XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

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

Avaliação da efetividade de uma ferramenta de apoio para o processo de projeto em arquitetura

Evaluation of the effectiveness of a support tool for the architectural design process

Kimberly Gabriela Angelo Dias
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil | UFPR | Curitiba | Brasil | kimberly.ufpr@gmail.com
Leandro Carlos Fernandes
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil | UFPR | Curitiba | Brasil | fernandes.ufpr@gmail.com
Marcio José Sorgato
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil UFPR | UTFPR | Curitiba | Brasil | sorgato@utfpr.edu.br
Gustavo Henrique Kayser Vargas
Curitiba | Brasil | gustavokayser@ufpr.br
Eric Zander Palma Bailo
Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo | UFPR | Curitiba | Brasil | ericzpb@gmail.com
Denis Pechir
Curitiba | Brasil | denispechir@gmail.com

Resumo
Para reduzir o impacto ambiental das edificações, ferramentas vêm sendo propostas para apoiar o processo de projeto arquitetônico, tais como o Antropo, que facilita a aplicação dos chamados diagramas antropoclimáticos. Esta pesquisa avaliou a efetividade das diretrizes fornecidas por essa ferramenta. Utilizou-se como objeto para teste o projeto de uma habitação unifamiliar térrea para o clima de Curitiba (Cfb). Suas temperaturas internas foram simuladas no EnergyPlus e seu desempenho térmico foi avaliado considerando o modelo adaptativo da ASHRAE. Constatou-se que em grande parte do ano a edificação apresentou resultado satisfatório, confirmando a efetividade das orientações obtidas através dos diagramas antropoclimáticos.

Palavras-chave: Ferramentas de apoio para o processo de projeto. Edificações passivas. Eficiência energética. Conforto térmico.

Como citar:
DIAS, K. G. A; FERNANDES, L. C.; SORGATO, M.; VARGAS, G. H. V.; BAILO, E. Z. P.; PECHIR, D. Avaliação da efetividade de uma ferramenta de apoio para o processo de projeto em arquitetura. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-12.

Abstract

To reduce the environmental impact of buildings, tools have been proposed to support the architectural design process, such as Antropo, which facilitates the application of so-called anthropoclimatic diagrams. This research evaluated the effectiveness of the guidelines provided by this tool. The project of a single-family single-family house for the climate of Curitiba (Cfb) was used as an object for testing. Its internal temperatures were simulated in the EnergyPlus and its thermal performance was evaluated considering the ASHRAE adaptive model. It was found that for most of the year the building presented a satisfactory result, confirming the effectiveness of the guidelines obtained through the anthropoclimatic diagrams.

Keywords: Support tools for the design process. Passive buildings. Energy efficiency. Thermal comfort.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é uma das que mais crescem dentro do setor econômico brasileiro e mundial. No ano de 2021, o Produto Interno Bruto (PIB) da construção civil cresceu 9,7%, gerando um aumento da ocupação no setor [1].

No entanto, o atual modelo de construção civil tem provocado diversos prejuízos ambientais, destacando-se nas últimas décadas mundialmente entre os setores de maior demanda energética [2]. A indústria consome cerca de 50% dos recursos materiais mundiais [3].

Para minimizar os impactos ambientais, alternativas para otimização do desempenho e redução do emprego de recursos e do consumo energético são cada vez mais exploradas. Uma dessas alternativas é o aumento da eficiência das edificações a partir da adequação do projeto arquitetônico. Um projeto arquitetônico que considera a adoção de diretrizes para o condicionamento térmico passivo possibilita reduzir o consumo energético, maximizar o conforto dos usuários e reduzir os impactos ambientais [4].

