

CLASSIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO PRÉDIO ADMINISTRATIVO DE UNIVERSIDADE PÚBLICA EM CARAÚBAS/RN PELO MÉTODO INI-C.

Lucas Edson de Lima Torres¹

Leonete Cristina de Araújo Ferreira Medeiros Silva²

RESUMO:

A eficiência energética refere-se à execução de atividades de forma que o consumo de energia seja reduzido, promovendo assim conforto e qualidade. Esse aspecto é crucial para diminuir o uso de energia, atenuar os impactos ambientais e, consequentemente, reduzir os custos. Este trabalho teve como objetivo classificar, segundo os critérios da eficiência energética, o prédio administrativo de uma universidade situada no Nordeste brasileiro. A edificação do estudo foi o Prédio Administrativo Campus Caraúbas (PACC), selecionado por funcionar durante os três turnos de atividades escolares. A coleta de dados para obtenção dos resultados foi realizada por meio de levantamento, parâmetros obtidos com o emprego do *Software Revit* e aplicação da metodologia indicada na Portaria Nº 309 INI-C do INMETRO. Com as informações obtidas, foi possível constatar que a edificação estudada apresenta variações na densidade de carga térmica entre as áreas estudadas, com índices elevados nas zonas 2 e 4, assim como a carga térmica total anual do prédio. No qual, é possível comparar carga térmica real ($C_{gTTreal}$) e a carga térmica de referência (C_{gTTref}), sendo classificada como CLASSE E. Isso evidencia a necessidade de implementar estratégias que visem uma melhor eficiência térmica, aumentando o conforto térmico para os usuários.

Palavras-chave: Método simplificado do INI-C; Carga térmica; Selo Procel Edifica; Consumo de energia.

ABSTRACT:

Energy efficiency refers to carrying out activities in such a way that energy consumption is reduced, thus promoting comfort and quality. This aspect is crucial to reducing energy use. Mitigate environmental impacts and, consequently, reduce costs. The aim of this study was to classify, according to energy efficiency criteria, the administrative building of a university located in northeastern Brazil. The building of the study was the Caraúbas Campus Administrative Building (PACC), selected because it operates during the three shifts of school activities. Data collection to obtain the result was carried out by means of a survey; parameters were obtained using the Revit and application of the methodology indicated in INMETRO Ordinance No. 309 INI-C. With the information obtained, it was possible to see that the building studied has variations in thermal load density between the areas studied, with high rates in zones 2 and 4, as well as the building's total annual thermal load. In which it is possible to compare the actual thermal load ($C_{gTTreal}$) and the reference thermal load (C_{gTTref}), being classified as CLASS E. This highlights the need to implement strategies aimed at improving thermal efficiency, increasing thermal comfort for users.

Keywords: INI-C simplified method; thermal load, Procel Edifica Seal, energy consumption.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional- BEN (2024), o Brasil registrou um crescimento de 3,5% no consumo de energia em 2023, refletindo o aumento da demanda em diversos setores da economia. A energia consumida foi utilizada por segmentos como indústria, transporte, residências e comércio, demonstrando a influência do crescimento do consumo energético do país.

O aumento crescente da demanda e do consumo de energia, proporcionado pelo desenvolvimento das atividades humanas, o uso intensivo de tecnologia, o aumento dos serviços prestados por organizações públicas e privadas e os avanços da ciência, é um fato notório (Rocha, 2012).

¹Graduando em Engenharia Civil, Ufersa, Campus Caraúbas, e-mail: lucas.torres46410@alunos.ufersa.edu.br

²Professora orientadora, Departamento de Engenharias, Ufersa, Campus Caraúbas, e-mail: leonete.cristina@ufersa.edu.br

As edificações governamentais devem explorar opções para otimizar o consumo de energia elétrica. De acordo com Rocha (2012), a adoção de estratégias voltadas para a eficiência energética, a preservação de recursos públicos e o aprimoramento da eficiência energética em edifícios públicos são vistas como práticas sustentáveis que visam esse propósito. Ele também afirma que mudanças nas características arquitetônicas desses edifícios representam uma oportunidade importante para diminuir despesas e economizar energia.

A eficiência energética é gerar a mesma quantidade de energia ou obter o mesmo serviço, e com isso fornece o conforto e a qualidade. Ações de eficiência energética toda e qualquer ação que promova a redução do consumo de energia, mantendo-se o mesmo nível de serviço prestado (Moreira, 2021). Desse modo, é essencial o emprego de software que possibilitam a projeção da eficiência energética, além de palestras educativas, de conscientização que possam incentivar a redução do desperdício de energia.

Edificações públicas federais são imóveis construídos ou adaptados com recursos públicos para exercício de atividade administrativa ou para a prestação de serviços públicos, tais como prédios administrativos, escolas, hospitais, postos de saúde, clínicas, museus, instituições de pesquisa e outras instituições ou associações de diversos tipos (EDIFICA, 2020). Com isso, são edificações que ao serem elaboradas/projetadas visando a sua utilização do seu funcionamento e a sustentabilidade, buscando atender o público de forma segura e confortavelmente.

A Instrução Normativa Inmetro para Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas – INI-C. Inmetro especifica os critérios e os métodos para a classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto à sua eficiência energética, visando à etiquetagem de edificações Portaria INMETRO Nº 42/2021 (INMETRO, 2021). Desse modo, a INI-C buscar garantir o conforto e a qualidade da edificação através da sua análise.

A classificação das edificações de acordo com sua ocupação, é um instrumento que viabiliza uma forma de medida de determinar a segurança e conforto que uma edificação pode proporcionar. De acordo com a NBR 14432:2001, classifica-se as edificações como grupos, conforme a sua ocupação, como mostra o Quadro 1. Neste trabalho o prédio em análise se encontra no grupo D (D-1), locais para prestação de serviços profissionais ou condução de negócios.

Quadro 1: Classificação das edificações quanto à sua ocupação.

Classificação das edificações quanto à sua ocupação			
Grupo	Divisão	Descrição	Exemplos
Serviços profissionais pessoais e técnicos	D-1	Locais para prestação de serviços profissionais ou condução de negócios.	Escritórios administrativos ou técnicos, consultórios, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleireiros laboratórios de análise clínicas sem internação, centro profissionais e outros

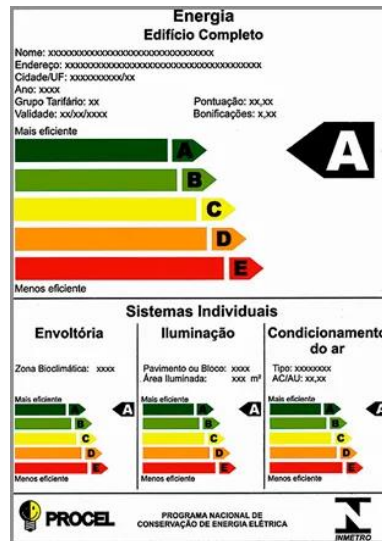
Fonte: Adaptado NBR 14432 (2001).

