

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

STÉFANI SUZUKI ARCHANGELO

**ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DE
APARTAMENTOS TIPO ESTÚDIO: RESIDENCIAL E COMERCIAL.**

FLORIANÓPOLIS, 2023.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

STÉFANI SUZUKI ARCHANGELO

**ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DE
APARTAMENTOS TIPO ESTÚDIO: RESIDENCIAL E COMERCIAL.**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador:
Prof. Dr. Rogério de Souza Versage

FLORIANÓPOLIS, 2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Archangelo, Stéfani

ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES
DE APARTAMENTOS TIPO ESTÚDIO: RESIDENCIAL E COMERCIAL. / Stéfani
Archangelo; orientação de Rogério Souza Versage.
- Florianópolis, SC, 2024.

71 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico
de Construção Civil.
Inclui Referências.

1. Etiquetagem de eficiência energética. 2. Apartamentos
tipo estúdio. 3. Avaliação de desempenho energético.
I. Souza Versage, Rogério . II. Instituto Federal
de Santa Catarina. III. ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DE APARTAMENTOS TIPO ESTÚDIO:
RESIDENCIAL E COMERCIAL..

ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DE APARTAMENTOS TIPO ESTÚDIO: RESIDENCIAL E COMERCIAL.

STÉFANI SUZUKI ARCHANGELO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 19 de fevereiro, 2024.

Banca Examinadora:

Rogério de Souza Versage, Prof. Dr.

Orientador

Ana Lígia Papst de Abreu, Prof. Dr.

Samuel João da Silveira, Prof. Dr.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a oportunidade de cursar engenharia civil em uma instituição pública que sempre se preocupou com seus estudantes e pretende implementar melhorias no próximo currículo.

Agradeço aos meus pais pelo apoio e principalmente pelas preocupações com meu bem estar.

Agradeço ao meu orientador Rogério de Souza Versage por todo apoio e incentivo durante a elaboração dos estudos.

Agradeço a todos os meus amigos, em especial à Karina, Thobias, Isabella, Danielle e Laura.

Agradeço aos meus tios Júnior e Alessandra pelo incentivo e por me ouvirem neste período.

Agradeço aos meus chefes Rafael Lacerda, pela disponibilidade dos projetos e ao Maycon Teixeira por todo apoio e ajuda necessária a fim de me incentivar neste período final da graduação.

Agradeço aos meus colegas de trabalho Jhuniior, Brendha, André, Karol e especialmente ao Duarte pelas suas correções e pela compreensão neste último período da graduação.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

A etiquetagem de eficiência energética de apartamentos do tipo estúdio ressalta diferenças na aplicação seja pelo método INI-C se for considerado o uso como hotel, ou pelo método INI-R se utilizado como residencial. A pesquisa busca entender os critérios para uso comercial e para uso residencial, considerando características construtivas dos apartamentos estúdios. Os dados da edificação do estudo de caso são inseridos em uma rede neural disponível pela plataforma web para o cálculo da etiqueta de eficiência energética à fim de obter uma predição de carga térmica que comparada ao modelo de referência resulta em um percentual de redução, essencial para a classificação energética. Ao obter os resultados pelos dois métodos infere-se que a eficiência energética é muito maior para o uso residencial, devido a diferença entre alguns critérios dos métodos. Portanto, seria necessário simular o estudo de caso à fim de sinalizar qual o melhor método de etiquetagem de eficiência energética de edificações de apartamentos do tipo estúdio.

Palavras-chaves: Etiquetagem de eficiência energética, Apartamentos tipo estúdio, Avaliação de desempenho energético.

ABSTRACT

The energy efficiency labeling of studio apartments highlights differences in application, whether by the INI-C method if considered for hotel use, or by the INI-R method if used for residential purposes. The research aims to understand the criteria for commercial and residential use, considering the structural characteristics of studio apartments. The building data of the case study are input into a neural network available on the web platform for calculating the energy efficiency label in order to obtain a prediction of thermal load which, when compared to the reference model, results in a percentage reduction essential for energy classification. Upon obtaining results from both methods, it is inferred that energy efficiency is much higher for residential use due to differences between some criteria of the methods. Therefore, it would be necessary to simulate the case study to indicate which is the best method for labeling the energy efficiency of studio apartment buildings.

Keywords: Energy efficiency labeling, Studio-type apartments, Energy performance assessment.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANSI	American National Standards Institute
APP	Ambiente de Permanência Prolongada
APT	Ambiente de Permanência Transitória
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
CEE	Coeficiente de Eficiência Energética do sistema de condicionamento de ar
CEP	Consumo de energia primária
CEE	Consumo de energia elétrica
CET	Consumo de energia térmica
CgTA	Carga térmica de aquecimento
CgTR	Carga térmica de refrigeração
CgTT	Carga térmica total
DPE	Densidade de Potência de Equipamentos em uso
DPI	Densidade de Potência de Iluminação
DPIL	Densidade de Potência de Iluminação Limite
EEP	Edificação de Energia Positiva
IDRS	Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal
INI	Instrução Normativa Inmetro
INI-C	Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas
INI-R	Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais
NBR	Norma Brasileira
NZEB	Edificação de Energia Quase Zero

PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PHFT	Percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa
SIN	Sistema Interligado Nacional
To	Temperatura operativa
UH	Unidade Habitacional

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – QUANTIDADE DE PESSOAS DAS HABITAÇÕES BRASILEIRAS	19
FIGURA 2 – EXEMPLO DE APARTAMENTO TIPO ESTÚDIO	20
FIGURA 3 - DIAGRAMA DE METODOLOGIA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÃO	28
FIGURA 4 – COMPARAÇÃO DAS INTERFACES WEB INI-C E INI-R	29
FIGURA 5 – PLANTA PAVIMENTO TIPO COM APARTAMENTOS TIPO ESTÚDIO	31
FIGURA 6 – FACHADA EDIFICAÇÃO COM APARTAMENTOS TIPO ESTÚDIO	32
FIGURA 7 – PROJEÇÃO 3D DA EDIFICAÇÃO COM APARTAMENTOS TIPO ESTÚDIO	33
FIGURA 8 - PAREDE DE VEDAÇÃO EXTERNA	34
FIGURA 9 - PAREDE DE VEDAÇÃO INTERNA	34
FIGURA 10 - LAJE PROTENDIDA ALVEOLAR SEM PREENCHIMENTO E SEM CAPA	35
FIGURA 11– ESCALA PARA CLASSIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	37
FIGURA 12 – DELIMITAÇÃO E EXCLUSÃO DAS APTS, NA COR AZUL	40
FIGURA 13 – DIVISÃO DE ZONAS TÉRMICAS COM ZONA INTERNA OU APENAS PERIMETRAL	41
FIGURA 14– ZONAS TÉRMICAS DO PAVIMENTO TIPO DA EDIFICAÇÃO	41
FIGURA 15 – DIMENSÕES DOS PAVIMENTOS TIPO DA EDIFICAÇÃO	42
FIGURA 16 – ÁREA DE VIDROS DA FACHADA NORTE E LESTE DA EDIFICAÇÃO REAL	44
FIGURA 17 - PLANTA LUMINOTÉCNICO DO PAVIMENTO TIPO	46
FIGURA 18– ÁREAS DE PERMANÊNCIA PROLONGADA E TRANSITÓRIA DAS UNIDADES HABITACIONAIS	54
FIGURA 19 – LEVANTAMENTO DE DIMENSÕES DE PAREDES UH 1	55
FIGURA 20 – LEVANTAMENTO DE DIMENSÕES DE PAREDES UH 1	56
FIGURA 21 – ÁREA DE SUPERFÍCIE DE ELEMENTOS TRANSPARENTES	57
FIGURA 22 – ÁREA EFETIVA DE ABERTURA PARA ÁREA DE VENTILAÇÃO	58
FIGURA 23– FLUXOGRAMA DO CÁLCULO DO CONDICIONAMENTO DE AR PELO MÉTODO DA INI- R	59
FIGURA 24 – CORTE COM INDICAÇÃO DAS EVAPORADORAS NO AMBIENTE INTERNO DA EDIFICAÇÃO	59
FIGURA 25– PREENCHIMENTOS DE DADOS DA EDIFICAÇÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DA ENVOLTÓRIA PELO MÉTODO INI-C	61
FIGURA 26 – CLASSIFICAÇÃO DA ENVOLTÓRIA DA EDIFICAÇÃO PELO MÉTODO INI-C SIMPLIFICADO	63
FIGURA 27– PREENCHIMENTOS DE DADOS DA EDIFICAÇÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DA ENVOLTÓRIA PELO MÉTODO INI-R	64
FIGURA 28 – CLASSIFICAÇÃO DA ENVOLTÓRIA DA EDIFICAÇÃO PELO MÉTODO INI-R SIMPLIFICADO	67
FIGURA 30 – PERCENTUAIS DE REDUÇÃO DE CARGA TÉRMICA TOTAL	68
FIGURA 29 – PERCENTUAL DE REDUÇÃO DE CARGA TÉRMICA DE RESFRIAMENTO PELO FATOR SOLAR	71

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMBINAÇÕES POSSÍVEIS ENTRE OS SISTEMAS SIMPLIFICADO E DE SIMULAÇÃO	25
TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS DOS TIPOS DE VIDRO	35
TABELA 3 – PROPRIEDADES TÉRMICAS DAS PAREDES, COBERTURA E VIDROS	36
TABELA 4 – CONDIÇÃO DE REFERÊNCIA DE EDIFICAÇÕES DE HOSPEDAGEM	38
TABELA 5 - LIMITES DOS PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA ENVOLTÓRIA ATENDIDOS PELO MÉTODO SIMPLIFICADO INI-C	39
TABELA 6- LIMITES DE REDUÇÃO DE CARGA TÉRMICA PARA CADA CLASSE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA	43
TABELA 7 - LEVANTAMENTO DO PAF DE CADA ZONA TÉRMICA	45
TABELA 8 - DENSIDADE DE POTÊNCIA DAS ZONAS TÉRMICAS DA EDIFICAÇÃO REAL	47
TABELA 9 - CRITÉRIOS PARA O DESEMPENHO TÉRMICO	50
TABELA 10– PARÂMETROS DE PISOS E PAREDES DE REFERÊNCIA INI-R	51
TABELA 11 – PARÂMETROS DE COBERTURA DE REFERÊNCIA INI-R	51
TABELA 12 – PARÂMETROS DE ELEMENTOS TRANSPARENTES DE REFERÊNCIA PELO MÉTODO INI-R	52
TABELA 13 - LIMITES DE APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO	53
TABELA 14 - DIMENSÕES HORIZONTAIS DAS UNIDADES HABITACIONAIS	56
TABELA 15 – DETERMINAÇÃO DOS CONSUMOS DE REFRIGERAÇÃO E AQUECIMENTO PELO MÉTODO INI-R	60
TABELA 16 – VALORES DOS PARÂMETROS PELA INTERFACE PELO MÉTODO INI-C	62
TABELA 17 – VALORES DOS PARÂMETROS PELA INTERFACE WEB PELO MÉTODO INI-R	65
TABELA 18 – VALORES DA CONDIÇÃO REAL E DE REFERÊNCIA	66
TABELA 19 – COMPARAÇÕES DA ANÁLISE DO SISTEMA CONDICIONAMENTO DE AR	69
TABELA 20 – COMPARAÇÕES DA ANÁLISE DO SISTEMA DE AQUECIMENTO	69
TABELA 21 - VARIAÇÃO DE PARÂMETROS DE ACORDO COM O TIPO DE VIDRO	70

SUMÁRIO

RESUMO	1-8
ABSTRACT	1-9
1 INTRODUÇÃO	16
1.5 Justificativa	17
1.6 Definição do Problema	18
1.7 Objetivo Geral.....	18
1.8 Objetivos Especificos.....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.5 Apartamentos Estúdio.....	19
2.6 Eficiência Energética das Edificações	20
2.6.1 Instrução Normativa Inmetro para Classes de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C)	23
2.6.2 Instrução Normativa Inmetro para Classes de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (INI-R).....	26
3 MÉTODO	28
3.5 Plataforma Interface Web	29
4 OBJETO DE ESTUDO	29
4.5 Avaliação INI-C pelo Método Simplificado.....	37
4.5.1 Edificação de referência pelo método INI-C.....	37
4.5.2 Parâmetros da condição de referência pelo método INI-C	37
4.5.3 Condições de aplicabilidade do método simplificado INI-C.....	38
4.5.4 Divisão de zonas térmicas	39
4.5.5 Fator de Forma	41
4.5.6 Percentual de abertura da fachada (PAF).....	43
4.5.7 Densidade de potência de iluminação – DPI (W/m ²).....	45
4.5.8 Avaliação do sistema de iluminação pelo método simplificado INI-C.....	48
4.6 Avaliação INI-R pelo Método Simplificado.....	49
4.6.1 Edificação de referência pelo método INI-R.....	49
4.6.2 Parâmetros do modelo de referência pelo método INI-R	50
4.6.3 Condições de aplicabilidade do método simplificado INI-R.....	52
4.6.4 Dimensões horizontais de parede.....	54
4.6.5 Parâmetros de Esquadrias.....	56
4.6.6 Avaliação do sistema de condicionamento de ar pelo método simplificado INI-R.....	58
4.6.7 Percentuais de horas de ocupação.....	60
5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	61
5.5.1 Análise e discussão dos resultados pelo método INI-C	61
5.5.2 Classificação da Envoltória pelo método pelo método INI-C.....	62
5.5.3 Análise e discussão dos resultados pelo método INI-R	63
5.5.4 Classificação da Envoltória pelo método INI-R	66
5.5.1 Análise e comparação dos resultados pelos métodos INI-C e INI-R.....	67
5.5.2 Análise Paramétrica do tipo de vidro.....	70
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
6.5.1 Limitações do trabalho	73
6.5.1 Sugestões para trabalhos futuros	73

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
--	-----------

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Pereira (2013) o século XXI é caracterizado por diversas transformações sociais, culturais e políticas, que conduzem à reconfiguração não apenas da arquitetura das habitações, mas também da organização da estrutura das famílias. A configuração da família atual consiste em casais sem filhos, famílias unitárias, famílias monoparentais e reconstruídas, com ou sem filhos, além de incluir idosos vivendo sozinhos ou em casal, e casais entre pessoas do mesmo gênero.

Nos últimos cinco anos, torna-se evidente a diminuição dos espaços habitáveis, especialmente em apartamentos. Na década de 70, os apartamentos começaram a enfrentar uma redução na área útil, diminuindo de 100m² para 87,80m² no intervalo de 1980 a 1990. Na década de 90, a média de área dos apartamentos era de aproximadamente 72m². Nos anos 2000, essa média era de 73 m², e em 2010 o tamanho médio dos apartamentos atingiu 59,60m² (CORBO et al.,2019). Além disso, a habitação mínima projetada para o homem moderno, deveria prover moradia de qualidade e satisfazer as necessidades vitais, sociais e psicológicas (CASELLI, 2007).

Nesse aspecto, os apartamentos do tipo estúdio, caracterizados pela área útil diminuta que limita as possibilidades de layout interno dessas unidades, coloca em discussão o desempenho térmico desse modelo de moradia. Isso se dá uma vez que existe um crescente risco de desconforto em ambientes internos devido às mudanças climáticas, que afetam negativamente os índices de conforto térmico e/ou aumentam as horas de desconforto por calor excessivo em cenários climáticos futuros (IPCC, 2021).

A importância da eficiência energética como ferramenta para reduzir o impacto ambiental ganhou destaque somente após a crise de petróleo de 1973, segundo Garcia (2022), foi esta escassez de recursos que levaram a busca por um uso mais racional e eficiente de energia.

