



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

MAELY SILVA PASSOS

**ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS DA NBR 15575
PARA O DESEMPENHO TÉRMICO DAS EDIFICAÇÕES NO BRASIL**

**PALMAS
2021**

MAELY SILVA PASSOS

**ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS DA NBR 15575
PARA O DESEMPENHO TÉRMICO DAS EDIFICAÇÕES NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel no Curso Superior de Engenheiro Civil do Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas.

Orientadora: Prof.^a Dra. Liliane Flávia Guimarães da Silva.

Coorientadora: Prof.^a Me. Suzy Barbosa Melo Moreno.

**PALMAS
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

P289a Passos, Maely Silva
 Análise dos principais impactos da NBR 15575 para o
 desempenho térmico das edificações no Brasil / Maely Silva Passos.
 – Palmas, TO, 2021.
 60 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2021.

Orientadora: Dra. Liliâne Flávia Guimarães da Silva
Coorientadora: Ma. Suzy Barbosa Melo Moreno

1. NBR 15575. 2. Conforto Térmico. 3. Desempenho Térmico. I.
Silva, Liliâne Flávia Guimarães da. II. Moreno, Suzy Barbosa Melo.
III. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

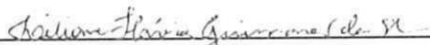
**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**

**ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS DA NBR 15575
PARA O DESEMPENHO TÉRMICO DAS EDIFICAÇÕES NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do curso de Engenharia Civil do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Tocantins - Campus Palmas, como
exigência à obtenção do grau em Engenheiro Civil.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

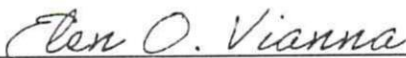


Prof.^a Dra. Liliane Flávia Guimarães da Silva.
Orientadora

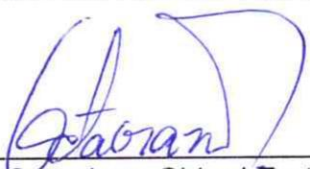
SUZY BARBOSA MELO
MORENO:32331630100

Assinado de forma digital por SUZY BARBOSA MELO
MORENO:32331630100
Dados: 2021.12.16 10:57:26 -03'00'

Prof.^a Me. Suzy Barbosa Melo Moreno.
Coorientadora



Prof.^a Dra. Elen Oliveira Vianna.



Prof. Me. Octaviano Sidnei Furtado

AGRADECIMENTOS

São muitos os agradecimentos neste momento de realização ao fim desta etapa em minha vida.

Agradeço à Deus por ter me concedido saúde e forças para superar todas as dificuldades e, enfim, ter chegado até aqui.

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a Liliane Flávia Guimarães da Silva e a minha coorientadora Prof.^a Me. Suzy Barbosa Melo Moreno pela disponibilidade, paciência e sabedoria com que me guiaram nesse percurso.

Aos meus pais, Marilda e Miguel, minha irmã Mayla, meu irmão Marcel e minha namorada Natielle que me incentivaram e apoiaram em todos os momentos.

Agradeço a todos da minha família que me ajudaram em algum momento durante essa caminhada.

Aos meus amigos e colegas por sempre estarem ao meu lado me ajudando em todos os acertos e erros durante toda a caminhada.

Enfim, a todos que de algum modo fizeram parte da minha formação e contribuíram para a realização deste sonho.

RESUMO

A NBR 15575 é uma norma que trata do desempenho de edificações habitacionais e apresenta características indispensáveis de uma obra para o consumidor, com o objetivo de prezar pelo conforto, acessibilidade, higiene, estabilidade, vida útil da construção, segurança estrutural e contra incêndios. Entre os temas elencados na Norma, no presente trabalho, a proposta é abordar o âmbito do desempenho térmico e analisar o impacto que a mesma ocasionará no desempenho térmico dos edifícios. A indústria da construção civil, como um todo, está sujeita à impactos devido à demanda por recursos sustentáveis. E como o assunto sustentabilidade tem sido um dos mais debatidos nos últimos anos, o desempenho térmico das edificações tem um papel importante nesse tema, tendo em vista que a eficiência térmica de uma edificação resulta em uma residência que consuma menos energia elétrica. Assim, o objetivo é apresentar as principais dificuldades encontradas pelos profissionais na implementação do desempenho térmico das edificações. A partir disso, se faz necessário um estudo por meio de pesquisa bibliográfica, referenciando a importância do desempenho térmico para o bem-estar dos usuários, uma vez que com uma sensação agradável, seu gasto energético é menor e, portanto, o gasto de energia tende a diminuir, tendo assim uma melhor eficiência energética e menores custos. Dentre o leque de vantagens que o desempenho térmico satisfatório pode acarretar, estão a melhor produtividade e melhor qualidade de vida. Logo, a satisfação resultante é o principal diferencial desse parâmetro, quando atendido, uma vez que a edificação como um todo torna-se mais harmônica e transmite essa sensação aos usuários, o que é muito relevante já que o Brasil é um país com regiões predominantemente quentes, como a região Norte. O presente trabalho utilizou como metodologia a pesquisa bibliográfica e documental, revisão literária de artigos acadêmicos de 2001 a 2021 e teve como base principal e de alguns livros para leitura complementar. Por fim, pode-se afirmar que a maioria dos apontamentos que os autores propuseram sobre as melhorias à norma 15575 para o desempenho térmico satisfatório foram atendidos com a atualização, como foi o caso da adoção de simulações anuais ao invés dos dias típicos de verão e inverno; da consideração da edificação na fase de uso e operação; da avaliação da edificação em duas condições de uso: com e sem ventilação natural; da análise comparando um modelo de edifício projetado e um modelo de referência; e do estabelecimento de novos indicadores para a avaliação do desempenho térmico.