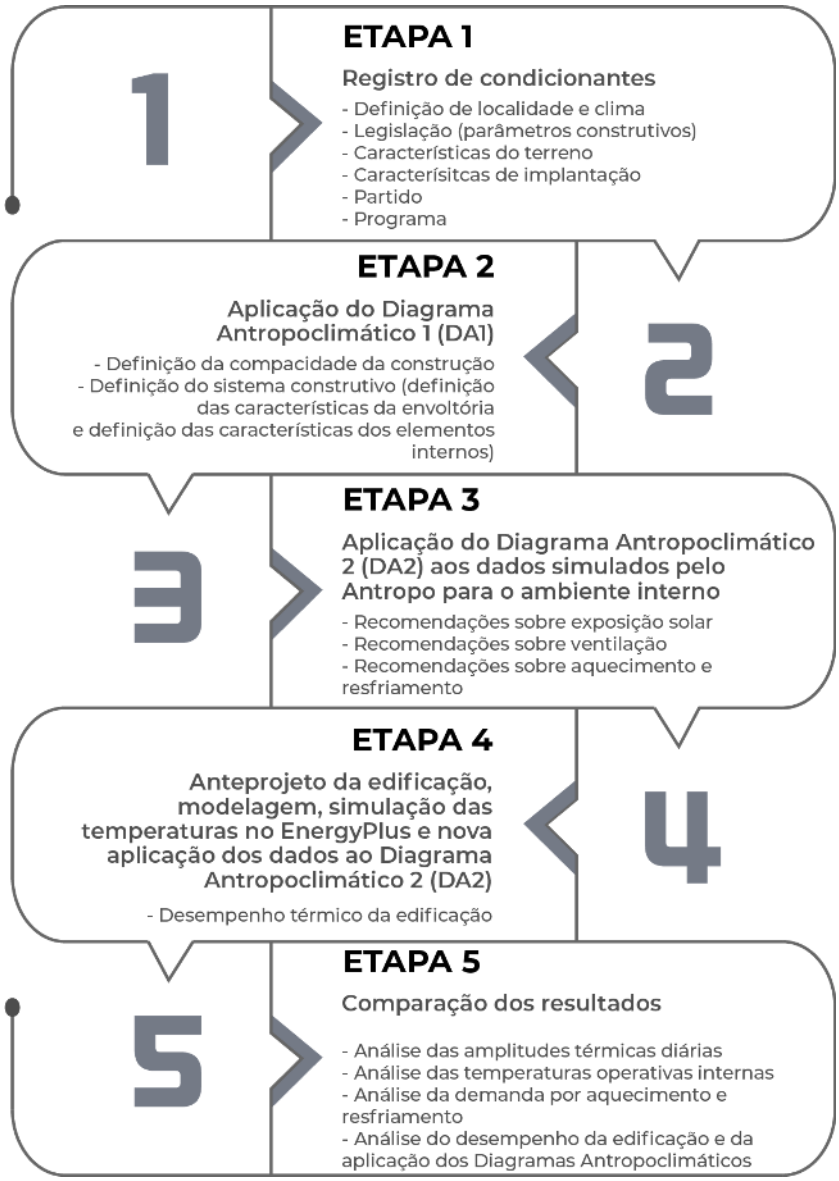
À vista disso, destaca-se a relevância de ferramentas e procedimentos que fomentem diretrizes para projetos mais eficientes energética e termicamente e que gerem menos resíduos durante a fase de execução. Nesse contexto, são alguns exemplos: as cartas de Olgyay [5] e de Givoni [6], o site PROJETEEE [7] e a NBR 25.220 [8]. No entanto, na maior parte dos casos, as diretrizes são genéricas, o que gera questionamentos sobre sua adequação a partidos arquitetônicos específicos. Outro expediente são os Diagramas Antropoclimáticos, implementados na ferramenta Antropo (V. 1.01), desenvolvida por Fernandes [9] no software Microsoft Excel.

Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a efetividade das diretrizes de projeto fornecidas pelos Diagramas Antropoclimáticos para o projeto de uma habitação para o clima de Curitiba considerando um partido específico: unifamiliar, térrea e isolada. Como indicador para avaliação da adequação das diretrizes foi analisado o desempenho térmico de um modelo cujas temperaturas internas foram obtidas via simulação computacional.

MÉTODO

De maneira geral, a pesquisa foi realizada em cinco etapas, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1: Etapas da pesquisa



Fonte: os autores.

ETAPA 1 – REGISTRO DE CONDICIONANTES

O estudo foi realizado para o clima da cidade de Curitiba, Paraná. Curitiba está a uma altitude de 945 m e possui uma área de aproximadamente 434,89 km² [10]. O clima de Curitiba é subtropical úmido, caracterizado por verões suaves e invernos relativamente frios. Suas temperaturas médias são 21°C no verão e 13°C no inverno [10]. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima de Curitiba é definido como Cfb (clima oceânico temperado), correspondente à zona climática 2A pela classificação da ASHRAE Climate Zone [11].

Os demais condicionantes do projeto foram: a legislação de Curitiba [12] que, para a maior parte da cidade, impões recuo frontal de cinco metros e afastamentos laterais e de fundos de um metro e meio quando houver aberturas; o terreno, que foi considerado como plano, com frente para leste medindo 15 m e com 35 m de profundidade; o partido, definido previamente como sendo uma edificação unifamiliar térrea e isolada; e o programa (relação de ambientes e de requisitos para a edificação).