A etiquetagem de edifícios no Brasil se iniciou em 2009, com as publicações das metodologias para a classificação do nível de eficiência energética para edifícios comerciais, de serviços e públicos e para edifícios

residenciais. A etiqueta pode ser para o projeto e para o edifício construído (Ministério de Minas e Energia - Brasil, 2021).

A etiquetagem pode ser obtida pelo método simplificado da Instrução Normativa INMETRO para a classe de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas ou pelo método simplificado da Instrução Normativa INMETRO para a classe de eficiência energética de edificações residenciais. A etiqueta para edificações residenciais pode ainda ser de 3 tipos: unidades habitacionais autônomas (casas ou apartamentos), edificações multifamiliares e áreas de uso comum (PBE Edifica, 2020).

As edificações residenciais transitórias podem ser definidas consoante o artigo nº 6 do Código de Obras da cidade de Florianópolis como “multifamiliar transitório com até trinta unidades de hospedagem e área total construída não superior a dois mil e quinhentos metros quadrados” (Lei complementar nº 707, 2021). O uso destas edificações transitórias é semelhante ao uso comercial, como hotéis. Entretanto, a edificação física é semelhante a edificações com apartamentos do tipo estúdio.

Diante da evolução do cenário habitacional, com uma crescente demanda por espaços compactos e multifuncionais, os apartamentos tipo estúdio representam uma tendência. Compreender a eficiência energética nessas edificações é vital para a adaptação do setor às necessidades emergentes.

1.5 Justificativa

Santamouris et al. (1996) indica que um dos principais responsáveis pelo consumo de energia nas edificações é o projeto arquitetônico inadequado, por estar relacionado ao tipo de uso da edificação; tipo de construção; manutenção; sistemas de iluminação e equipamentos; sistemas de aquecimento e resfriamento; entre outros sistemas.

Frente à esta visão, apartamentos tipo estúdio podem ser destinados tanto a usos residenciais quanto comerciais. A compreensão da eficiência nesses espaços torna-se crucial diante das diferentes demandas. Assim, a

etiquetagem de eficiência energética em edificações de apartamentos tipo estúdio é fundamentada na crescente importância da eficiência energética no setor da construção civil e na particularidade dos apartamentos tipo estúdio, que desempenham um papel singular no cenário habitacional contemporâneo.

Portanto, proporcionar aos profissionais da construção civil, gestores imobiliários e demais interessados uma compreensão aprofundada sobre a etiquetagem de eficiência energética em apartamentos estúdios é essencial para tomadas de decisões informadas, promovendo a implementação de práticas construtivas sustentáveis.

1.6 Definição do Problema

Edificações com apartamentos do tipo estúdio possuem características de edificações de serviço, sendo avaliadas pelo método INI-C, entretanto sua ocupação é similar a edificações residenciais, avaliadas pelo método INI-R. Qual a diferença de aplicação entre estes dois métodos para uma edificação do tipo estúdio?

1.7 Objetivo Geral

Comparar o método simplificado da INI-C e INI-R para a etiquetagem em eficiência energética de uma edificação com apartamentos do tipo estúdios.

1.8 Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste estudo:

- a) Avaliar o nível de eficiência energética de apartamentos do tipo estúdios pelos critérios do método simplificado INI-C;
- b) Avaliar o nível de eficiência energética de apartamentos do tipo estúdios pelos critérios do método simplificado INI-R;
- c) Analisar os resultados obtidos por meio dos métodos simplificado INI-C e INI-R e comparar ambos os métodos;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

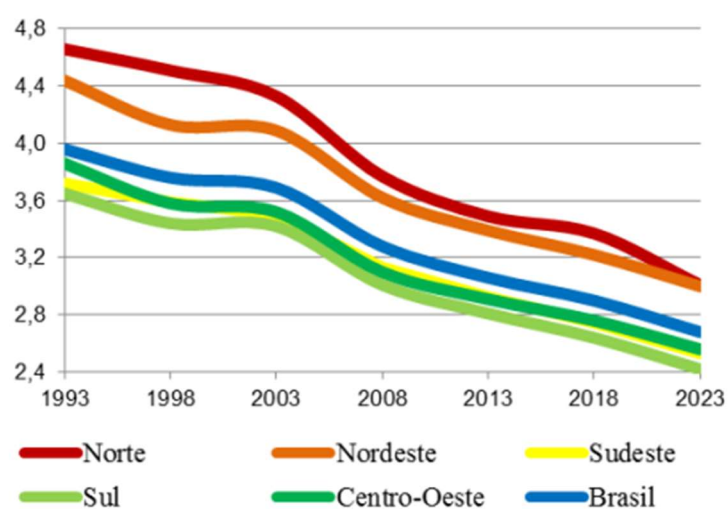
As próximas sessões discorrerão sobre assuntos pressupostos para a fundamentação teórica do presente trabalho.

2.5 Apartamentos Estúdio

Tanto o mercado imobiliário em suas campanhas publicitárias, quanto os autores de projetos tratam a habitação compacta com diferentes denominações, como por exemplo, lofts, estúdios, studios, plantas abertas ou livres, integrados, conjugados, kitnets, kitchenette, quitinetes, home flex, apartamento pequeno, apartamento mínimo e compacto (VASCONCELOS et al,2017).

Para Oliveira et al (2009), a redução do tamanho médio das moradias brasileiras está intrinsecamente relacionada à queda da fecundidade e consequente no encolhimento do tamanho dos núcleos familiares, conforme a Figura 1. Nesse aspecto, a habitação compacta paulatinamente adquire espaço no cenário do mercado imobiliário e representa uma nova configuração familiar.

Figura 1 – Quantidade de pessoas das habitações brasileiras



Fonte: Adaptada de Oliveira et al (2009).

Neste viés, o apartamento estúdio pode ser definido como um imóvel de metragem com área útil média de 30 m² e com cômodos integrados sendo, na maioria dos casos, apenas o banheiro com repartição, conforme a Figura 2 abaixo.

Figura 2 – Exemplo de apartamento tipo estúdio



Fonte: Adaptada de Vince et al (2023).

Os apartamentos tipo estúdio do estado de São Paulo não possuem vaga de garagem, mas estão em uma boa localização, próximo aos grandes centros urbanos. Já os apartamentos tipo estúdio de Florianópolis são aprovados como projetos residenciais e somente com a presença de ao menos 1 vaga de garagem.

O desenho extremamente compacto do Studio se assemelha muito e atenderia bem às necessidades exigidas de um quarto de hotel. É de extrema importância que a unidade Studio seja estudada quanto ao seu desempenho e conforto térmico, assim como sua eficiência, durante ondas de calor, relacionadas às mudanças climáticas das próximas décadas (KANADA,2023).

2.6 Eficiência Energética das Edificações

O conceito de eficiência energética pode ser definido como o desempenho obtido por determinado equipamento ou serviço. Esses são

considerados eficientes quando utilizam uma quantidade menor de energia para desempenhar o mesmo papel (SILVA, 2014).

A otimização de escolhas favoráveis para os materiais que constituem a envoltória da construção permite aplicar o conceito de construção passiva, que é um tipo de construção com o objetivo de proporcionar conforto aos usuários com o gasto mínimo de energia. (SCHNEIDER et al., 2006). Construções existentes e que ainda não foram inseridas no conceito de construção “passiva” necessitam de alterações de projeto para que possam melhorar o desempenho em eficiência energética, conforto térmico e outros, conforme Moran et al. (2014).

Tomadas de decisões durante o processo de concepções de projetos de edificações sobre a localização, orientação, especificações de matérias, equipamentos e nível de automação da operação são determinantes no consumo energético ao longo da vida útil. Decisões envolvendo esses aspectos devem permear os projetos de modo a proporcionar conforto e eficiência energética aos usuários. (DEGANI et al., 2002).

A Eficiência Energética se mostrou uma ferramenta importante para reduzir o impacto ambiental de forma a diminuir o consumo de energia obtendo o mesmo desempenho. Entretanto esta preocupação ambiental é recente e foi desencadeada após a crise de petróleo do ano de 1973. Com as fontes de energia e combustíveis em escassez e com os aumentos absurdos dos preços ainda notados por exemplo no ano de 2022, surgiu a ideia de utilizar a energia de forma racional e eficiente. (GARCIA, 2022).

Em 1985, por meio de uma iniciativa entre o Ministério de Minas e Energia (MME) e o Ministério da Indústria e Comércio Exterior, a Portaria Interministerial N° 1.877 de 10 de outubro de 1985 instituiu o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL,2022). De acordo com a lei, o objetivo do Programa era “racionalizar o uso de energia elétrica e, como decorrência da maior eficiência, propiciar o mesmo produto ou serviço com menor consumo, eliminando desperdícios e assegurando redução global de custos e de investimentos em novas instalações no sistema elétrico” (BRASIL, 1985).

Foi criada em 1996 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), com a finalidade de regular o setor elétrico brasileiro conforme as políticas e diretrizes do governo federal (ANEEL, 2022). Posteriormente, a Política Energética Nacional (PEN), baseada na Lei 9478/1997, com ênfase na sustentabilidade das soluções preconizadas, a utilização de energias renováveis, o uso eficiente da energia, a diversificação da matriz energética e a preservação do meio ambiente (BRASIL, 1997). Entretanto, de acordo com o Instituto Nacional de Eficiência Energética (2001), a lei carecia do detalhamento estruturado e não possuía objetivos claros. Também foram constituídos o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) presidido pelo Ministério de Estado de Minas e Energia, e que é o órgão responsável pelo assessoramento do Presidente da República para a formulação de políticas e diretrizes de energia e a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Regulamentada pelo decreto nº 4059/2001 a Lei federal nº 10.295/2001 foi sancionada visando a alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente (BRASIL, 2001).

Ainda em acordo com a Lei de Eficiência Energética, o Procel desenvolveu em 2003, o programa “Procel Edifica”, que estende para as edificações as ferramentas de análise de eficiência energética, anteriormente utilizado para bens e serviços, a fim de torná-las mais sustentáveis e racionalizar o consumo de energia nas edificações brasileiras. (PROCEL, 2022).

A Etiqueta PBE Edifica, desenvolvida em parceria com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e a Eletrobrás/PROCEL Edifica, revela o potencial de economia de energia da edificação, através do conhecimento do nível de eficiência energética das edificações. Os níveis variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente), de acordo com normas e regulamentos técnicos, podendo ser aplicada na etapa de projeto ou na etapa de edificação construída (PBE EDIFICA, 2022).

No ano de 2009 foram criados os métodos de classificação chamados Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de eficiência Energética de Edifícios Comerciais (RTQ-C) com a finalidade de avaliar as edificações comerciais exclusivamente e o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível

de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R) com o objetivo de avaliar edificações residenciais.

No ano de 2021, com a intenção de aprimorar falhas do RTQ-C e RTQ-R, o Procel Edifica e o Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3E) lançaram as Instruções Normativas Inmetro para a Classe de Eficiência Energética de Edificações – INI que possui uma versão para a análise de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) e outra versão para a análise de Edificações Residenciais (INI-R).

2.6.1 Instrução Normativa Inmetro para Classes de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C)

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e o Ministério da Economia, publicaram através do Anexo II da Portaria do INMETRO nº 309/2022 a Instrução Normativa para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C).

A INI-C determina a eficácia de um edifício com características reais comparando-o com um edifício de referência, classificado energeticamente com um nível “D” por meio de um critério avaliativo de consumo de energia primária.

Os procedimentos para a determinação da classificação de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas, que pode ser geral, ou parcial. A classificação parcial da edificação é possível para os seguintes sistemas:

- a) Envoltória completa (obrigatória em todas as avaliações);
- b) Envoltória completa e sistema de condicionamento de ar;
- c) Envoltória completa e sistema de iluminação;
- d) Envoltória completa e sistema de aquecimento de água;
- e) Envoltória completa e outros dois sistemas citados acima.

No Anexo A desta INI-C são apresentadas as tabelas com as tipologias possíveis de serem avaliadas e suas características para a definição da condição de referência. No Anexo B são apresentados os procedimentos para a determinação dos percentuais de redução de carga térmica e de consumo de energia dos sistemas individuais: envoltória (B.I), condicionamento de ar (B.II), iluminação (B.III) e aquecimento de água (B.IV). No Anexo C são apresentados os procedimentos relativos ao método de simulação termo energética (C.I) e de iluminação natural (C.II). No Anexo D são apresentados os procedimentos para determinação do potencial de geração local de energia renovável e as condições de avaliação de Edificações de Energia Quase Zero (NZEBs) e Edificações de Energia Positiva (EEPs). No Anexo E são estabelecidos os critérios para a determinação do percentual de acréscimo ou redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂) da edificação avaliada. No Anexo F são estabelecidos os critérios para a avaliação do percentual anual de redução do consumo de água potável por meio do seu uso racional. E, finalmente, no Anexo G é apresentada uma lista com 154 municípios brasileiros e suas respectivas classificações climáticas (PROCEL, 2022).

O objetivo deste método é avaliar os seguintes sistemas:

- a) envoltória;
- b) condicionamento de ar;
- c) iluminação;
- d) aquecimento de água.

A estimativa do consumo de energia pode ser realizada por meio dos métodos simplificado e de simulação. É possível que os sistemas de uma mesma edificação sejam avaliados pela combinação entre o método simplificado e o método de simulação, conforme as possibilidades apresentadas nos encontros entre as linhas e colunas da Tabela 1, abaixo:

Tabela 1 - Combinações possíveis entre os sistemas simplificado e de simulação

Método	Envoltória	Iluminação	Condicionamento de ar	Aquecimento de água
Simplificado	X	X	-	-
Simulação	X	X	X	X

Fonte: Elaboração própria (2023).

O método de simulação possibilita a avaliação de qualquer edificação, sendo obrigatório para alguns tipos de edificações, como, as que possuem aquecimento artificial, aberturas zenitais, bem como vidro em frente das paredes da fachada, fachadas ventiladas, ambientes de elevada geração de carga interna, dispositivos móveis de sombreamento interno automatizados, vidros com comportamento dinâmico ou outras soluções de desempenho inovadoras (BRASIL, 2022).

Por sua vez, o método simplificado serve para avaliar todos os sistemas da edificação, sendo obrigatório seu uso para a avaliação do sistema de aquecimento de água, que não deve ser avaliado pelo método de simulação. Para avaliação pelo método simplificado as edificações devem atender alguns critérios específicos quando tratado do assunto da sua envoltória, ou seja, devem estar dentro dos limites de alguns parâmetros.

O método simplificado permite a obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para o conjunto de todos os sistemas, sendo chamada assim de ENCE Geral, ou para conjuntos de apenas alguns sistemas (ENCE Parcial). A ENCE Parcial pode ser obtida também quando avaliado apenas a envoltória da edificação.

No que diz respeito as etapas de execução do método simplificado, tem-se que o método é dividido em quatro avaliações de menor porte, separadas pelos sistemas individuais da envoltória, condicionamento de ar, iluminação e aquecimento de água.

Para a análise da envoltória, determina-se o percentual de redução da carga térmica total anual (RedCgTT) por meio da Equação 1:

$$\text{RedCgTT} = \left(\frac{\text{CgTTref} - \text{CgTTre}}{\text{CgTTref}} \right) * 100 \quad (1)$$

Onde:

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

CgTTref é a carga térmica total anual da envoltória da edificação na sua condição de referência (kWh/ano);

CRreal é a carga térmica total anual da envoltória da edificação real (kWh/ano).

2.6.2 Instrução Normativa Inmetro para Classes de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (INI-R)

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e o Ministério da Economia, publicaram através do Anexo II da Portaria do INMETRO nº 309/2022, a Instrução Normativa para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (INI-R). A proposta tem a finalidade de aprimorar os parâmetros existentes para a etiquetagem das edificações residenciais, com o objetivo de obter uma proximidade maior entre os resultados da avaliação e o consumo real da edificação (BRASIL, 2021).