Palavras-chave: NBR 15575. Conforto Térmico. Desempenho Térmico.

ABSTRACT

NBR 15575 is a standard that deals with the performance of residential buildings and presents indispensable characteristics of a work for the consumer, with the objective of valuing comfort, accessibility, hygiene, stability, construction life, structural and fire safety. Based on this assumption, this work has as its theme the analysis of the main impacts that NBR 15575 can bring to the thermal performance of buildings in Brazil. Civil construction was also impacted and had to reinvent itself, they had to look for sustainable resources to meet the needs of buildings. And as the issue of sustainability has been one of the most debated in recent years, the thermal performance of buildings plays an important role in this issue, given that good thermal efficiency in a building results in a residence that consumes less electricity. This aims to present the main difficulties encountered by professionals in implementing the thermal performance of buildings. From this, a study through bibliographic research is necessary, referencing the importance of thermal performance for the well-being of users, since with a pleasant sensation, their energy expenditure is lower and, therefore, energy expenditure tends to decrease, thus having better energy efficiency and lower costs. Among the range of advantages that a satisfactory thermal performance can bring are better productivity and better quality of life. Therefore, the resulting satisfaction is the main differential of this parameter, when met, since the building as a whole becomes more harmonious and conveys this feeling to users, which is very relevant since Brazil is a country with considerable regions. hot, like the North region. The present work used bibliographic and documentary research as a methodology, literary review of academic articles from 2001 to 2021 and had as its main basis and some books for further reading. Finally, it can be said that most of the notes that the authors proposed on improvements to the Standard 15575 for satisfactory thermal performance were met with the update, as was the case with the adoption of annual simulations instead of typical summer days and winter; the consideration of the building under two conditions of use: with and without natural ventilation; the analysis comparing a projected building model and a reference model; and the establishment of new indicators for the evaluation of thermal performance.

Keywords: NBR 15575. Thermal Comfort. Thermal Performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Zoneamento Bioclimático Brasileiro	22
Figura 2 – Cronograma histórico das normas de desempenho	24
Figura 3 – Métodos de avaliação de desempenho térmico	27

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Percentual de abertura para ventilação	30
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diagnóstico de desempenho térmico segundo o procedimento de simulação computacional	27
Tabela 2 – Percentual de abertura para ventilação (Pv.APP)	30
Tabela 3 – Percentual de elementos transparentes quanto a área de superfície	31
Tabela 4 – Transmitância térmica de referência para coberturas	32
Tabela 5 – Artigos pesquisados e os utilizados (marcados).....	38
Tabela 6 – Resultado do trabalho referente a NBR 15575	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
PMV	Voto Médio Estimado
PPD	Previsão quantitativa do número de pessoas que vão estar insatisfeitas com um certo clima ambiente
ENCAC	Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
EPBD	Energy Performance of Building Directive
ISO	Organização Internacional de Normalização
SCATs	Smart Controls and Thermal Comfort
HVAC	Avaliação do desempenho do edifício e dos sistemas de condicionamento térmico
EM	Norma de Conforto Europeia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LABEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
COMAT	Comissão de Materiais, Tecnologia, Qualidade e Produtividade
PHFT	Percentual de Horas dentro da Faixa de Temperatura operativa
CggTT	Carga Térmica Total
Pv,APP	Percentual de abertura para ventilação
SVVVE	Sistemas de vedações verticais externas
UCOB	Transmitância térmica de coberturas
UH	Unidades habitacionais
APP	Ambientes de permanência prolongada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo geral.....	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
2 DESEMPENHO TÉRMICO DAS EDIFICAÇÕES	15
2.1 NORMAS DE DESEMPENHO	17
2.2 NORMAS INTERNACIONAIS DE DESEMPENHO	18
2.3 NORMA BRASILEIRA NBR 15220	21
2.4 NORMA BRASILEIRA NBR 15575	23
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	54
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

A construção de edificações deve sempre buscar estar alinhada a atualização de novas tecnologias; adequação às normas vigentes e novos usos para tornar os espaços mais funcionais para os usuários; modernização estética e arquitetônica; e aplicação de soluções técnicas para facilitar a manutenção, focadas no desempenho acústico, no desempenho térmico e outros. O conhecimento destas novas técnicas, materiais e processos, mostram-se essenciais ao projetista que pretende produzir bons edifícios e que não queira enfrentar grandes dificuldades em sua construção (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

No Brasil, uma das principais normas de desempenho, a NBR 15575 (ABNT, 2013), apresenta o desempenho térmico como um dos requisitos que se enquadra nas exigências do usuário quanto à habitabilidade. Por vezes, o desempenho térmico é negligenciado, resultando em edificações que só atingem o desempenho térmico requerido através do uso de climatização ativa, por isso é tão essencial estar alinhando a todas as normas e suas mudanças, entendendo o que pode ser melhorado, descobrindo quais aspectos que dificultam o setor e assim, buscar o aperfeiçoamento do processo.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) traz em seu corpo um capítulo específico sobre o desempenho térmico, que apresenta um método prescritivo e outro de simulação computacional como critérios para análise do desempenho da edificação, que se destaca pelo foco na edificação habitacional em uso.

