

Eficiência energética de edificações: Estudo de caso no Restaurante Universitário da UFERSA Campus Caraúbas.

*Poliana Luana Abreu Diniz¹, Erica Natasche de Medeiros Gurgel Pinto², Leonete Cristina de Araújo Ferreira
Medeiros Silva³*

Resumo: O termo eficiência energética (EE), apesar de ser ainda desconhecido por muitos, teve grande repercussão nos anos de 1970 quando houve a necessidade que reduzir o consumo de petróleo e seus derivados na produção de energia elétrica e buscar novos meios de gerar energia de forma eficiente e com baixa produção de poluentes. Logo, estudo tem como objetivo avaliar o consumo energético do restaurante universitário (RU) da UFERSA Caraúbas usando o método simplificado da Instrução Normativa Inmetro para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C). Para apurar algumas informações necessárias na classificação da EE, foi usado o projeto da edificação para fazer a separação das zonas e obter os dados necessário e requeridos da edificação real, e uma tabela de referência, para serem inseridos na interface do metamodelo INI-C, desenvolvida pela CB3E para facilitar o cálculo da carga térmica total real e de referência. Além disso, foram calculados o fator de forma e o intervalo para classificar ao final a eficiência energética da edificação. Ao final, foi possível obter os resultados com a análise dos dados adquiridos, logo, considerando que a carga total real obtida foi superior a carga total de referência a edificação foi classificada como E, que é considerada a pior classificação e caracteriza menor uso de eficiência energética para uma edificação.

Palavras-chave: Método simplificado; INI-C; Envoltória; Classificação E.

1. INTRODUÇÃO

Desde que foi descoberta, a energia elétrica vem sendo um elemento indispensável para o homem, sendo um dos principais colaboradores do conforto e bem estar dos dias atuais, que consequentemente elevaram o consumo e produção do mesmo. Por uma visão geral, é cabido dizer que a indústria da construção civil é responsável por uma parcela significativa do consumo energético do país. Dado este preocupante visto que há falta de planejamento na elaboração dos projetos, logo os recursos naturais não são levados em conta pelos projetistas e são cada vez mais substituídos por sistemas artificiais de iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água. Isso mostra que os setores possuem limitações quanto as medidas que possibilitam a redução do consumo ou aumento da eficiência energética (EE) [1].

Os fatores que aumenta o consumo de energia nas edificações estão ligados a como o homem consegue adaptar-se a qualquer ambiente por meio de sistemas de uso artificiais de iluminação e climatização do ambiente, que consequentemente aumenta a demanda de energia consumida. Porém, se os componentes usados nos projetos adequassem ao meio climático da região, de forma a suprir as necessidades ou diminuir o uso de energia, geraria bons resultados na EE [2].

A eficiência energética significa, gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos naturais ou obter o mesmo serviço com menos energia. Isso possibilita a diminuição da geração de energia secundária, contribuindo na redução de recursos não renováveis usados na produção. Os recursos oferecidos pela natureza podem ser usados de forma eficaz na elaboração de projetos, diminuindo o alto consumo de energia elétrica, usando técnicas de construção que oferecem iluminação natural e conforto térmico [3,4].

Cerca de 29% da energia gerada no Brasil é proveniente de recursos não renováveis, tais como, derivados do petróleo, gás natural e carvão. A retirada constante desses recursos na natureza pode haver graves consequências, como, desmatamento das florestas causando desequilíbrio na fauna e flora, sendo um dos principais motivos para a extinção de animais e causando mudanças climáticas pelo grande impacto na natureza e quantidade excessiva de CO₂ produzido. Apesar de ser um dado atual, não é de hoje que se fala em gerenciar a produção de energia, não só no Brasil como no mundo [5].

Em 1971 quando houve a primeira crise do petróleo os países começaram a rever meios que pudessem substituir o uso do petróleo e seus derivados para gerar energia e reduzir o consumo de energia nas residências e indústrias. Após a crise, foram criados diferentes programas governamentais que minimizassem essas pendências. Dentre os diversos programas criados está o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), que inicialmente eram usados para identificar o consumo sobre eficiência energética dos eletrodomésticos e atualmente esse mesmo sistema é usado nas edificações [6].

Atualmente grande parte das edificações são projetadas para manter o ambiente agradável independente das mudanças de estação e clima de cada país com sistemas que consomem toneladas de energia anualmente. No

Brasil, grande parte da energia gerada é produzida por recursos naturais não renováveis e a cada ano, com o aumento do consumo de energia há também o aumento no consumo de recursos naturais para seu fornecimento. Pensando em minimizar os danos causados a natureza: é possível projetar e executar edificações otimizando a utilização dos recursos naturais e assim melhorar a eficiência energética?

