XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Caracterização de edifícios de escritório construídos com ventilação hibrida para fins de aplicação da INI-C: avaliação de aplicabilidade

Characterization of office buildings built with hybrid ventilation for the purpose of applying the INI-C: applicability assessment

Charles Rodrigues Andrade Filho
Universidade Federal de Minas Gerais | Belo Horizonte (MG) | Brasil | charlesr.andradefilho@gmail.com
Ana Carolina de Oliveira Veloso
Universidade Federal de Minas Gerais | Belo Horizonte (MG) | Brasil | acoveloso@gmail.com
Roberta Vieira Gonçalves de Souza
Universidade Federal de Minas Gerais | Belo Horizonte (MG) | Brasil | robertavgs2@gmail.com

Resumo
Analisou-se a aplicabilidade do método simplificado da INI-C para torres de escritório com ventilação hibrida localizadas em Belo Horizonte, MG. Para tal fez-se uma análise dos pré-requisitos dos metamodelos de conforto e de carga térmica identificando as variáveis que mais limitam a aplicação destes para uma amostra de 47 torres. Para o metamodelo de conforto térmico as maiores limitações foram número de pavimentos e o Fator Solar. Para o metamodelo de carga térmica o maior limitador foi a presença de fachadas de vidro.

Palavras-chave: Eficiência energética em edificações. INI-C. Análise paramétrica. Escritórios. Ventilação híbrida.

Abstract
The present study analyzes the applicability of INI-C's simplified method for office towers with hybrid ventilation located in Belo Horizonte, MG. To this end, it analyzes the prerequisites for the application of the INI-C comfort and thermal load metamodels, identifying the variables that most limit their application to the analyzed sample. For the comfort metamodel, the greatest limitations were number of floors and SHGC. For the thermal load metamodel, the largest limitation was the presence of glass facades.

Keywords: Energy efficiency in buildings. INI-C. Parametric analysis. Offices. Hybrid ventilation.

Como citar:
FILHO, Charles R. A.; VELOSO, Ana C. O.; SOUZA, Roberta V. G. Caracterização de edifícios de escritório construídos com ventilação hibrida para fins de aplicação da INI-C: avaliação de aplicabilidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022.

INTRODUÇÃO

No Brasil, os setores de edificações comerciais e públicas correspondem por 13,1% da demanda de energia elétrica [1] com uma previsão de crescimento até 2030 de 3,1% ao ano [2]. Isso torna a análise da forma de consumo de energia do setor destas edificações, em especial o de edificações de escritório, de vital importância para garantir o crescimento sustentável com relação ao uso de energia no país.

O Inmetro aprovou, no dia 09 de março de 2021, a nova Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) que aperfeiçoa os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), especificando os critérios e os métodos para a classificação destas edificações quanto à sua eficiência energética [3].

Como principal motivador destas ações, destaca-se a melhoria do indicador de desempenho. Até então a etiquetagem de edificações classificava o desempenho energético destas utilizando um indicador de consumo que, apesar de permitir a sua classificação de A a E, não fornecia uma ideia de grandeza relacionada ao consumo real da edificação. Esta limitação não permitia que a economia gerada por medidas de eficiência energética empregadas fosse quantificada [3].

Assim, a nova proposta para a avaliação de desempenho energético das edificações comerciais, de serviços e públicas, baseia-se no consumo de energia primária, comparando a edificação em sua condição real com a mesma edificação adotando-se características de referências, que equivalem à classe D de eficiência energética [4].

Em fevereiro de 2017 foi defendida tese de doutorado que analisou o consumo de torres de escritório em Belo Horizonte categorizados por três tipos distintos de condicionamento: naturalmente ventilado, com modo híbrido de condicionamento e com totalmente condicionado artificialmente [5]. Ao longo da pesquisa chamou-se atenção para o consumo das torres com condicionamento híbrido, por este ser significativamente menor que o das torres totalmente condicionadas artificialmente (63,1 kWh/m^2/ano contra 146,7 kWh/m^2/ano em uma amostra de 86 torres), possibilitando a obtenção de conforto térmico em dias quentes, o que não acontece com as edificações ventiladas naturalmente, de menor consumo de energia elétrica.