A classificação de eficiência energética das unidades habitacionais (UHs) deve ser realizada por meio do seu percentual de redução do consumo estimado de energia primária (RedCEP), comparando-se a edificação na condição real com a condição de referência. Independentemente do método utilizado, são avaliados dois sistemas individuais: a envoltória e o aquecimento de água. A avaliação da envoltória pelos métodos simplificado e de simulação considera a carga térmica de aquecimento (CgTA), quando houver, e a de refrigeração (CgTR) dos ambientes de permanência prolongada (APPs), bem como considera o percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT) e as temperaturas operativas anuais máxima (Tomáx) e mínima (Tomín). A UH e os sistemas individuais são classificados da

classe A (mais eficiente) à classe E (menos eficiente). Nota: O sistema de condicionamento de ar, descrito no item B.II, auxilia na determinação do consumo para refrigeração e aquecimento da envoltória, dividindo a carga térmica de refrigeração e aquecimento pelo coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar (CEE) do aparelho. Este sistema, entretanto, não é classificado nas UHs. O consumo de energia primária da edificação resulta da soma das energias elétrica e térmica, que devem ser devidamente transformadas a partir de seus fatores de conversão, descontando-se a parcela de energia primária referente à geração local de energia renovável, quando existente. A classificação é obtida para todos os sistemas em conjunto (INMETRO, 2022).

A classificação da eficiência energética de unidades habitacionais (UHs) deve ser feita com base no percentual de redução do consumo de energia primária (RedCEP) da UH na condição real em comparação à mesma UH em sua condição de referência. O percentual de redução deve ser calculado por meio da Equação 2.

$$RedCEP = ((CEP, ref - CEP, real) / CEP, ref).100 \quad (2)$$

Onde:

RedCEP é o percentual de redução do consumo de energia primária da UH real em relação à UH na condição de referência (%);

CEP,ref é o consumo anual de energia primária da UH na condição de referência (kWh/ano);

CEP,real é o consumo anual de energia primária da UH na condição real (kWh/ano).

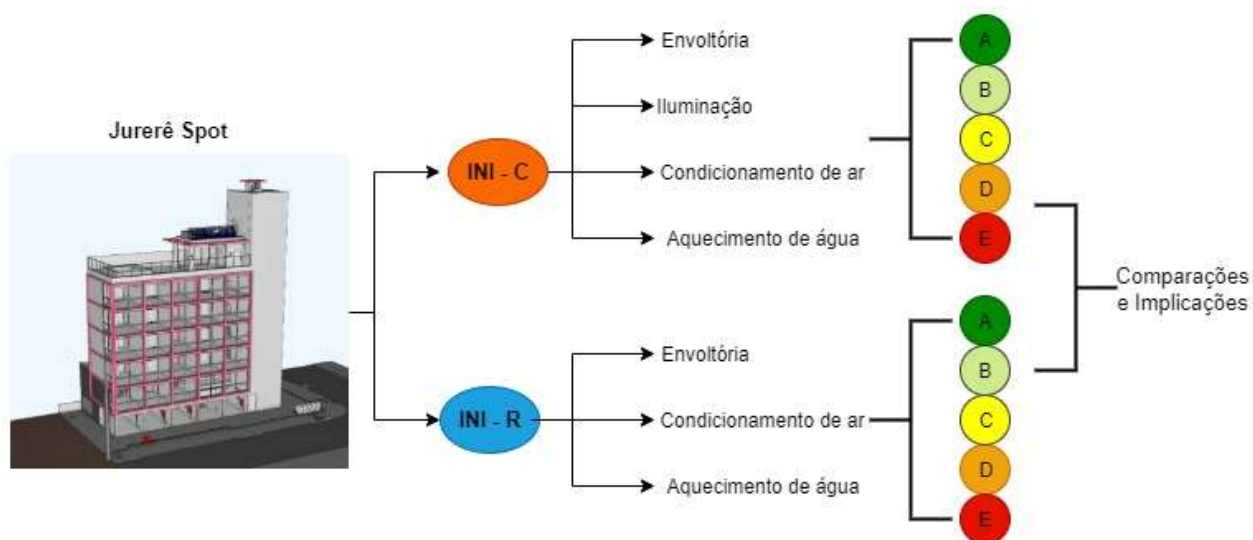
3 MÉTODO

Inicialmente foi definida a edificação de estudo de caso e a sua cidade de implantação, o que possibilita definir os parâmetros climáticos. Com o levantamento dos materiais construtivos de projeto, foi realizada a análise de eficiência energética do sistema de envoltória pelo método simplificado da INI-C.

Posteriormente, levando em conta o método da INI-R pôde-se obter outra classificação da edificação de estudo quanto ao desempenho de envoltória, de condicionamento de ar e de aquecimento de água.

Após cada etapa descrita detalhadamente neste capítulo, foi avaliado o desempenho da envoltória de acordo com os resultados de cada método e foi indicado os pós e contras de cada um deles e suas implicações na aplicação dos métodos. Com isso, pode-se analisar os métodos que melhor representam a eficiência energética de apartamentos do tipo estúdio, conforme Figura 3.

Figura 3 - Diagrama de metodologia de Eficiência Energética de Edificação

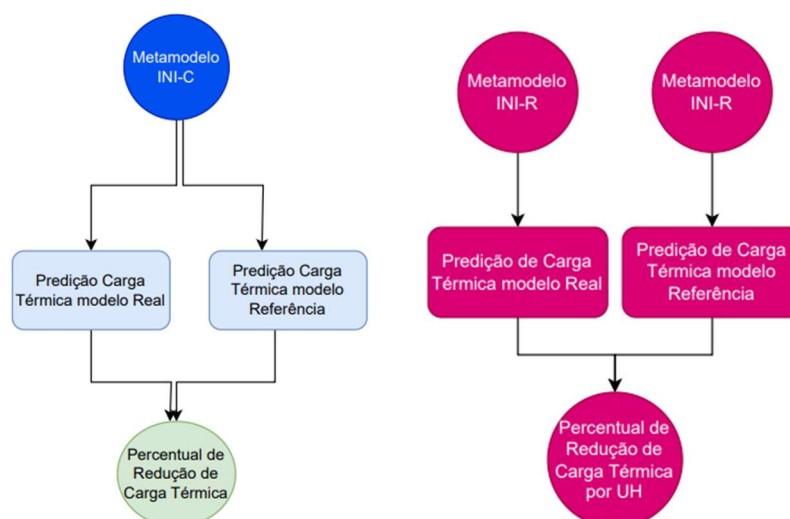


Fonte: Elaboração própria (2022).

3.5 Plataforma Interface Web

A plataforma da interface web do site do INMETRO funciona como uma rede neural que obtêm uma predição do percentual de redução de carga térmica através de um metamodelo. A Figura 4, apresenta o a automatização do procedimento pelo método INI-C em azul, o qual faz o cálculo do metamodelo já com os dados de referência armazenados para posterior classificação. Já o cálculo pelo metamodelo INI-R necessita que os parâmetros do modelo de referência sejam calculados também para posteriormente obter o percentual de redução de carga.

Figura 4 – Comparação das Interfaces web INI-C e INI-R



Fonte: Elaboração própria (2023).

4 OBJETO DE ESTUDO

O estudo de caso analisado por este trabalho é referente a uma edificação composta de apartamentos Studio implantada no bairro Jurerê, da cidade de Florianópolis no estado de Santa Catarina.

Os apartamentos com vista para o mar estão posicionados para a direção Norte e possuem apenas uma parede de exposição externa, enquanto as demais paredes são internas. Já os apartamentos situados à Leste possuem duas paredes de exposição externa, nas quais a radiação solar incide nas fachadas Norte e Leste. As fachadas Sul e Oeste da edificação não possuem aberturas, por conta do projeto arquitetônico da edificação, em consonância com a orientação solar na qual a edificação do estudo foi construída.

A edificação é dividida em quatro pavimentos tipos de 142,43 m², sendo eles divididos em cinco apartamentos, uma rouparia de 1,93 m², uma circulação comum de 32,24 m², elevador com 3,51 m², área de circulação interna à escada de 4,20 m² e escadaria de 12,48 m². O quinto apartamento localizado à leste possui um dormitório de 15,14 m² e um banheiro para portadores de necessidades especiais de 3,85 m², os demais apartamentos possuem dormitórios de 14,95 m² e banheiros de 2,32 m² com pé direito de 2,70 m.

O pavimento térreo da edificação possui 4 lojas com mezaninos que foram desconsideradas deste estudo por serem áreas totalmente comerciais.

A planta baixa, a fachada e a projeção 3D da edificação em estudo são respectivamente disponibilizadas nas Figuras 5, 6 e 7.

Figura 6 – Fachada edificação com apartamentos tipo estúdio



Fonte: Adaptado de Studio Methafora (2022).

Figura 7 – Projeção 3D da edificação com apartamentos tipo estúdio



Fonte: Adaptado de Studio Methafora (2022).

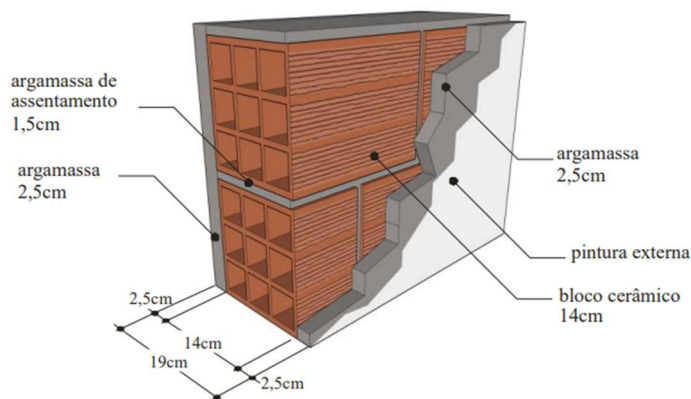
Os dormitórios são considerados áreas de permanência prolongada (APP). Já os banheiros, a rouparia e as circulações são consideradas áreas de ambiente de permanência transitória (APT).

De acordo com o anexo A da ABNT NBR 15220-3:2005, Florianópolis fica classificada na zona bioclimática 03. Segundo a classificação de Köppen, o clima mesotérmico úmido pertence ao tipo fundamental CF e a variedade específica Cfa, assim, Florianópolis possui chuvas bem distribuídas todo o ano.

O fechamento externo dos apartamentos é em blocos cerâmicos de 14x19x29 cm com argamassa interna de 2,5 cm e argamassa externa de 2,5 cm com características de transmitância térmica $U= 1,85 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. A cor da pintura

externa é branco gelo e é caracterizada pelo coeficiente de absorção solar (α) de 0,372. A Figura 8, abaixo, retrata a composição das paredes externas.

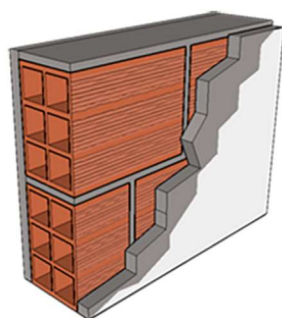
Figura 8 - Parede de vedação externa



Fonte: PBE Edifica (2017).

A alvenaria de vedação interna é composta por argamassa interna de 2,5 cm, bloco cerâmico com dimensões de 9x14x24 cm e argamassa externa de 2,5 cm, consoante a Figura 9 abaixo:

Figura 9 - Parede de vedação interna



Paredes

Argamassa interna 2.5 cm | Bloco cerâmico 9x14x24 cm | Argamassa Externa 2.5cm

Resistência

0.42 m²K/W

Transmitância

2.39 W/m².K

Atraso Térmico

3.3 h

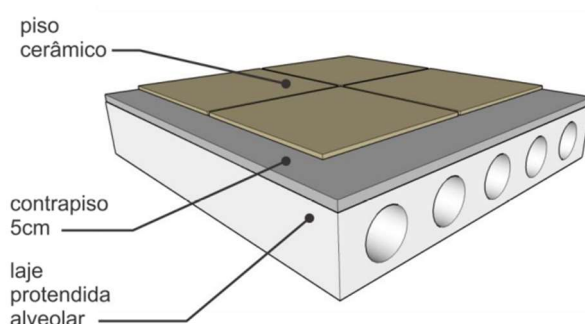
Capacidade Térmica

152 kJ/m².K

Fonte: PBE Edifica (2023).

A cobertura é uma laje impermeabilizada e pintada com tinta Látex PVA Fosca na cor concreto, com coeficiente de absorção solar de 0,716. A laje do projeto é de concreto armado e protendido com cabos de protensão ativos e passivos, e é executada com concreto usinado moldado in loco. Mas para fins de realizar este estudo foi considerada a laje protendida alveolar sem preenchimento e sem capa e com 15 cm de espessura (Figura 10). Essas características térmicas estão expostas na Tabela 2.

Figura 10 - Laje protendida alveolar sem preenchimento e sem capa



Fonte: PBE Edifica (2017)

As especificações dos vidros das esquadrias da fachada são Sun Light 4 mm + PVB incolor + vidro incolor 4 mm com transmitância térmica total (U_{vid}) de 5,67 W/m². K e fator solar (FS) 0,29 conforme item 60 da Tabela 2.

Tabela 2 - características dos tipos de vidro

Vidro (ID)	Fabricante	Produto	Esp. (mm)	Tsol	Rsol1	Rsol2	Tvis	Rvis1	Rvis2	Emis1	Emis2	Condutividade (W/mK)	Processo	U (W/m ²)	FS
55	GUARDIAN	Silver 32 clear	6,000	0,280	0,200	0,240	0,320	0,240	0,210	0,840	0,670	1,000	monolítico	5,270	0,410
56	GUARDIAN	Silver 32 clear	8,000	0,270	0,200	0,160	0,330	0,230	0,170	0,840	0,840	1,000	laminado com incolor	5,670	0,410
57	GUARDIAN	Silver 32 green	6,000	0,160	0,110	0,230	0,270	0,180	0,210	0,840	0,670	1,000	monolítico	5,270	0,330
58	GUARDIAN	Silver 32 green	8,000	0,190	0,120	0,150	0,290	0,190	0,160	0,840	0,840	1,000	laminado com incolor	5,670	0,360
59	GUARDIAN	SNL 37 Clear	8,000	0,150	0,400	0,140	0,330	0,260	0,190	0,840	0,840	1,000	laminado com verde	5,670	0,270
60	GUARDIAN	SNL 37 clear	8,000	0,190	0,400	0,280	0,370	0,260	0,220	0,840	0,840	1,000	laminado com incolor	5,670	0,290

Fonte: INMETRO (2017).

Essas características térmicas de piso, parede e cobertura estão expostas na Tabela 3.

Tabela 3 – propriedades térmicas das paredes, cobertura e vidros

Componentes Construtivos	Transmitância Térmica U (W/m ² . K)	Capacidade Térmica CT (kJ/m ² . K)	Absortância α (adimensional)
Cobertura	2,48	369	0,716
Paredes externas	1,85	161	0,281
Paredes Internas	2,39	152	0,420
Vidro	5,67	0,29	Incolor

Fonte: Elaboração Própria (2022).

Para a avaliação da edificação segundo sua classificação de eficiência energética é necessário comparar as características reais com uma edificação de referência. Os parâmetros da edificação de referência variam de acordo com a tipologia da edificação, e eles são alterados de acordo com a zona térmica em que o edifício se encontra.

Os parâmetros que são idênticos tanto na edificação de referência quanto na edificação real geralmente são dados tabelados ou de projeto como exemplo a área, orientação solar, dimensão do pé direito, situação do piso, situação da cobertura, ângulo de obstrução vizinha, ocupação, densidade de potência de equipamentos, horas de ocupação, dias de ocupação e temperatura de *setpoint* do condicionamento de ar.

