CRITÉRIOS DE DESEMPENHO E CONFORTO TÉRMICO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS: APLICABILIDADE EM ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA DE PEQUENO PORTE

Carolina Mendonça Zina (1); Raquel Naves Blumenschein (2); Luciane Cleonice Durante (3)
(1) mestra, arquiteta, carolinamzina@gmail.com, Universidade de Brasília
(2) doutora, professora da Faculdade de Arquitetura, raquelblum@terra.com.br, Universidade de Brasília
(3) doutora, professora do Departamento de Arquitetura, luciane.durante@hotmail.com, Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

O setor da construção civil tem grande importância na busca por soluções que consumam menos recursos naturais e reduzam impactos ambientais. Iniciativas de projeto adequadas as demandas e características locais são de extrema importância, potencializando o conforto do usuário e a redução do consumo energético. Diante disso, esse estudo tem como objetivo mapear o nível de aplicabilidade de critérios de desempenho e conforto térmico de edifícios residenciais em escritórios de pequeno porte localizados na região Centro-Oeste. Foi desenvolvido um guia para apoiar escritórios de pequeno porte no desenvolvimento de projetos residenciais, considerando os critérios de desempenho e conforto térmico. O guia proposto foi elaborado a partir da revisão sistemática de literatura e dos principais sistemas de certificação. Com a aplicação do guia pôde-se perceber que, mesmo com a constatação de que ainda existem barreiras a serem superadas na busca por edificações residenciais mais sustentáveis, é possível aferir que os pequenos escritórios têm a intenção de alcançar estratégias mais sustentáveis em seus projetos. Apesar de um dos escritórios ter considerado mais da metade dos critérios de desempenho e conforto térmico como de difícil aplicabilidade, ainda assim atendeu a todas as estratégias. Dos quatro critérios propostos apenas um não foi atendido por um dos escritórios. Os resultados da pesquisa também permitem afirmar que o caminho da sustentabilidade está se tornando cada vez mais viável. No entanto faz-se necessário disponibilizar meios e ferramentas que possam fortalecer o sistema de aprendizados dos que tomam decisões no desenvolvimento de projetos de arquitetura

Palavras-chave: sustentabilidade, edifícios residenciais, certificações.

ABSTRACT

The civil construction sector has great importance in the search for solutions that consume fewer natural resources and reduce environmental impacts. Project initiatives suitable for local demands and characteristics are extremely important, enhancing user comfort and the reduction of energy consumption. Therefore, this study aims to highlight the level of applicability of residential building's performance and thermal comfort criteria in small offices located in the Midwest region of Brazil. The guide was projected to support small offices in the development of residential buildings, considering performance and thermal comfort criteria. In addition, it was based on a systematic literature review and the main certification systems. With its application it was possible to realize that, even with the existing barriers in the search of sustainable residential buildings, it is possible to demonstrate that small offices have the intention to achieve more sustainable strategies in their projects. Although one of the offices considered more than half of the performance and thermal comfort criteria as difficult to apply, it still follows all strategies. Only one of the four proposed criteria was not satisfied by one of the offices. In the end, the research results also affirm that the path of sustainability is becoming more feasible. However, it is necessary to provide means and tools that can strengthen the learning system of those who make decisions in the progress of architectural projects.

Keywords: sustainability, residential buildings, certifications.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios a serem enfrentados no século XXI são as mudanças climáticas no âmbito mundial, relacionadas ao aumento da emissão dos gases de efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO_2). Mesmo com algumas incertezas quanto aos efeitos decorrentes dessas emissões, grande parte dos pesquisadores acredita que essas alterações causam mudanças no meio ambiente, na sociedade e na saúde humana, tanto pelo aumento da temperatura, quanto pela maior frequência de eventos extremos.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), possui a função de sistematizar o conhecimento científico referente as mudanças climáticas motivadas pelas ações antrópicas, seus impactos e riscos para o meio ambiente e a humanidade. A partir do aumento que ocorreu entre os anos de 1850 até 1900 e com o monitoramento dos anos de 1960 até 2018, as previsões indicam que até 2040 ocorrerá um aumento de 1,5ºC na superfície terrestre. (IPCC, 2018). Dado preocupante, visto que no relatório anterior esse aumento seria alcançado, de acordo com as previsões mais otimistas, até o ano de 2100 (IPCC, 2014).