Segundo o Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética, o Selo Procel Edificações, estabelecido em novembro de 2014, é um instrumento de adesão voluntária que tem por objetivo principal identificar as edificações que apresentem as melhores classificações de eficiência energética em uma dada categoria, motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes. Este é um setor de extrema importância no mercado de energia elétrica, representando cerca de 50% do consumo de eletricidade do País. (PROCEL, s.d).

Ainda de acordo com o PROCEL, (s.d), para obter o selo de verificação é necessário que a edificação passe pela avaliação dos três sistemas de etapas que são: a envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Os Selos são emitidos pela Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional S.A (ENBPar), após a avaliação realizada por um Organismo de Inspeção Acreditado (OIA) pelo Inmetro, com escopo de Eficiência Energética em Edificações - OIA-EEE.

Um prédio com o Selo Procel Edificações, indica que a edificação apresenta as melhores classificações de eficiência energética, motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes. Já a etiquetagem de edificações possibilita o conhecimento do nível de eficiência energética das edificações, na qual, sua classificação pode-se encontrar entre a classe A que será a mais eficiente e a classe E a menos eficiente. (PROCEL, s.d). A Figura 1 apresenta um exemplo de etiqueta com as classificações.

De acordo com Cavalcante (2009), as construções devem ser projetadas para proporcionar um ambiente agradável e seguro, independentemente das variações de estação e clima. Desse modo, avaliar a eficiência energética em prédios públicos desempenha um papel importante na busca por práticas sustentáveis e na redução de custos operacionais.



Fonte: Google fotos.

O presente trabalho tem sua relevância acadêmica embasada no alto número de resultados quando pesquisando no Google Escolar o termo "eficiência energética em edificações públicas" e restringindo os resultados com publicações a partir do ano de 2020, verifica-se 5.660 links disponibilizados para consulta. Sob o aspecto ambiental, o tema do estudo está de acordo com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11, que contempla Cidades e Comunidades Sustentáveis, Consumo e Produção responsáveis.

Para estudar a eficiência energética em edificações públicas, foi escolhido o prédio administrativo de uma universidade no semiárido nordestino, denominado PACC. Essa edificação possui ocupação praticamente total do prédio nos turnos matutino e vespertino e parcial no turno noturno. Como no estudo desenvolvido foi possível responder a pergunta-problema: Qual a classificação atual do prédio administrativo do campus Caraúbas segundo os critérios de eficiência energética (método INI-C) para que possam ser encontradas estratégias de melhoria para a edificação? Portanto, o objetivo do trabalho é a classificação energética do Bloco Administrativo da Universidade segundo os critérios normativos.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente estudo foi realizado na edificação do PACC, localizado no município de Caraúbas no estado Rio Grande do Norte (Figura 2). Trata-se de uma edificação térrea contendo os escritórios de trabalho, sala de reunião, copas, banheiros e auditório. A escolha da edificação deve-se ao fato de ser um prédio público com funcionamento em três turnos, o que demanda um consumo contínuo de energia ao longo do dia. Para compreender melhor as condições do

local, foi realizado um levantamento visual, no qual se identificou uma grande quantidade de lâmpadas fluorescentes presentes nos diversos ambientes da edificação.

Além da iluminação, verificou-se que a climatização dos espaços é feita por meio de equipamentos específicos, garantindo conforto térmico tanto para os servidores que desempenham suas atividades quanto para os usuários que frequentam o local. Essas características reforçam a importância de analisar e otimizar o uso dos recursos energéticos na edificação.

As fachadas do bloco apresentam predominância em suas áreas pintadas nas cores de branco e azul royal, na qual, é uma característica dos prédios do campus. Desse modo, conforme ilustrado nas Figuras 3(a), 3(b), 3(c), e 3(d).

Figura 2: Localização do PACC.



Fonte: Autoria própria, (2025).

Figura 3: Fachadas do Prédio Administrativo PACC



(a) Foto da fachada Sul do PACC



(b) Foto da fachada Oeste do PACC



(c) Foto da fachada Norte do PACC



(d) Foto da fachada Leste do PACC

Fonte: Autoria própria, (2025).

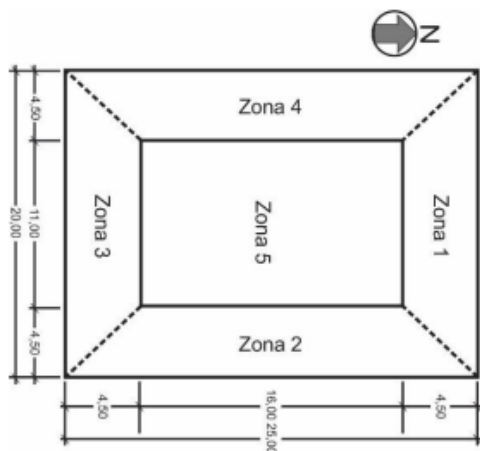
O trabalho foi desenvolvido em três etapas. A partir da consulta ao projeto de arquitetura junto ao setor de Infraestrutura, no qual foi modelado por Costa (2023), em um primeiro momento. Num segundo momento foi realizada uma vistoria *in loco* para constatar a existência ou não de modificações, dados acerca da natureza de ocupação das salas, informações sobre iluminação (tipo e quantidade) e condicionamento de ar (potência). Por último, ocorreu a aplicação dos procedimentos estabelecidos no Método INI-C (Manual INI-C), apresentados sequencialmente na sessão de resultados. E, por fim, foi estabelecido o nível da eficiência energética do PACC.

Para fins de análise dos materiais foram realizadas as seguintes considerações:

- O prédio em análise é composto por argamassa interna e externa com 2,5 cm de espessura, no qual o bloco tem as dimensões de 9 x 19 x 19 cm. Tendo como característica de coeficiente de transmissão térmica (transmitância térmica) é de $2,39[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ e a capacidade térmica superficial é de $151 [\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$.
- Na cobertura, para aplicar o catálogo do Anexo V do Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros, foi escolhida a opção mais próxima ao executado, sendo uma laje pré-moldada de 12 cm, com telha de fibrocimento de 0,8cm e sua absorvância é de 0,5, com isso, o coeficiente de transmissão térmica (transmitância térmica) é de $1,79 [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$, capacidade térmica superficial é de $180 [\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ e o fator solar do vidro de 0,23.

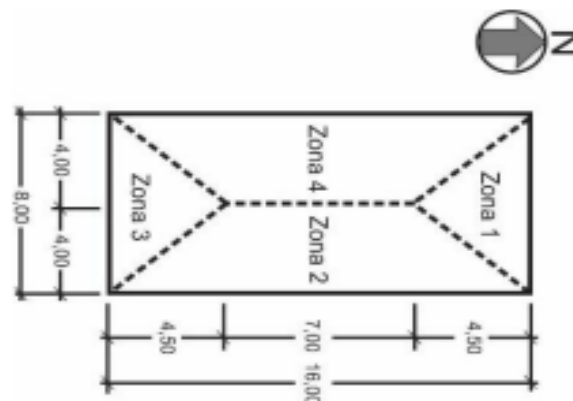
Para iniciar a análise da envoltória, foi necessária a divisão das zonas térmicas da edificação, de acordo com a Portaria INMETRO N° 309/2022 (INMETRO, 2022). São previstos dois processos de divisão das zonas térmicas da análise. Sendo separadas das seguintes formas, na Figura 4 as zonas 1 a 4 são perimetrais, e a zona 5 é interna. A Figura 5 onde todas as zonas são perimetrais.