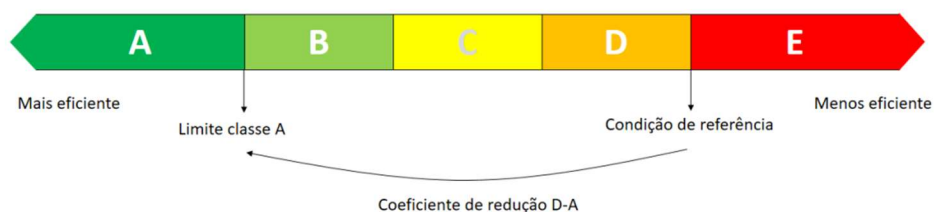
Os parâmetros variáveis são características mais específicas como o percentual de abertura da fachada; absortância, transmitância térmica e capacidade térmica das paredes externas; absortância, transmitância térmica e capacidade térmica da cobertura; fator solar e transmitância térmica do vidro; ângulo horizontal e vertical de sombreamento; densidade de potência de iluminação; e coeficiente de performance do condicionamento de ar.

4.5 Avaliação INI-C pelo Método Simplificado

4.5.1 Edificação de referência pelo método INI-C

A condição de referência possui a mesma forma, orientação solar e pé direito da edificação avaliada, porém, as demais características construtivas da condição de referência são pré-fixadas em função do uso, de forma que esta seja equivalente à classificação D de eficiência energética, de acordo com a Figura 11 abaixo:

Figura 11– escala para classificação de eficiência energética



Fonte: INMETRO (2022).

4.5.2 Parâmetros da condição de referência pelo método INI-C

O Anexo A da Portaria INMETRO nº 309/2022 apresenta os valores de referência para edificações comerciais e de serviços da tipologia hospedagem, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Condição de referência de edificações de hospedagem

Uso típico	Edificações de hospedagem	
	Condição real	Condição de referência
Geometria		
Área (m ²)		Condição real
Orientação solar		Condição real
Pé-direito (piso a teto) (m)		Condição real
Aberturas		
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)	Condição real	45 (0,45)
Componentes construtivos		
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9,0 cm), argamassa externa (2,5 cm)
Upar - Transmitância da parede externa (W/(m ² .K))	Condição real	2,39
αPAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/(m ² .K))	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)
Ucob - Transmitância da cobertura (W/(m ² .K))	Condição real	2,06
αCOB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/(m ² .K))	Condição real	233
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm
FS - Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82
Uvid - Transmitância do vidro (W/(m ² .K))	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0
AOV - Ângulo de obstrução vizinha (°)*		Condição real
Iluminação e ganhos internos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²)	Condição real	15,7**
Densidade de ocupação (m ² /pessoa)	Condição de referência	18,0
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)* **		20,0
Horas de ocupação (horas)		14,4 (assumindo-se 60% de ocupação)
Dias de ocupação (N _{no}) ****		365
Situação do piso		Condição real
Situação da cobertura		Condição real
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60
Temperatura setpoint (°C)*****		24,0
Aquecimento de água		
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação ^b	Condição real	0,95
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação ^f	Condição real	0,85

Fonte: INMETRO (2022).

Nota-se que os dados utilizados são de componentes construtivos de qualidade geralmente inferior à condição real, pois estes devem atingir a classificação D de referência.

4.5.3 Condições de aplicabilidade do método simplificado INI-C

Todos os sistemas de envoltória, iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água podem ser classificados pelo método simplificado. A avaliação da envoltória pelo método simplificado é realizada com base em

metamodelos desenvolvidos por meio do treinamento de redes neurais artificiais (INMETRO, 2022). Os limites dos parâmetros para avaliação de envoltória são apresentados pela Tabela 5.

Tabela 5 - Limites dos parâmetros de avaliação da envoltória atendidos pelo método simplificado INI-C

Parâmetro	Limites do método	
	Mínimo	Máximo
Absortância solar da cobertura	0,2	0,8
Absortância solar das paredes externas	0,2	0,8
Ângulo horizontal de sombreamento da fachada	0°	80°
Ângulo vertical de sombreamento da fachada	0°	90°
Ângulo vertical de obstrução do entorno	0°	80°
Capacidade térmica da cobertura	10 kJ / (m ² .K)	450 kJ / (m ² .K)
Capacidade térmica das paredes externas	40 kJ / (m ² .K)	450 kJ / (m ² .K)
Densidade de potência de equipamentos	4 W / m ²	40 W / m ²
Densidade de potência de iluminação	4 W / m ²	40 W / m ²
Pé direito	2,6 m	6,6 m
Transmitância térmica da cobertura	0,51 W / (m ² .K)	5,7 W / (m ² .K)
Transmitância térmica paredes externas	0,50 W / (m ² .K)	4,40 W / (m ² .K)
Transmitância térmica do piso	0,70 W / (m ² .K)	4,10 W / (m ² .K)
Transmitância térmica do vidro	1,9 W / (m ² .K)	5,7 W / (m ² .K)
Fator Solar do vidro	0,21	0,87
Percentual de abertura de fachada	0%	80%

Fonte: INMETRO (2022).

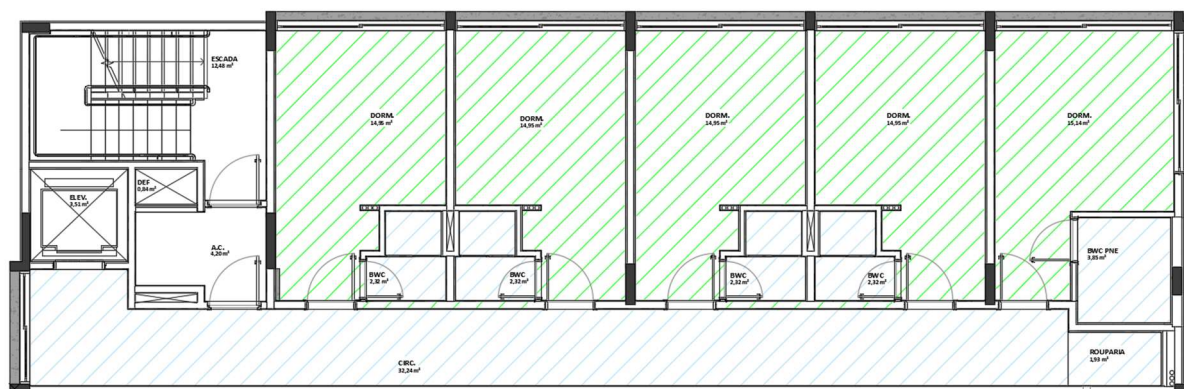
4.5.4 Divisão de zonas térmicas

As zonas térmicas podem ser divididas de acordo com o uso do ambiente. As Áreas de Permanência Transitória (APTs) não são contabilizadas

na avaliação de eficiência energética da envoltória, portanto são retiradas das zonas térmicas conforme a Figura 12. Apenas as Áreas de Permanência Prolongada (APPs), em verde, são consideradas no cálculo.

Figura 12 – Delimitação e exclusão das APTs, na cor azul

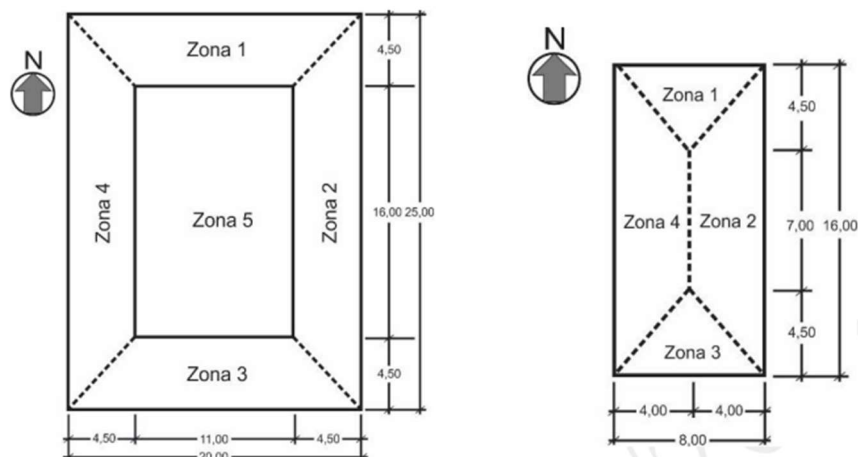
Áreas de Permanência Transitória (APT)  43,7 m²
 Áreas de Permanência Prolongada (APP)  75,75 m²



Fonte: Elaboração própria (2022).

A Figura 13 representa as indicações de divisões de zonas térmicas de acordo com as dimensões das edificações. Dessa forma, é possível ter uma zona térmica interna com parâmetros de avaliação diferentes de zonas térmicas perimetrais.

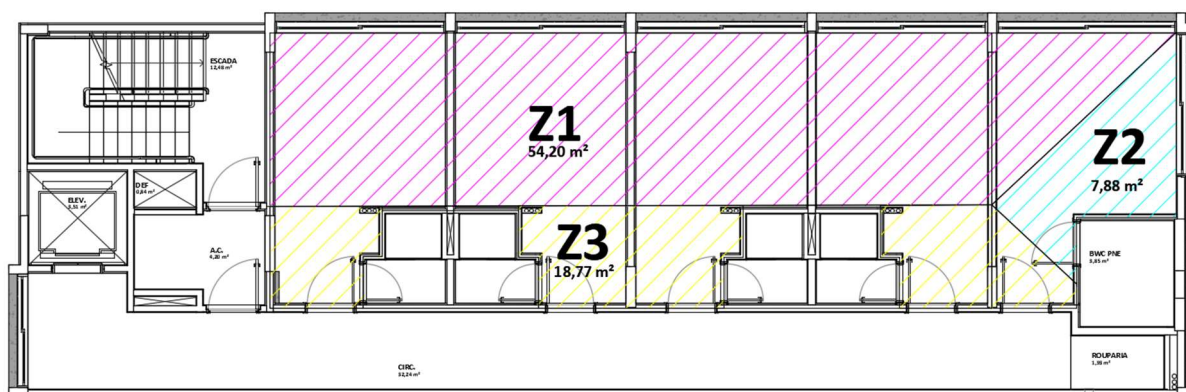
Figura 13 – Divisão de zonas térmicas com zona interna ou apenas perimetral



Fonte: INMETRO (2020).

Neste aspecto, o pavimento tipo da edificação de estudo foi dividido em 3 zonas térmicas, conforme a Figura 14, sendo as zonas 01 e 02 perimetral e a zona 03 interna.

Figura 14– Zonas térmicas do pavimento tipo da edificação



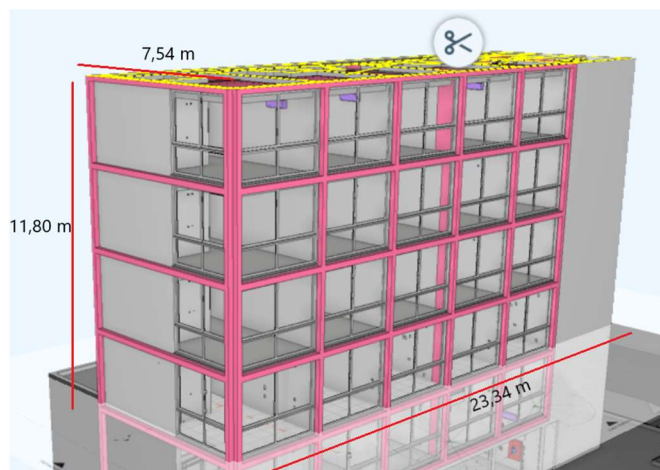
Fonte: Elaboração própria (2022).

4.5.5 Fator de Forma

O fator de forma pode ser definido como um índice que representa as proporções da edificação, é fator importante na obtenção do coeficiente de redução de consumo (CRC) na classificação geral e da envoltória. O coeficiente de redução de consumo é utilizado na construção da escala de classificação de

eficiência energética entre A e E. O fator de forma da edificação em estudo foi calculado considerando o volume analisado, conforme a Figura 15.

Figura 15 – Dimensões dos pavimentos tipo da edificação



Fonte: Elaboração própria (2023).

Calculou-se de acordo com a Equação 3.

$$FF = \frac{A_{env} (m^2)}{V_{total} (m^3)} \quad (3)$$

$$FF = \frac{537,38}{2076,60}$$

$$FF = 0,26 m^{-1}$$

O fator de forma da edificação de estudo é considerado o mesmo para a edificação real e a de referência.

Os resultados obtidos serão classificados de acordo com o percentual de redução de carga térmica para cada classe de eficiência energética, conforme orientações do INMETRO, apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6- limites de redução de carga térmica para cada classe de eficiência energética da envoltória

A	B	C	D	E
RedC _{CgTT} ≥ 33,99%	33,99% > RedC _{CgTT} ≥ 22,66%	22,66% > RedC _{CgTT} ≥ 11,33%	11,33% > RedC _{CgT} ≥ 0%	0% > RedC _{CgTT}

Fonte: INMETRO (2022).

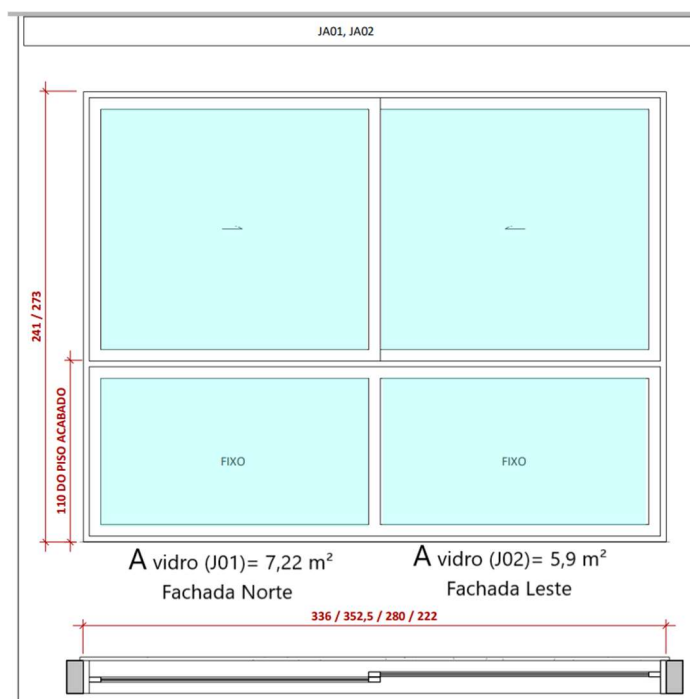
4.5.6 Percentual de abertura da fachada (PAF)

O Percentual de Abertura da Fachada (PAF) pode ser definido como a razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada, ou com fechamento transparente ou translúcido, de cada fachada de uma zona térmica e a área total de fachada da mesma zona térmica (INMETRO, 2022). O valor a ser inserido na interface web do metamodelo deve apresentar-se na forma decimal, conforme Equação 4, abaixo:

$$PAF = \frac{A_{\text{vidro fachada}}(m^2)}{A_{\text{parede externa}}(m^2)} [\%] \quad (4)$$

Para o cálculo dos vidros da fachada considera-se a soma das áreas de elementos transparentes das esquadrias da fachada norte e da fachada leste, conforme a Figura 16 apresenta o modelo de esquadria juntamente com as respectivas áreas de vidro da fachada norte e leste.

Figura 16 – Área de vidros da fachada norte e leste da edificação real



Fonte: Elaboração própria (2023).

O PAF das zonas internas Z03, Z06, Z09 e Z12 é preenchido automaticamente tendo em vista que as zonas internas não possuem fachada nem aberturas para fachada resultando em um percentual de 0%.