Entender as características destas edificações é fundamental para futuro aperfeiçoamento do processo de etiquetagem e assim, contribuir para o melhor ajuste do comportamento energético destas. Com isso, o objetivo deste trabalho foi fazer levantamento de dados geométricos e construtivos para aplicação do método simplificado da INI-C para torres de escritório com condicionamento de ar híbrido em Belo Horizonte e compará-los com os limites estabelecidos no método simplificado da etiquetagem de eficiência energética brasileira – o INI-C. Os limites estabelecidos para o uso do metamodelo do método simplificado bem como o metamodelo de ventilação natural estão listados nos Resultados. A escolha da cidade de Belo Horizonte se deu pelo acesso aos dados de projeto e de consumo de energia das edificações utilizados nesta pesquisa.

METODOLOGIA

LEVANTAMENTO DE DADOS

Em consulta à base de dados da Prefeitura de Belo Horizonte, MG, verificou-se que existiam até 2011, 1.095 edificações com destinação comercial e/ou de serviços. Para o presente estudo, foi feito um recorte para aquelas que possuíam no mínimo três pavimentos e área bruta superior a 1.000 m². Deste modo, a existência de dados de projeto fornecidos pela Prefeitura de Belo Horizonte e de dados de consumo de energia elétrica fornecidos pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) foram usados para a seleção da amostra de torres condicionadas em modo híbrido chegando-se a 47 edificações que continham simultaneamente dados de ambas as fontes [5]. A existência de dados de consumo tornará importante na próxima fase da pesquisa (não apresentada neste artigo), na qual se pretende comparar os consumos de energia obtidos pelo método simplificado com o consumo medido. O presente trabalho usa desta amostra para desenvolver um estudo acerca da influência de parâmetros arquitetônicos na aplicabilidade da nova INI-C. Para obtenção dos dados, além de utilizar aqueles já existentes provenientes da tese de Veloso [5], foram também utilizadas as plataformas Google Maps e Google Earth para visualização de fachadas e coberturas, bem como para a identificação da existência de sistemas de condicionamento artificial do ar.

Para se avaliar a metodologia simplificada da nova INI-C, foi tomada então como partida a escolha por torres que possuíssem ventilação híbrida, ou seja, aquelas caracterizadas por combinar o controle de temperatura por meio da abertura das janelas e o uso de equipamentos mecânicos de climatização para ajuste de temperatura interna.

Além das informações de projeto e de consumo de energia elétrica, foram elencados dados relevantes para a pesquisa, que puderam contribuir numa avaliação geral para o universo de edificações escolhidas. O sumário destes dados está apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Sumário de dados levantados para na amostra de edificações.

Tipo de dado	Variáveis levantadas
Configuração externa da edificação	• Geometria • Comprimento total • Profundidade total • Perímetro total (torre) • Perímetro total de ambientes de permanência transitória (torre) • Área total • Área torre • Área de garagem • Área de cobertura • Orientação da fachada principal • Número de fachadas • Número de fachadas cegas • Número de fachadas adjacentes a outros prédios • Existência de volumes irregulares na fachada • Existência de brises • Número total de pavimentos • Número de pavimentos com APP (Ambiente de Permanência Prolongada) • Altura total • Volume • Área de fachada • Fator de forma (FF) • Área média de pavimentos com APPs
Configuração interna da edificação	• Área total APPs • Quantidade de APPs • Tamanho de cada APP • Pé direito predominante • Geometria predominante de cada APP • Percentual de variação em área das APPs • Quantidade e área unitária de banheiros • Quantidade e área unitária de elevadores • Área total de escadas • Área total destinada à circulação horizontal
Dados de acabamento externo	• Cor predominante na fachada • Cor predominante na cobertura • Sistema de abertura das esquadrias • Cor predominante dos vidros • Existência de reflexão nos vidros • Existência de pele de vidro • Dimensões das esquadrias • Quantidade de janelas por pavimento • Percentual de Abertura na Fachada Total (PAFt)
Dados de ocupação	• Horários de ocupação • Tipo de ocupação

Fonte: Os autores.