O objetivo deste estudo é avaliar o consumo energético do restaurante universitário (RU) da UFERSA Caraúbas usando o método simplificado da Instrução Normativa Inmetro para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C). Por meio da avaliação do projeto (planta do local) para análise da eficiência energética, usando o método simplificado para calcular a eficiência energética da envoltória do restaurante universitário e ao fim classificar a eficiência energética por meio de etiquetagem da edificação.

2. DESENVOLVIMENTO

O aumento do consumo de energia vem causando preocupação não só hoje como anos atrás. Desde que houve a primeira crise do petróleo na década de 1970, os Estados Unidos formularam sua primeira norma referente à eficiência energética, adotando medidas que pudessem reduzir a utilização do petróleo e seus derivados. Na mesma década, no ano de 1979 houve uma segunda crise do petróleo, onde os preços dos barris aumentaram significativamente, tornando a questão sobre conservação de energia uma das principais pautas do governo e principalmente das indústrias [6].

No Brasil, no ano de 1981 foi criado o primeiro programa do governo com intuito de incentivar as medidas que promovessem a eficiência energética com o Programa Conserve (Programa de Conservação de Energia do Setor Industrial). O programa tinha como objetivo promover a conservação de energia nos setores industriais e incentivar o uso de fontes alternativas domésticas para reduzir o consumo de energias secundárias. No ano seguinte, em 1982, foi criado o Programa de Mobilização Energética o PME, visando também a conservação de energia e principalmente a substituição dos recursos derivados do petróleo por fontes renováveis de energia, esses fatores fizeram com que as pessoas migrassem para o consumo de energia elétrica [7].

Alguns anos atrás, foi aprovado a revisão do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, pela Lei n.º 10.295, contendo requisitos necessários para a classificação do nível de eficiência energética em edificações. No ano seguinte, foi revogada pela Portaria n.º 372, de 17 de setembro de 2010, agora sendo Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) [8].

Para que fosse possível inserir a Eficiência Energética (EE) no planejamento do setor energético, foi criado em 2011 o PNEf (Plano Nacional de Eficiência Energética), que diferente de programas criados anteriormente ele consegue aprofundar-se no tema e gerar soluções mais eficientes. Além de todos esses programas criados para gerir de forma eficiente através de pesquisas, estudos e mudanças em meio às indústrias, comércio, edificação, residências, entre dezenas de alterações ocorridas no âmbito da EE, ainda são desenvolvidos decretos que buscam melhorias nesse setor, como é o caso da Instrução Normativa INMETRO para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) de 2021 [9].

2.1 Instrução Normativa Inmetro para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C)

O INI-C exercida através da Portaria nº 42, de 24 de fevereiro de 2021 da Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, foi desenvolvida para aperfeiçoar algumas limitações observadas no RTQ-C, especificando os critérios e os métodos para a classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto à sua eficiência energética. Além disso, o INI-C apresenta dois tipos de método em sua análise, método simplificado e método de simulação. O método simplificado é um metamodelo baseado em redes neurais artificiais, para estimar a carga térmica para refrigeração em edificações. Já o método de simulação é recomendado para casos não compreendidos pelo método simplificado [10,11].

Os métodos usados por essa normativa consideram o consumo de energia de edificações avaliando-os a partir de quatro sistemas: envoltória, condicionamento de ar, iluminação e aquecimento de água. É possível classificar o INI-C de forma geral ou parcial, unindo dois sistemas diferentes para obter resultados, sendo obrigatório o uso da envoltória completa em todas elas. Todos os sistemas podem ser avaliados pelo método simplificado ou de simulação, com exceção do sistema de aquecimento de água, que deve ser avaliado apenas pelo método simplificado. Essas análises são classificadas com base no percentual de economia de energia primária da edificação real, comparando-se ao consumo da edificação de referência, a qual representa a classe “D” de eficiência energética [10,12]. As considerações apresentadas pelo método proposto são [10]:

- A envoltória pode ser classificada como um conjunto de planos que separam o ambiente interno do ambiente externo, sendo esses as fachadas, empenas, cobertura, aberturas, pisos,

assim como quaisquer elementos que compõem uma edificação, desconsiderando as áreas que estão em contato com o solo.