Figura 4: Processos de zonas perimetrais e interna.



Fonte: Portaria Nº 309 INI-C (2022)

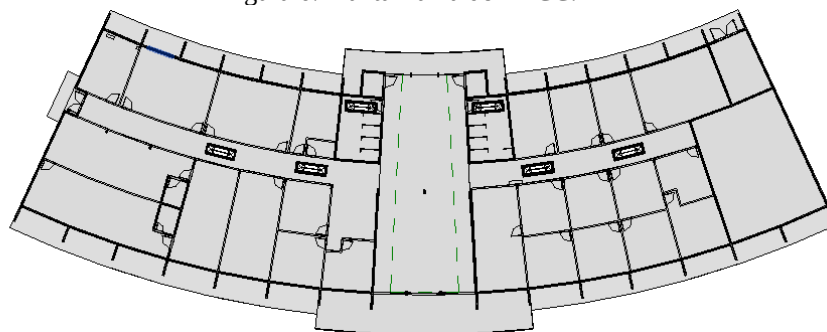
Figura 5: Processos de zonas perimetrais



Fonte: Portaria Nº 309 INI-C (2022)

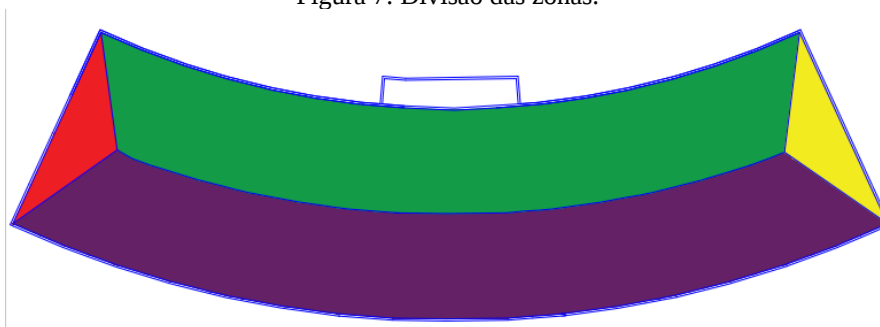
Com base no Anexo I, utilizou-se a planta baixa do projeto arquitetônico (Figura 6), com isso, foi utilizado o processo de zona perimetral, por meio do qual foi realizada a análise da envoltória. Após a escolha do processo como ilustrado na Figura 7 com as divisões das zonas e suas respectivas cores. No Quadro 2 apresentam-se as zonas e suas respectivas áreas. Neste trabalho, foram analisadas três áreas distintas como mostra o Quadro 3, sendo as áreas total da iluminação, de zonas e a de envoltória.

Figura 6: Planta Baixa do PACC.



Fonte: Costa, (2023).

Figura 7: Divisão das zonas.



Fonte: Autoria própria, (2025).

Quadro 2: Zonas e suas respectivas áreas.

Zonas	Identificação	Áreas (m²)
Zona 1	Amarelo	33,42
Zona 2	Verde	367,23
Zona 3	Vermelho	33,42
Zona 4	Roxo	416,84
Total		850,91

Fonte: Autoria própria, (2025).

Quadro 3: Áreas total da iluminação, zonas e envoltória

Áreas (m²)		
Iluminação	Zonas	Envoltória
833,3	850,91	1254,59

Fonte: Autoria própria, 2025.

De acordo com a NBR 16401-1 de 2024 apresenta as taxas representativas nas quais o calor e a umidade são dados por seres humanos em diferentes estados de atividade, com isso essa taxa é um dado significativo. Como mostra o Quadro 4.

Quadro 4: Taxas de calor por pessoas individuais.

Grau de atividade		Calor Total (W)		Calor sensível (W)	Calor latente (W)
		Homem adulto	Ajustado M/F ^a		
Sentado, em trabalho bem leve	Escritórios, hotéis, apartamento	140	130	75	55

Fonte: Adaptado NBR 16401-1 (2024).

Para obter a densidade de potência de iluminação e de equipamentos da edificação foi utilizado a Equação 1. De acordo com a interface do metamodelo, o valor de densidade de potência máximo, quando realizado o cálculo, se valor for superior a 40 W/m² deve-se adotar o valor máximo do metamodelo do método simplificado.

$$DPIT = \frac{PI_T}{AI_T} \qquad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

DPIT: é a densidade de potência instalada total da edificação (W/m²);

PI_T : é a potência de iluminação instalada total da edificação, sem controle automatizado (W);

AI_T: é a área iluminada total da edificação (m²).

Além dessas informações, também são necessários dados, tais como: a orientação solar, tipo de zona, absortância de cobertura e parede, o pé-direito, percentual de abertura da fachada, fator solar do vidro, transmitância de cobertura e parede, possui cobertura exposta,

capacidade térmica da parede e cobertura. Diante das informações analisadas e utilizando a interface do metamodelo INI-C, no qual, aplica-se os dados no modelo simplificado de modo que, tem como objetivo facilitar o cálculo utilizado para encontrar a carga térmica total anual.

Na interface pode obter cada densidade de carga térmica real por zona e consequentemente a carga térmica total anual – CgTT (kWh/ano). Para melhor visualização na Figura 8 mostra o modelo simplificado da INI-C (INMETRO, 2022).

Figura 8: Modelo simplificado da interface.

Fonte: Portaria Nº 309 INI-C (2022).

Para realizar o comparativo de dados a Portaria Nº 309 INI-C (INMETRO, 2022) disponibiliza dados significativos de cada áreas/local que buscar ser estudada de acordo com a edificação, neste trabalho a edificação escolhida é o escritório, com isso, será utilizado algumas informações de referência para realizar a avaliação. Como mostra Quadro 5 Valores de referência para edificações de escritório.

Quadro 5: Valores de referência para edificações de escritório.

Uso típico	Edificações de escritórios	
	Condição real	Condição de referência
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9 cm), argamassa externa (2,5 cm)
α PAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)
α COB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm
Uvid - Transmitância do vidro (W/(m².K))	Condição real	5,7

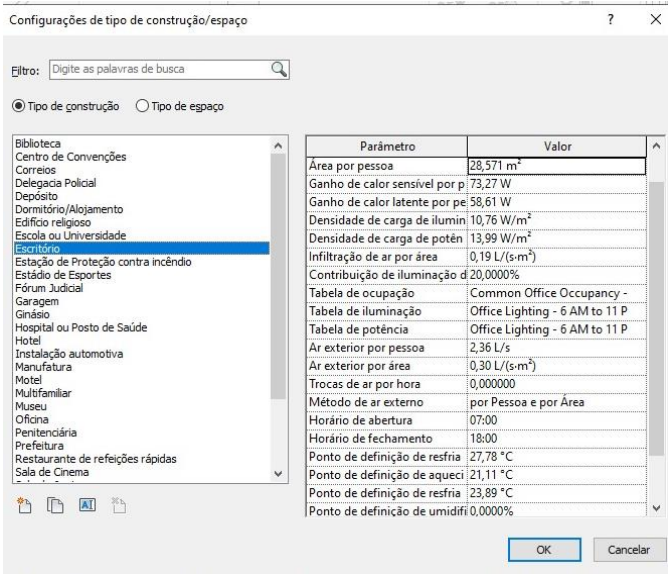
Fonte: Adaptado, Portaria Nº 309 INI-C (2022).