No entanto, desde a sua implantação, a referida norma tem sido alvo de críticas quanto aos requisitos e critérios e quanto aos métodos de avaliação das edificações, por isso foi proposta uma revisão. A construção civil é uma das principais interessadas na adequação da normalização brasileira e esses estudos corroboraram levantamentos sobre a importância do processo de revisão das normas que são feitas em conjunto (TOLSTOY, 2019). Segundo Eugenio Tolstoy, diretor técnico da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), especialmente na parte de desempenho térmico, esses levantamentos começaram em meados de novembro de 2019, pelo grupo de trabalho da “Comissão de Estudo de Revisão da Norma de Desempenho”, com o objetivo de

apresentar propostas e debater as sugestões para a revisão da norma NBR 15575 (ABNT, 2013), referentes aos requisitos de desempenho térmico, lumínico e acústico.

Diante disso, têm-se a seguinte situação problema: quais os impactos da implantação e revisão da NBR 15575 (ABNT, 2013; 2021) para a avaliação do desempenho térmico das edificações no Brasil?

1.1 JUSTIFICATIVA

Partindo do pressuposto de que as normas de desempenho são estabelecidas para atender aos requisitos dos usuários, através de critérios e métodos de avaliação que deveriam atender a esses princípios, é relevante se questionar se estas normas correspondem ou não a esse objetivo. Tal discussão é ainda mais pertinente dentro do contexto pandêmico atual, quando algumas pessoas passaram a valorizar mais a sua casa, priorizando o conforto para que se sentissem bem. Essa valorização fez com que o mercado da construção civil não sentisse tanto o impacto da pandemia e buscasse um processo de melhoria de instalações para a atualização do espaço, a correção de problemas e o aumento da segurança e do conforto para os usuários.

O desempenho térmico das edificações tem sido um assunto de destaque na área, e um dos mais visados pelos usuários de empreendimentos quando da aquisição. No entanto, as técnicas para que se cumpra o normatizado de maneira harmônica com a natureza ainda são pouco disseminadas (CBIC, 2020). De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o apropriado desempenho térmico propicia conforto dos usuários com condições adequadas para o sono e para as atividades normais em uma edificação, reduzindo o consumo de energia.

Diferente das normas brasileiras, as internacionais válidas, americana e europeia, foram elaboradas com base em pesquisas de aceitabilidade térmica dos ambientes pelo usuário (SANTOS, 2018), e essa característica da norma de não considerar o usuário como um fator decisivo na classificação dos níveis de desempenho da edificação, demonstra que a simplificação da análise pode trazer uma ausência de correlação com as referências de conforto térmico, já

que a mesma não aborda ou recomenda indicadores de conforto, fazendo dela uma metodologia vulnerável para seus usuários.

Faz-se necessário, portanto, um levantamento das dificuldades encontradas na aplicabilidade de desempenho térmico diante dos pontos apresentados. Além disso, sendo as edificações um dos maiores consumidores de energia do mundo, as normas poderiam propor abordagens para otimizar o uso de energia, também a partir do conforto térmico humano. Souza (2004) afirma que a sustentabilidade tem sido um dos mais tratados nas últimas décadas, o desempenho térmico das edificações tem um papel fundamental, haja vista que uma boa eficiência térmica em uma edificação implica numa residência que consuma menos energia elétrica e proporciona as principais dificuldades encontradas pelos profissionais na implementação do desempenho térmico das edificações.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Identificar os principais impactos da mudança da NBR 15575 (ABNT, 2021) para o desempenho térmico das edificações no Brasil desde a sua implantação até a perspectiva de mudança devido à revisão.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar os principais estudos existentes com análise crítica dos problemas de aplicação da norma e estudos com indicativo de mudança, antes da referida revisão.
- Identificar as proposituras da revisão da norma quanto às dificuldades de implementação do desempenho térmico.

2 DESEMPENHO TÉRMICO DAS EDIFICAÇÕES

O desempenho térmico é alcançado quando é encontrado o equilíbrio entre a própria edificação (materiais de envoltória e construção), suas fontes internas de calor e o ambiente externo (condições climáticas) na qual se insere. Existe uma distinção entre desempenho e conforto térmico (PROJETEEE, 2021).

Ter conforto térmico significa que uma pessoa usando uma quantidade normal de roupas não sinta nem frio nem calor excessivo, enquanto o comportamento térmico é a resposta física que a edificação apresenta quando submetida às solicitações do clima externo (variáveis climáticas) e às condições de uso dos ambientes, observando-se fatores como a variação da temperatura e umidade do ar interno ou dos fluxos de calor transmitidos através das vedações (PROJETEEE, 2021).

O conceito de conforto térmico se refere ao estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda (ASHRAE, 2017). A não satisfação pode ser causada pela sensação de desconforto pelo calor ou pelo frio, quando o balanço térmico não é estável, ou seja, quando há diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente.

Um ambiente confortável termicamente possibilita um melhor rendimento em atividades intelectuais e físicas, visto que o organismo gasta menos energia para manter a temperatura corporal dentro dos limites toleráveis. Portanto, uma edificação precisa ser o mais termicamente confortável possível para seus usuários. A sensação de conforto se baseia na perda de calor do corpo através da diferença de temperatura entre a pele e o ar. As massas de ar são aquecidas em virtude do contato com a pele, permitindo a perda de energia do corpo. O ar mais quente se torna mais leve e sobe enquanto o mais frio desce, proporcionando uma sensação de resfriamento do ambiente (LAMBERTS, 2016).