- O sistema da envoltória pode ser usado tanto para o método simplificado como para o método de simulação e para ambas, em edificações condicionadas artificialmente ou parcialmente, assim como pode ser usado para edificações ventiladas naturalmente ou híbridas. O INI-C estabelece condições para o uso de cada método, entretanto, as edificações devem ter parâmetros construtivos que possam estar inseridos nos intervalos propostos pelos métodos.
- O sistema de iluminação da eficiência energética quanto à determinação do percentual de redução do consumo do sistema de iluminação e do consumo energético deste sistema, podem ser avaliados pelo INI-C, devendo obedecer a alguns critérios descritos no Anexo B.III do INI-C. Além disso, é possível avaliar a partir dele os sistemas de iluminação artificial ou sistemas de iluminação artificial com aproveitamento da luz natural.
- Pode-se definir o sistema de condicionamento de ar como o processo de tratamento de ar destinado a alterar/influenciar simultaneamente a temperatura e umidade, a pureza e a distribuição de ar de um ambiente. Para classificar o sistema de condicionamento de ar pelo INI-C, deve-se atender os requisitos estabelecidos e descritos pela norma. As condições de elegibilidade dizem que os itens de referência devem ser atendidos quando aplicáveis em uma quantidade mínima de zonas térmicas cuja capacidade somada do sistema corresponda a no mínimo 90% da capacidade instalada total da edificação, ou da parcela avaliada.
- O sistema de aquecimento de água de uma edificação assim como os demais sistemas já descritos, também precisa passar por uma avaliação para que possa ser elegível e se classifique pelas normas do INI-C. É necessário atender os requisitos de automação para o sistema de recirculação, de controle de acionamento de múltiplos aquecedores e de isolamento térmico de tubulação e reservatórios, quando existentes.

A análise final é feita após calcular os sistemas já descritos anteriormente. A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) pode ser obtida para todos os sistemas em conjunto (ENCE geral), ou para diferentes combinações entre os sistemas, ou somente para a envoltória da edificação (ENCE parcial). A ENCE geral só pode ser obtida por meio da avaliação de todos os sistemas parciais aplicáveis à edificação. A etiquetagem é feita pelo cálculo do consumo energético total da edificação e geradas etiquetas que classificam o nível de eficiência energética da mesma. Na etiqueta existem notas que vão de A à E, categorizando o sistema mais eficiente ao menos eficiente.

2.2 Metodologia

A metodologia usada neste trabalho será a pesquisa exploratória, qualitativa e quantitativa. O trabalho será dividido em 4 etapas: pesquisas bibliográficas; visitas técnicas; cálculo para análise de dados; análise dos dados.

A etapa 1 constará da pesquisa bibliográfica, por meio de textos, livros, artigos e demais materiais de caráter científico, incluindo visitas técnicas. Em seguida, será feita uma visita técnica ao local a ser avaliado. O local escolhido para avaliação é o Restaurante Universitário - RU da UFERSA campus Caraúbas devido ao impacto social para a instituição. Na etapa 3, com o auxílio das plantas do local será feita uma análise da eficiência energética usando o método simplificado para edificações condicionadas artificialmente da Instrução Normativa Inmetro para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), em uma edificação alimentícia. E por último, a partir dos dados apurados será possível classificar a eficiência energética por meio de etiquetagem da edificação.

2.2.1 Edifício de referência

O local escolhido para o estudo foi o Restaurante Universitário da UFERSA campus Caraúbas. A edificação possui um único pavimento com área construída de aproximadamente 1180,00 m². Em seu interior estão alojados refeitório, banheiros, salas de administração, nutricionista e fiscal, câmaras de refrigeração, áreas de higienização de utensílios e de preparo de alimentos, despensas, área de cocção, área de serviços entre outros cômodos. O local possui em sua área, casa do gás, casa do lixo e área de lavagem que não estão inseridos no cálculo da envoltória.

Suas fachadas possuem em partes, revestimento cerâmico branco e pintura com coloração em azul royal e branco, além disso, possuem janelas de vidro monolítico com espessura de 6mm e acabamento em alumínio, como mostra a Figura 1, Figura 2, Figura 3 e Figura 4.

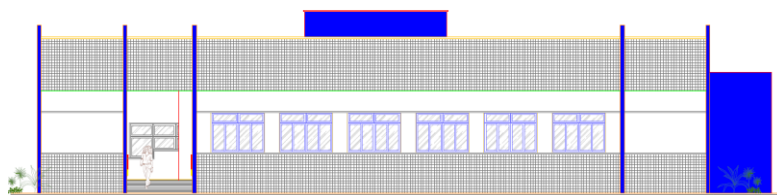


Figura 1. Fachada frontal (OESTE). (Acervo UFRSA Caraúbas)



Figura 2. Fachada lateral esquerda (SUL). (Acervo UFRSA Caraúbas)

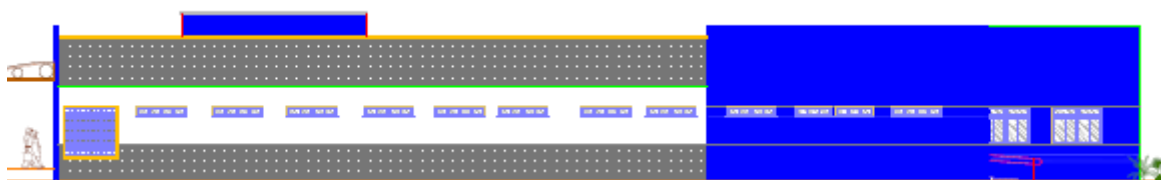


Figura 3. Fachada lateral direita (NORTE). (Acervo UFRSA Caraúbas)