Diante disso, outro efeito decorrente do aumento da temperatura é a elevação do consumo de energia elétrica pelas edificações que, segundo o Balanço Energético Nacional de 2020, durante a sua fase de uso consomem 51,9% de toda a energia elétrica do Brasil, sendo o setor residencial 26,1%; comercial 17,3% e público 8,5% (BRASIL, 2020). Além disso, o setor da construção civil é responsável por quase 40% das emissões de CO_2 (IEA, 2017), por consumir 40% de matéria-prima e 17% de água potável e ainda por gerar 40% dos resíduos sólidos (EDWARDS, 2005).

De acordo com as estatísticas, é nítido o impacto ambiental negativo do setor da construção. Por outro lado, evidencia-se também seu papel primordial na promoção da sustentabilidade, uma vez que mudanças visando diminuir seus impactos negativos, geram grandes benefícios. Dessa forma, arquitetos têm grande responsabilidade no processo de busca pela sustentabilidade no setor, desenvolvendo e especificando projetos mais sustentáveis (EDWARDS, 2005).

Nesse contexto, surge o conceito do edifício de menor impacto ambiental. De acordo com a Agência Internacional de Energia, esse edifício é aquele que consome menos água e materiais, possui eficiência energética e promove qualidade do ambiente interno, sendo denominado edifício verde (IEA, 2008). Para tanto, o edifício deve ser projetado para se beneficiar da relação com o entorno onde será inserido, adquirindo, assim, qualidade proveniente da diversidade das condições ambientais de cada local, e com isso melhor desempenho ambiental.

Em paralelo às questões conceituais do edifício verde, o marketing associado à sustentabilidade de empreendimentos da construção civil tem se mostrado agressivo, camuflando os custos ambientais e sociais. Ou seja, empreendimentos construídos desconsiderando temas cernes da sustentabilidade na indústria da construção civil, tais como a minimização do uso de matérias primas virgens, de água, de geração de resíduos e condições de segurança e saúde dos trabalhadores, bem como condições ilegais da mão de obra se apresentam como sustentáveis ao adotar em seus projetos, por exemplo, apenas reutilização da água da chuva. A questão que se apresenta é, então, o quão sustentável é o empreendimento se comparado a um edifício de real menor impacto ambiental?

Como uma forma de contribuir com essa avaliação foram criadas as certificações, que servem como uma espécie de *checklist* para verificar quais critérios o edifício cumpre e com isso garantir um nível de desempenho. As certificações de edifícios constituem-se de métricas para que as edificações possam ser avaliadas e checadas quanto ao seu nível de desempenho, quantificando o consumo de água, materiais e energia, dentre outros.

Porém, algumas certificações revelaram-se um instrumento com ação restrita, devido a sua estrutura que viabiliza sua aplicação apenas em empreendimentos de grande porte, fazendo com que as pequenas construções fiquem de fora desse processo (SILVA, 2014). Mesmo as certificações que se aplicam a construções de pequeno porte possuem altos custos e, por isso, os sistemas se tornam contrários aos "pressupostos éticos clássicos de livre acesso à informação, afasta-se do cidadão comum e, consequentemente, da sustentabilidade" (SILVA, 2014, p. 310).

Por isso, iniciativas que divulguem a informação e a disponibilize de fácil acesso são extremamente necessárias. O guia desenvolvido poderá impulsionar a capacitação e aprendizagem em pequenas empresas por meio da identificação de práticas mais sustentáveis, o que leva à melhoria do desempenho ambiental de seus projetos. Diante disso, a contribuição dessa pesquisa é evidenciar o nível de aplicabilidade dos critérios relacionados ao conforto e desempenho térmico de edificações residenciais, a partir do ponto de vista dos pequenos escritórios da região Centro-Oeste brasileira.

2. OBJETIVO

Mapear a percepção dos escritórios de arquitetura de pequeno porte referentes aos critérios de conforto e desempenho térmico em projetos residenciais.