Os estudos do conforto térmico sempre visaram analisar e estabelecer as condições necessárias para a avaliação e concepção de um ambiente térmico adequado às atividades e ocupação humanas, bem como estabelecer métodos e princípios para uma detalhada análise térmica de um ambiente. Além de adequar o local de trabalho e garantir um melhor entendimento da interação entre

os frequentadores do ambiente e o sistema de climatização, aumentar a capacidade produtiva e a motivação, o conforto térmico assegura muitos outros benefícios valiosos, dentre eles o consumo eficiente de energia; ambientes sempre controlados, ou seja, mantendo não só a temperatura adequada, mas também a umidade e a velocidade do ar; aperfeiçoamento da qualidade do ar; operação mais silenciosa, ou seja, diminuição dos ruídos provenientes do sistema de climatização (ROAF *et al.*, 2010).

O desempenho de um ponto de vista geral, é compreendido como a realização de uma atividade, ou seja, um processo para se chegar a um fim desejado. Dentro da construção civil, existe o desempenho térmico que seria um conjunto de parâmetros os quais o resultado final é a satisfação ambiental e física do usuário (GONÇALVES, 2004).

Quando tais fatores são confrontados com parâmetros de referência, ou seja, pré-requisitos que enfocam o atendimento às exigências de conforto dos usuários quanto ao comportamento da edificação em uso, o desempenho de um edifício está relacionado com as características dos seus elementos constituintes e suas interações (GONÇALVES, 2004).

O desempenho térmico de um ambiente depende da combinação de vários fatores, dentre os quais se destacam o posicionamento do edifício e suas dependências, a escolha e execução de paredes, pisos, tetos e esquadrias e a especificação de equipamentos e instalações, que são possíveis fontes de calor (AKUTSU, 1998).

Por isso, para que seja feita uma boa avaliação do desempenho térmico, é necessário saber como variam a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a direção e a velocidade do vento e a radiação solar, não só ao longo das estações do ano, mas, também, seus valores horários. Nas estações meteorológicas, esses valores nem sempre estão disponíveis ou não são conhecidos para todas as regiões (SIQUEIRA, 2005).

Segundo Silveira (2014), o projeto adequado dependerá de fatores como: condições climáticas da região, temperatura e umidade do ar; densidade de fluxo de radiação solar incidente; velocidade e direção dos ventos dominantes; condições geográficas: latitude e longitude; orientação da edificação com relação à trajetória solar; condições de uso: carga interna instalada; ocupação e uso da

edificação; projeto arquitetônico e, das propriedades termo físicas dos componentes utilizados: transmitância; capacidade térmica; densidade; absorvância; emissividade, entre outros.

2.1 NORMAS DE DESEMPENHO

No início do século XIX, as principais pesquisas sobre conforto térmico se concentravam, principalmente, nos quesitos de segurança para condições extremas em edifícios industriais e minas de carvão e os aspectos relacionados à saúde (ROAF *et al.*, 2010). Por volta do século XX, as climatizações através de sistemas mecânicos tiveram uma popularização, que refletiu em um novo e lucrativo mercado que provia conforto à emergente classe média em cinemas, hotéis, lojas e bancos.

No início da década de 1930, as normas eram necessárias para que os engenheiros mecânicos estipulassem faixas de conforto adequadas para que os equipamentos pudessem ser fabricados e dimensionados para tal (SILVEIRA, 2014).

O desempenho térmico e/ou a eficiência das edificações é regulado por normas que existem desde a década de 1970 e, cada vez mais, sua importância vem sendo reconhecida, fazendo com que elas sejam empregadas nas novas construções. Elas devem ser usadas como uma ferramenta de análise de sistemas de construção, possibilitando a comparação de soluções arquitetônicas na busca de conforto e eficiência energética (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Segundo Nicol *et al.* (2012), as primeiras normas não pressupunham condições necessárias para a sobrevivência, tampouco consideravam a eficiência energética como questão fundamental, ao invés disso, priorizava-se um bem-estar que pudesse aumentar a produtividade de funcionários ou que prolongasse o período de compras de clientes em lojas de departamentos, por exemplo.

Para que uma edificação satisfaça às exigências dos seus usuários, determinados requisitos devem ser atendidos, obedecendo critérios estabelecidos para cada um deles, tendo como base as normas (GOMES, 2007). Muitos países possuem normas ou legislações relacionadas ao desempenho

térmico e à eficiência energética de edificações, que os ajudam a alcançar uma maior eficiência nas construções.

2.2 NORMAS INTERNACIONAIS DE DESEMPENHO

Atualmente, sabe-se que muitos países possuem suas normas e legislações relacionadas ao desempenho térmico e sua eficiência energética aplicada às edificações, que os ajudam a alcançar uma maior eficiência nas construções. Os estudos do desempenho térmico tiveram um aumento de interesse nos últimos anos por parte dos pesquisadores, mesmo que as normas existentes nesta área não englobassem estudos sobre todas as suas variáveis (SILVEIRA, 2014).