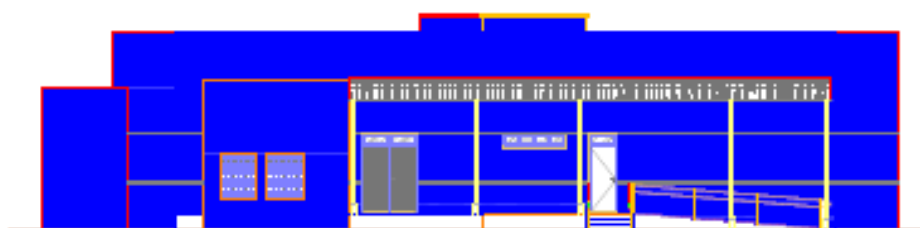


Figura 4. Fachada posterior (LESTE). (Acervo UFRSA Caraúbas)

A vedação do restaurante é composta por argamassa interna e externa (2,5 cm), bloco cerâmico (9,0 x 19,0 x 19,0 cm), pintura e revestimento cerâmico (0,4cm) com absorvância, transmitância e capacitância térmica descritas na Tabela 1. A cobertura - Figura 5 - é feita com laje pré-moldada (12cm) e telha fibrocimento (0,8cm) e sua absorvância é de 0,5. Os vidros usados nas janelas possuem transmitância de 4,25 (W/m²k) e fator solar de 0,23 dado pelo modelo do mesmo.

Tabela 1. Propriedade das paredes. (AUTOR, 2022)

Propriedades	Parede com Pintura	Parede com Revest. Cerâmico
α_{par}	Branca 0,16	0,362
	Azul Royal 0,73	
CT_{par} (kJ/m²k)	151,00	156,80
U_{par} (w/(m²k))	2,39	2,79

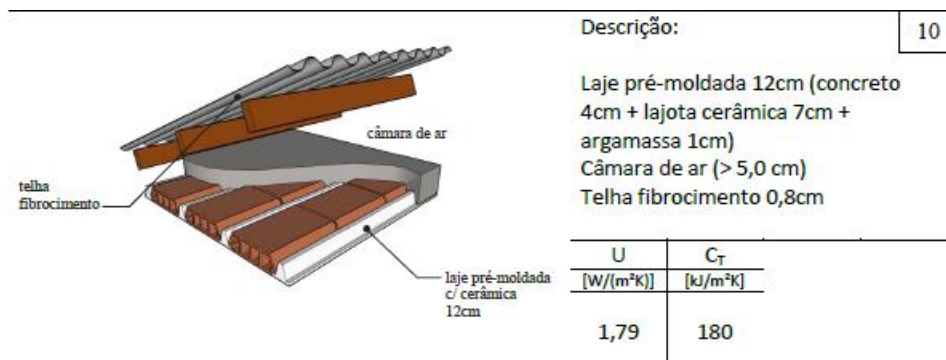


Figura 5. Descrição da cobertura. [13]

2.2.2 Envoltória

Inicialmente foi necessário fazer a separação das zonas térmicas da edificação, em zonas periféricas e zonas interna como mostra a Figura 6, pois cada zona possui diferentes condições como orientação solar, recebendo diferentes quantidades de calor, áreas diferentes de sombreamento, entre outros fatores que podem mudar o resultado final da envoltória. Além disso, foi separado em ambientes de permanência prolongadas e ambientes de permanência transitória. Os ambientes de permanência transitória, como por exemplo os banheiros, não entram na avaliação de eficiência energética da envoltória, logo, elas são excluídas das zonas onde se encontram.

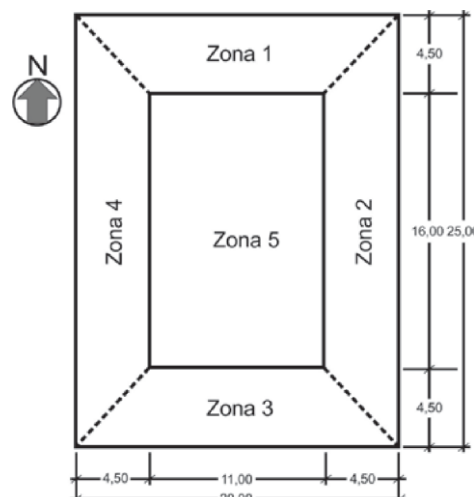


Figura 6. Processo de divisão das zonas térmicas de análise; exemplo de separação de zonas térmicas: zonas 1 a 4 são periféricas, e a zona 5 é interna. [14]

Algumas informações como, orientação solar, pé direito, isolamento de piso, absorvância, capacidade térmica e transmitância térmica da parede e cobertura, assim como fator solar do vidro, ângulo de sombreamento horizontal e vertical, densidade de potência de iluminação e equipamento, entre outros, são separados por zonas térmicas e usados para calcular a carga térmica, todas essas informações são pré estabelecidas no projeto arquitetônico.