Logo, deve-se calcular o PAF apenas para as zonas externas Z01, Z02, Z04, Z05, Z07, Z08, Z10 e Z11 sendo necessário a área de parede externa da zona térmica e a área de elementos transparentes conforme a Tabela 7, abaixo:

Tabela 7 - Levantamento do PAF de cada zona térmica

Zona térmica	Dimensão externa da parede (m)	Pé direito (m)	Área de parede externa (m ²)	Área de elementos transparentes (m ²)	Percentual de abertura da fachada (%)
Z01	23,34	2,7	63	7,22	57
Z02	7,54	2,7	20,35	5,90	29
Z04	23,34	2,7	63	7,22	57
Z05	7,54	2,7	20,35	5,90	29
Z07	23,34	2,7	63	7,22	57
Z08	7,54	2,7	20,35	5,90	29
Z10	23,34	2,7	63	7,22	57
Z11	7,54	2,7	20,35	5,90	29

Fonte: Elaboração própria (2023).

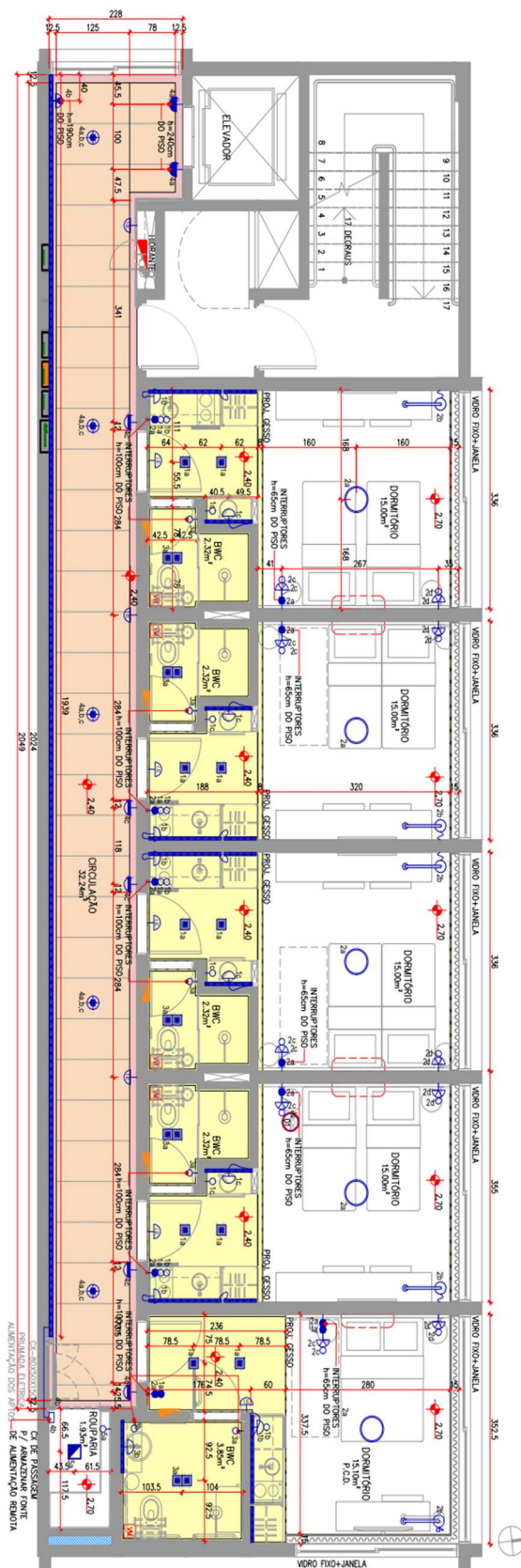
Conforme o projeto, não há aberturas zenitais, e, portanto, o PAZ de todas as zonas térmicas é igual a 0%. Nota-se que a edificação não possui obstruções paralelas às janelas, e, portanto, o AOV em todas as zonas é igual a 0°. Além disso, nenhuma abertura possui elemento de sombreamento ou obstrução vertical de sombreamento perpendicular à abertura, e, portanto, o AHS de todas as zonas é também igual a 0°.

4.5.7 Densidade de potência de iluminação – DPI (W/m²)

A densidade de potência de iluminação pode ser definida como a razão entre o somatório da potência de lâmpadas e reatores instalados e a área de um ambiente ou zona térmica (INMETRO,2022).

Para o cálculo da DPI deve-se fazer o levantamento das potências de iluminação através do projeto luminotécnico da edificação, conforme a Figura 1, abaixo:

Figura 17 - Planta luminotécnico do pavimento tipo



Fonte: Adaptado de Studio Metaphora (2022).

Para as zonas Z01, Z04, Z7 e Z10 o valor da potência total dos ambientes é a soma de 4 luminárias de 20W e 8 luminárias de 3W, resultando em 104W.

Já para as zonas Z02, Z05, Z08 e Z11 o valor da potência total é a soma de 1 luminária de 20W e a uma luminária de 3W, resultando em 23W.

Por fim, as zonas Z03, Z06, Z09 e Z12 o valor da potência total é a soma de 10 luminárias de 5,5W, 1 luminária de 3W e 15 fitas LEDs de 7,2 W, resultando em 166 W.

Diante dos valores obtidos foi elaborada a Tabela 8 de forma a apresentar os valores da DPI de cada zona térmica da edificação residencial transitória.

Tabela 8 - Densidade de potência das zonas térmicas da edificação real

Zona térmica	Potência total [W]	Área do ambiente [m ²]	DPI [W/m ²]
Z01	104	54,2	1,92
Z02	23	7,88	2,92
Z03	166	18,77	8,85
Z04	104	54,2	1,92
Z05	23	7,88	2,92
Z06	166	18,77	8,85
Z07	104	54,2	1,92
Z08	23	7,88	2,92
Z09	166	18,77	8,85
Z10	104	54,2	1,92
Z11	23	7,88	2,92
Z12	166	18,77	8,85

Fonte: Elaboração própria (2023).

Por fim, define-se a densidade de potência de iluminação do edifício total e aplica-se a todas as zonas térmicas. Considerando-se a potência instalada total da edificação real (PTI, real) e a área iluminada total (AI), tem-se:

$$\text{DPI} = \text{Potência total} / \text{Área iluminada total}$$

$$\text{AI} = 323,4 \text{ m}^2$$

$$\text{PIT,real} = 54,76 \text{ W}$$

$$\text{DPI} = 0,17 \text{ W/m}^2$$

Entretanto, para o método da atividade dos edifícios e potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPIL) para a classificação D. Portanto o valor considerado para fins de cálculo da envoltória foi uma DPIL de 15,7 W.

4.5.8 Avaliação do sistema de iluminação pelo método simplificado INI-C

A avaliação do sistema de iluminação pelo método INI-C é opcional para a classificação parcial da etiquetagem e obrigatória para a classificação geral da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) da edificação.

O método do edifício completo é empregável aos edifícios com no máximo três atividades principais (cada uma representando no mínimo 30% da área da edificação completa). Este método é menos detalhado e agrupa funções distintas de um edifício. Já o método das atividades estabelece densidades de potência para cada tipo de atividade separadamente, para cada ambiente específico (INMETRO, 2023).

Após a análise pelo método das atividades ou pelo edifício completo determina-se a potência limite da condição de referência multiplicando-se a área iluminada pela densidade de potência limite de eficiência A e D para a tipologia de hospedagem.

Seguidamente segundo a Portaria nº 309 de 6 de setembro de 2022, calcula-se a potência de iluminação total da edificação à fim de determinar o consumo de iluminação que possibilita descrever o percentual de redução do

consumo de iluminação comparado ao modelo de referência para posterior classificação de eficiência energética do sistema de iluminação.

A Portaria do INMETRO de nº 42/2021 distingue-se pela vigente de nº 309/2023 por considerar obrigatória

4.6 Avaliação INI-R pelo Método Simplificado

4.6.1 Edificação de referência pelo método INI-R

O método para avaliação da eficiência energética da envoltória para o INI-R é o método da NBR 15575-1/2021, para a avaliação do desempenho térmico em níveis intermediário (I) e superior (S), os modelos real e de referência devem ser calculados com uso de ventilação natural e sem o uso da ventilação natural.

Para o uso com ventilação natural os critérios determinados são:

O percentual de horas de ocupação na faixa de temperatura operativa ($PHFT_{APP}$) varia de acordo com o clima local sendo possível um intervalo de 18°C a 26°C, ou 28°C e até 30°C.

A temperatura operativa anual máxima de cada APP ($Tomáx_{APP}$) e a Temperatura operativa anual mínima ($Tomín_{APP}$) consideram apenas os períodos de ocupação e seguem os critérios apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Critérios para o desempenho térmico

Nível de desempenho	Critérios
Intermediário (I)	$\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{mín},$ $Tomáx_{UH,real} \leq Tomáx_{UH,ref} + \Delta Tomáx,$ $Tomín_{UH,real} \geq Tomín_{UH,ref} - \Delta Tomín e$ $RedCgTT \geq RedCgTT_{mín}$
Superior (S)	$\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{mín},$ $Tomáx_{UH,real} \leq Tomáx_{UH,ref} + \Delta Tomáx,$ $Tomín_{UH,real} \geq Tomín_{UH,ref} - \Delta Tomín e$ $RedCgTT \geq RedCgTT_{mín}$

Fonte: ABNT 15575-1/2021.

Posteriormente, para o uso da ventilação natural os critérios determinados são:

O somatório anual dos valores de carga térmica de refrigeração ($CgTR_{APP}$) e dos valores de carga térmica de aquecimento ($CgTA_{APP}$), sendo a $CgTA$ necessária apenas nos locais onde a temperatura externa de bulbo seco inferior a 25°C.

Por fim, a partir dos valores de $CgTR$ e $CgTA$ para cada APP obtêm-se o somatório anual dos valores horários de carga térmica total da unidade habitacional ($CgTT_{UH}$). Os critérios dos percentuais de redução ($RedCgTT$) são apresentados na Tabela 10, abaixo:

4.6.2 Parâmetros do modelo de referência pelo método INI-R

De acordo com a NBR 15575-1/2021, para elementos de paredes e pisos adota-se elementos de vedação com 10 cm de espessura com as propriedades apresentadas pela Tabela 11, abaixo:

Tabela 10– Parâmetros de pisos e paredes de referência INI-R

Elemento	Condutividade térmica W/ (m.K)	Calor Específico J/(kg.K)	Absortância à radiação solar	Emissividade de onda longa	Densidade kg/m ³
Paredes externas	1,75	1000	0,58	0,9	2200
Paredes internas	1,75	1000	Adotar valor do modelo real	Adotar valor do modelo real	2200
Pisos	1,75	1000	Adotar valor do modelo real	Adotar valor do modelo real	2200

Fonte: ABNT 15575-1/2021.

Para a cobertura externa adota-se os valores apresentados pela Tabela 11, que considera telhas de 6 mm de espessura, câmara de ar com resistência térmica de 0,21 (m².K) /W e laje com 10 cm de espessura.

Tabela 11 – Parâmetros de cobertura de referência INI-R

Elemento	Condutividade térmica W/ (m.K)	Calor Específico J/(kg.K)	Absortância à radiação solar	Emissividade de onda longa	Densidade kg/m ³
Telha 6 mm	0,65	840	0,65	0,9	1700
Laje 10 cm	1,75	1000	Adotar valor do modelo real	Adotar valor do modelo real	2200

Fonte: ABNT 15575-1/2021.

As esquadrias de referência possuem uma única folha, considerando somente montantes e travessas adjacentes ao vão da abertura com as propriedades da Tabela 12. O percentual de abertura de ventilação de referência considerado é de 7,65%.

Tabela 12 – Parâmetros de elementos transparentes de referência pelo método INI-R

Elemento	Fator Solar (FS)	Transmitância Térmica (U_t) W/ (m².K)	Percentual de elementos transparentes ($P_{t,AAP}$) %
Elementos transparentes	0,87	5,7	17,00

Fonte: ABNT 15575-1/2021.

4.6.3 Condições de aplicabilidade do método simplificado INI-R

Grande parte das soluções arquitetônicas mais difundida são abrangidas pelo método simplificado e sua aplicação é restrita às edificações que tenham os seus parâmetros construtivos compreendidos entre os intervalos utilizados na proposição do método. Os casos não compreendidos pela Tabela 13, abaixo, devem ser avaliados pelo método de simulação.

Tabela 13 - Limites de aplicação do método simplificado

Parâmetro	Limites do método	
	Mínimo	Máximo
Absortância solar da cobertura	0,2	0,9
Absortância solar das paredes externas	0,2	0,9
Ângulo horizontal de sombreamento da fachada	0°	80°
Ângulo vertical de sombreamento da fachada	0°	55°
Ângulo vertical de obstrução do entorno	0°	60°
Área da superfície dos elementos transparentes	0 m ²	60 m ²
Capacidade térmica da cobertura	25 kJ/ (m ² .K)	550 kJ/ (m ² .K)
Capacidade térmica das paredes externas	26 kJ/ (m ² .K)	440 kJ/ (m ² .K)
Capacidade térmica do piso	25 kJ/ (m ² .K)	440 kJ/ (m ² .K)
Fator solar de elementos transparentes	0,2	0,87
Pé direito	2,40	7,50
Transmitância térmica da cobertura	0,45 W / (m ² .K)	3,80 W / (m ² .K)
Transmitância térmica paredes externas	0,24 W / (m ² .K)	4,40 W / (m ² .K)
Transmitância térmica do piso	0,70 W / (m ² .K)	4,10 W / (m ² .K)
Transmitância térmica do elemento transparente	2,50 W / (m ² .K)	5,87 W / (m ² .K)

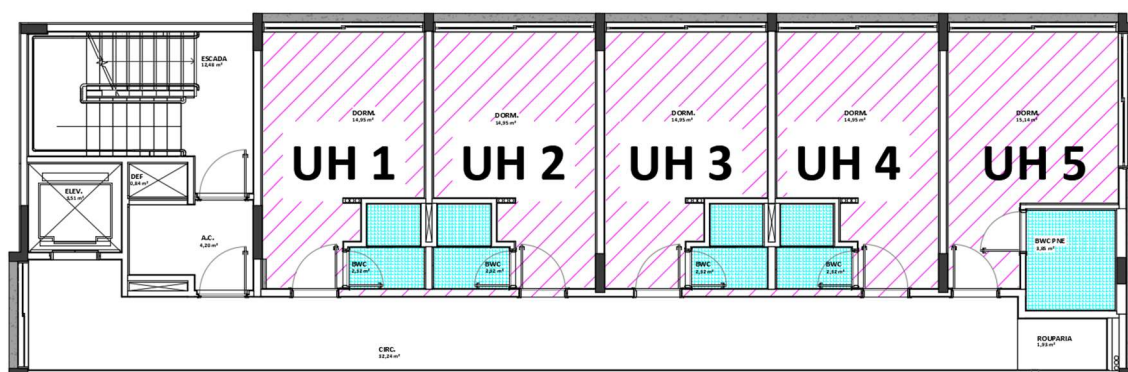
Fonte: INMETRO (2022).

O método simplificado de avaliação da eficiência energética da envoltória se baseia na predição do incremento do Percentual de Horas ocupadas dentro de uma Faixa de Temperatura operativa (PHFT), da Temperatura Operativa anual Máxima (Tomáx), da Temperatura Operativa Anual Mínima (Tomín), da Carga Térmica de Refrigeração (CgTR), da Carga Térmica de Aquecimento (CgTA) e, por fim, da Carga Térmica Total (CgTT), por meio de um metamodelo desenvolvido com base em resultados de simulações computacionais. Este metamodelo pode ser acessado por meio da interface web desenvolvida (INMETRO,2023, p.11). Nesse viés, faz-se necessária a descrição dos parâmetros da edificação à fim de realizar o cálculo destas predições.