Através do *software Revit* podemos utilizar ferramentas disponíveis que nos fornecer dados da edificação que deseja ser estudada, para este trabalho foi analisado uma edificação que seja de espaço do tipo escritório, com as informações disponíveis como mostra as Figuras

9 e 10 de configuração de tipo de construção/espço e com os dados de referência disponibilizado pela Portaria N° 309 INI-C (INMETRO, 2022). O Revit também nos fornece informações como ângulo vertical de sombreamento – AVS (°) e ângulo horizontal de sombreamento – AHS (°).

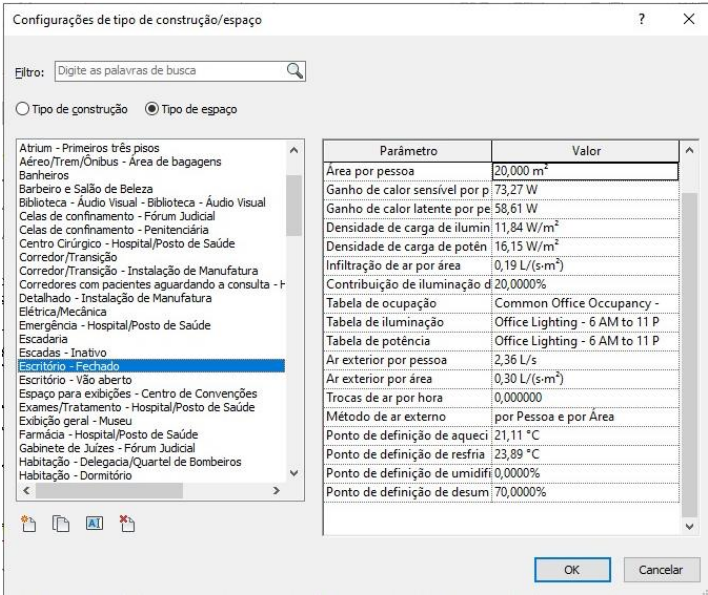
Vale salientar que o prédio escolhido para análise se encontra em uma cidade do interior do Rio Grande do Norte (RN), porém a cidade de Caraúbas não se encontra na cidade do simulador, desse modo, foi visto que, só apresenta a capital de cada estado. Por Caraúbas estar distante 296 km da capital, foi utilizada a cidade de Natal-RN como referência.

Figura 9: Configuração de tipo de construção/espço.



Fonte: Captura de tela, Metamodelo desenvolvido pelo autor (2025)

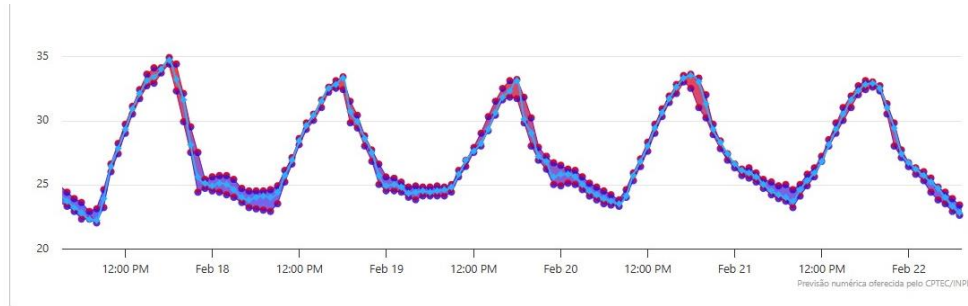
Figura 10: Configuração de tipo de construção/espço.



Fonte: Captura de tela, Metamodelo desenvolvido pelo autor (2025)

Neste trabalho, outra informação importante é a temperatura da cidade em que a edificação está localizada, com isso, foi realizada a verificação no site Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC no dia 17 de fevereiro de 2025. Na Figura 11, apresenta-se o diagrama referente ao dia 17/02 referente ao mês em análise, com isso, foi considerada a temperatura de 34,7 °C na cidade de Caraúbas/RN.

Figura 11: Temperatura térmica da cidade de Caraúbas (°C).



Fonte: CPTEC (2025)

2.1 Classificação

Para realizar a classificação da envoltória é necessário definir o coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A (CRC_{EPD-A}), com base no fator de forma (FF) e classificação climática correspondente. Com isso, a edificação em análise é o escritório e a localizada na cidade de Natal-RN, como definida anteriormente. Para encontrar o fator de forma (FF), será utilizado a seguinte Equação 2 e com isso, verificar a classificação climática correspondente.

$$FF = \frac{\text{Área da envoltória (m}^2\text{)}}{\text{Volume da edificação (m}^3\text{)}} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

FF: fator de forma da edificação (m² /m³);

Aenv: a área da envoltória (m²);

Vtot: volume total construído da edificação (m³).

Desse modo, de acordo com a cidade estabelecida e com o dado encontra o coeficiente da classificação climática será Zona Bioclimática (ZB), como a cidade estabelecida é a Natal-RN sua zona é ZB 8 e sua classificação (CRC_{EPD-A}). No Quadro 6, apresenta-se as classificações de zonas e o coeficiente climática de acordo com o fator de forma (FF).

Quadro 6: Edificações de escritórios: coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a A (CRCgTTD-A) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Classificação Climática	Coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a classificação A (CRCgTTD-A)				
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	0,40 < FF ≤ 0,50	FF > 0,50
ZB 8	0,15	0,17	0,18	0,19	0,19

Fonte: Adaptando, Portaria Nº 309 INI-C (2022).

Para realizar a classificação é fundamental calcular o percentual de redução do consumo de energia primária onde o intervalo (i) é dado pela seguinte Equação 3. Com os dados disponíveis e substituindo na equação 3, obtemos o intervalo entre as classes.

$$i = \frac{(CRCEPD-A * 100)}{3} \quad \text{eq. (3)}$$

Onde:

i: é o valor calculado que representa o intervalo entre as classes, em %;

CRCEPD-A: é o coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a A.