3. MÉTODO

Para o desenvolvimento da pesquisa proposta, foram definidos os seguintes passos metodológicos:

a) Identificação de critérios de desempenho e conforto térmico para edificações residenciais, a partir da revisão sistemática de literatura;
b) Identificação de critérios de desempenho e conforto térmico para edificações residenciais, a partir dos principais sistemas de certificação do mundo;
c) Elaboração de um guia com critérios de desempenho e conforto térmico para edificações residenciais;
d) Envio do guia a ser respondido por quatro escritórios localizados na região Centro-Oeste.

3.1. Identificação de critérios de desempenho e conforto térmico para edificações residenciais, a partir da revisão sistemática de literatura

A revisão da literatura foi realizada de acordo com os pressupostos da Revisão Sistemática, em que é realizado estudo secundário para mapear, encontrar, avaliar criticamente, consolidar e agregar os resultados de estudos primários relevantes a respeito de um tópico de pesquisa específico (DRESCH et al., 2015). É sistemática porque deve seguir um método explícito, planejado, responsável e justificável (MORANDI; CAMARGO, 2015).

O tópico a ser trabalhado nessa revisão foi o Desempenho Ambiental de Edificações Residenciais, focando neste trabalho no desempenho e conforto térmico. Com isso, pretende-se responder a seguinte questão: Quais os critérios utilizados na avaliação de edifícios residenciais?

Os bancos de dados utilizados foram Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Portal de Periódicos CAPES/MEC, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), Repositórios Institucionais das Universidades (UNICAMP, USP, UNB, UFMG, UFSCAR, UFRGS, UFPR, UFF, UFMT, UFPB, UFBA, UFAM, UFG, UFPA, UFPI, UFC, UFAL, UFMA, UFS, UFRN, UFPE, UFES, UFRJ, UFSC, UFMS) e Web Of Science. A busca foi realizada com os descritores *certificação and habitação*; *"construção sustentável" and habitação*; *"desempenho ambiental de edificações"*; *desempenho and habitação*. Também foi realizada busca em inglês com os descritores *"environmental certification" and "residential building"*; *"sustainable construction" and "residential building"*; *"building environmental performance"*; *"housing performance"*. A busca em todos os bancos foi delimitada em um período de 10 anos, de 2009 até 2019.

As publicações identificadas na pesquisa foram pré-selecionadas a partir da leitura do título e dos resumos. Posteriormente, foi realizada a leitura na íntegra dos trabalhos, que foram selecionados de acordo com os pressupostos de Dresch et al. (2015). Essa análise compreendeu três dimensões: i) a qualidade da execução do estudo; ii) a adequação à questão da revisão; e iii) a adequação ao foco da revisão.

A partir disso, foram analisados 34 trabalhos, desses apenas nove apresentaram critérios de avaliação e somente sete abordaram critérios de desempenho e conforto térmico. Assim, os critérios apresentados foram agrupados conforme Tabela 1.

Tabela 1: Interação entre os trabalhos. Fonte: Elaboração própria.

Critérios de avaliação	Fagundes (2009)	Godoi (2012)	Machado (2013)	Jankovic (2017)	Rebêlo (2018)	Luther (2009)	Franzitta et al. (2010)
Orientação e sombreamento	X	X	X	X	X		
Propriedades térmicas dos materiais das fachadas e cobertura		X	X	X			
Ventilação natural	X	X	X	X	X	X	X
Condicionamento térmico passivo					X		

3.2. Identificação de critérios de desempenho e conforto térmico para edificações residenciais, a partir dos principais sistemas de certificação do mundo

Para a revisão e sobreposição dos critérios foram compiladas as ferramentas de avaliação de desempenho ambiental de edificações residenciais, sendo elas: o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (BRASIL, 2012), BREEAM (Building Research Establishment, 2016), LEED (U.S. Green Building Council, 2019), DGNB (German Sustainable Building Council, 2018), AQUA-HQE (Fundação Carlos Alberto Vanzolini, 2018), Selo Casa Azul (Caixa Econômica Federal, 2010) e GBC Brasil Casa (Green Building Council Brasil, 2017). Após a leitura na íntegra das ferramentas apresentadas, foi realizada uma sobreposição entre elas a fim de elencar os critérios de conforto e desempenho térmico, conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Interação entre as ferramentas de certificação. Fonte: Elaboração própria.

