condensadoras 4TTX/4TWK - Monofásicas - 220 V		Condensadoras 4TTK/4TWK - Trifásicas - 220 V		
		2MCX0518C1	2MCX0524C1	2MCX0536C1	2MCX0548C1	2MCX0560C1
Alimentação elétrica	V-f-Hz	220-1-60	220-1-60	220-1-60	220-1-60	220-1-60
Capacidade nominal	Btu/h	18000	25000	36000	48000	60000
Consumo elétrico	W	1773/1803	2450/2444	3593/3501	4231/4179	5387/5233
Amperagem nominal	A	8	11	16	13	16
COP (resfriamento)	W/W	3,21/ 3,04	2,98/ 2,81	3,14/ 2,90	3,41/ 3,42	3,10/ 3,23
Vazão de ar (alto/médio/baixo)	m ³ /h	1250/980/810	1802/1561/1362	2432/2034/1755	2440/2033/1754	2626/2385/2246
Nível de ruído (alta/média/baixa)	dB(A)	52.8/46.0/39.7	55.6/51.7/48.3	56.4/51.7/47.5	56.5/51.9/48.1	58.1/56.0/54.6
Dimensões (C x L x A)	mm	1068x675x235	1285x675x235	1650x675x235	1650x675x235	1650x675x235
Peso líquido	kg	27.4	30.3	41	41	45.5
Linha de líquido/ linha de gás	pol	1/4" x 1/2"	3/8" x 5/8"	3/8" x 3/4"	3/8" x 7/8"	3/8" x 7/8"

Anexo – Catálogo Lâmpada Tubular 40W

XELUX®
REMARI *Antes luz a frente...*

Fluorescente

TUBULAR



www.xelux.com.br

TUBULAR

T5/T8/T10

Base G5/G13 (Luz do dia)

Uso interno:

Energia Mais eficiente

A B C D E F G

Menos eficiente

80% DE ENERGIA

CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

Melhor opção custo-benefício, quando é economia de energia. As lâmpadas fluorescentes tubular oferecem até 80% de economia na substituição de lâmpadas incandescentes. Necessita de reator específico. Baixo consumo de energia. Fácil instalação.

APLICAÇÕES:

Amplamente utilizado para a iluminação principal, aplicada em residências, hotéis, luminárias de mesa, indústria e outros.

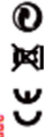


ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Código do Produto	Potência (W)	Tensão (V)	Temp. de cor (K)	IRC	Fluxo Lum. (lm)	Base	Vida Útil	Tubo	Embalagem
714-5	4	Reator 6200	≥82	120	G5	6000	T5	10	
314-1	6	Reator 6200	≥82	250	G5	6000	T5	10	
315-8	8	Reator 6200	≥82	380	G5	6000	T5	10	
316-6	10	Reator 6200	≥82	770	G5	6000	T8	200	
1943-7	14	Reator 6200	≥82	1540	G5	6000	T5	100	
317-4	15	Reator 6200	≥82	2970	G5	6000	T8	100	
1787-1	18	Reator 4200	≥82	4400	G5	6000	T8	25	
955-5	18	Reator 6200	≥82	450	G13	6000	T8	25	
418-9	20	Reator 6200	≥82	675	G13	6000	T10	25	
1945-3	28	Reator 6200	≥82	810	G13	6000	T5	100	
1785-1	35	Reator 4200	≥82	810	G13	6000	T8	25	
956-3	36	Reator 6200	≥82	1620	G13	6000	T8	25	
419-7	40	Reator 6200	≥82	1620	G13	6000	T10	25	
2172-1	54	Reator 6200	≥82	950	G13	6000	T5	100	
2173-2	80	Reator 6200	≥82	2050	G13	6000	T5	100	

Menor consumo e maior durabilidade

Vida Útil **6.000h**



EMBALAGEM: **T5/T8/T10**

PESO:

TUBULAR

Modelo	Compr. (mm)	Diâmetro (mm)
T5	150/228/300/560/1160/1460	16
T8	345/450/600/600/1200	26
T10	600/1200	30

Gráfico de comparação de cor

2700K 3000K 3500K 4000K 4500K 5000K 5500K 6000K 6500K

Baixo consumo de energia e maior durabilidade

Excelente opção para decoração e iluminação

Anexo – Catálogo Lâmpada Tubular 20W

TUBULAR DE LED


MULTI VOLT 100-240V

FP > 0,92


IRC > 80

VIDA ÚTIL 25.000h

200°





84014
600mm
28mm
Base G13





84015
1200mm
28mm
Base G13


APLICAÇÃO



Casas



Lojas



Escritórios


Condomínios


Restaurantes

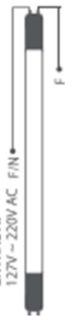

Hospitais/Hotéis


Shopping


Garagens

ESQUEMA DE LIGAÇÃO

ENTRADA: 127V ~ 220V AC F/N



1 ANO GARANTIA

Segurança INMETRO OCP 0029

UL 815 Não permite dimerização

Código	Potência	Fluxo Luminoso	Temp. de Cor	Eq. Fluorescente	Ef. Luminosa	Cód. EAN
84014	10 W	900 lm	6.000 K	20 W	90 lm/W	7896565840143
84015	20 W	1.850 lm	6.000 K	40 W	93 lm/W	7896565840150