O programa arquitetônico definido para a edificação foi composto por setor íntimo (suíte casal com closet e banheiro e quarto para um filho), social (sala de estar/jantar, cozinha e escritório) e serviços (garagem, lavanderia e BWC social). Os usuários foram definidos como uma família composta por um casal e um filho.

ETAPA 2 - APLICAÇÃO DO DIAGRAMA ANTROPOCLIMÁTICO 1 (DA1)

Nesta etapa, os dados do clima local foram plotados sobre o DA1 a fim de se obter diretrizes quanto à forma da edificação (nível de compacidade) e quanto ao sistema construtivo (mais especificamente quanto às características da envoltória e dos elementos internos).

Os dados são analisados a partir de duas perspectivas: a) como dados do ambiente externo; e b) como dados de um ambiente interno hipotético (esse ambiente interno embrionário teria grandes aberturas para ventilação e seria completamente sombreado, reproduzindo as amplitudes térmica diárias e as temperaturas do ar do ambiente externo) [9].

Após processamento, a ferramenta retorna inicialmente: as amplitudes térmicas diárias; as médias móveis das temperaturas externas dos últimos trinta dias para o cálculo das temperaturas neutras; as diferenças entre as temperaturas operativas neutras e as temperaturas locais; e as médias dessas diferenças [9]. A partir das amplitudes térmicas diárias são definidos o Nível de Inércia Térmica Relativo Recomendado (NITRR) e o nível de compacidade para edificações na localidade selecionada. A partir do NITRR e das médias das diferenças entre as temperaturas médias locais e as temperaturas neutras são fornecidas orientações sobre o sistema construtivo apropriado para edificações naquele clima.

Para Curitiba, observou-se que: 1) a amplitude térmica diária máxima excedeu 20 °C e a amplitude térmica diária no percentil 99 foi de 18°C. 2) A maior parte dos valores da diferença entre as temperaturas do ar e as temperaturas neutras ficou à esquerda do intervalo recomendado, especialmente no período noturno. 3) A maior parte das diferenças entre as temperaturas médias diárias e as temperaturas neutras também ficou à esquerda do intervalo recomendado para o interior de edificações. Considerando o observado, o Antropo recomendou adotar o valor 3 para o nível de inércia térmica relativo recomendado (NITRR), traduzido como paredes internas pesadas (alvenaria revestida com argamassa) e paredes externas pesadas e isolantes o (alvenaria revestida com argamassa mais isolamento resistivo na face exterior).

ETAPA 3 - APLICAÇÃO DO DIAGRAMA ANTROPOCLIMÁTICO 2 (DA2) AOS DADOS SIMULADOS PELO ANTROPO PARA O AMBIENTE INTERNO

Nesta etapa, a ferramenta utiliza as orientações obtidas anteriormente para adequar um modelo provisório para simulação térmica do ambiente interno hipotético (sombreado e desta vez sem aberturas para ventilação), diferenciando-o do externo. Os dados desse ambiente interno simulado são aplicados ao Diagrama Antropoclimático 2 (DA2), que retorna orientações quanto aos seguintes aspectos: exposição à radiação solar, ventilação, aquecimento e resfriamento [9]. No caso em questão, após a simulação e análise de dados, as recomendações foram: exposição ao sol em 85% das horas diurnas, preservar as temperaturas internas que estão dentro da faixa recomenda em 15,4 % das horas do ano e adoção de aquecimento noturno artificial.

ETAPA 4 - ANTEPROJETO DA EDIFICAÇÃO, MODELAGEM, SIMULAÇÃO DAS TEMPERATURAS NO ENERGYPLUS E NOVA APLICAÇÃO DOS DADOS AO DIAGRAMA ANTROPOCLIMÁTICO 2 (DA2)

Nesta etapa, os condicionantes para a elaboração da proposta arquitetônica para a edificação e as diretrizes obtidas nas etapas anteriores foram consideradas para dimensionar os ambientes, definir os fluxos e distribuir os cômodos, dimensionar e posicionar as aberturas e definir a forma geral da edificação.

Diante da demanda por um alto nível de inércia térmica, foi adotado um sistema construtivo pesado e isolado. Os elementos utilizados nos componentes opacos da edificação (cobertura, paredes internas e externas) têm seus materiais e características térmicas descritas nas Tabelas 1 a 3. As propriedades térmicas dos materiais foram obtidos segundo a Biblioteca de componentes construtivos brasileiros para o uso no programa EnergyPlus [13].