Critérios de avaliação	BREEAM	LEED	DGNB	AQUA/HQE	RTQ-R	SELO CASA AZUL	GBC Brasil CASA
Modelagem térmica	X						
Adaptabilidade para um cenário futuro de mudanças climáticas	X						
Controle e zoneamento térmico	X						
Exaustão local		X	X				
Ventilação mecânica		X					
Condicionamento térmico ativo			X				
Temperatura operativa			X				
Temperatura radiante assimétrica			X				
Umidade relativa			X				
Percentual de horas ocupadas em conforto				X			
Propriedades térmicas dos materiais das fachadas e cobertura				X	X	X	X
Ventilação natural				X	X		X
Orientação ao sol				X		X	X
Condicionamento térmico passivo						X	

3.3. Elaboração de um guia de desempenho e conforto térmico para edificações residenciais

A partir da revisão sistemática de literatura e dos principais sistemas de certificação, foi possível elencar principais critérios de desempenho e conforto térmico a serem atendidos. A Figura 1 ilustra o método de construção do guia.

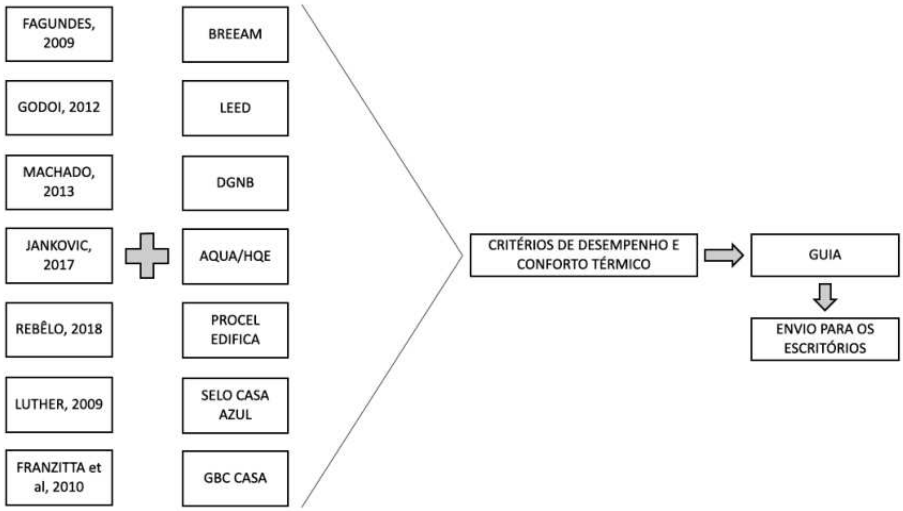


Figura 1: Resumo da bibliografia utilizada para a construção do guia. Fonte: Elaboração própria.

Diante disso, a Figura 2 apresenta os critérios presentes nesse guia, sendo eles: i) propriedades térmicas da envoltória; ii) percentual de abertura; iii) sombreamento e/ou exposição solar e; iv) condicionamento térmico passivo. A seguir serão descritos cada critério e a sua forma de comprovação de atendimento.



Figura 2: Critérios de Desempenho e conforto térmico. Fonte: Elaboração própria.

3.3.1. Propriedades térmicas da envoltória

A definição dos materiais impacta diretamente no ganho de calor do edifício pela envoltória. Por isso, para cada Zona Bioclimática o projeto deve atender aos parâmetros estabelecidos nos documentos da NBR 15220-3 (ABNT, 2005), ABNT NBR 15575-4 (ABNT, 2005), ABNT NBR 15575-5 (ABNT, 2013) e RTQ-R (BRASIL, 2012). As variáveis dos materiais presentes nesses documentos são: absortância solar, transmitância térmica e capacidade térmica, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Pré-requisitos de absortância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para as diferentes Zonas Bioclimáticas. Fonte: Adaptado do RTQ-R, ABNT NBR 15575-4, ABNT NBR 15575-5.