Segundo Fanger (1970) *apud* Silveira (2014), o conforto térmico é o propósito primário da indústria de climatização, pois é um produto que pode ser obtido e vendido ao consumidor. Desta forma, o conforto deveria ser caracterizado dessa maneira que pudesse ser fornecido e testado de forma padronizada. Como resultado de sua pesquisa foram criados índice Voto Médio Estimado (PMV) e o índice de previsão quantitativa do número de pessoas que vão estar insatisfeitas com um certo clima ambiente (PPD), amplamente aplicados em normas sobre conforto térmico. Entretanto, segundo De Dear e Brager (2002), recentes estudos demonstram que o PMV não avalia corretamente a condição de conforto em edifícios não climatizados, uma vez que conforto térmico não é um conceito preciso e as condições que proporcionam conforto também variam de forma complexa.

As principais normas sobre o conforto térmico em edifícios foram elaboradas pela *International Organization for Standardization* (ISO), pela *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) e pela *European Comitee for Standardization* (CEN), sendo as principais: ISO 7730 (2005), a ASHRAE Standard 55 (2013), a CEN Standard EN 15251 (2007), e o conjunto de normas EPB (*Energy Performance of Buildings*) da ISO série 52000. A primeira permanece a mesma desde 2005; a segunda é constantemente atualizada, tendo a versão mais recente em 2020; a terceira foi atualizada em 2012; e o conjunto de normas EPB foi criado em 2017, substituindo diversas normas anteriores que eram publicadas de forma isolada.

Dentre os conceitos desenvolvidos por Fanger (1970) *apud* Silveira (2014), a norma ISO 7730 (2005) utiliza-se dos índices PMV (*Predictive Mean Vote*) e PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*), além de incluir critérios para desconforto local. Através da medição dos parâmetros físicos do ambiente interno, é estabelecido pela norma a proposta de avaliação do conforto (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade e umidade do ar) e de parâmetros pessoais (taxa metabólica do indivíduo e resistência térmica da vestimenta), permitindo ainda o cálculo da previsão de porcentagem de indivíduos insatisfeitos.

A norma ASHRAE Standard 55 (2013), semelhante à ISO 7730 (2005), também adotou uma abordagem analítica com utilização dos índices PMV e PPD. Entretanto, se consolidou em 2004 como o primeiro normativo internacional a incluir uma metodologia adaptativa (NICOL, 2012), usada como um conceito de avaliação opcional, restringindo sua aplicação a edifícios naturalmente ventilados (*free-running buildings*).

A norma definiu intervalos de condições térmicas aceitáveis para 80% e 90% dos ocupantes, determinando a utilização de intervalo de conforto para 80% dos ocupantes satisfeitos com a análise para casos típicos. Os limites para 90% de aceitação devem ser utilizados quando se pretende obter níveis superiores de conforto para a edificação. Os intervalos, ou zonas de conforto, são definidos com base na ocorrência de temperaturas operativas internas em relação às temperaturas externas, derivados da equação de conforto para edifícios naturalmente ventilados presentes na *RP 884 ASHRAE data-base* (De DEAR, 1998). A relação entre as temperaturas operativas internas e temperaturas externas, obtidas através de extensa pesquisa de campo (De DEAR *et al.*, 1997).

Resultado do projeto de investigação desenvolvido em vários países europeus denominado SCATs (*Smart Controls and Thermal Comfort*), foi desenvolvida a norma EN 15251 (2007), que considera, além do conforto térmico, outros aspectos do conforto ambiental, tais como qualidade do ar interior, iluminação e acústica, já que estes fatores afetam diretamente o consumo de energia de um edifício (NICOL; HUMPHREYS, 2012). Esta norma, semelhantemente à ASHRAE Standard 55 (2013) considera a utilização do índice PMV para aplicação em edifícios com sistemas de climatização mecânica

e um modelo adaptativo para aplicação em edifícios naturalmente ventilados. Para ambos os casos, o normativo pressupõe classes de edificações relativas à natureza da edificação, ao invés da qualidade do ambiente interno, como proposto na ISO 7730 (2005), propondo assim limitações aos índices PMV para os casos condicionados e limites para zonas de conforto em edifícios não climatizados.

A norma introduz o conceito de categoria de edifícios e de seus respectivos graus de expectativa em relação ao conforto térmico, propondo limites de conforto distinto para cada categoria. Segundo Olesen (2010), a principal aplicação deste conceito é utilizá-lo na avaliação do desempenho do edifício e dos sistemas de condicionamento térmico, já que diferentes categorias podem influenciar no tamanho e dimensionamento de sistemas de ar-condicionado, mas não necessariamente no consumo energético, que neste caso é regulado por legislações específicas. A divisão por categorias é utilizada também no modelo adaptativo, alterando os intervalos de conforto, em que são apresentadas as temperaturas operativas internas aceitáveis, com base na temperatura externa exponencialmente ponderada, para as três categorias de edifícios pré-determinados pela referida norma.

Criado pelos órgãos de normalização internacional (ISO ou EN ISO), o conjunto de 52 normas EPB (série 52000) teve boa parte publicada no início de 2017 e muitas ainda estão aguardando publicação. As normas podem ser descritivas ou aplicadas, no caso, a sistemas específicos da construção. As descritivas trazem conceitos de transferência de calor, necessidades energéticas das edificações, desempenho energético, ganhos de calor solar e interno, etc., e as aplicadas se referem aos sistemas de resfriamento, ventilação, umidificação, desumidificação, iluminação, automação predial, entre outros.