Tabela 1: Composição das paredes externas

Material	Espessura (m)	Condutividade (W/m.K)	Densidade (Kg/m³)	Calor específico (J/Kg.K)
Argamassa	0,025	1,15	2000	1000
Concreto (bloco)	0,0173	1,75	2400	1000
Câmara de ar	0,0554	0,443	-	-
Concreto (bloco)	0,0173	1,75	2400	1000
EPS	0,08	0,04	35	1400
Argamassa	0,025	1,15	2000	1000

Fonte: os autores.

Tabela 2: Composição das paredes internas

Material	Espessura (m)	Condutividade (W/m.K)	Densidade (Kg/m³)	Calor específico (J/Kg.K)
Argamassa	0,025	1,15	2000	1000
Concreto (bloco)	0,0173	1,75	2400	1000
Câmara de ar	0,0554	0,443	-	-
Concreto (bloco)	0,0173	1,75	2400	1000
Argamassa	0,025	1,15	2000	1000

Fonte: os autores.

Tabela 3: Composição da cobertura

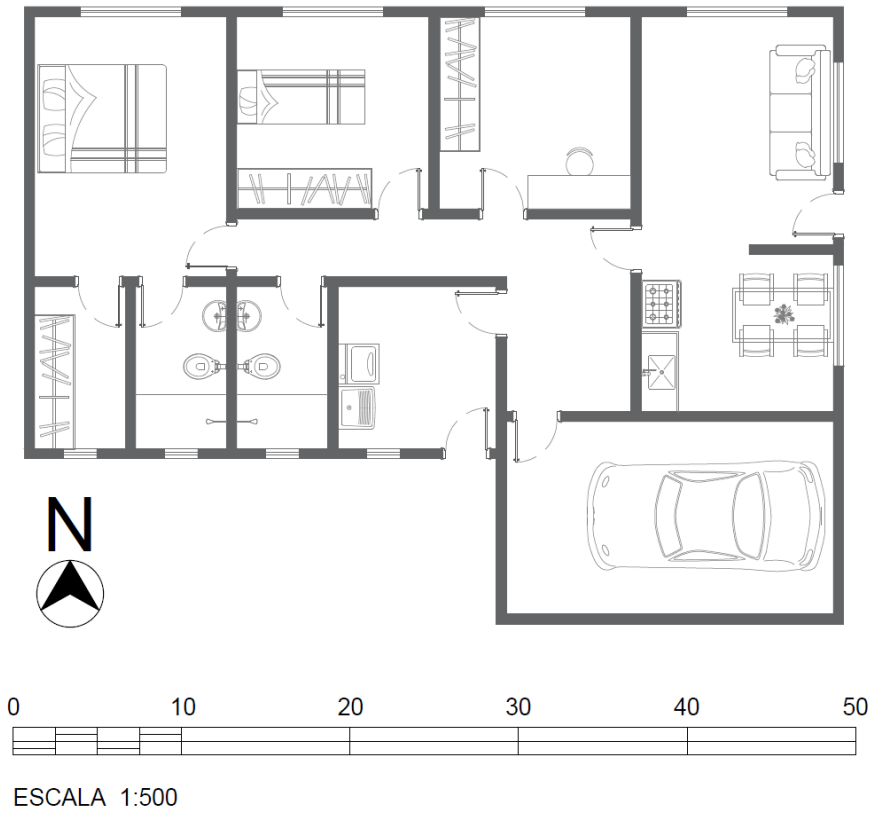
Material	Espessura (m)	Condutividade (W/m.K)	Densidade (Kg/m³)	Calor específico (J/Kg.K)
Aço + PE (polietileno)	0,042	0,042	154	1420
Câmara de ar	0,25	1,190	-	-
Concreto	0,04	1,75	2200	1000
Cerâmica	0,012	1,05	2000	920
Câmara de ar	0,046	0,565	-	-
Cerâmica	0,012	1,05	2000	920
Argamassa	0,01	1,15	2000	1000

Fonte: os autores.

Com o intuito de potencializar os ganhos de radiação solar, optou-se por platibandas ao invés de beirais. Para a implantação, adotou-se uma disposição alongada com as faces maiores voltadas para norte e sul, de modo a concentrar áreas íntimas e sociais na face norte (potencializando os ganhos solares) e áreas de serviço na face sul (Figura 2).