Zona Bioclimática	Componente	Absortância solar (adimensional)	Transmitância térmica ($W/(m^2K)$)	Capacidade térmica ($kJ/(m^2K)$)
ZB1 e ZB2	Parede	Sem exigência	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	Sem exigência	$U \leq 2,30$	Sem exigência
ZB3 a ZB6	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	$CT \geq 130$
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 1,50$	Sem exigência
ZB 7	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	$CT \geq 130$
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,4$	$U \leq 1,50$	Sem exigência
ZB 8	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	Sem exigência
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	Sem exigência
	Cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,4$	$U \leq 1,50$	Sem exigência

3.3.2. Percentual de abertura

A ventilação é um tipo de condicionamento térmico passivo e atua como adequação bioclimática do projeto. Como forma de utilizá-la na edificação devem ser consideradas as velocidades e a frequência predominantes dos ventos por estação/mês (LAMBERTS, TRIANA, 2010).

Além do posicionamento adequado das janelas, o projeto também deve atender ao percentual de abertura para ventilação indicado para cada Zona Bioclimática estabelecido na NBR 15575-4 (ABNT, 2013) e no RTQ-R (BRASIL, 2012), conforme Tabela 4.

Tabela 4: Percentual de áreas mínimas para ventilação em relação à área útil do ambiente. Fonte: Adaptado do RTQ-R, ABNT NBR 15575-4

Ambiente	Percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (A)		
	ZB 1 a 6	ZB 7	ZB 8
Ambientes de permanência prolongada	$A \geq 8\%$	$A \geq 5\%$	$A \geq 10\%$

Nota: Nas ZB 1 a 7 e nas cidades que possuam médias mensais das temperaturas mínimas abaixo de 20°C, as aberturas para ventilação devem ser passíveis de fechamento durante o período de frio (excetuam-se as áreas de ventilação de segurança como as relativas às instalações de gás).

3.3.3. Sombreamento e/ou exposição solar

O estudo da insolação local é outra forma de adequação bioclimática, para isso é importante considerar a carta solar local, para visualizar a disponibilidade de sol e propor a implantação conforme as necessidades. A

NBR 15220-3 (ABNT, 2005) traz a informação da necessidade de permitir sol ou de sombrear as aberturas. Por isso, o projeto deve atender a este critério, conforme Tabela 5.

Tabela 5: Sombreamento das aberturas. Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15220-3.

Zonas Bioclimáticas 1, 2 e 3	Zonas bioclimáticas 4 a 8
Permitir sol durante inverno	Sombrear aberturas

3.3.4. Condicionamento térmico passivo

Cada zona bioclimática brasileira tem estratégias de condicionamento térmico passivo mais adequadas. Com isso, esse critério visa estabelecer a adequação em cada zona, conforme a NBR 15220-3 (ABNT, 2005). Para isso, o projeto deve atender às estratégias de condicionamento térmico passivo expostas na norma, de acordo com a Zona Bioclimática, conforme Tabela 6

Tabela 6: Estratégias de condicionamento térmico passivo. Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15220-3.

Zonas Bioclimáticas	Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
ZB 1	Inverno	Aquecimento solar da edificação Vedações internas pesadas (inércia térmica)
ZB 2	Verão	Ventilação cruzada
	Inverno	Aquecimento solar da edificação Vedações internas pesadas (inércia térmica)
ZB 3	Verão	Ventilação cruzada
	Inverno	Aquecimento solar da edificação Vedações internas pesadas (inércia térmica)
ZB 4	Verão	Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)
	Inverno	Aquecimento solar da edificação Vedações internas pesadas (inércia térmica)
ZB 5	Verão	Ventilação cruzada
	Inverno	Vedações internas pesadas (inércia térmica)
ZB 6	Verão	Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)
	Inverno	Vedações internas pesadas (inércia térmica)
ZB 7	Verão	Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)
ZB 8	Verão	Ventilação cruzada permanente

3.4. Envio do guia a ser respondido para quatro escritórios localizados na região Centro-Oeste

O guia foi aplicado inicialmente em apenas um escritório, para teste e ajustes, considerando possíveis erros ou inadequações. Posteriormente, foi realizada a aplicação em mais três escritórios, totalizando quatro aplicações.

Cada escritório recebeu primeiramente por e-mail um documento com o termo de consentimento livre e esclarecido, em que foi feito o convite para participarem da pesquisa e assinado confirmando a participação voluntária na pesquisa. Em um segundo momento, foi enviado o arquivo em PDF com a descrição dos critérios do guia. Além de um arquivo em Excel com uma planilha em que eles poderiam preencher as lacunas do atendimento ao critério, registrando se o projeto que eles estavam avaliando atendia ou não aquele critério; o nível de aplicabilidade no critério, se era fácil, difícil ou impossível; o motivo do não atendimento ao critério e; observações caso julgasse necessário.