Para calcular a redução da carga térmica total anual (RedCgTT) são necessários alguns fatores de cargas quanto à carga térmica anual de suas condições reais e de referência. No qual, podem ser fornecidos através da interface pelo método simplificado. Assim, pode-se substituir as informações na equação 4. No Quadro 7, mostra-se a classificação da carga térmica total anual (RedCgTT), onde seu resultado é dado em porcentagem e é disponibilizado na Portaria Nº 309 INI-C.

$$\text{RedCgTT} = \frac{(CgTTrefD - CgTTreal)}{CgTTrefD} \cdot 100 \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde,

RedCgTT: o percentual de redução da carga térmica total anual da envoltória (%);

CgTTrefD: carga térmica total anual da edificação na sua condição de referência (kWh/ano);

CgTTreal: carga térmica total anual da edificação real (kWh/ano).

Quadro 7: Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética geral da edificação.

	RedCgTT (%)				
	A	B	C	D	E
Classificação de Eficiência	RedCgTT > 3i	3i ≥ RedCgTT > 2i	2i ≥ RedCgTT > i	i ≥ RedCgTT ≥ 0	RedCgTT < 0

Fonte: Portaria Nº 309 INI-C (2022).

O percentual de horas ocupado em desconforto térmico por calor em (%) é calculado empregando a Equação 5.

$$PDT = \frac{H_{ano}}{H_{TDU}} * 100 \quad \text{Eq. (5)}$$

Onde,

PDT: Percentual de horas ocupadas em desconforto térmico por calor (%);

H_{ano} : Horas em um ano;

H_{TDU} : Horas trabalhadas em dias úteis.

Com todos os dados obtidos foi possível substituir as informações na interface como mostram as Figuras 12 e 13.

Figura 12: Substituição de dados



Estado: RN

Cidade: Natal

Não encontrou sua cidade?

Número de pavimentos: 1

Zonas térmicas iguais nos pavimentos intermediários?: Não

Escolha o pavimento: Térreo

Dados da Tipologia

Número de zonas térmicas: 4

CgThw: 892653.01 kWh/ano

Calcular carga térmica

Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

Método simplificado - Envolvória

Edificações condicionadas artificialmente

	Zona 1		Zona 2	Zona 3	Zona 4
Área ^{m²}	33,42	☐	367,23	33,42	418,84
Contato com o solo?	Sim	☒	Sim	Sim	Sim
Zona sobre pilotis?	Não	☒	Não	Não	Não
Possui cobertura exposta?	Sim	☒	Sim	Sim	Sim
Possui isolamento do piso?	Não	☒	Não	Não	Não
Tipo de zona?	Perimetral	☒	Perimetral	Perimetral	Perimetral
Orientação solar	L	☐	N	O	S
Densidade de potência de equipamentos ^(W/m²)	40,00	☒	40,00	40,00	40,00
Densidade de potência de iluminação ^(W/m²)	20,00	☐	40,00	22,68	40,00
Fator Solar do vidro	0,23	☒	0,23	0,23	0,23
Transmitância térmica do vidro ^(W/m²K)	5,70	☒	5,70	5,70	5,70
Absortância solar de cobertura	0,80	☒	0,80	0,80	0,80
Absortância solar da parede	0,50	☒	0,50	0,50	0,50

Fonte: Autoria própria, (2025).

Figura 13: Substituição de dados.

Pé-direito ^(m)	6,00	☒	6,00	6,00	6,00
Percentual de abertura da fachada	40,24	☐	31,05	35,47	33,41
Ângulo horizontal de sombreamento ^(°)	0,00	☐	18,09	0,00	18,09
Ângulo vertical de sombreamento ^(°)	0,00	☐	48,03	0,00	48,03
Ângulo de obstrução vizinha ^(°)	0,00	☒	0,00	0,00	0,00
Horas de ocupação ^(h)	10,00	☒	10,00	10,00	10,00
Transmitância térmica da cobertura ^(W/m²K)	1,79	☒	1,79	1,79	1,79
Transmitância térmica da parede ^(W/m²K)	2,39	☒	2,39	2,39	2,39
Capacidade Térmica da cobertura ^(kJ/m²K)	180,00	☒	180,00	180,00	180,00
Capacidade Térmica da parede ^(kJ/m²K)	151,00	☒	151,00	151,00	151,00
Resultado de avaliação da envoltória (método simplificado)	Valor:		Valor:	Valor:	Valor:
Densidade de carga térmica (real, por zona): ^(W/m².ano)	0,00		2253,23	0,03	156,41
CgTRreal (por zona): ^(W/m².ano)	0,03		827452,55	0,93	65199,50
Classificação de envoltória					

Fonte: Autoria própria, (2025).

3. RESULTADOS

Após a realização do cálculo da densidade de potência de iluminação e equipamentos, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 1, os quais se referem à medição das luminárias e dos aparelhos de ar-condicionado em campo. Esse levantamento permitiu identificar padrões de consumo energético nas diferentes zonas da edificação, contribuindo para uma análise mais precisa da eficiência dos sistemas instalados. Além disso, os dados utilizados como base para essa tabela estão disponíveis no Anexo II, promovendo a transparência e a rastreabilidade das informações coletadas durante o processo. Os anexos III apresenta a densidade de potência de equipamentos e IV a densidade de potência de luminárias de suas respectivas zonas.

Conforme mencionado anteriormente, os valores de densidade de potência que ultrapassaram o limite de 40 W/m²; serão ajustados para o valor máximo de referência da interface do metamodelo, visando a padronização dos dados e a compatibilidade com os critérios estabelecidos. Dessa forma, a densidade de potência da iluminação nas zonas 2 e 4 será substituída por 40 W/m², garantindo que os cálculos consideram um valor dentro dos parâmetros estipulados. Além disso, a densidade de potência total dos equipamentos em todas as zonas foi feita o mesmo ajuste, evitando distorções nos resultados e permitindo uma avaliação mais equilibrada do desempenho energético da edificação.

Tabela 1: Densidade de potência total de iluminação e equipamentos

Densidade de potência total (W/m ²)				
Zonas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Iluminação	20,00	83,00	22,66	89,79
Equipamento	201,00	761,00	207,00	1.025,00

Fonte: Autoria própria, (2025).

De acordo com os dados apresentados foi possível encontrar dados significativos para este trabalho. Na Tabela 2, será apresentado o resultado de avaliação da envoltória pelo método simplificado de cada zona, sua densidade de carga térmica (kWh/ano) e sua carga térmica total anual da edificação real (kWh/ano).

Tabela 2: Resultado de avaliação da envoltória.

Resultado de avaliação da envoltória (método simplificado)				
Zonas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Densidade de carga térmica (Kwh/ano))	0,00	2.253,23	0,03	156,41
CgTTreal (Kwh/ano)	0,03	827.452,55	0,93	65.199,50

Fonte: Autoria própria, (2025).

Como apresentado na Tabela 6, os valores de densidade de carga térmica, possuem uma variação dos valores, na qual, mostram as zonas 1 e 3 que não geram quase calor. No entanto, a zona 2 apresentou uma alta geração de calor, apontando para uma necessidade de climatização nestes locais. A carga térmica total anual nas zonas 1 e 3 é praticamente nula e, com isso, não recebe ou gera calor significativo ao longo do ano. No entanto, as zonas 2 e 4 apresentam valores superiores.