A série estabelece uma estrutura sistemática, abrangente e modular para avaliar o desempenho energético de edifícios novos e existentes. É aplicável à avaliação do uso geral de energia de um edifício, por medição ou cálculo, e ao cálculo do desempenho energético em termos de energia primária ou outras métricas relacionadas à energia. Leva em consideração as possibilidades e limitações específicas para as diferentes aplicações, tais como *design* de

edifícios, novos edifícios e edifícios existentes em fase de uso, bem como de renovação.

2.3 NORMA BRASILEIRA NBR 15220

Uma das primeiras normas que entraram em vigor no Brasil foi a NBR 15220 (ABNT, 2005), com o título Desempenho Térmico de Edificações, que trata especificamente sobre desempenho térmico e estabelece as definições, os correspondentes símbolos e unidades de termos relacionados com o desempenho térmico de edificações.

A norma é dividida em cinco partes, com temas específicos em cada uma delas. A primeira parte detalha as definições das características térmicas de materiais, elementos e componentes construtivos, definindo, entre outras, as grandezas da condutividade térmica, transmitância térmica, capacidade térmica, calor específico, difusividade térmica e atraso térmico (ABNT, 2005).

Já a segunda parte da norma apresenta os métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações, além dos valores das propriedades térmicas dos materiais como condutividade térmica e calor específico.

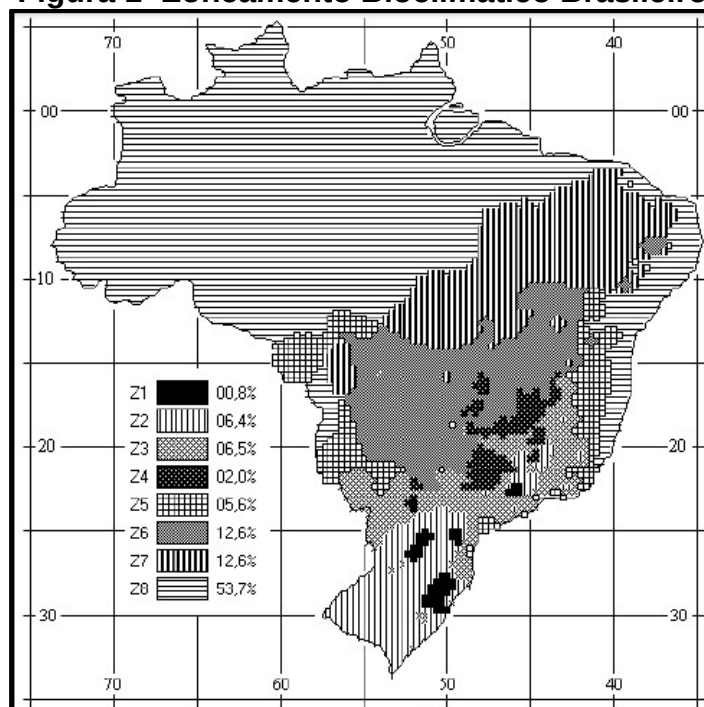
Outro importante parâmetro para análise do desempenho térmico é a capacidade térmica, que considera que, se o ar apresenta uma densidade de massa aparente muito baixa, a sua capacidade térmica, em componentes com câmaras de ar, pode ser desprezada. A norma também determina a capacidade térmica de um componente, e demonstra o atraso térmico, que é o caso de um elemento heterogêneo, caso dos blocos cerâmicos e de concreto analisados.

Além de apresentar os cálculos para o fator solar, a análise dos cálculos definidos pela norma NBR 15220 (ABNT, 2005) são apresentados na mesma norma certas diretrizes construtivas específicas para cada zona bioclimática brasileira em sua parte 3. Esta parte da norma apresenta recomendações quanto ao desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social aplicáveis na fase de projeto. A partir dela, é possível realizar uma avaliação por prescrição, verificando-se o cumprimento de determinados limites estabelecidos para as propriedades térmicas dos componentes construtivos, e de algumas recomendações de estratégias de condicionamento térmico passivo (ventilação

cruzada, resfriamento evaporativo, massa térmica, etc.). Tais recomendações são especificadas segundo um Zoneamento Bioclimático Brasileiro do território brasileiro dividido em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima e, para cada uma destas zonas, formuladas um conjunto de recomendações técnico-construtivas que otimizam o desempenho térmico das edificações, através de sua melhor adequação climática.

A divisão do território brasileiro em oito zonas foi resultante da análise de dados climáticos obtidos entre 1931 a 1990. Esses dados foram classificados por meio da Carta Bioclimática de Givoni adaptada ao Brasil. O Zoneamento apresenta cidades cujos climas foram classificados, segundo os parâmetros e condições de conforto para tamanho e proteção de aberturas (janelas), vedações externas (paredes e coberturas) e estratégias de condicionamento térmico passivo. Essa divisão levou em conta o clima de cada local, atribuindo a mesma classificação zonal para regiões com homogeneidade quanto às médias mensais das temperaturas máximas e mínimas e as médias mensais da umidade relativa do ar (LABEEE, 2021).

Figura 1- Zoneamento Bioclimático Brasileiro



Fonte: ABNT NBR 15220-3 (2005)

Essa classificação bioclimática fornece recomendações construtivas para um melhor desempenho térmico das edificações, adequando estratégias de projeto para o clima local, de forma a proporcionar melhor conforto térmico e melhoria da eficiência energética. Para cada Zona Bioclimática existem diferentes diretrizes construtivas que são recomendadas. Elas abrangem basicamente as dimensões e proteções das aberturas, as vedações externas (tipos de cobertura, tipos de parede e piso) e estratégias de condicionamento térmico passivo.