O escritório A está localizado na cidade de Cuiabá, Mato Grosso e é composto por três arquitetos e tem uma média de 34 projetos desenvolvidos e em desenvolvimento. O escritório B está localizado na cidade de Cuiabá, Mato Grosso e é composto por três arquitetos e tem uma média de dois a três projetos desenvolvidos por mês. O escritório C também está localizado na cidade de Cuiabá, Mato Grosso e é composto por dois arquitetos e tem uma média de 22 projetos desenvolvidos e em desenvolvimento. O escritório D está localizado na cidade de Brasília, Distrito Federal e é composto apenas por um arquiteto com mais de 30 projetos já desenvolvidos.

4. RESULTADOS

Os resultados foram analisados sob duas perspectivas: 1) pelo atendimento aos critérios que cada escritório apontou; e 2) pelo nível de aplicabilidade dos critérios que cada escritório determinou. Assim foi possível mapear a percepção dos escritórios de pequeno porte sobre os critérios de desempenho ambiental de edificações residenciais.

Pelo atendimento aos critérios que cada escritório evidenciou, o critério de "Propriedades térmicas da envoltória" foi atendido pelos escritórios A, C e D, e não atendido pelo escritório B. Os critérios "Percentual de abertura", "Sombreamento e/ou exposição solar" e "Condicionamento térmico passivo" foram atendidos por todos os escritórios. O atendimento a esses critérios demonstra que os projetos desenvolvidos por esses escritórios levam em consideração as condições locais, tentando diminuir as trocas térmicas com o exterior para diminuir o consumo de energia. A Tabela 7 apresenta um resumo dos critérios atendidos ou não.

Tabela 7: Síntese dos resultados obtidos de atendimento. Fonte: Elaboração própria.

Desempenho e conforto térmico	**Escritórios**			
Critérios	**A**	**B**	**C**	**D**
Propriedades térmicas da envoltória	SIM	NÃO	SIM	SIM
Percentual de abertura	SIM	SIM	SIM	SIM
Sombreamento e/ou exposição solar	SIM	SIM	SIM	SIM
Condicionamento térmico passivo	SIM	SIM	SIM	SIM

Já pelo nível de aplicabilidade, o critério "Propriedades térmicas da envoltória" foi classificado de fácil aplicabilidade apenas pelo escritório D, os escritórios A, B e C consideraram esse critério difícil de ser aplicado. Isso pode ser justificado pela falta de informação acerca das propriedades e por muitas vezes apenas reproduzir o método convencional sem saber que para essa composição de parede existem os valores das propriedades. O critério "Percentual de abertura" foi considerado de fácil aplicação pelos escritórios B e D e difícil pelos escritórios A e C, mesmo sendo algo necessário para aprovação do projeto nos órgãos competentes.

O critério "Sombreamento e/ou exposição solar" foi classificado de fácil aplicabilidade pelos escritórios B, C e D e difícil pelo escritório A, mesmo sendo uma prática do escritório. O critério "Condicionamento térmico passivo" foi considerado de fácil aplicabilidade pelos escritórios B e C e difícil pelos escritórios A e D, mesmo ambos apresentando que este critério foi atendido. A Tabela 8 apresenta um resumo do nível de aplicabilidade de cada critério.

Tabela 8: Síntese dos resultados obtidos do nível de aplicabilidade. Fonte: Elaboração própria.