Também em função da necessidade de inércia térmica, optou-se por uma alta compartimentação da planta arquitetônica. A dimensão dos ambientes internos admitiu um módulo de 3 m por 3 m e as aberturas 1,5 metros por 1,2 metros.

Figura 2: Planta baixa proposta para a habitação.



Fonte: os autores.

A proposta resultou nas áreas dos ambientes da habitação apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1: Programa da habitação

Setor	**Cômodos**	**Área (m²)**
Íntimo	Suíte casal com closet e banheiro	18,28
	Quarto filho	8,12
Social	Sala de estar/jantar	9,61
	Cozinha	6,62
	Escritório	8,12
Serviços	Garagem	1,82
	Lavanderia	5,64
	BWC Social	3,24

Fonte: os autores.

Definida a planta baixa, a habitação foi modelada no Open Studio, *plugin* para SketchUp, onde as zonas térmicas foram definidas e exportadas para o EnergyPlus. No EnergyPlus, foram inseridos os *inputs* e configurados os grupos necessários para realização da simulação, tendo como resultados as temperaturas operativas internas horárias da residência. Como dados de entrada, foram utilizadas cargas térmicas de ocupação e iluminação, *schedules* de ocupação, de iluminação e de ventilação natural, temperaturas externas do ar (Ta ex), temperaturas do solo e materiais das paredes internas e envoltória e suas respectivas propriedades térmicas. A ocupação foi definida como residencial. As cargas térmicas utilizadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 4: Cargas térmicas

Tipo de carga térmica	Unidade
Pessoas	135W
Iluminação	5W/m²

Fonte: os autores.

Em relação aos *schedules*, considerou-se uma rotina de trabalho para o casal e uma rotina escolar para o filho. Os *schedules* foram modeladas apenas para as áreas de longa permanência, como sala de estar/jantar, cozinha, quartos e escritório e estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2: Schedules

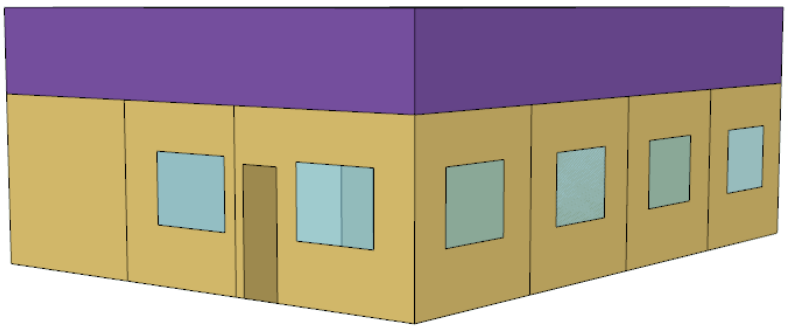
Tipo de schedule	**Objetos e definições**		
Ocupação	**Cômodo**	**Horário de ocupação**	**N° de pessoas**
	Sala de estar/jantar e cozinha	13:00 as 18:00	1
		18:00 as 20:00	2
		20:00 as 22:00	3
	Suíte	22:00 as 07:00	2
	Quarto	22:00 as 07:00	1
	Escritório	18:00 as 20:00	1
Iluminação	**Cômodo**	**Horário de acionamento**	**On/Off**
	Sala de estar/jantar e cozinha	13:00 as 22:00	On
	Suíte	22:00 as 23:00	On
	Quarto	22:00 as 23:00	On
	Escritório	18:00 as 20:00	On
Ventilação natural	**Cômodo**	**Temperatura de acionamento**	
	Todos	24°C	

Fonte: os autores.

As temperaturas externas do ar (Ta ex) correspondem às temperaturas registradas para o ano de 2008. Foi utilizado o arquivo climático EPW (EnergyPlus Weather File), obtido da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. O arquivo está disponível no site https://climate.onebuilding.org.

As simulações térmicas foram realizadas para todas as horas do ano. A residência (figura 3) foi dividida em 10 zonas térmicas (uma para cômodo) as quais foram modeladas no plugin OpenStudio para SketchUp e exportadas para o EnergyPlus.

Figura 3: Modelagem da residência.



Fonte: os autores.

A simulação da ventilação natural foi modelada utilizando o grupo *AirFlow Network* e para o cálculo de troca de calor com o solo foi utilizado o processador “Slab”, no grupo *Ground Heat Transfer* através do método de *Kusuda*.

Para gerar os dados de resultado da simulação foram gerados como *Outputs* no EnergyPlus apenas a variável *Zone Operative Temperature*.