LEVANTAMENTO DE DADOS – METAMODELO DE CONFORTO TÉRMICO

De acordo com o método simplificado proposto para avaliação de edificações ventiladas naturalmente ou híbridas, são estabelecidos requisitos que são responsáveis por garantir que o metamodelo desenvolvido por meio do treinamento de redes neurais artificiais seja aplicável para a edificação avaliada. Sendo assim, os limites de aplicação apresentados na Tabela 1, junto aos resultados, conformam-se como limitantes da metodologia de avaliação do percentual de horas de ocupação em conforto térmico (PHOCT) e, caso algum desses limites não for atendido, a análise da edificação deve ser feita por meio do método de simulação computacional.

Além destes, existem também os requisitos de aplicação do metamodelo em si que se impõem como restritivos à avaliação caso a edificação não se enquadre neles. O Quadro 2 apresenta o compilado destes parâmetros.

Quadro 2: Sumário de dados levantados para a amostra de edifícios de escritório.

Tipo de dado	**Valores aceitos**
Geometria da edificação	• Quadrada • Retangular
Tipo de uso	• Escritórios • Edificações educacionais
Altura máxima da edificação	• Até 16 metros
Variação nas áreas das APPs	• Até 10%
Aberturas para ventilação em todas as APPs	• Sim
Horários de uso	• Escritórios: 10 horas diárias • Edificações educacionais: 8 horas diárias

Fonte: Os autores.

LEVANTAMENTO DE DADOS – METAMODELO DE CARGA TÉRMICA

Após a definição da fração de horas de ocupação em conforto térmico por meio do metamodelo de conforto, é necessário informar este valor como desconto dentro do metamodelo de carga térmica, responsável pela avaliação das edificações totalmente climatizadas.

De modo semelhante ao metamodelo de conforto térmico, este apresenta valores limite para determinados parâmetros que devem ser compreendidos entre as faixas dispostas na Tabela 3. Além dos limites apresentados na Tabela 3, existem também requisitos de aplicação que se impõem como restritivos à avaliação caso a edificação não se enquadre neles. Estes tratam de caracterizar a edificação e enquadrá-la às condições de aplicação do metamodelo. O Quadro 3 apresenta o compilado destes parâmetros.

Quadro 3: Sumário de dados levantados para a amostra

Tipo de dado	Valores aceitos
Aberturas zenitais	• Inexistente
Vidros em frente à parede da fachada (pele de vidro)	• Inexistente
Fachadas ventiladas	• Inexistente
Ambientes de elevada geração de carga interna	• Inexistente
Dispositivos móveis de sombreamento interno automatizados	• Inexistente
Vidros com comportamento dinâmico	• Inexistente
Soluções de inovação ou desempenho	• Inexistente
Sistema de aquecimento ambiental	• Inexistente

Fonte: Os autores.

ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS

Para este trabalho, houve limitações quanto à obtenção dos dados, devidas à impossibilidade de visita presencial para coleta de dados referentes à envoltória e sistemas individuais de ventilação da edificação em seu interior (a pesquisa está sendo desenvolvida em período de pandemia e poucas edificações permitem acesso livre). Com isso, os parâmetros que não foram objeto do presente estudo foram devidamente destacados e estão representados por "-" nos quadros de resultados.

Para obtenção dos valores de absortância externa de paredes e coberturas, foram coletadas as cores aparentes da edificação e, de acordo com Dornelles [6], utilizadas as tintas da categoria Suvinil Látex PVA Fosca como referência de valores. Em relação aos vidros, grande parte da amostra é composta por vidro simples, incolor e sem reflexão. Portanto, para esta análise foi assumido que se trata de vidros monolíticos, considerando-se assim o pior cenário disponível.

Em relação aos horários de ocupação das edificações, foi feito um levantamento das atividades desempenhadas em cada endereço por meio do Google Maps, e de seus respectivos horários de funcionamento.