Desempenho e conforto térmico	**Escritórios**			
Critérios	**A**	**B**	**C**	**D**
Propriedades térmicas da envoltória	DIFÍCIL	DIFÍCIL	DIFÍCIL	FÁCIL
Percentual de abertura	DIFÍCIL	FÁCIL	DIFÍCIL	FÁCIL
Sombreamento e/ou exposição solar	DIFÍCIL	FÁCIL	FÁCIL	FÁCIL
Condicionamento térmico passivo	DIFÍCIL	FÁCIL	FÁCIL	DIFÍCIL

Por fim, foram contabilizados quantos critérios foram considerados fáceis, difíceis ou impossíveis, de acordo com cada escritório. O escritório A apontou que dos 5 critérios propostos, 1 foi de fácil aplicabilidade e 4 difíceis. O escritório B considerou 4 critérios de fácil aplicação e 1 difícil. O escritório C classificou 3 critérios de fácil aplicabilidade e 2 difíceis. O escritório D considerou 4 critérios de fácil aplicação e 1 difícil. Nenhum critério foi considerado de impossível aplicação. A tabela 9 apresenta o resumo dessa quantificação.

Tabela 9: Quantificação da aplicabilidade dos critérios. Fonte: Autoria própria.

Aplicabilidade	**Escritórios**			
	A	**B**	**C**	**D**
FÁCIL	0	3	2	3
DIFÍCIL	4	1	2	1
TOTAL	4	4	4	4

5. CONCLUSÕES

Com a aplicação do guia pôde-se perceber que, mesmo com a constatação de que ainda existem barreiras a serem superadas na busca por edificações mais sustentáveis, é possível aferir que os pequenos escritórios têm a intenção de alcançar estratégias mais sustentáveis em seus projetos. Apesar de um dos escritórios ter considerado mais da metade dos critérios de desempenho e conforto térmico como de difícil aplicabilidade, ainda assim atendeu a todas as estratégias. Apenas o critério de propriedades térmicas da envoltória não foi atendido por um dos escritórios.

Importante ressaltar que alguns critérios das certificações só podem ser atendidos caso seja uma demanda do cliente, porque necessitam de um maior investimento inicial de instalação. Porém, o atendimento aos critérios de desempenho e conforto térmico demonstra que os profissionais estão se dedicando a projetos mais sustentáveis.

No desenvolvimento da pesquisa não foi possível identificar as justificativas do grau de dificuldade da aplicação dos critérios. Algumas questões se apresentam relevantes para o entendimento da dificuldade de aplicação dos critérios considerados de difícil aplicabilidade: a falta de conhecimento sobre o tema; a falta de mão de obra local especializada nesse tipo de construção; a falta de profissionais capacitados para desenvolvimento desse tipo de projeto; a falta de incentivos do poder público; a falta de conscientização dos clientes. Essas questões, apesar de não terem sido respondidas, levam a uma importante reflexão e são levantadas para futuras considerações sobre o tema.

Os resultados da pesquisa também permitem afirmar que o caminho da sustentabilidade está se tornando cada vez mais viável. No entanto faz-se necessário disponibilizar meios e ferramentas que possam fortalecer o sistema de aprendizados dos que tomam decisões no desenvolvimento de projetos de arquitetura. A principal aplicação do guia desenvolvido nesse trabalho visa, particularmente contribuir com esse fortalecimento. Nesse contexto duas questões são ainda relevantes: Será que se essa ferramenta fosse aplicada há 10 anos atrás teríamos o mesmo resultado? E daqui 20 anos, será que avanços vão ocorrer?

Os critérios aqui listados não buscaram ser tratados como algo imutável, pelo contrário, estão dispostos a evoluírem e a se modificarem conforme os parâmetros de sustentabilidade forem sendo absorvidos em produtos e processos. O entendimento é que estes sirvam como ponto de partida para a busca da construção de edificações mais sustentáveis e mais responsivas ao meio em que se inserem. Além disso, o guia proposto oferece uma estrutura de raciocínio e introduz um padrão mais sustentável para projetos residenciais que pode ser absorvido por pequenos escritórios de arquitetura em sua prática cotidiana de projeto, visto que ao responderem a planilha proposta tiveram a oportunidade de entrar em contato com estratégias mais sustentáveis.