Para analisar a envoltória foi usada a interface do metamodelo INI-C, desenvolvida pela CB3E para facilitar o cálculo da carga térmica total.

Antes de inserir os dados descritos anteriormente, foi necessário inicialmente fornecer algumas informações básicas como estado e município que a edificação se encontra. Como o município de Caraúbas não estar contido na lista da interface, foi necessário inserir a cidade mais próxima da edificação estudada que estivesse contida na lista, nesse caso foi usado a cidade de Natal. Dados como número de pavimento, zona térmica dos pavimentos, tipo de pavimento, quantidade de zonas e a classificação do tipo de estabelecimento também foram inseridos, visto na Figura 7.



Alimentação ++

Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas
Método simplificado - Envolvória
Edificações condicionadas artificialmente

Sobre a edificação

Estado: RN

Cidade: Natal

Não encontrou sua cidade?

Número de pavimentos: 1

Zonas térmicas iguais nos pavimentos intermediários? Sim

Escolha o pavimento: Térreo

Dados da Tipologia

Número de: 8

Zonas térmicas

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
	Copiar?							
Área m²								
Contato com o solo?								
Zona sobre pilotis?								
Possui cobertura exposta?								
Possui isolamento do piso?								
Tipo de zona?								
Orientação solar								

Figura 7. Interface do metamodelo INI-C. [15]

Além de calcular a carga térmica total real da envoltória, foi necessário calcular a carga térmica total de referência da envoltória, usando o mesmo método do real, porém com dados de referência para a edificação que está sendo estudada, nesse caso edificação de alimentação. Os valores usados para modelo de referência estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de referência para edificações de alimentação. [14]

Uso típico	Edificações de alimentação	
	Condição real	Condição de referência
		Restaurantes
Geometria		
Forma	Condição real	
Orientação solar (°)	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	40
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0
Componentes construtivos		
<i>Parede</i>	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9 cm), argamassa externa (2,5 cm)
U _{par} - Transmitância da parede externa (W/m²K)	Condição real	2,39
α _{PAR} - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
CT _{par} - Capacidade térmica da parede (kJ/m²K)	Condição real	150
<i>Cobertura</i>	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)
U _{cob} - Transmitância da cobertura (W/m²K)	Condição real	2,06
α _{COB} - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
CT _{cob} - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m²K) *	Condição real	233
<i>Vidro</i>	Condição real	Vidro simples incolor 6mm
FS - Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82
U _{vid} - Transmitância do vidro (W/m²K)	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0
AOV - Ângulo de obstrução vertical (°) *	Condição real	
Iluminação e ganhos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²) **	Condição real	13,9***
Ocupação (m²/pessoa)	5,0	5,0
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)	40,0	40,0
Horas de ocupação	8	

2.2.3 Classificação da eficiência da envoltória

Para classificar a eficiência da envoltória, inicialmente é necessário encontrado o coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A ($CRCEP_{D-A}$) que é determinado a partir do fator de forma da edificação (FF), conforme Equação 1, e o grupo climático (GC) no qual está inserida Tabela 3.

$$FF = \frac{A_{env}}{V_{tot}} \quad (1)$$

Onde:

FF é o fator de forma da edificação em m^2/m^3

A_{env} é a área da envoltória (m^2)

V_{tot} é o volume total de área construída (m^3)

Como dito anteriormente, o município usado nas configurações da interface para calcular o Cg_{TT} foi a cidade de Natal-RN, para fim de encontrar o $CRCEP_{D-A}$ foi mantido o mesmo município para identificar o grupo climático. A lista dos grupos climáticos usados para encontrar o $CRCEP_{D-A}$ é disponibilizada pela Cb3E (2017).

Tabela 3. Grupo climático para edificações de alimentação. [14]

Grupo Climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A ($CRCEP_{D-A}$)				
	$FF \leq 0,30$	$0,30 < FF \leq 0,40$	$0,40 < FF \leq 0,50$	$0,50 < FF \leq 0,60$	$FF > 0,60$
GCL 1- A	0,23	0,23	0,22	0,22	0,23
GCL 1- B	0,23	0,23	0,22	0,22	0,23
GCL 2	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23
GCL 3					
GCL 4					
GCL 5	0,23	0,22	0,22	0,21	0,22
GCL 6					
GCL 7					
GCL 8	0,22	0,22	0,22	0,21	0,23
GCL 9					
GCL 10					
GCL 11	0,24	0,23	0,23	0,22	0,23
GCL 12					
GCL 13					
GCL 14	0,23	0,23	0,22	0,22	0,23
GCL 15					
GCL 16					
GCL 17	0,23	0,23	0,22	0,22	0,23
GCL 18					
GCL 19					
GCL 20	0,23	0,23	0,22	0,22	0,23
GCL 21					
GCL 22					
GCL 23	0,24	0,23	0,23	0,22	0,23
GCL 24					