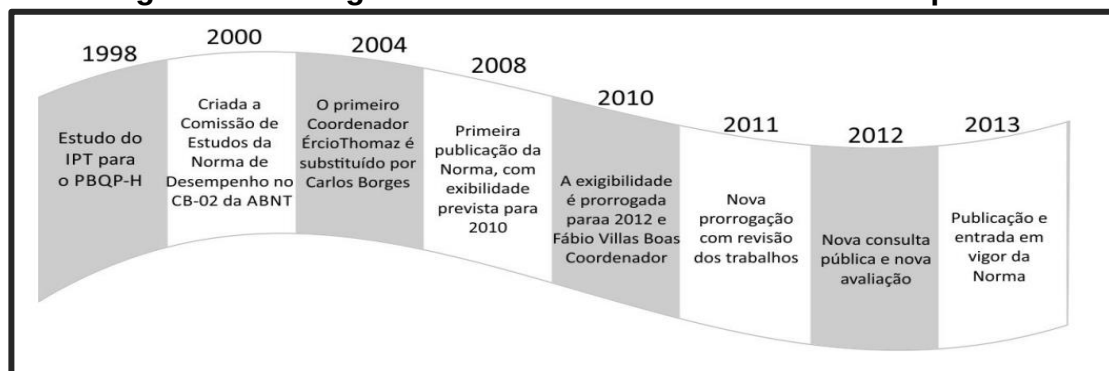
A parte 4 desta norma contém a descrição do método da placa quente protegida para a determinação da resistência e da condutividade térmicas de materiais sólidos ou granulares, que são apresentados os critérios essenciais de projeto, dimensões e tolerâncias para o conjunto de equipamentos, sendo também especificadas as exigências mínimas em termos de instrumentação.

E por último, a parte 5 estabelece o método de utilização de técnicas fluximétricas para medir a resistência térmica em regime estacionário através de corpos-de-prova na forma de placas planas, podendo-se deduzir por cálculo a condutividade térmica. O resultado da medição é a resistência térmica individual dos corpos-de-prova submetidos ao ensaio, sendo possível então calcular sua condutividade térmica, caso os corpos-de-prova sejam constituídos de material homogêneo.

2.4 NORMA BRASILEIRA NBR 15575

Segundo Neto (2021), o caminho trilhado pela regulamentações técnicas desta norma, teve início no ano de 1998, com uma publicação técnica elaborada pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) para o PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat), que resultou na abertura da Comissão de Estudos da ABNT no ano 2000, com extensão de seus trabalhos até o ano de 2008, onde foi publicado o primeiro texto com exigibilidade prevista para 2010, que acabou sendo prorrogado para 2012, quando ocorreu nova prorrogação com o objetivo de permitir o término do trabalho de revisão.

Figura 2- Cronograma histórico das normas de desempenho



Fonte: Neto (2021)

A NBR 15575 foi divulgada em maio de 2008 e teve a sua obrigatoriedade adiada para 2013 (o início da vigência foi 19 de julho de 2013), em consulta nacional realizada pela ABNT, que terminou no dia 18 de janeiro de 2012. Antes, a norma valia apenas para edifícios de até cinco pavimentos e, após essa data, passou a valer para todas as novas edificações residenciais. Essa norma também estabelece parâmetros, objetivos e quantitativos que podem ser medidos.

A referida norma foi redigida segundo modelos internacionais de normalização de desempenho. Ou seja, para cada necessidade do usuário e condição de exposição, aparece a sequência de Requisitos de Desempenho, Critérios de Desempenho e respectivos Métodos de Avaliação. O conjunto normativo desta norma compreende seis partes:

1. Requisitos gerais;
2. Requisitos para os sistemas estruturais;
3. Requisitos para os sistemas de pisos;
4. Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;
5. Requisitos para os sistemas de coberturas; e
6. Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Para cada sistema são instituídos níveis mínimos de desempenho, os métodos de avaliação e a vida útil, a fim de atender às demandas dos usuários em termos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Essas demandas estão definidas na primeira parte da norma, que inclui também os requisitos gerais comuns aos diferentes sistemas, estabelecendo as interações entre eles, sempre com foco no desempenho global e no comportamento em uso do edifício.

As demais partes isolam os sistemas determinados. As regras podem avaliar um todo, mas também podem ser analisadas de forma separada para um ou mais sistemas específicos.

Cada parte da norma foi organizada por elementos da construção, percorrendo uma sequência de exigências relativas à segurança (desempenho mecânico, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação), habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico e acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil) e sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e adequação ambiental) organizado por disciplinas.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) estabeleceu requisitos e critérios de desempenho aplicáveis às edificações habitacionais. Nesse contexto, os conceitos de “critério de desempenho” e “requisito de desempenho” são muito importantes e frequentemente confundidos. Ela apresenta as seguintes definições (ABNT, 2013):

- Critérios de desempenho: “especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, expressos em termos de quantidades mensuráveis, a fim de que possam ser objetivamente determinados”;
- Requisitos de desempenho: “condições que expressam qualitativamente os atributos que a edificação habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam atender aos requisitos do usuário”.

Basicamente, pode-se resumir que os critérios são especificações quantitativas, enquanto dos requisitos, enquanto estes últimos são condições qualitativas.