Para encontrar o fator de forma (FF), foi aplicado os dados obtidos Equação 2, temos:

$$FF = 0,24 \text{ (m}^2\text{/m}^3\text{)}$$

Com o fator de forma encontrado é feita a verificação do coeficiente de classificação climática no Quadro 2, obtendo o valor 0,17 de acordo com a zona bioclimática da região, podemos calcular o intervalo de classe aplicando o dado na Equação 3. Com isso temos:

$$i = 5,67\%$$

Para verificar em qual classe se encaixar é necessário coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A, no qual, foi definida citada anteriormente, onde foi calculada o fator de forma (FF) e calcular o percentual de horas ocupadas em desconforto térmico por calor (%). Utilizando a Equação 5 obtemos.

$$PDT = 30\%$$

Com o valor da classe encontrado e realizado o cálculo do método simplificado através da interface, foi obtido percentual de redução da carga térmica total anual da envoltória RedCgTT em %, com as informações de condições real e referencial (kWh/ano). Utilizando a Equação 4, obtemos:

$$\text{RedCgTT} = -161,39 \%$$

Na Tabela 3 apresenta os dados real e referencial da envoltória anual da edificação, com base nos dados apresentados. Com isso, na Tabela 4 apresenta a classificação da eficiência energética da envoltória na edificação. Na figura 15 mostra a classificação da envoltória e o consumo de energia de acordo com a interface metamodelo.

Tabela 3: Resultado de avaliação da envoltória anual.

Resultado de avaliação da envoltória anual	
CgTTreal (kwh/ano)	892.653,01
CgTTref (kwh/ano)	341.504,84

Fonte: Autoria própria, (2025).

Tabela 4: Classificação da eficiência energética da envoltória na edificação.

RedCgTT (%)					
CLASSE DE EFICIÊNCIA	A	B	C	D	E
	$-161,39 > 17,01$	$17,01 \geq -161,39 > 11,34$	$11,34 \geq -161,39 > 5,67$	$5,67 \geq -161,39 \geq 0$	$-161,39 < 0$

Fonte: Autoria própria, (2025).

Nota-se que a carga térmica real anual obtido foi mais que o dobro do valor carga térmica total anual de referência, tendo o valor de 551.148,17 (kwh/ano). Esse resultado indica que o consumo energético para a climatização do ambiente na edificação está sendo maior que o desejado, de modo que mostra a necessidade de reduzir o consumo, tornando o ambiente mais eficiente e sustentável. Com essas informações a classificação final da envoltória foi E como mostra a Figura 14, que apresenta o resultado da simulação realizada pela interface do método simplificado.

Figura 14: Classificação da edificação segundo o método INI-C.

Coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A: 0,17

Percentual de horas ocupadas em desconforto térmico por calor (%): 30

PERCENTUAL DE REDUÇÃO DA CARGA
Edificação real vs. Condição de referência: -161 %

CLASSIFICAÇÃO FINAL DA ENVOLTÓRIA: E

CgTTreal (kWh/ano): 892653.01

CgTTref (kWh/ano): 341504.84

Classificar a envoltória

Fonte: Captura de tela, Metamodelo desenvolvido pelo autor (2025)

Realizada a classificação do PACC, foi notado que não atendeu aos critérios, sendo classificada como CLASSE E. No qual, é considerada uma classe desfavorável, de modo que, os materiais que fazem parte da estrutura podem interferir, como também a orientação solar vai influenciar. Com a finalidade de alterar a classificação para A, B ou C, diversas melhorias podem ser implementadas. Entre os principais aspectos que podem serem otimizados estão o uso de iluminação eficiente, substituindo lâmpadas fluorescentes ou incandescentes por LED; redução do tempo de uso do ar-condicionado em horários mais frio durante o dia, como visto anteriormente na zona 2 e 4 onde é uma das áreas mais críticas.

Pois, ao utilizar esses meios será mais sustentável, social e econômico, reduzindo as cargas térmicas e consequentemente a mudança na classificação. Porém, deve-se levar em

consideração que o prédio em análise foi um projeto criado e executado para ser implantado nas mesmas instituições de ensino com o mesmo padrão e localidade.

Vale ressaltar que já foram realizadas a análise de outras edificações dentro da universidade, citada pelos alunos do curso de Engenharia Civil. No Quadro 8, temos os dados dos resultados obtidos, especificando os métodos e classes de cada edifício.

Quadro 8: Especificação dos métodos utilizado com suas respectivas classes

Edificação	Método	Classe	Referência
Restaurante Universitário	INI-C (com ferramenta BIM)	C	Braga (2024)
Residência Universitária	INI-C	E	Carvalho (2024)
Restaurante Universitário	INI-C	E	Diniz (2022)

Fonte: Autoria própria, (2025)

Diante do exposto no Quadro 8, observa-se que a execução das edificações mencionadas não foi planejada para atender aos critérios de eficiência energética. Isso pode ser atribuído ao fato de se tratarem de projetos padronizados, aplicados em diversas localidades sem, possivelmente, considerar as particularidades e características específicas de cada região onde serão construídos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo foi realizado na edificação do PACC, localizado no município de Caraúbas, no estado do Rio Grande do Norte, no Semiárido nordestino. Diante da classificação obtida pelo PACC, que resultou na Classe E, fica evidente a necessidade de intervenções para melhorar a eficiência energética da edificação. A categoria em que a construção se encontra é considerada desfavorável, indicando que fatores como os materiais utilizados na estrutura, baixa densidade de vegetação localidade de implementação do projeto influenciam diretamente no consumo energético e no conforto térmico dos ambientes.

A partir do método simplificado preconizado pelo INI-C foi possível classificar a envoltória do PACC. Sua classificação é essencial para compreender aspectos de eficiência energética de uma edificação e, com isso, qualificar em qual classe o prédio se encontra, seja ela pública ou privada e assim buscar compreender quais os fatores que podem influenciar e direcionar ações para alcançar uma classe mais eficiente. Dessa forma, reforça-se a importância de projetar e adaptar edificações considerando aspectos da eficiência energética, garantindo melhor desempenho e menor impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401-1: **Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários Parte 1: Projeto das instalações**. Rio de Janeiro: Abnt, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: **Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático por desempenho**. Rio de Janeiro: Abnt, 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro. Portaria nº 42, de 24 de fevereiro de 2021. **Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C)**. Diário Oficial da União, Brasília- DF, 2021.

BRAGA, João Victor Batista. **MODELAGEM BIM PARA AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DO CAMPUS CARAÚBAS**. 2024. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi Árido (Ufersa), Caraúbas, 2024.

BRASIL. Portaria nº 309, de 06 de setembro de 2022. **Aprova As Instruções Normativas e Os Requisitos de Avaliação da Conformidade Para A Eficiência Energética das Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas e Residenciais – Consolidado..** Brasília.

CARVALHO, Everton Santiago de. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA DA REDISDÊNCIA UNIVERSITÁRIA DA UFERSA CAMPUS CARAÚBAS**. 2024. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi Árido (Ufersa), Caraúbas, 2024.