Tendo estabelecido os valores da carga total de referência e $CRCEP_{D-A}$ é possível encontrar o intervalo (i) a partir da Equação 2, e em seguida classificar a eficiência energética da envoltória da edificação.

$$i = \frac{(Cg_{Tref} * CRCg_{TD-A})}{3} \quad (2)$$

Onde:

i é o coeficiente que representa os intervalos entre as classes;

Cg_{TTref} é a carga térmica total da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);

$CRCg_{TTD-A}$ é o coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A.

O intervalo encontrado é subdividido em 3 partes com mostra a Tabela 4, onde cada parte se refere a um

intervalo de classificação da escala de eficiência, que varia de A até D, e em caso onde a edificação real apresente carga térmica total anual maior que à condição de referência, sua classificação final será E.

Tabela 4. Limites de intervalos para classificação da eficiência energética. [14]

Classe de eficiência	A	B	C	D	E
Limite superior	–	$> CgT_{TREF} - 3i$	$> CgT_{TREF} - 2i$	$> CgT_{TREF} - i$	$> CgT_{TREF}$
Limite inferior	$< CgT_{TREF} - 3i$	$\leq CgT_{TREF} - 2i$	$\leq CgT_{TREF} - 2i$	$\leq CgT_{TREF}$	–

Após serem substituídas os valores de CgT_{TREF} e o intervalo encontrado pela Equação 2 na tabela acima, foi feito a comparação do valor da carga total na condição real de referência dentro dos limites de A a E, e assim classificar a envoltória quanto a sua eficiência energética.

2.3 Resultado

Com auxílio do projeto da edificação estudada, deu-se início a separação das zonas climáticas onde foram estabelecidas a partir dos critérios da INI-C e como mostra a Figura 8, somando-se 8 zonas climáticas, sendo elas 6 zonas perimetrais e 2 zonas internas. Em seguida foram separados os ambientes de permanência prolongadas e ambientes de permanência transitória, mantendo em cada zona somente os ambientes de permanência prolongadas como refeitório, salas de administração, fiscalização, nutricionista, caixa, além da área de cocção, preparação de alimentos e distribuição.

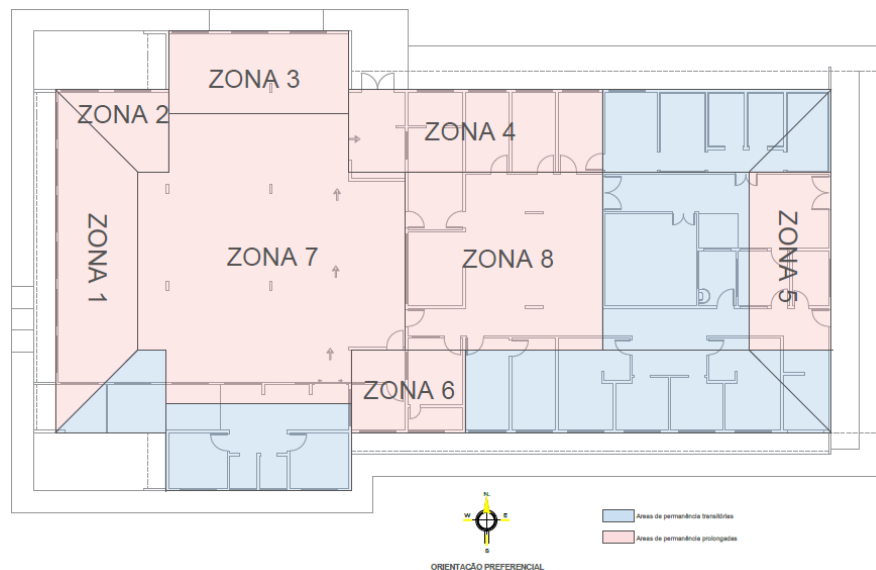


Figura 8. Separação das zonas por área de permanência transitória e permanência prolongada. (AUTOR, 2022)

Com as zonas já determinadas, foi criado a Tabela 5 com todos os parâmetros necessários (descritos anteriormente) para cada zona térmica e inseridos na interface.