Quanto às divisões internas, para avaliação da variação das áreas de APP, foram avaliadas as plantas e cortes disponíveis para compilação dos dados, que separou individualmente cada APP e tipo de APT.

Os dados foram obtidos individualmente para cada edificação sendo compilados para uma análise simultânea entre diferentes edificações, compondo assim os resultados deste estudo.

RESULTADOS

Tendo como base as instruções fornecidas pelo texto da INI-C [3], foi feita uma análise de aplicabilidade do método simplificado de avaliação para edificações de ventilação híbrida. Considera-se importante que a maior parte das edificações possa ser avaliada por este método, mais expedito, mais barato e que exige menor expertise do mercado do que o processo de simulação computacional termo energética.

METAMODELO DE CONFORTO TÉRMICO

Na análise de atendimento ao metamodelo de PHOCT, a Tabela 1 apresenta o sumário de parâmetros requeridos para a avaliação (Item 6.2 da INI-C). Nesta são ainda apresentados os valores limites mínimos e máximos para uso do metamodelo, tal como os valores encontrados na amostra e o percentual de não-atendimento aos limites colocados para uma amostra de 47 torres de escritório ventiladas naturalmente.

Tabela 1: Resultados da amostra para os limites do metamodelo de PHOCT

Parâmetros	Limites e unidades		Dados encontrados na amostra		Percentual de não-atendimento
	Valor mínimo	Valor máximo	Valor mínimo	Valor máximo	
Absortância solar da cobertura (α_{cob})	0,2	0,8	0,27	0,98	4 %
Absortância solar - paredes externas (α_{par})	0,2	0,8	0,27	0,98	8 %
Ângulo vertical de sombreamento (AVS) [°]	0	45	-	-	-
Área das APPs [m²]	9	400	8	2.080	17 %
Capac. Térmica - cobertura (CT_{cob}) [kJ/(m².K)]	10	400	-	-	-
Capac. térmica - parede externa (CT_{par}) [kJ/(m².K)]	40	500	-	-	-
Comprimento total [m]	13	200	17,3	80	0 %
Fator da área da escada	0	0,28	0	0,13	0 %
Fator solar do vidro (FS)	0,2	0,8	0,55	0,83	40 %
Forma das aberturas para ventilação	0,1	50	0,20	1,0	0 %
Número de pavimentos	1	5	3	31	94 %
Pé-direito [m]	2,75	4,25	2,74	3,52	2 %
Percentual de área de abertura na fachada total (PAF_t)	0,05	0,7	0,06	0,51	0 %
Profundidade total [m]	8	50	8,4	38,3	0 %
Transmitância térmica da cobertura (U_{cob}) [W/(m².K)]	0,1	5,0	-	-	-
Transmitância térmica da parede externa (U_{par}) [W/(m².K)]	0,1	5,0	-	-	-
Transmitância térmica do vidro (U_{vid}) [W/(m².K)]	1,0	6,0	-	-	-

Fonte: Os autores.

-	Valores cujo levantamento não foi possível a partir das bases de dados disponíveis.

A Tabela 2, por sua vez, apresenta os percentuais de não atendimento aos parâmetros colocados pelo metamodelo de PHOCT.

Tabela 2: Resultados da amostra para os pré-requisitos do metamodelo de PHOCT

Parâmetros	Valor(es) aceito(s)	Dados encontrados na amostra	Percentual de não-atendimento
Geometria da edificação	Quadrada, retangular	Quadrada, retangular, triangular, L, U,	32 %
Tipo de uso	Comercial, educacional	Comercial	0 %
Altura máxima da edificação	16 metros	101 metros	96 %
Variação nas áreas das APPs	Até 10 %	Até 100 %	17 %
Aberturas para ventilação em todas APPs	Sim	Sim	0 %
Horários de uso (edificações comerciais)	10 horas diárias	Entre 6-14 horas diárias	53 %

Fonte: Os autores.