CAVALCANTE, Lis Moreira. **Atributos Arquitetônicos das Aberturas: relações entre habitabilidade e sustentabilidade**. Universidade Federal de Santa Catarina: - Grupo Pet Arquitetura e Urbanismo, 2009.

COSTA, Denise Fernandes da. **MONITORAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS APLICADO À METODOLOGIA BIM: ESTUDO DE CASO NO BLOCO ADMINISTRATIVO DA UFERSA-CARAÚBAS**. 2023. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi Árido (Ufersa), Caraúbas, 2023.

CPTEC, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Previsão Numérica de Tempo Caraúbas, RN**. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 18 fev. 2025.

DINIZ, Poliana Luana Abreu. **Eficiência energética de edificações: estudo de caso no Restaurante Universitário da UFERSA Campus Caraúbas**. 2022. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi Árido (Ufersa), Caraúbas, 2022.

EDIFICA, Pbe. **EDIFICAÇÕES PÚBLICAS FEDERAIS**. 2020. Disponível em: <https://pbeedifica.com.br/etiquetagem/publica/manuais>. Acesso em: 25 nov. 2024.

EDIFICA, Pbe. **Instrução Normativa Inmetro**. 2020. Disponível em: <https://abre.ai/lyji> . Acesso em: 25 nov. 2024.

ELECTRA, Comercialização de Energia. **Aneel revela previsão para tarifa de energia até o final de 2023**. Disponível em: <https://abre.ai/ly8m>. Acesso em: 23 nov. 2024.

MOREIRA, José Roberto S. **Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética**. 2nd ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021. E-book. p.395. ISBN 9788521636816.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Eficiência Energética**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/eficiencia-energetica>. Acesso em: 25 nov. 2024.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Relatório Síntese 2024: Ano base 2023**. 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf. Acesso em: 16 mar. 2024.

INMETRO. **Manual INI-C**. 2022. Disponível em: https://pbeedifica.com.br/sites/default/files/manuais/Manual_INI-C_Definicoes-AGO-23.pdf. Acesso em: 23 out. 2024.

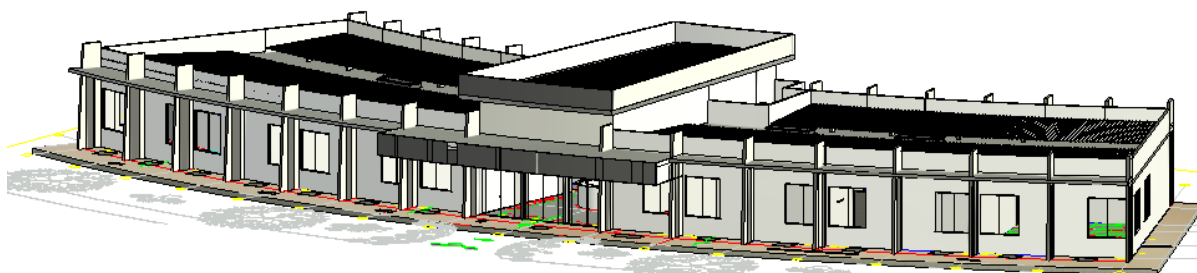
ODS, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **O que são os ODS?** Disponível em: <https://www.conexaoambiental.pr.gov.br/Pagina/Objetivos-de-Desenvolvimento-Sustentavel-ODS>. Acesso em: 25 nov. 2024.

PROCEL, Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações e Procel Edificar. **Selo Procel Edificações**. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={E85A0ACC-8C62-465D-9EBD-47FF3BAECDAE}#1>. Acesso em: 14 jan. 2025.

ROCHA, Afrânio Cosmo Gonçalves da. **Eficientização energética em prédios públicos: Um desafio aos gestores municipais frente aos requisitos de governança e sustentabilidade**. 2012. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/items/da558c5d-e114-4b01-8e4a-b2fc68f8bba7>. Acesso em: 21 jul. 2024.

ANEXOS

Anexo I: Prédio Administrativo do Campus de Caraúbas 3D



Fonte: Costa, (2023).

Anexo II: Levantamento em campo.

Lado direito da entrada principal do Bloco													
Ambiente	Área (m²)	Área tipo ventilação				Luminária			Climatização				
		Janelas	Tipo	Portas	Tipo	Tipo	Quant	Watts (W)	Tipo	Marca	Quant	BTUS	Potência dos Ac (W)
Protocolo	13,92	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	2	72	SPLIT	LG	1	18.000	2.100
Registro	14,76	0	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	2	72	SPLIT	LG	1	12.000	1.450
Arquivo Registro	28,77	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	4	144	-	-	-	-	
Planejamento	14,76	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	2	72	Inverter	ELGIN	1	12.000	1.450
Infraestrutura	13,92	0	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	2	72	Inverter	ELGIN	1	9.000	732,64
Segurança	14,75	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	2	72	SPLIT	LG	1	12.000	1.450
Arquivo	15,85	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	2	72	-	-	-	-	
Tec de inform.	13,93	-	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	2	72	SPLIT	LG	1	12.000	1.540
Sala Descanso	12,49	-	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	2	72	-	-	-	-	

Auditório	71,96	4	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	33	1188	Piso Teto	ELETR OLUX	1	60.000	5.280
			Vidro de correr		Madeira compensada	Fluorescente dupla- G			Cassete	ELIGIN	1	48.000	4.605
			Vidro de correr		Madeira compensada	Fluorescente dupla- G			Cassete	ELIGIN	1	48.000	4.605
C. Assunt. Estud.	15,7	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	3	108	SPLIT	LG	1	12.000	1.540
	31,65	2	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	6	216	SPLIT	LG	1	24.000	2.170
Gestão de pessoa	15,83	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	3	108	SPLT	LG	1	12.000	1.450
Serviço Social	15,55	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	3	108	Inverter	Gree	1	12.000	1.450
BWC Masculino	15,09	1	Vidro de Maxim	1	Madeira maciça	Fluorescente dupla- P	3	54	-	-	-	-	
BWC Masc. Deficiente	2,72	1	Vidro de Maxim	1	Madeira maciça	Fluorescente dupla - L T	1	18	-	-	-	-	
Depósito	15,41	-	-	1	Portão aberto	LED	4	48	-	-	-	-	
Hall-Corredor	32,94	-	-	-		Fluorescente dupla- G	3	108	-	-	-	-	
Hall-Entrada	115,29	-	-	6	Vidro	LED	8	96	-	-	-	-	
Total	475,29	16		23			87	2772			13	291.000	29.823