4.6.4 Dimensões horizontais de parede

Primeiramente as unidades habitacionais foram separadas em Áreas de Permanência Transitórias (APTs) na cor azul e Áreas de Permanência Prolongada (APPs) na cor lilás, conforme a Figura 18.

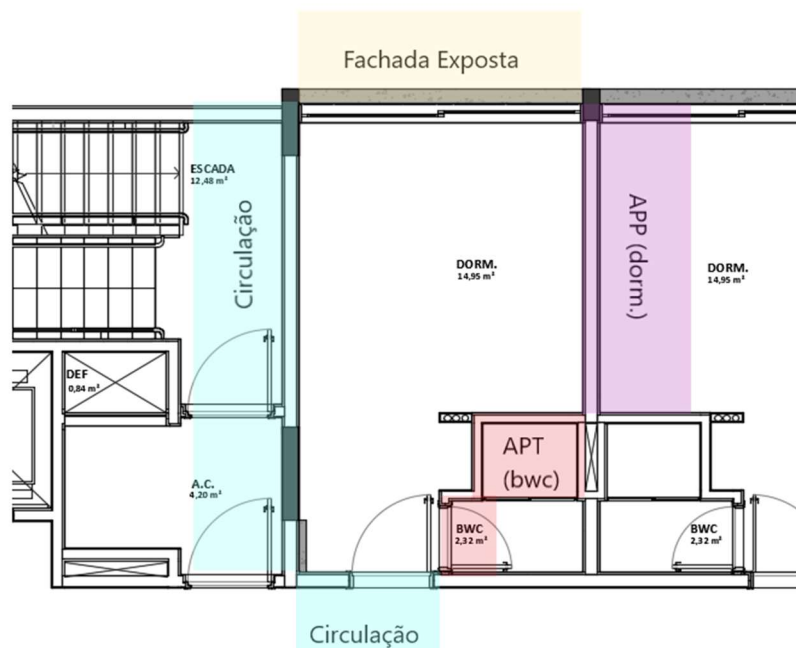
Figura 18– Áreas de permanência prolongada e transitória das unidades habitacionais



Fonte: Elaboração própria (2023).

Para as dimensões horizontais de parede as orientações foram levadas em consideração no cálculo, assim como o ambiente de contato, seja ele somente externo, ou interno separado pelo tipo de ambiente interno que faz contato, conforme a Figura 19 referente à unidade habitacional 1 (apartamento 101), abaixo:

Figura 19 – Levantamento de dimensões de paredes UH 1



Fonte: Elaboração própria (2023).

A dimensão da fachada norte de 3,36 m é totalmente externa, com dimensão horizontal de parede externa norte em 3,36 m. Nesta orientação, a dimensão horizontal de parede interna é igual a zero. Já as paredes com orientação leste, sul e oeste são internas, e logo, as dimensões horizontais de parede interna leste equivale a 5,31 m, a dimensão sul equivale a 3,36 m e a parede leste equivale a 5,31 m. Desse modo, as dimensões horizontais de paredes externas leste, sul e oeste são iguais a zero.

Além das orientações, deve-se levantar o tipo de contato que as paredes internas possuem conforme a Tabela 14, abaixo:

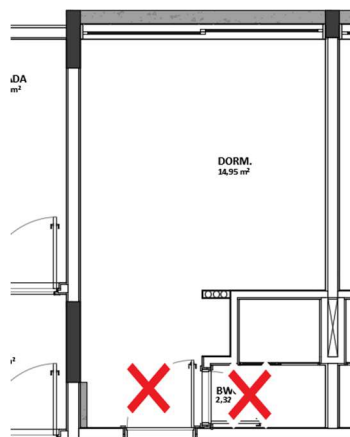
Tabela 14 - Dimensões horizontais das unidades habitacionais

Parâmetros UH	UH 1 (m)	UH 2,3 e 4 (m)	UH 5 (m)
Dimensões horizontais de paredes em contato com APT	10,54	5,7	5,3
Dimensão horizontal de paredes em contato com o dormitório	3,43	8,74	3,52
Dimensão horizontal de paredes externa norte	3,36	3,36	3,52
Dimensão horizontal de paredes interna norte	0	0	0
Dimensão horizontal de paredes externas sul	0	0	0
Dimensão horizontal de paredes internas sul	3,36	3,36	3,52
Dimensão horizontal de paredes externas leste	0	0	3,35
Dimensão horizontal de paredes internas leste	5,31	5,31	1,76
Dimensão horizontal de paredes externas oeste	0	0	0
Dimensão horizontal de paredes internas oeste	5,31	5,31	5,31

Fonte: Elaboração própria (2023).

4.6.5 Parâmetros de Esquadrias

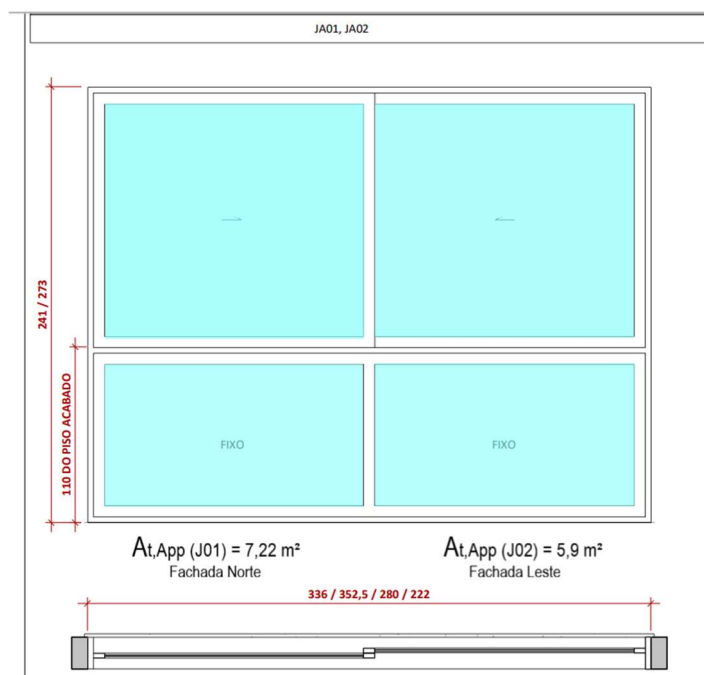
A existência de portas internas deve ser levada em consideração de acordo com a sua orientação. Entretanto, as portas de entrada da UH e as portas de acesso ao banheiro (APT) devem ser desconsideradas. Portanto, para as unidades habitacionais deste estudo de caso as portas foram desconsideradas, conforme a Figura 20, abaixo:

Figura 20 – Levantamento de dimensões de paredes UH 1

Fonte: Elaboração própria (2023).

A Figura 21 detalha as esquadrias dos APPs. A área considerada se refere à área de superfície de elementos transparentes ($A_{t,App}$), a qual não leva em consideração a área da estrutura em alumínio.

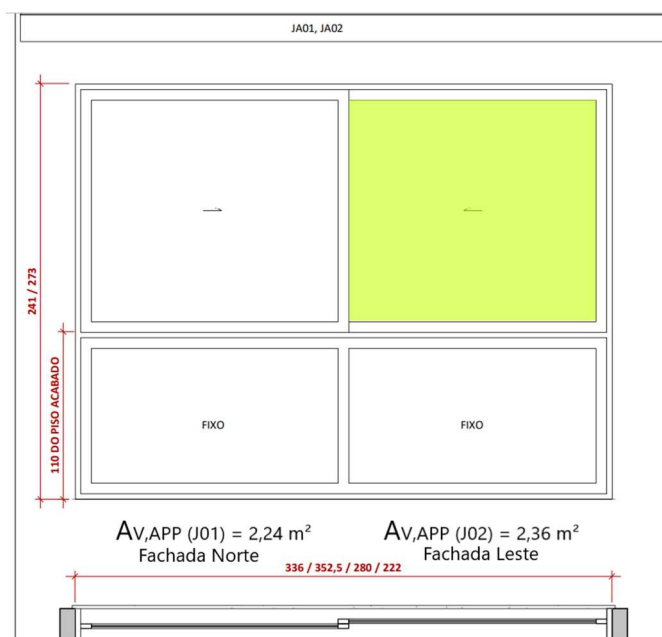
Figura 21 – Área de superfície de elementos transparentes



Fonte: Elaboração própria (2023).

Já a Figura 22 apresenta os parâmetros da área efetiva de abertura para ventilação, a qual considera apenas a área ventilada independente da área de elementos transparentes.

Figura 22 – Área efetiva de abertura para área de ventilação



Fonte: Elaboração própria (2023).

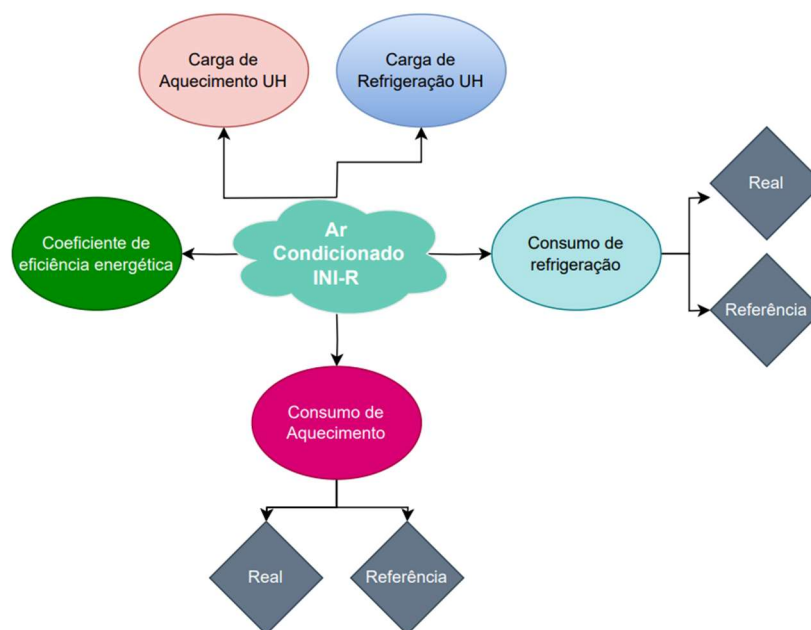
Neste viés, como já foi considerado no cálculo pelo método INI-C não há aberturas zenitais, e, portanto, o PAZ de todas as zonas térmicas é igual a 0%. Além de que a edificação não possui obstruções paralelas às janelas, e, portanto, o AOV em todas as zonas é igual a 0°. Portanto, nenhuma abertura possui elemento de sombreamento ou obstrução vertical de sombreamento perpendicular à abertura, e o AHS de todas as zonas é também igual a 0°.

4.6.6 Avaliação do sistema de condicionamento de ar pelo método simplificado INI-R

Em edificações residenciais o sistema de condicionamento de ar não é classificado. O cálculo do consumo de energia deve ser realizado para a classificação da eficiência energética da unidade habitacional.

A Figura 23 abaixo representa o diagrama de cálculo do sistema de condicionamento de ar de uma edificação residencial, no qual o coeficiente de eficiência energética depende do modelo e fabricante do produto.

Figura 23– Fluxograma do cálculo do condicionamento de ar pelo método da INI-R



Fonte: Elaboração própria (2023).

O projeto de climatização possui 20 unidades condensadoras Split-System Inverter, high-wall de 12.000 BTU/h da Marca Komeco, 220V e 60 hZ, conforme a Figura 24.

Figura 24 – Corte com indicação das evaporadoras no ambiente interno da edificação



Fonte: Adaptado de Studio Methafora (2022).

O coeficiente de eficiência energética de resfriamento (CEE_R) em capacidade a 35°C estão disponíveis na tabela de índices do Inmetro e o valor considerado neste cálculo foi de 3,24 Wh/Wh. Realizando a conversão, o coeficiente de eficiência energética de aquecimento (CEE_A) resultou em 3,34 Wh/Wh. Os valores de consumo de refrigeração e aquecimento estão dispostos na Tabela 15, abaixo:

Tabela 15 – Determinação dos consumos de refrigeração e aquecimento pelo método INI-R

CRUH, Ref [KWh/ano]	CRUH, Real [KWh/ano]	CAUH, Ref [KWh/ano]	CAUH, Ref [KWh/ano]
295,78	128,08	23,52	25,55

Fonte: Elaboração própria (2023).

4.6.7 Percentuais de horas de ocupação

Para os parâmetros do método INI-C o percentual de horas de ocupação depende da tipologia da edificação, considerada 14,4% assumindo-se 60% da ocupação para Hotéis. Já pelo método INI-R as horas de ocupação depende não apenas da tipologia da edificação, mas do ambiente (dormitório, sala ou cozinha) e do horário de permanência (separado por horas do dia).

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

5.5.1 Análise e discussão dos resultados pelo método INI-C

Primeiramente foram inseridos os dados coletados da edificação residencial transitória na plataforma web do metamodelo disponibilizado no site do INMETRO, conforme a Figura 25.

Figura 25– Preenchimentos de dados da edificação para classificação da envoltória pelo método INI-C

Instrução Normativa INMETRO
Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

Condição da ZT no Pavimento	Zona térmica	Área (m ²)	Pé-direito (m)	Tipo de zona	Orientação solar	Relação com Zonas térmicas adjacentes	Uso da zona	Parede Externa	Parede Interna	Cobertura	Piso	Vidros	PAF (%)	Fachada principal	AVS (°)	AHS
Intermediária	Z01	54,2	2,7	Perimetri	N	Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.	Vidro rea	57	Não	0	0
Intermediária	Z02	7,88	2,7	Perimetri	L	Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.	Vidro rea	29	Não	0	0
Intermediária	Z03	18,77	2,7	Interna		Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.			Não		
Intermediária	Z04	54,2	2,7	Perimetri	N	Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.	Vidro rea	57	Não	0	0
Intermediária	Z05	7,88	2,7	Perimetri	L	Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.	Vidro rea	29	Não	0	0
Intermediária	Z06	18,77	2,7	Interna		Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.			Não		
Intermediária	Z07	54,2	2,7	Perimetri	N	Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.	Vidro rea	57	Não	0	0
Intermediária	Z08	7,88	2,7	Perimetri	L	Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.	Vidro rea	29	Não	0	0
Intermediária	Z09	18,77	2,7	Interna		Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.			Não		
Cobertura	Z10	54,2	2,7	Perimetri	N	Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.	Vidro rea	57	Não	0	0
Cobertura	Z11	7,88	2,7	Perimetri	L	Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.	Vidro rea	29	Não	0	0
Cobertura	Z12	18,77	2,7	Interna		Zona adjace	Hospeda	Par001	Par001	Cob01	Piso Ref.			Não		

Fonte: Elaboração própria (2023).

Posteriormente foi obtida uma tabela de valores a partir dos dados inseridos à qual indica uma carga térmica por zona térmica, conforme apresentado na Tabela 16 abaixo.