Para finalizar a etapa 4, foi realizada uma nova plotagem de dados sobre o Diagrama Antropoclimático 2 (DA2). Desta vez, foram plotados os dados resultantes da simulação computacional via EnergyPlus. Foram utilizadas as médias das temperaturas operativas dos ambientes de permanência prolongada. Os resultados possibilitaram avaliar o desempenho térmico do partido arquitetônico adotado e a adequação das diretrizes apontadas pelo DA2.

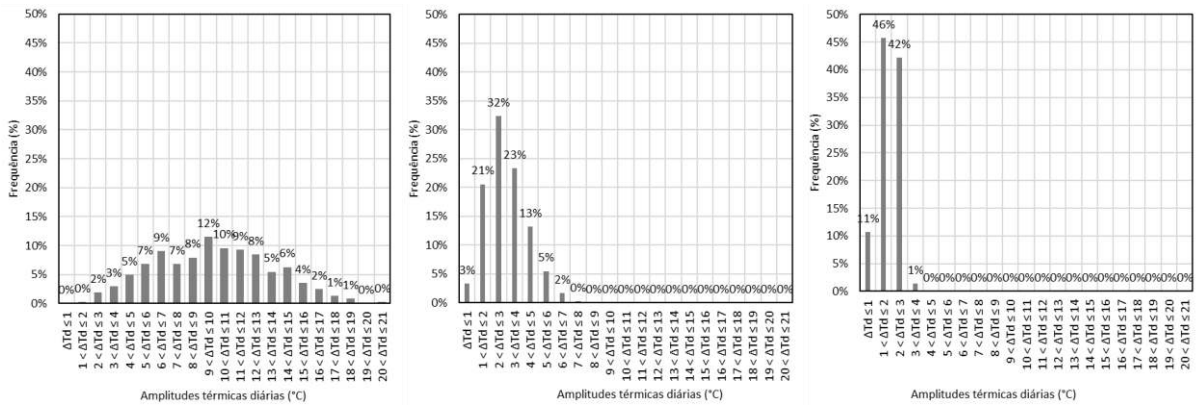
ETAPA 5 - COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Para avaliar os resultados, foram comparados diretamente os resultados obtidos das três etapas de plotagem de dados sobre os diagramas DA1 (etapa 2) e DA2 (etapas 3 e 4). Os aspectos analisados foram: a) as diferenças entre as temperaturas operativas e as temperaturas neutras (número de horas no intervalo recomendo para o interior das edificações) e demanda por aquecimento e resfriamento; e b) as amplitudes térmicas diárias (número de dias com amplitudes dentro da faixa recomendada).

RESULTADOS

Na figura 4, são apresentadas as amplitudes térmicas diárias calculadas a partir das temperaturas externas, tomadas hipoteticamente como internas (etapa 2), e comparadas com as simuladas para um ambiente interno pelo Antropo (etapa 3) e com as simuladas para o ambiente interno pelo EnergyPlus (etapa 4). As amplitudes térmicas diárias internas simuladas pelo EnergyPlus (etapa 4) apresentam valores menores (em 88% dos dias os valores estão entre 1 e 3°C) do que as amplitudes observadas na etapa 2 (que atingiram até 20°C) e do que as amplitudes simuladas na etapa 3 (que atingiam até 7°C). Isso significa que, em se tratando de dotar a habitação de inércia térmica, as orientações feitas pelo Antropo e adotadas para a elaboração do projeto foram efetivas. Em 100% dos dias os valores das amplitudes térmicas diárias do ambiente interno ficaram abaixo do limite de 5°C recomendado pelo ASHRAE [11] para aceitabilidade de 90% dos usuários em edificações condicionadas naturalmente.

Figura 4: Amplitudes térmicas diárias iniciais (à esquerda), do ambiente interno simulado pelo Antropo (ao centro) e do ambiente interno simulado pelo EnergyPlus (à direita).