Tabela 5. Parâmetros da envoltória na condição real. (AUTOR, 2022)

Zonas	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
Orientação Solar (°)	O	S	S	S	E	N	-	-
Área (m²)	65,50	17,77	44,35	62,55	43,87	28,13	203,80	105,30
Pé direito (m)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	4,50
PAF- Percentual de abertura na fachada (%)	0,21	0,19	0,17	0,04	0,03	0,04	-	-
Componentes construtivos								
Upar - Transmissão térmica da parede externa (W/m²K)	2,67	2,39	2,39	2,63	2,39	2,65	-	-
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m²K)	154,99	151,00	151,00	154,46	151,00	154,71	-	-
qpar - Absortância solar da parede (adimensional)	0,30	0,73	0,73	0,28	0,73	0,29	-	-
Ucob - Transmissão térmica da cobertura (W/m²K)	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m²K)	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
αcob - Absortância da solar da cobertura (adimensional)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
FS - Fator solar do vidro	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	-	-
Uvid - Transmissão térmica do vidro (W/m²K)	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	-	-
AOV - Ângulo de obstrução vizinha (°)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	0,00	0,00	0,00	0,00	45,00	0,00	0,00	0,00
DPE - Densidade de potência de equipamento (W/m²)	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	4,89	4,50	5,41	12,79	8,21	14,22	7,07	12,54

Os valores calculados pela interface tanto para a carga térmica real, quanto de referência estão representados nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6. Resultado da carga térmica total da edificação real por zona. (AUTOR, 2022)

Zonas	Densidade de carga térmica real (por zona) (kWh/m².ano)	Carga termica de resfriamento real - CgTRreal (kWh/ano)
Z1	857,68	56.178,17
Z2	103,69	1.842,56
Z3	11,60	514,57
Z4	9,63	602,53
Z5	169,40	7.431,76
Z6	11,32	318,56
Z7	229,81	46.834,44
Z8	249,23	26.243,72
Carga termica total anual real- CgTTreal (kWh/ano)		139.966,31

Tabela 7. Resultado da carga térmica total da edificação de referência por zona. (AUTOR, 2022)

Zonas	Densidade de carga térmica de ref. (por zona) (kWh/m².ano)	Carga termica de resfriamento de ref. - CgTRref (kWh/ano)
Z1	0,00	0,21
Z2	0,00	0,06
Z3	0,00	0,14
Z4	0,00	0,20
Z5	0,00	0,14
Z6	0,00	0,10
Z7	267,93	54.604,85
Z8	276,45	29.110,59
Carga termica total anual de referencia- CgTTref (kWh/ano)		83.716,28

Em sequência foi calculado o fator de forma através da Equação 1, para determinar o coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A, A área total é a soma das áreas que envolvem a envoltória e o volume total é o volume total da edificação, assim temos:

Dados:
Área total= 814,10 m²

Volume total= 6.520,04 m³

$$FF = \frac{814,10m^2}{6.520,04m^3}$$

$$FF = 0,12m^2/m^3$$

Para determinar o CRCEP_{D-A} foi usado o FF e o grupo climático do município usado nas configurações da interface, logo o GC da cidade de Natal é 18, assim, tem-se que CRCEP_{D-A} = 0,23.

Para a determinação do intervalo foi usado a Equação 2 e substituído os dados já encontrados.

Dados:

CgTTref = 83.716,28

CRCEP_{D-A} = 0,23

$$i = \frac{(83.716,28 * 0,23)}{3}$$

$$i = 6.414,25 kWh/ano$$

Com o intervalo encontrado foi substituído na Tabela 8, para classificar a envoltória.

Tabela 8. Classificação de eficiência da envoltória (kWh/ano). (AUTOR, 2022)

Classe de eficiência	A	B	C	D	E
Limite superior	-	> 64.461,54	> 70.879,78	> 77.298,03	> 83.716,28
Limite inferior	< 64.461,54	≤ 70.879,78	≤ 77.298,03	≤ 83.716,28	-

Com a finalização da escala de eficiência da envoltória do edifício, os valores foram comparados com a carga térmica anual do edifício estudado de 139.996,31 kWh/ano e assim foi possível classificação a edificação como E, indicando que o Restaurante Universitário possui baixa eficiência energética.

Analisando alguns parâmetros usados para determinar a carga térmica do RU, a escolha da cidade de Natal para substituir o município de Caraúbas por não está incluso na lista das cidades da interface pode ter influenciado no resultado da carga total, por ambas as cidades possuem diferentes características climáticas, apesar de fazerem parte do mesmo estado. [16] O município de Natal possui características climáticas semi-úmido e tem entre 4 a 5 meses de tempo seco, sem chuvas. Já o município de Caraúbas é caracterizado como semiárido e fica entre 7 e 8 meses sem chuvas. O município de Caraúbas apresentou um período maior de tempo seco comparado a Natal, logo, levando em consideração essa informação o resultado de carga total poderia aumentar cada vez mais se comparado a Natal.