Tabela 16 – Valores dos parâmetros pela interface pelo método INI-C

Zona Térmica	Carga térmica real (kWh/ano)	Carga térmica referência (kWh/ano)
Z01	5130	9413
Z02	646	1598
Z03	1369,52	1689
Z04	5130	9413
Z05	646	1598
Z06	1369,52	1689
Z07	5130	9413
Z08	646	1589
Z09	1369,52	1689
Z10	5554,08	10083
Z11	728,08	1722
Z12	1548,88	2075

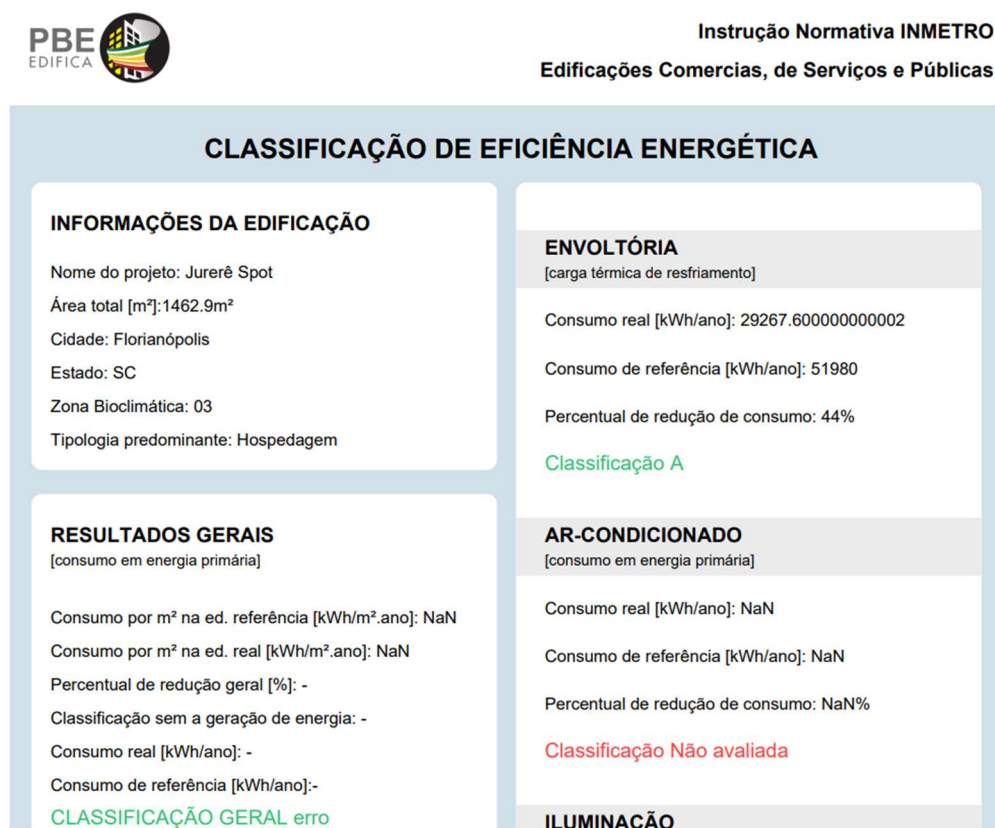
Fonte: Elaboração própria (2023).

Os valores dos pavimentos intermediários (Z01 à Z09) foram os mesmo de acordo com a posição de cada zona pois as propriedades dos materiais se mantiveram e condições de altitude não são relevantes nos cálculos. Diferente das zonas do pavimento que tem contato com a cobertura exposta (Z10 à Z12) que recebem uma carga solar e intempéries não considerados nos pavimentos intermediários resultando em valores de carga térmica maiores.

5.5.2 Classificação da Envoltória pelo método pelo método INI-C

Assim, a plataforma classificou automaticamente a edificação com apartamentos tipo estúdio com uma envoltória de classe A (Figura 26), com percentual de redução de carga térmica de 44%, considerada um ótimo resultado de eficiência.

Figura 26 – Classificação da envoltória da edificação pelo método INI-C simplificado



Fonte: INMETRO (2023).

5.5.3 Análise e discussão dos resultados pelo método INI-R

Diante desta perspectiva, os dados coletados sobre a edificação residencial transitória foram inseridos no metamodelo pela plataforma web, conforme apresentado pela Figura 27, abaixo:

Figura 27– Preenchimentos de dados da edificação para classificação da envoltória pelo método INI-R

Verificação APP	OK	OK	OK	OK	OK
Uso do ambiente	Dormitório	Dormitório	Dormitório	Dormitório	Dormitório
Coefficiente de eficiência energética do sistema de AC para refrigeração [CEE _r]	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24
Coefficiente de eficiência energética do sistema de AC para aquecimento [CEE _a]	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24
Condição de exposição do piso	Entre pavimentos	Entre pavimentos	Entre pavimentos	Entre pavimentos	Entre pavimentos
Condição de exposição da cobertura	Entre pavimentos	Entre pavimentos	Entre pavimentos	Entre pavimentos	Entre pavimentos
Área do APP [m ²]	14,95	14,95	14,95	14,95	15,14
Pá-direito [m]	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Possui veneziana?	Não	Não	Não	Não	Não
Ângulo de desvio em relação ao norte verdadeiro [°]	0	0	0	0	0
Área efetiva de ventilação [m ²]	2,24	2,24	2,24	2,24	2,36
Transmitância térmica do elemento transparente [W/m ² K]	5,67	5,67	5,67	5,67	5,67
Fator solar do elemento transparente (FS)	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Transmitância térmica do piso [W/m ² K]	2,48	2,48	2,48	2,48	2,48
Capacidade térmica do piso [kJ/(m ² .K)]	369	369	369	369	369
Absortância da parede externa	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281
Transmitância térmica das paredes externas [W/m ² K]	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Capacidade térmica das paredes externas [kJ/(m ² .K)]	161	161	161	161	161
Absortância da cobertura	0,716	0,716	0,716	0,716	0,716
Transmitância térmica da cobertura [W/m ² K]	2,48	2,48	2,48	2,48	2,48
Capacidade térmica da cobertura [kJ/(m ² .K)]	369	369	369	369	369
Dim. Horizontal de paredes em contato com APT [m]	10,54	5,3	5,3	5,3	5,3
Dim. Horizontal de paredes em contato com o dormitório [m]	3,43	8,74	8,74	8,74	3,52
Dim. Horizontal de paredes em contato com a sala [m]	0	0	0	0	0
AHSd [°]: Norte	0	0	0	0	0
AHSe [°]: Norte	0	0	0	0	0
AOV fac [°]: Norte	0	0	0	0	0
AVS [°]: Norte	0	0	0	0	0
Dim. Horizontal Par. Externa [m]: Norte	3,36	3,36	3,36	3,36	3,52
Dim. Horizontal Par. Interna [m]: Norte	0	0	0	0	0
Área de superfície dos elementos transparentes [m ²]: Norte	7,22	7,22	7,22	7,22	7,6
AHSd [°]: Sul	0	0	0	0	0
AHSe [°]: Sul	0	0	0	0	0
AOV fac [°]: Sul	0	0	0	0	0
AVS [°]: Sul	0	0	0	0	0
Dim. Horizontal Par. Externa [m]: Sul	0	0	0	0	0
Dim. Horizontal Par. Interna [m]: Sul	3,36	3,36	3,36	3,36	3,52
Área de superfície dos elementos transparentes [m ²]: Sul	0	0	0	0	0
AHSd [°]: Leste	0	0	0	0	0
AHSe [°]: Leste	0	0	0	0	0
AOV fac [°]: Leste	0	0	0	0	0
AVS [°]: Leste	0	0	0	0	0
Dim. Horizontal Par. Externa [m]: Leste	0	0	0	0	3,35
Dim. Horizontal Par. Interna [m]: Leste	5,31	5,31	5,31	5,31	1,76
Área de superfície dos elementos transparentes [m ²]: Leste	0	0	0	0	0
AHSd [°]: Oeste	0	0	0	0	0
AHSe [°]: Oeste	0	0	0	0	0
AOV fac [°]: Oeste	0	0	0	0	0
AVS [°]: Oeste	0	0	0	0	0
Dim. Horizontal Par. Externa [m]: Oeste	0	0	0	0	0
Dim. Horizontal Par. Interna [m]: Oeste	5,31	5,31	5,31	5,31	5,31
Área de superfície dos elementos transparentes [m ²]: Oeste	0	0	0	0	0
Porta Interna: Norte	Não	Não	Não	Não	Não
Porta Interna: Sul	Não	Não	Não	Não	Não
Porta Interna: Leste	Não	Não	Não	Não	Não

Fonte: Elaboração própria (2023).

Inserindo os parâmetros apresentados anteriormente podemos obter os dados da Tabela 17. Infere-se que as zonas térmicas foram expostas à mesma faixa de temperaturas mínimas e máximas mesmo tendo orientações solares diferentes.

Tabela 17 – Valores dos parâmetros pela interface web pelo método INI-R

UH (Apto)	APP	Carga térmica aquecimento kW/ano	Carga térmica resfriamento kW/ano	PHiFT (%)	PHsFT (%)	Tomax (°C)	Tomin (°C)
1	Dormitório	40	6,52	3,45	1,63	28,55	15,63
2	Dormitório	34,71	5,83	3,33	1,49	28,55	15,63
3	Dormitório	34,71	5,83	3,33	1,49	28,55	15,63
4	Dormitório	34,71	5,83	3,33	1,49	28,55	15,63
5	Dormitório	45,98	6,24	3,6	1,82	28,55	15,63
6	Dormitório	40	6,52	3,45	1,63	28,55	15,63
7	Dormitório	34,71	5,83	3,33	1,49	28,55	15,63
8	Dormitório	34,71	5,83	3,33	1,49	28,55	15,63
9	Dormitório	34,71	5,83	3,33	1,49	28,55	15,63
10	Dormitório	45,98	6,24	3,6	1,82	28,55	15,63
11	Dormitório	40	6,52	3,45	1,63	28,55	15,63
12	Dormitório	34,71	5,83	3,33	1,49	28,55	15,63
13	Dormitório	34,71	5,83	3,33	1,49	28,55	15,63
14	Dormitório	34,71	5,83	3,33	1,49	28,55	15,63
15	Dormitório	45,98	6,24	3,6	1,82	28,55	15,63
16	Dormitório	101	130,45	7,11	7,09	29,16	13,88
17	Dormitório	94,68	120,01	6,57	6,85	29,16	13,88
18	Dormitório	94,68	120,01	6,57	6,85	29,16	13,88
19	Dormitório	94,68	120,01	6,57	6,85	29,16	13,88
20	Dormitório	111,37	111,58	7,45	6,82	29,16	13,88

Fonte: Elaboração própria (2023).

Nota-se que por serem pavimentos intermediários, os valores da Tabela 18 são similares pois os padrões avaliados se mantem os mesmos e não levam em conta a influência de outros fatores como a altitude.

Após o teste da condição real, realizou-se a predição dos parâmetros para a condição de referência, que tem como base as características descritas pela subseção ABNT NBR 15575-1. Dessa forma, os valores estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 – Valores da condição real e de referência

Parâmetro	Condição real	Condição de referência
CgTR	692,81 kWh/ano	402,84 kWh/ano
CgTA	1.066,64 kWh/ano	8371,32 kWh/ano
CgTT	1.759,75 kWh/ano	8.774,16 kWh/ano
PHFT	7,2%	9,37%
To,máx	28,55 °C	30,25 °C
To,mín	15,63 °C	16,2 °C

Fonte: Elaboração própria (2023).

5.5.4 Classificação da Envoltória pelo método INI-R

O percentual de redução da carga térmica pode ser definido da seguinte forma:

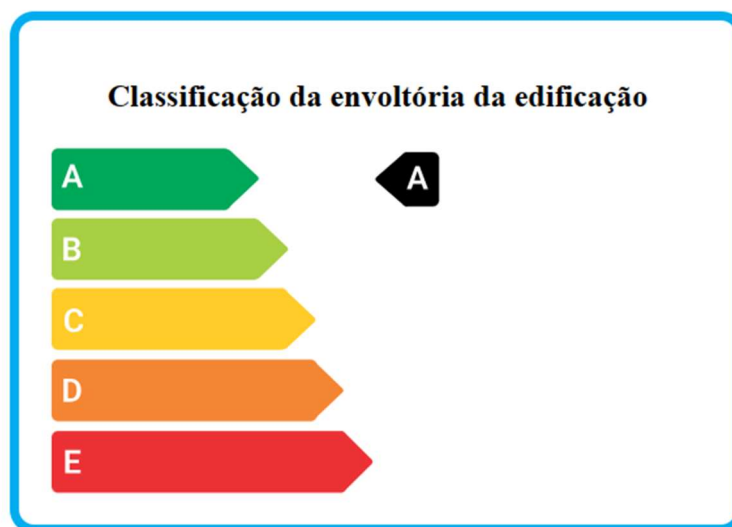
$$Cg_{TTUH,real} = 1.759,75 \text{ kWh/ano}$$

$$Cg_{TTUH,ref} = 8.774,16 \text{ kWh/ano}$$

$$RedCg_{TT} = 80,00\%$$

Por fim, a plataforma oferece a ferramenta que gera a classificação da envoltória baseada nas condições da INI-R. O resultado da classificação de eficiência energética da envoltória da edificação transitório pelo método INI-R foi a letra A, conforme apresentado pela Figura 28 gerada automaticamente pelo metamodelo da plataforma web. A redução de carga térmica foi de 80,00%.

Figura 28 – Classificação da envoltória da edificação pelo método INI-R simplificado



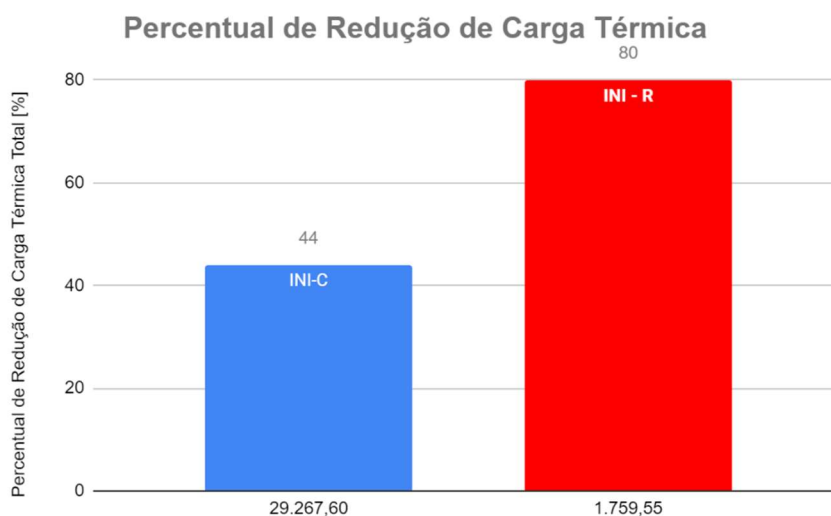
Fonte: INMETRO (2023).

5.5.1 Análise e comparação dos resultados pelos métodos INI-C e INI-R

Os resultados pelos métodos são diferentes porque os critérios dos parâmetros também funcionam de forma diferente nos cálculos pelo metamodelo. A diferença entre eles já começa na definição do modelo de referência, enquanto pelo método INI-C considera-se edificações com nível D como referência o método INI-R considera os limites estabelecidos pela norma de desempenho.

Frente à essa perspectiva, a similaridade que viabiliza a comparação entre os métodos é o percentual de redução de carga térmica que podemos obter de acordo com cada metodologia, pois esse coeficiente de redução apresenta-se como fator comum.

Neste aspecto, pode-se inferir que o percentual de redução de carga térmica total pelo método INI-C (44%) que representa 29.627,60 kWh/ano é inferior ao resultado obtido pelo método INI-R (80%) já que a carga térmica total represente apenas 1.759,55 kWh/ano, conforme a Figura 30, abaixo.

Figura 29 – Percentuais de redução de carga térmica total

Fonte: Elaboração própria (2023).

Outro critério bastante relevante são as horas de ocupação que representam 14% pelo método INI-C e pelo método INI-R estão mais relacionados com o tipo de ambiente. Os dormitórios por exemplo têm seu percentual de ocupação restritos aos horários noturnos, diferença que também deve ser considerada no resultado obtido pelo método.

Portanto, infere-se que para a determinação do melhor método de etiquetagem seria preciso simular a edificação à fim de tornar os resultados mais próximos da realidade do seu uso.