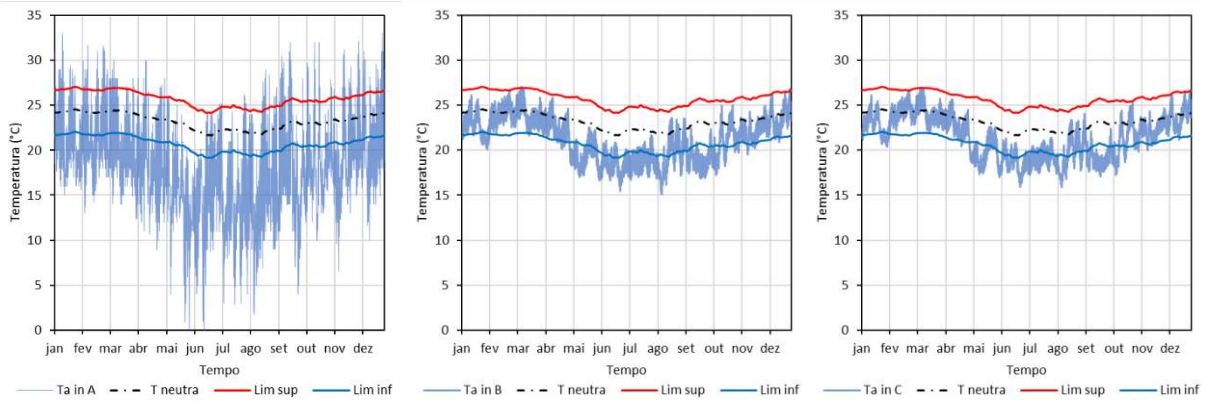


Fonte: Antropo v. 1.01.

Na figura 5, são apresentadas as temperaturas internas hipotéticas iniciais, da etapa 2; as temperaturas simuladas pelo Antropo para um ambiente interno, etapa 3; e as

temperaturas operativas internas simuladas pelo EnergyPlus, etapa 4. Considerando o intervalo recomendado pela ASHRAE [11], observa-se uma melhora nas temperaturas da etapa 2 para as das etapas 3 e 4. Na etapa 4, mesmo quando as temperaturas estão abaixo do limiar recomendado, a diferença é pequena, sendo facilmente remediada. A esse respeito, cabe observar que De Vecchi *et al*. [14] propuseram um novo intervalo para o modelo adaptativo aplicado aos climas brasileiros, chamado de intervalor de "ajuste da vestimenta". A aplicação desse intervalo pode reduzir ainda mais o número de horas nas quais ocorre desconforto por frio.

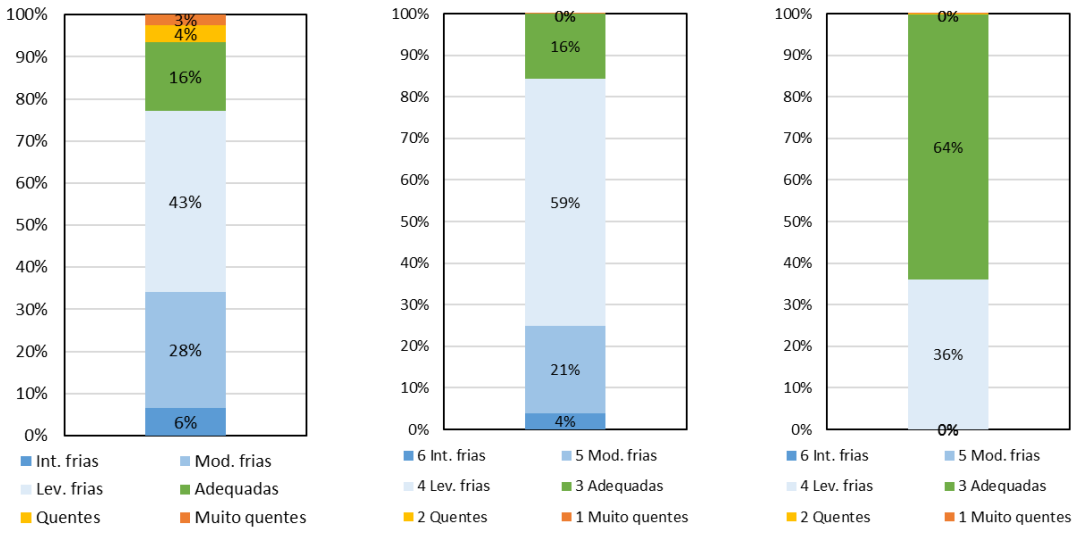
Figura 5: Temperaturas iniciais, etapa 2 (A), à esquerda; temperaturas internas simuladas pelo Antropo, etapa 3, ao centro; e temperaturas internas simuladas pelo EnergyPlus, etapa 4 (C), à direita.



Fonte: os autores.