Em relação ao limite de variação na área das APPs, há um impedimento da avaliação em 89% das amostras se considerada a edificação como um todo e, mesmo se consideradas apenas as torres de escritório nas edificações analisadas (sem avaliação da base do prédio, na qual os usos são mais diversos), considera-se que em 17% da amostra as áreas de APP variam mais de 10% entre si. Caso se faça a avaliação da edificação como um todo, tal pode ser um sério limite à aplicação do metamodelo. A Figura 1 apresenta um exemplo de edificação com variação nas áreas de APPs superior a 10%.

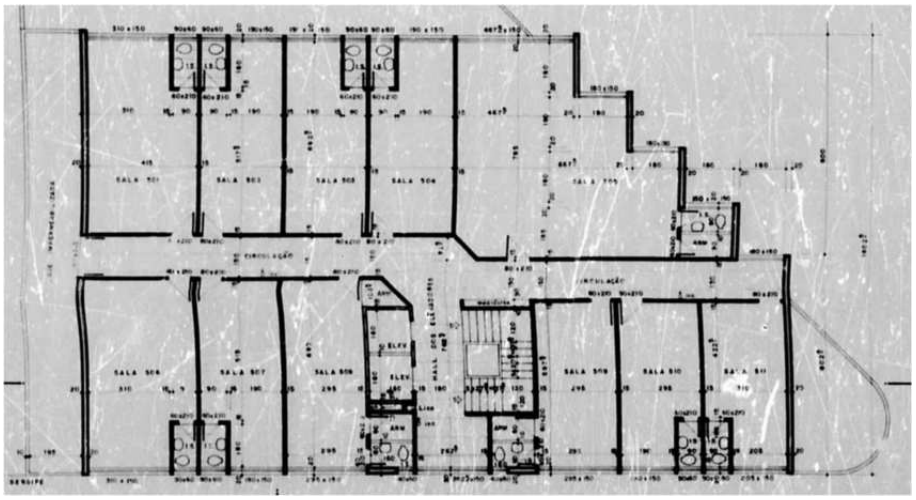

Figura 1 - Planta de edificação com variação nas APPs maior que 10%

Fonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2017

Em especial o limite para o uso do metamodelo em edificações de escritório até 5 pavimentos ou até 16 metros de altura não foi atendido por quase a totalidade da amostra, o que indica que esta tipologia não parece estar adequadamente representada junto ao metamodelo desenvolvido. Estas variáveis foram consideradas as maiores limitantes na aplicação do metamodelo de conforto térmico para a tipologia analisada.

Relevante ainda expor que os horários de funcionamento indicam que mais da metade das atividades são realizadas em períodos diferentes de 10 horas – tal não impede a

etiquetagem, mas indica que o consumo de energia elétrica gerado pelo metamodelo pode diferir significativamente daquele medido.

Importante ressaltar que aproximadamente 30% das edificações não possuem formato regular - quadrado ou retangular. Isto ocorre, em parte, pois a malha viária do hipercentro de Belo Horizonte, região onde se situa a maior parte das edificações, possui traçado quadriculado e com vias cortando-o diagonalmente (Figura 2).