Por outro viés, para a análise dos outros sistemas além da envoltória, o sistema de condicionamento de ar nos processos de cálculos é idêntico tanto para o método simplificado INI-R quanto para o método simplificado INI-C. A relevante diferença é que no método INI-C o sistema de condicionamento de ar pode ser classificado também em conjunto com a classificação obrigatória da envoltória na etiquetagem de eficiência da edificação. Em contrapartida, pelo método INI-R o sistema de ar-condicionado é fator de redução no consumo de energia primária. A Tabela 19 organiza as diferenças entre os métodos.

Tabela 19 – Comparações da análise do sistema condicionamento de ar

Fluxo do sistema de condicionamento de ar pelo método simplificado	INI-C	INI-R
Carga térmica da envoltória	X	X
Coeficiente de eficiência energética do condicionamento de ar	X	X
Consumo de refrigeração na condição real e de referência	X	X
Classificar o sistema de condicionamento de ar	X	
Avaliar a elegibilidade para a classe A do sistema de ar-condicionado	X	

Fonte: Elaboração própria (2023).

Frente à essa óptica, a comparação do sistema de aquecimento de água entre os métodos INI-C e INI-R apresenta-se de forma similar tendo a classificação da etiquetagem da edificação para o aquecimento de água somente pelo método INI-C. Assim, pelo método INI-R é possível concluir um percentual de redução no consumo de energia primária sem obter a classificação do sistema. A tabela 20 apresenta a diferença entre os métodos.

Tabela 20 – Comparações da análise do sistema de aquecimento

Fluxo do Sistema de aquecimento de água pelo método simplificado	INI-C	INI-R
Volume diário de consumo de água quente	X	X
Energias requeridas para o atendimento da demanda de água quente	X	X
Determinação da energia para aquecimento de água proveniente de sistemas de energia solar térmica ou que recuperam calor	X	X
Energia associada às perdas térmicas	X	X
Consumo de energia para a demanda de água quente	X	X
Percentual de redução do consumo de energia primária	X	X
Classificar o sistema de aquecimento de água	X	
Avaliar a elegibilidade para classe A do sistema de aquecimento de água	X	

Fonte: Elaboração própria (2023).

5.5.2 Análise Paramétrica do tipo de vidro

A análise paramétrica é utilizada para otimizar o desempenho energético, variando-se os parâmetros de projeto e avaliando-se os efeitos obtidos. Como essas propriedades do vidro são relevantes tanto no método INI-C como no método INI-R obtêm-se assim uma ferramenta com a finalidade de comparar os métodos.

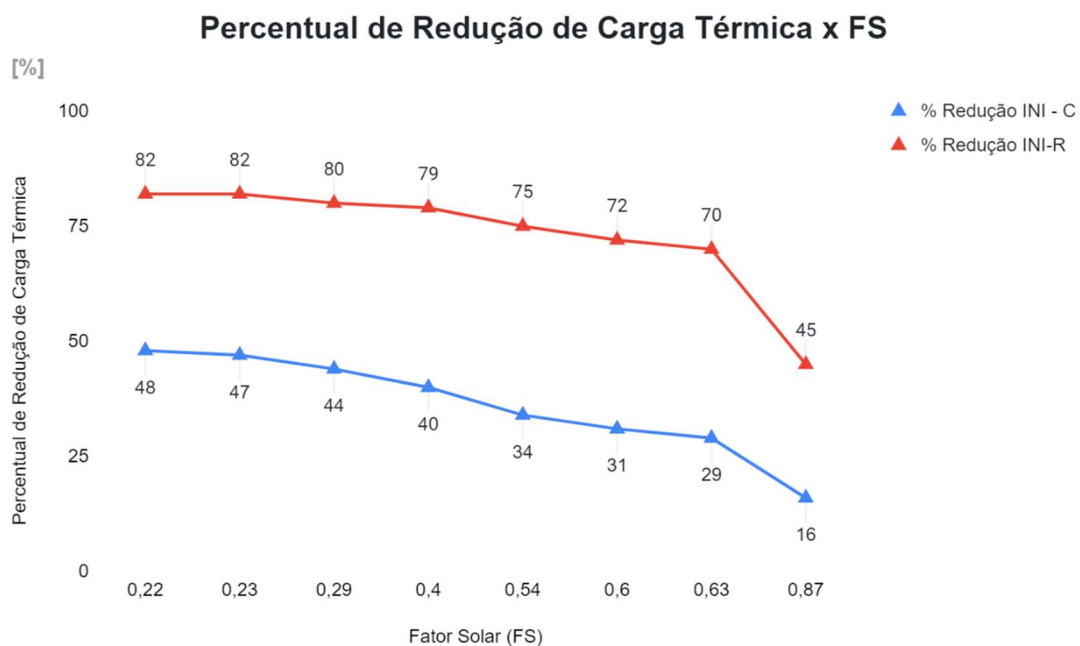
Neste viés, ao variar as propriedades dos elementos transparentes alterando o tipo de vidro utilizado no projeto da edificação foi possível obter os valores da Tabela 21 abaixo.

Tabela 21 - Variação de parâmetros de acordo com o tipo de vidro

Tipos de Vidros	Fator Solar	U (W/m ² .K)
simples incolor 6 mm	0,87	5,7
monolítico 6 mm CEBRACE PARSOL BRONZE	0,63	5,792
laminado incolor 8 mm GUARDIAN Neutral 70 clear	0,6	5,792
monolítico 6 mm CEBRACE REFLECTASOL	0,54	5,792
laminado incolor 8 mm GUARDIAN NP 50 clear	0,4	5,67
laminado incolor 8 mm GUARDIAN SLN 37 clear	0,29	5,67
monolítico 6 mm GUARDIAN Neutral 14 clear	0,23	4,25
monolítico 6 mm GUARDIAN Neutral 14 green	0,22	4,25

Fonte: Elaboração própria (2023).

Posteriormente, obteve-se a Figura 29, abaixo, representando os resultados dos percentuais de redução de carga térmica de acordo com o coeficiente de Fator Solar de cada vidro.

Figura 30 – Percentual de redução de Carga Térmica de Resfriamento pelo Fator Solar

Fonte: Elaboração própria (2023).

Pode-se afirmar que considerando o Fator Solar de projeto de 0,29 são obtidos diferentes índices de redução de carga térmica, representando um aumento de 28% de redução pelo método INI-C em relação ao modelo de referência e 35% de redução pelo método INI-R em relação à edificação de referência.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo em questão utilizou uma edificação composta por apartamentos estúdio considerada de alto padrão para avaliar a etiquetagem em eficiência energética em edificações por dois métodos simplificados, primeiramente pela INI-C, considerando os apartamentos com o uso de serviço de hospedagem, posteriormente, pela INI-R com uso residencial. Foram definidos e apresentados os dados da edificação real e seus componentes construtivos que serviram de base para o cálculo das envoltórias à fim de obter a classificação energética.

Alguns parâmetros dos métodos apesar de considerarem os mesmos padrões construtivos do projeto, os modelos de referência, horas de ocupação, divisão de zonas térmicas e a condição de exposição dos pavimentos são estabelecidos em valores diferentes. Já alguns parâmetros diferentes em cada método como a densidade de potência dos equipamentos da INI-C ou os coeficientes de eficiência energética para ar condicionado da INI-R auxiliam na divergência do percentual de redução de carga entre os métodos.

Apesar do método INI-R representar grande percentual de redução de carga térmica não é garantia de que o uso da edificação com apartamentos do tipo estúdio seja restrito somente ao uso residencial onde considera-se horas de ocupação dos dormitórios apenas no período noturno ou a edificação não é computada como um ambiente completo, mas fragmentada em unidades habitacionais o que poderia influenciar nos resultados reais.

Portanto, infere-se que para a determinação do melhor método de etiquetagem seria preciso simular a edificação à fim de tornar os resultados mais próximos da realidade do seu uso.

6.5.1 Limitações do trabalho

Dentre as principais dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho pode-se destacar a constante atualização das portarias do INMETRO. Durante a realização deste trabalho no ano de 2022, a Portaria INMETRO nº 42, de 09 de março de 2021 era vigente e o manual de aplicação disponível pelo site do INMETRO não apresentava projetos de hotéis de médio e grande porte disponíveis sendo restritos a projetos de magnitude menor. A interface web disponível por esta portaria apresentava inconsistências e instabilidades e não aceitava inserir tabelas, obrigando o usuário a repetir o preenchimento pois não armazenava os dados.

Ainda no ano de 2022, a Portaria INMETRO nº 309/2022 de 19 de setembro de 2022, em atual vigência, atualizou a interface web utilizada para o cálculo agora com a possibilidade de inserir planilhas de dados. Entretanto o atual manual de aplicação ainda se encontra em processo de elaboração na parte de condicionamento de ar e aquecimento de água pelo método INI-C.

6.5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Em se tratando especificamente de edificações com apartamentos tipo estúdio consideradas residenciais, mas com uso comercial sugiro continuar essa comparação entre etiquetagem pelo método INI-C e INI-R através da simulação. Com o auxílio de softwares de simulação seria interessante modelar a edificação de maneira a obter resultados mais semelhantes à realidade para uma avaliação das etiquetagens mais adequada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Disponível em: “[ANEEL — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](http://www.aneel.gov.br)”. Acesso em: 01 nov. 2022.

ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis). Disponível em: “[Página Inicial — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](http://www.anp.gov.br)”. Acesso em: 01 nov. 2022.

BOTTAMEDI, Mariana Garnica. **Avaliação da eficiência energética de hotéis de quatro estrelas em Florianópolis: Aplicação do programa de etiquetagem de edificações**. UFSC. Florianópolis, 2011.

BRASIL. **Lei Complementar nº 707**, de 27 de janeiro de 2021. Código de Obras de Florianópolis. INSTITUI O PROJETO DESTRAVA FLORIPA, ALTERA DISPOSITIVOS DA LEI COMPLEMENTAR Nº 060, DE 2000 (CÓDIGO DE OBRAS) E DA LEI COMPLEMENTAR Nº 374, DE 2010 E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. Florianópolis, 27 jan 2021.

BRASIL. **Lei 9.478**, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 1997.

BRASIL. **Portaria Interministerial MME/MIC n.1.877**, de 30 de dezembro de 1985. Institui o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 1985.

BRASIL, 2001. Dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia e dá outras providências. **Lei Nº 10.295**, de 17 de outubro de 2001. Brasília, DF.

BRASIL. (2022). **Balanco Energético Nacional 2022 - ano base 2011**. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Ministério de Minas e Energia – MME. Rio de Janeiro: EPE. Disponível em: [Balanco enegético nacional \(2022\)](#). Acesso em 24 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Economia. INMETRO. **Conheça o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE**. Disponível em: “[Conheça o programa — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](http://www.inmetro.gov.br)”. Acesso em: 20 nov. 2022.

CASELLI, Cristina Kanya. **100 anos da habitação mínima. Ênfase na Europa e Japão**. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2007.

CB3E. **Manual de aplicação da INI-C: Edificações Comerciais, de Serviço e Públicas**. 2021. Versão 1, junho de 2021.

CORBO, Carolina Sanches et al., **Microapartamentos em empreendimentos imobiliários contemporâneos**. Uberlândia, 2019.

CNPE (Conselho Nacional de Políticas Energéticas). Disponível em: "[CNPE - Ministério de Minas e Energia \(mme.gov.br\)](https://mme.gov.br)". Acesso em: 01 nov. 2022.

DEGANI, C. M., & Cardoso, F. F. (2002, outubro). **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico**. NUTAU-2002 - Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano. São Paulo, Brasil.

EPE. Empresa de pesquisa energética. Atlas da Eficiência Energética. Relatório de Indicadores. Brasília, 2021.

IEA (International Energy Agency). **World Energy Outlook**. 2022. Disponível em: "https://iea.blob.core.windows.net/assets/a9de3bc4-8585-4ea2-8308-072d05e867a9/WEO2022_ES_BrazilianPortuguese.pdf". Acesso em: 28 set. 2022.

KANADA, T. S. H.; VIANA, S. G.; NETO, A. H.; DUARTE, D. H. S. **Apartamentos studio como moradia: desempenho e conforto térmico frente às mudanças climáticas**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2023. **Anais [...]. [S. l.]**, 2023. p. 1–10. DOI: 10.46421/encac.v17i1.4107. Disponível em: "<https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/4107>". Acesso em: 27 nov. 2023

GARCIA, Vinicius Neto. **Análise econômica de medidas de eficiência energética de uma tipologia de supermercado de acordo com o método de etiquetagem PBE edifica**. 23 f. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia Civil) Florianópolis. 2022. Disponível em: "[TCC ViniciusNetoGarcia_2022_FINAL.pdf \(ufsc.br\)](https://ufsc.br/TCC_ViniciusNetoGarcia_2022_FINAL.pdf)". Acesso em 28 nov. 2022.

IPCC. (2021) Climate Change 2021. **The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University. Disponível em: "<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>". Acesso em: 10 de out. 2023.

PEREIRA, Diego Duarte Alves. **Uma habitação transportável e flexível: Archigram como ponto de partida**. Universidade da Beira Interior. Covilhã, 2013.

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM. PBE Edifica. **Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais de Serviço e Públicas (INI-C)**. Disponível em: "[INI-C Portaria 309 de 2022.pdf \(pbeedifica.com.br\)](https://pbeedifica.com.br/INI-C_Portaria_309_de_2022.pdf)". Acesso em: 02 out. 2022.

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM. PBE Edifica. **Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de**

Edificações Residenciais (INI-R). Disponível em: "[ANEXO II INI-R Portaria 309_2022.pdf \(pbeedifica.com.br\)](#)". Acesso em: 02 out. 2022.

LAMBERTS, R.; MELO, A. P.; FOSSATI, M.; NASCIMENTO, R.; FALCÃO, R. L.; SIQUEIRA, R. L. **Manual de aplicação da INI-C.** Versão 1, junho de 2021.

MORAN, F., BLIGHT, T., NATARAJAN, S., & SHEA, A. (2014). **The use of Passive House Planning Package to reduce energy use and CO2 emissions in historic dwellings.** Energy and Buildings, 75, 216– 227. Disponível em: "<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.12.043>". Acesso em: 29 nov. 2022.

OLIVEIRA, Elzira Lúcia de; GIVISIEZ, Gustavo Henrique Naves; RIOS-NETO, Eduardo Luiz Gonçalves. **Demanda futura por moradias no Brasil 2003 – 2023: uma abordagem demográfica.** Brasília: MCidades, 2009.

SANTAMOURIS, M. et al. **Energy conservation and retrofitting potential in Hellenic hotels.** Energy And Buildings, [s.l.], v. 24, n. , p.65-75, 1996.

SCHNIEDERS, J., HERMELINK, A. (2006). **CEPHEUS results: measurements and occupants' satisfaction provide evidence for Passive Houses being an option for sustainable building.** Energy Policy, 34(2), 151– 171. Disponível em "<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2004.08.049>". Acesso em 02 no. 2022.

SILVA, A. F.; DIAS, J. B. **Estudo da energia solar fotovoltaica na arquitetura bioclimática.** In: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2014, Bento Gonçalves.

VASCONCELOS, Cláudia; BARTH, Fernando. **CONFLITOS DE USABILIDADE E O CRESCIMENTO DA OFERTA DE APARTAMENTOS COMPACTOS NA ÁREA INSULAR DE FLORIANÓPOLIS-SC CONFLICTS OF USABILITY AND THE INCREASE IN AVAILABILITY OF COMPACT APARTMENTS IN THE INSULAR AREA OF FLORIANOPOLIS.** Revista Ergodesign&HCI, Rio de Janeiro (2017). Disponível em: "[329-13-1932-1-10-20180511.pdf](#)". Acesso em: 27 de outubro de 2023.

TOLMASQUIM, Maurício. **As Origens da Crise Energética Brasileira.** Pontos de Vista. Ambiente. (2000). Disponível em: "<https://doi.org/10.1590/S1414-753X2000000100012>" Acesso em: 14 out. 2022.