A figura 6 mostra os resultados da análise estatística das diferenças entre as temperaturas operativas internas e as temperaturas neutras em cada uma das etapas. Observa-se que o número de horas com diferenças dentro do intervalo recomendado para o interior de edificações condicionadas naturalmente [11] foi ampliado das etapas 2 e 3 para a etapa 4, nas quais foram adotadas as recomendações dadas pelo Antropo. Novamente, isso significa o Antropo foi eficaz nas diretrizes fornecidas para a realização do projeto arquitetônico.

Figura 6: Classificação das diferenças entre as temperaturas operativas internas e as temperaturas neutras conforme o Antropo: na etapa 2 (à esquerda); na etapa 3 (ao centro); e na etapa 4 (EnergyPlus) (à direita).



Fonte: Antropo v. 1.01.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo avaliar a efetividade das diretrizes de projeto fornecidas pelos Diagramas Antropoclimáticos para o projeto de uma habitação para o clima de Curitiba considerando um partido específico: edificação unifamiliar, térrea e isolada. A efetividade das diretrizes foi avaliada considerando o desempenho térmico de um modelo cujas temperaturas internas foram obtidas via simulação computacional.

Os resultados mostram que, no caso analisado, as diretrizes fornecidas pelos diagramas foram efetivas, favorecendo o bom desempenho térmico da edificação.

Ao longo do processo, quando aplicado o DA2, este recomendou que a edificação fosse o mais compacta possível. Neste estudo, foi adotado o partido de uma edificação térrea. Sabendo-se que, para o programa arquitetônico considerado, é possível obter índices maiores de compacidade com uma edificação de dois pisos, restou a dúvida sobre qual das duas opções apresenta maior potencial enquanto edificação passiva: a térrea ou ao de dois pisos? Diante disto, fica como sugestão para estudos futuros a elaboração de uma proposta de edificação de dois pisos e comparação de seu desempenho térmico com o desempenho da edificação térrea aqui apresentada.

Os autores também sugerem avaliar outros partidos arquitetônicos para habitações no clima de Curitiba, como a habitação geminada. Essa comparação também pode ser estendida para outras localidades do Brasil.

Como última sugestão, apontam que o intervalo proposto por De Vecchi *et al*. [13] para condições moderadamente frias poderia ser incorporado aos diagramas, o que poderia resultar em maior adequação aos contextos brasileiros.

REFERÊNCIAS

[1] VASCONCELOS, I. **Construção Civil superou todas as expectativas e cresceu 9,7% em 2021.** Informativo Econômico. CBIC. 2022. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/03/informativo-economico-pib-04-marco-2022.pdf. Acesso em: 20 maio 2022.

[2] BASSO, T. M.; NOGUEIRA, C. E. C.; SILVA, D. S. Eficiência energética na construção civil no Brasil. **Acta Iguazu**, v. 4, n. 1, p. 48-56, 2015.

[3] BRIAN, E. O guia básico para a sustentabilidade. **Barcelona: Gráficas**, v. 92, 2008.

[4] GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente construído**, v. 6, n. 4, p. 51-81, 2006.

[5] OLGYAY, V.; FRONTADO, J. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.** Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

[6] GIVONI, B. Comfort, climate analysis and building design guidelines. **Energy and Buildings**, v. 18, n. 1, p. 11–23, 1992.

[7] PROJETEE. **Estratégias bioclimáticas.** Disponível em: http://projeteee.mma.gov.br/estrategias-bioclimaticas/. Acesso em: 20 maio 2022.

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15220/2005**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

[9] FERNANDES, L. C. Diagramas de apoio ao projeto baseados na ideia do conforto térmico adaptativo. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 11, p. e020030-e020030, 2020.

[10] PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. Sobre Curitiba: Perfil da Cidade de Curitiba. In: **Perfil da Cidade de Curitiba.** [S. l.]. Disponível em: https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/perfil-da-cidade-de-curitiba/174. Acesso em: 20 maio 2022.

[11] AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS - ASHRAE. **ANSI/ASHRAE Standard - 55**: Thermal environmental conditions for human occupancy. USA, 2017.

[12] CÂMARA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Lei nº 9.800: Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo no Município de Curitiba.** Curitiba: 2000.

[13] WEBER, F. da S. et al. **Desenvolvimento de um modelo equivalente de avaliação de propriedades térmicas para a elaboração de uma biblioteca de componentes construtivos brasileiros para uso no programa EnergyPlus.** Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

[14] DE VECCHI, R. *et al*. ASHRAE 55 adaptive model application in hot and humid climates: the Brazilian case. **Architectural Science Review**, v. 58, n. 1, p. 93-101, 2015.