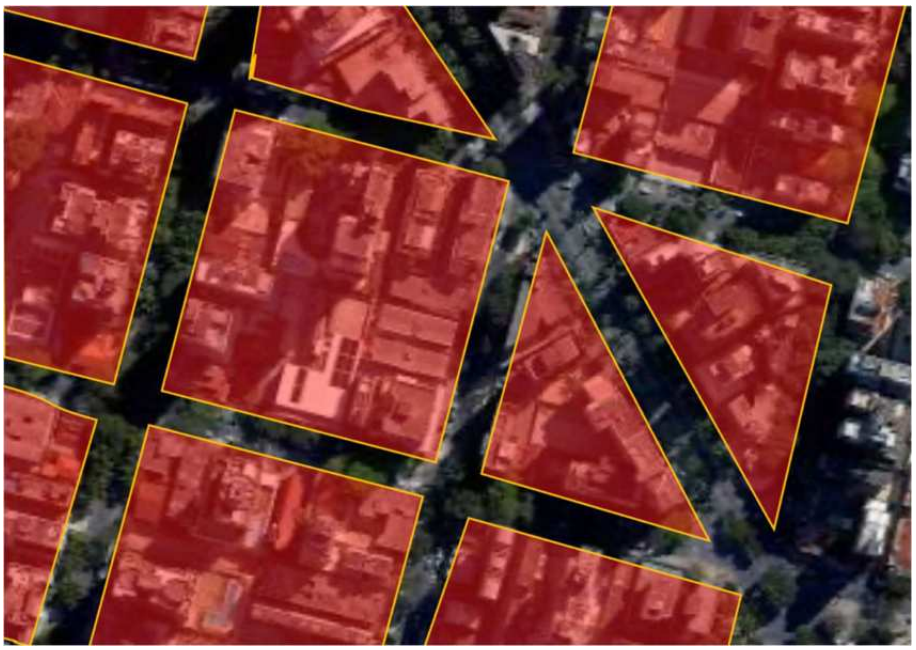

Figura 2 - Malha urbana do centro de Belo Horizonte

Fonte: Google Maps, 2022. Editado pelo autor.

METAMODELO DE CARGA TÉRMICA

De modo semelhante ao metamodelo de conforto térmico, as variáveis de entrada do metamodelo de carga térmica foram levantadas e sua aplicabilidade definida conforme percentuais apresentados na Tabela 3 e Tabela 4.

Ressalta-se que não foi possível a obtenção de alguns parâmetros de acordo com as informações de projeto e pela impossibilidade de acesso ao interior das edificações.

Tabela 3: Resultados da amostra para os limites do metamodelo de carga térmica

Parâmetros	Limites (unidades)		Dados encontrados na amostra		Percentual de não-atendimento
	Valor mínimo	Valor máximo	Valor mínimo	Valor máximo	
Absortância solar da cobertura (α_{cob})	0,2	0,8	0,27	0,98	4 %
Absortância solar da parede (α_{par})	0,2	0,8	0,27	0,98	8 %
Ângulo de obstrução vizinha (AOV) [°]	0	80	-	-	-
Ângulo horizontal de sombreamento (AHS) [°]	0	80	-	-	-
Ângulo vertical de sombreamento (AVS) [°]	0	90	-	-	-
Capacidade térmica - cobertura (CT_{cob}) [kJ/(m².K)]	0,22	450	-	-	-
Capacidade térmica - parede externa (CT_{par}) [kJ/(m².K)]	0,22	450	-	-	-
Densidade de potência de equipamentos (DPE) [W//m²]	4	40	-	-	-
Densidade de potência de iluminação (DPI) [W//m²]	4	40	-	-	-
Fator solar do vidro (FS)	0,21	0,87	0,55	0,83	0 %
Pé-direito [m]	2,6	6,6	2,74	3,52	0 %
Percentual de área de abertura na fachada (PAF)	0	0,8	0,6	0,51	0 %
Transmitância térmica da cobertura (U_{cob}) [W/(m².K)]	0,51	5,07	-	-	-
Transmitância térmica da parede externa (U_{par}) [W/(m².K)]	0,50	4,40	-	-	-
Transmitância térmica do vidro (U_{vid}) [W/m²]	1,9	6,0	-	-	-

Fonte: Os autores.

-	Valores cujo levantamento não foi possível a partir das bases de dados disponíveis.

Tabela 4: Resultados da amostra para os pré-requisitos do metamodelo de carga térmica

Parâmetros	Valor aceito	Dados encontrados na amostra	Percentual de não-atendimento
Aberturas zenitais	Não	Não	0 %
Vidros em frente à parede da fachada (pele de vidro)	Não	Sim, Não	36 %
Fachadas ventiladas	Não	Não	0 %
Ambientes de elevada geração de carga interna	Não	-	-
Dispositivos móveis de sombreamento interno automatizados	Não	-	-
Vidros com comportamento dinâmico	Não	-	-
Sistema de aquecimento ambiental	Não	-	-

Fonte: O autor.

-	Valores cujo levantamento não foi possível a partir das bases de dados disponíveis.

Para a aplicação deste metamodelo, o parâmetro que mais limita sua aplicação é a existência de pele de vidro em frente à parede da fachada, bastante presente, em especial, em edificações projetadas e construídas nas duas últimas décadas.