3. CONCLUSÕES

O trabalho apresentado foi desenvolvido a partir do método simplificado da Instrução Normativa Inmetro para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), para a classificação da envoltória do restaurante universitário da UFERSA Caraúbas. Ao final do estudo, foi possível classificar a envoltória como nível E, representando que a edificação possui um alto consumo de energia e consequentemente faz-se uso mínimo de meios que contribuem para eficiência energética no local. Para que houvesse maior desempenho na eficiência energética na edificação, seria válido que fossem feitas modificações na estrutura do ambiente, levando em consideração parâmetros que oferecessem menor consumo de energia. Apesar do alto nível de consumo energético determinado, deve-se levar em consideração que a avaliação foi efetuada apenas na envoltória, excluindo os sistemas de iluminação, condicionamento de ar e água quente.

Assim, conclui-se que o resultado obtido foi desejado, apesar de que houve mal desempenho energético da edificação estudada, considerando o mal uso da energia primária e grande consumo de energia secundária.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2021, Rio de Janeiro. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2021 ano base 2020. Rio de Janeiro: 2021.
- [2] MISK, André Ferreira. AVALIAÇÃO DE MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ENVOLTÓRIA DE UM EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS POR MEIO DE UM MÉTODO SIMPLIFICADO Florianópolis 2019. 2019. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.
- [3] EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Eficiência Energética. 2016. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/eficiencia-energetica>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- [4] BALTAR, Marcia Garcia. Industria da construção civil e eficácia energética. Combate Ao Desperdício de Energia Elétrica e de Seu Uso Racional Como Um Requisito de Projeto de Edificações, Porto Alegre, abr. 2015. Disponível em: <https://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/2983/8/000384715-Texto%252bCompleto%252bAnexo%252bE-5.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- [5] EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2021: ano base 2020. 2021. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico168/Anu%C3%A1rio_2021.pdf. Acesso em: 15 ago. 2022.
- [6] NUNES, André Figueiredo. O CHOQUE DO PETRÓLEO de 1973: Estados Unidos, OPAEP e a Segurança Energética. 2016. 126 f. Tese (Doutorado) - Curso de História Comparada, Universidade Federal do Rio de Janeiro Programa de Pós-Graduação em História Comparada, Rio de Janeiro, 2016.
- [7] ALTOÉ, Leandra; COSTA, José Márcio; OLIVEIRA FILHO, Delly; MARTINEZ, Francisco Javier Rey; FERRAREZ, Adriano Henrique; VIANA, Lucas de Arruda. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. Estudos Avançados, [S.L.], v. 31, n. 89, p. 285-297, abr. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890022>.
- [8] BRASIL. Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010. Aprovar A Revisão dos Requisitos Técnicos da Qualidade Para O Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (Rtq). Rio de Janeiro
- [9] MINISTÉRIO RIO DE MINAS ENERGIA, 2011, São Paulo. PLANO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: PREMISSAS E DIRETRIZES BÁSICAS. São Paulo: MME, 2011.
- [10] BRASIL. 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). Brasília.
- [11] POUE, Juliana Al-Alam *et al.* APLICAÇÃO DA PROPOSTA DA INI-C PARA AVALIAÇÃO DE PROJETO NZEB, PELO MÉTODO DE SIMULAÇÃO. Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e Os Desafios Globais, Porto Alegre, 06 fev. 2020. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/836/519>. Acesso em: 16 out. 2022.
- [12] PIMENTEL, B. P.; SILVA, A. S.; BARBOSA, A. T. R.; REIS, M. de M. Comparação dos métodos simplificado e de simulação propostos no novo regulamento brasileiro de etiquetagem de edificações públicas. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 21, n. 4, p. 179-200, out./dez. 2021.
- [13] PROCEL, Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações e Procel Edificar. ANEXO GERAL V – CATÁLOGO DE PROPRIEDADES TÉRMICAS DE PAREDES, COBERTURAS E VIDROS. ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/ 2013. 27 nov. 2017. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/PBE/regulamentos/AnexoV.pdf>. Acesso em: 25 out. 2022.
- [14] CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES CB3E, 2017, Florianópolis. De método para a avaliação da eficiência energética com base em energia primária de edificações comerciais, de serviços e públicas. Florianópolis: Departamento de Engenharia Civil, 2017.
- [15] PROCEL, Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações e Procel Edificar. Interface do Metamodelo INI-C. Disponível em: http://pbeedifica.com.br/redes/comercial/index_with_angular.html#. Acesso em: 25 out. 2022.
- [16] Mendonça Diniz, Marco Túlio; Campelo Pereira, Vítor Hugo CLIMATOLOGIA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL: SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES E MAPEAMENTO DE TIPOS DE CLIMA Boletim Goiano de Geografia, vol. 35, núm. 3, septiembre-diciembre, 2015, pp. 488-506 Universidade Federal de Goiás Goiás, Brasil