Contribuir para o desenvolvimento de edificações mais sustentáveis não é só um objeto de marketing, mas uma reflexão acerca do impacto causado pelo setor da construção. É preciso mudar a maneira de se projetar e levar em consideração as condicionantes climáticas do local, diminuindo o consumo de energia e gerando mais conforto para os usuários. Assim, a diversidade de soluções adaptadas ao local gerará qualidade para aqueles que habitam e menor impacto ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220:** Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575:** Iluminação de ambientes de trabalho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012**. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R). Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional 2020: ano base 2019**. Brasília, 2020.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT (BRE). **BREAAM International New Construction: Technical Manual.** Reino Unido, 2016 Disponível em: <https://www.breeam.com/discover/technical-standards/newconstruction/>. Acesso em: 10 mar. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). **Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas e Letras, 2010. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/projetos/manual-selo-casa-azul-caixa>. Acesso em: 15 mar. 2019.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN (DGNB). **DGNB System Version 2018**. Disponível em: <https://www.dgnb-system.de/en/buildings/new-construction/criteria/>. Acesso em: 13 mar. 2019.

DRESCH, A., LACERDA, D. P., ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research**: método de pesquisa para o avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.

EDWARDS, B. **O Guia Básico para a Sustentabilidade**. Barcelona: GG, 2005.

FAGUNDES, C. M. N. **Contribuições para uma arquitetura mais sustentável**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.
FRANZITTA, V., GENNUSA, M., PERI, G., RIZZO, G., SCACCIANOCE, G. Toward a European Eco-label brand for residential buildings: Holistic or by-components approaches? **Energy**, v. 36, n. 4, p.1884-1892, out. 2010. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544210005001?via%3Dihub>. Acesso em: 5 ago. 2019.
FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI (FCAV) E CERWAY. **Referencial de avaliação da qualidade ambiental do edifício – Edifícios residenciais**. Agosto, 2018. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/aqua/categoria-documentos/informacoes-gerais/>. Acesso em: 15 mar. 2019.
GODOI, B. C. S. **Requisitos de sustentabilidade para o desenvolvimento de projetos residenciais multifamiliares em São Paulo**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
GONÇALVES, J. C. S. Introdução. In: GONÇALVES, J. C. S., BODE, K., organizadores. **Edifício ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.
GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4.1 Building Design and Construction**. Abril, 2019. Disponível em: < https://www.usgbc.org/leed>. Acesso em: 12 mar. 2019.
GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificação Green Building Council Brasil Casa**: guia rápido. Agosto, 2017. Disponível em: < https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-casa/documentos/>. Acesso em: 13 mar. 2019.
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2014: Synthesis Report**. Disponivel em: <https://issuu.com/unipcc/docs/syr_ar5_final_full_wcover>. Acesso em: 20 dez. 2018.
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Global Warming of 1.5oC – Special Report, 2018.** Disponivel em: <https://www.ipcc.ch/sr15/>. Acesso em: 04 abr. 2019.
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Energy technology perspectives 2008: Scenarios and strategies to 2050**. Paris: IEA, 2008.
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Energy technology perspectives 2017**. Paris: IEA, 2017.
JANKOVIC, M. M. G. S. **Estudo de caso de uma habitação de baixo impacto ambiental na cidade de Natal/RN.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
LAMBERTS., TRIANA, M. A. Categoria 2: Projeto e Conforto. In: JOHN, V. M., PRADO, R. T. A. **Selo Casa Azul - Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.
LUTHER, M. B. Developing an 'as performing' building assessment. **Journal of green building**, v. 4, n. 3, p. 113-120, jul. 2009. Disponível em: < http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30024620/luther-developingan-2009.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2019.
MACHADO, J. J. **Análise da Sustentabilidade de empreendimentos habitacionais vinculados a políticas públicas no período 2008-2010: aplicabilidade de requisitos Greenbuilding na construção civil de Manaus**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.
MONTEIRO, L. M. Conforto ambiental e as possibilidades do modelo adaptativo. In: GONÇALVES, J. C. S., BODE, K., organizadores. **Edifício ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.
MORANDI, M. I. W. M., CAMARGO, L. F. R. Revisão sistemática da literatura. In: DRESCH, A., LACERDA, D. P., ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research**: método de pesquisa para o avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.
PEREIRA, M. C. **Mutabilidade e habitação de interesse social: precedentes e certificação**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
REBÊLO, M. M. P. S. **Sustentabilidade ambiental para projetos residenciais em Maceió-AL: procedimentos metodológicos para adequação de ferramenta de avaliação**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.
SILVA, G. B. **As certificações como instrumento ético de sustentabilidade ambiental em edificações da construção civil**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio e fomento a este trabalho de pesquisa.