Figura 3 - Edificação na amotra com vidro em frente à parede da fachada

Fonte: Google Earth, 2022

Embora não tenha sido possível identificar na amostra a ocorrência de transmitância térmica ou de capacidade térmica fora dos limites colocados, Medeiros [7] apontou que, em edificações universitárias, estes limites impediriam a aplicação do metamodelos em diversas edificações do *Campus* da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

CONCLUSÃO

De acordo com as informações disponíveis, treze parâmetros são responsáveis pelo não-atendimento das edificações à metodologia simplificada da INI-C, impedindo assim que se faça sua etiquetagem pelo método simplificado e, requerendo, portanto, que estas sejam avaliadas por meio de simulação computacional.

Entretanto, é importante ressaltar que, ainda que diversos parâmetros não tenham sido impeditivos isoladamente, é notável que estes, quando combinados entre si para um atendimento simultâneo a todos em uma edificação, faz com que nenhuma edificação da amostra atenda aos limites ou restrições colocadas para aplicação do método simplificado.

Deve-se dar destaque ao fato de que o metamodelo de conforto térmico se mostrou bastante mais restritivo nos seus limites de aplicação que o metamodelo de carga térmica para a tipologia analisada. Indica-se que a consideração da edificação como um todo e não por zona térmica, como no caso do modelo de carga térmica, traz sérias limitações à sua aplicação em edificações de escritório. Considera-se que, caso o metamodelo possa ser usado por andar, considerando a presença de pavimentos

adiabáticos, pilotis, piso e cobertura, a limitação relativa ao número de andares ou de altura máxima poderia ser evitada para aplicação em edificações com altura maior que o limite estabelecido. A possiblidade de análise de fachadas envidraçadas também aumentaria significativamente sua aplicabilidade. E enfim, a possibilidade de se usar uma das fachadas com parede adiabática permitiria que as edificações fossem divididas em blocos para permitir a etiquetagem de edificações com plantas não retangulares ou quadradas.

Deste modo, como a presente proposta de normatização vem de acordo às políticas de compulsoriedade para a avaliação do consumo energético das edificações, uma avaliação quanto à aplicabilidade do método simplificado em uma escala realística é fundamental. Em especial a análise da metodologia simplificada ajuda a estabelecer se há necessidade se recorrer a profissionais tecnicamente capacitados a fazer simulações computacionais. Acredita-se que a necessidade de se recorrer à simulação computacional em larga escala para atendimento desta tipologia, será um sério entrave ao processo de compulsoriedade em análise pelo Governo Federal.

Espera-se que o presente estudo contribua para a análise dos órgãos competentes de eventuais permissões a serem colocadas e que permitam ampliar o uso das ferramentas simplificadas aqui estudadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à FAPEMIG pelo fomento ao projeto APQ-02272-17, intitulado Análise de sensibilidade das decisões de projeto nos edifícios com sistema de condicionamento de ar em modo híbrido.

REFERÊNCIAS

[1] BRASIL, Ministério das Minas e Energia. **BEN 2021 - Balanço Energético Nacional**. Brasília. Disponível em: http://www.epe.gov.br. Acesso em: maio, 2022.

[2] Brasil, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2030** / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2021.

[3] BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). **Portaria nº 42, de 24 de fevereiro de 2021.** Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), 2021a.

[4] BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). **Manual de aplicação da INI-C Versão 1, junho de 2021.** Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas, 2021b.

[5] VELOSO, Ana Carolina de Oliveira. **Avaliação do consumo de energia elétrica de edificações de escritórios e sua correlação com as decisões de projeto.** 2017. Universidade Federal de Minas Gerais, [s. l.], 2017.

[6] DORNELLES, Kelen Almeida. **Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílicas e PVA** / Kelen Almeida Dornelles. Campinas, SP: [s.n.], 2008.

[7] MEDEIROS, H. G. **Método simplificado de avaliação de conforto térmico para ambientes ventilados naturalmente ou híbridos do INI-C: desempenho e limitações**. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação no ambiente construído da UFMG, 2022.