Lado esquerdo da entrada principal do Bloco

Ambiente	Área (m²)	Área tipo ventilação				Luminária			Climatização				Potência dos Ac (W)
		Janelas	Tipo	Portas	Tipo	Tipo	Quant.	Watts (W)	Tipo	Marca	Quant.	BTUS	
Sala Técnica	14,06	-	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	2	72	Inverter	SAMSUNG	1	18.000	2.100
Psicologia	14,93	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	3	108	SPLIT	LG	1	12.000	1.450
Assistente Social	13,17	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	2	72	-	-	-	-	
Financeiro	29,05	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	4	144	Inverter	ELGIN	1	12.000	1.450
Reunião	28,77	1	Vidro de correr	3	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	4	144	SPLIT	LG	1	24.000	2.170
Direção	38,66	1	Vidro de correr	1	Porta de vidro	Fluorescente dupla- G	6	216	SPLIT	LG	1	18.000	2.100
				2	Madeira compensada	Fluorescente dupla- P	1	18					
	41,23	4	Vidro de correr	2	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	6	216	SPLIT	LG	1	18.000	2.100
			Vidro de correr		Madeira compensada	Fluorescente dupla- P	1	18	SPLIT	LG	1	12.000	1.450
BWC-Direção	3	-	-	1	Madeira Maciça	LED	1	12	-	-	-	-	

Pilares	15,94	2	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	3	108	SPLIT	LG	1	12.000	1.450
Trifase/Engrenagem	31,49	2	Vidro de correr	2	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	6	216	SPLIT	LG	1	24.000	2.170
Descanso	31,44	2	Vidro de correr	2	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	6	261	SPLIT	LG	1	24.000	2.170
Copa	12,78	1	Vidro de correr	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	2	72	CASSETTE	ELGIN	1	48.000	4.605
Serviço (ASG)	2,67	-	-	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- G	1	36	-	-	-	-	
BWC Feminino	15,24	2	Vidro de Maxim	1	Madeira maciça	Fluorescente dupla- P	3	108	-	-	-	-	
Copa - Direção	3	-	-	1	Madeira compensada	Fluorescente dupla- P	1	18	-	-	-	-	
BWC Feminino Dificiente	2,79	1	Vidro de Maxim	1	Madeira maciça	Fluorescente dupla - L T	1	18	-	-	-	-	
Hall-Corredor	59,79	-	-	1	Madeira maciça	Fluorescente dupla- G	6	216	-	-	-	-	
Total	358,01	19		24			59	2073			11	222.000	23.215

Fonte: Autoria própria, (2025)

Anexo III: Densidade de potência de equipamento.

ZONA 1

Ambiente	Área (m²)	Potência Total das Equipamento (W)	DPE (W/m²)
Auditório	71,96	14.490,00	201,00
Depósito	15,41	0,00	0,00
TOTAL			201,00
ZONA 2			
Ambiente	Área (m²)	Potência Total das Equipamento (W)	DPE (W/m²)
C. Assunt. Estud.	47,35	3.710,00	78,00
Gestão de pessoa	15,83	1.450,00	92,00
Serviço Social	15,55	1.450,00	93,00
Descanso	31,44	2.170,00	69,00
Copa	12,78	4.605,00	360,00
Trifase/Engrenagem	31,49	2.170,00	69,00
Serviço (ASG)	2,67	0,00	0,00
BWC Feminino	15,24	0,00	0,00
C Feminino Difici	2,79	0,00	0,00
BWC Masculino	15,09	0,00	0,00
WC Masc. Deficien	2,72	0,00	0,00
Hall- Entrada	115,29	0,00	0,00
TOTAL			761,00

ZONA 3			
Ambiente	Área (m²)	Potência Total das Equipamento(W)	DPE (W/m²)
Direção	80,27	5.650,00	70,00
Pilares	15,94	2.170,00	136,00
Hall- Corredor	32,94	0,00	0,00
TOTAL			207,00
ZONA 4			
Ambiente	Área (m²)	Potência Total das Equipamento(W)	DPE (W/m²)
Direção	79,89	5650	71,00
BWC- Direção	3,00	0,00	0,00
Protocolo	13,92	2100	151,00
Registro	14,76	1450	98,00
Arquivo Registro	28,77	0,00	0,00
Planejamento	14,76	1450	98,00
Infraestrutura	13,92	732,64	53,00
Segurança	14,75	1450	98,00
Arquivo	15,85	0,00	0,00
Tec de inform.	13,93	1540	111,00
Sala Descanso	12,49	0,00	0,00
Sala Técnica	14,06	2.100,00	149,00

Psicologia	14,93	1450	97,00
Assistente Social	13,17	0,00	0,00
Financeiro	29,95	1.450,00	48,00
Reunião	28,77	1.450,00	50,00
Hall- Entrada	115,29	0,00	0,00
Copa - Direção	3,00	0,00	0,00
TOTAL			1.025,00

Fonte: Autoria própria, (2025).

Anexo IV: Densidade de potência das luminárias.

ZONA 1			
Ambiente	Área (m²)	Potência Total das Luminárias (W)	DPI (W/m²)
Auditório	71,96	1.188,00	16,51
Déposito	15,41	48,00	3,11
TOTAL			20,00
ZONA 2			
Ambiente	Área (m²)	Potência Total das Luminárias (W)	DPI (W/m²)
C. Assunt. Estud.	47,35	324,00	7,00
Gestão de pessoa	15,83	108,00	7,00
Serviço Social	15,55	108,00	7,00
Descanso	31,44	261,00	8,00
Copa	12,78	72,00	6,00
Trifase/Engrenagem	31,49	216,00	7,00
Serviço (ASG)	2,67	36,00	13,00
BWC Feminino	15,24	108,00	7,00
BWC Feminino Deficiente	2,79	18,00	6,00
BWC Masculino	15,09	108,00	7,00
BWC Masc. Deficiente	2,72	18,00	7,00
Hall- Entrada	115,29	96,00	1,00
TOTAL			83,00

ZONA 3			
Ambiente	Área (m²)	Potência Total das Luminárias (W)	DPI (W/m²)
Direção	80,27	468,00	5,83
Pilares	15,94	216,00	13,55
Hall- Corredor	32,94	108,00	3,28
TOTAL			22,66
ZONA 4			
Ambiente	Área (m²)	Potência Total das Luminárias (W)	DPI (W/m²)
Direção	79,89	468,00	5,86
BWC- Direção	3,00	12,00	4,00
Protocolo	13,92	72,00	5,17
Registro	14,76	72,00	4,88
Arquivo Registro	28,77	144,00	5,01
Planejamento	14,76	72,00	4,88
Infraestrutura	13,92	72,00	5,17
Segurança	14,75	72,00	4,88
Arquivo	15,85	72,00	4,54
Tec de inform.	13,93	72,00	5,17
Sala Descanso	12,49	72,00	5,76
Sala Técnica	14,06	72,00	5,12
Psicologia	14,93	108,00	7,23

Assistente Social	13,17	72,00	5,47
Financeiro	29,95	144,00	4,81
Reunião	28,77	144,00	5,01
Hall- Entrada	115,29	96,00	0,83
Copa - Direção	3,00	18,00	6,00
TOTAL			89,79

Fonte: Autoria própria, (2025).

Anexo V: Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros.

Diagrama de uma cobertura composta por telha fibrocimento, câmara de ar e laje pré-moldada com cerâmica.

Descrição:

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)

Câmara de ar (> 5,0 cm)

Telha fibrocimento 0,8cm

U	C _T
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]
1,79	180

Fonte: PORTARIA INMETRO Nº 50/2013.