É importante frisar que a norma não tem força de lei, porém, a legislação local pode exigir o atendimento às normas, por exemplo, código de obras, plano diretor de uma cidade, dentre outros. Sendo assim, uma construtora adequada à norma estará muito mais respaldada num litígio futuro. Posto isso, é de extrema importância o cumprimento da norma para que se ganhe uma boa qualificação da empresa que projeta a edificação, sendo levado em consideração o documento como regimento que deve ser lido com atenção e compreendido por todos os profissionais que trabalham no mercado imobiliário, inclusive corretores.

Uma das vantagens de se atender às exigências da Norma de Desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013) é viabilizar a construção de moradias com qualidade, segurança e custo competitivo, e para isso existem algumas soluções, desde as mais tradicionais, como a alvenaria estrutural, às mais industrializadas.

Posteriormente, visando unificar e oficializar uma série de estudos críticos da norma, foi criada uma Comissão de Estudos sobre Desempenho Térmico e Eficiência Energética de Edificações, vinculada ao Comitê Brasileiro de Construção Civil da ABNT e mais tarde em 1998, houveram ações visando compatibilizar os diferentes textos em proposição para a norma de desempenho térmico de edificações (BOGO, 2016).

Estruturadas a partir de alguns estudos, análises e observações relevantes a respeito do desempenho térmico, recentemente a Comissão de Materiais, Tecnologia, Qualidade e Produtividade (Comat) da CBIC decidiu revisar as partes 1, 4 e 5 na norma e trouxeram importantes atualizações das quais destacaram a atualização das referências normativas.

A revisão se limitou somente a essas três emendas e manteve o restante inalterado, atualizou e incorporou mudanças nos textos referentes ao desempenho térmico, dentre as quais cabe destacar a atualização dos procedimentos de avaliação de desempenho térmico, detalhamento dos critérios e métodos que se referem ao percentual de abertura para ventilação e elementos transparentes e ainda a melhoria de todo texto para melhor entendimento (CBIC, 2020).

A Parte 1, que trata de requisitos gerais, trouxe substituições quanto ao conceito dos “critérios de desempenho”, que passam a ser “especificações quantitativas dos requisitos de desempenho”, expressos em termos de quantidades mensuráveis, a fim de que possam ser objetivamente determinados (ABNT, 2021).

Também foram atualizados os procedimentos de avaliação de desempenho térmico (Simplificado e Simulação Computacional), tratando de forma mais clara os aspectos da medição de propriedades térmicas de materiais e elementos construtivos; as características do programa de simulação

computacional, do arquivo climático, do modelo de referência e do uso da ventilação natural; e a modelagem da unidade habitacional.

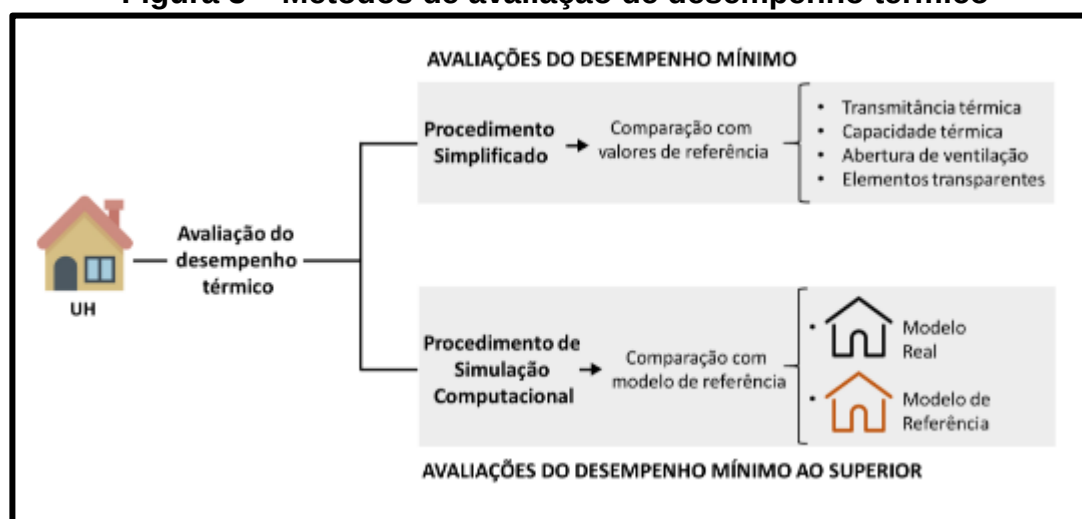
Tabela 1 – Diagnóstico de desempenho térmico segundo o procedimento de simulação computacional

Características da unidade habitacional (UH)				
Tipologia	Identificação da UH	Número de APP	Superfícies expostas	
() Unifamiliar () Multifamiliar			() Fachada Norte	() Fachada Oeste
	Pavimento	$A_{p,UH}$ m^2	() Fachada Leste	() Cobertura
			() Fachada Sul	() Piso
Características dos ambientes de permanência prolongada (APP)				
Número do APP	1	2	3	
Tipo de uso	() Sala () Dormitório	() Sala () Dormitório	() Sala () Dormitório	
$A_{p,APP}$ (m^2)				

Fonte: ABNT NBR 15575-1 (2021)

Segundo o método proposto, a avaliação do desempenho térmico pode ser realizada por meio de dois procedimentos, simplificado (Parte 4 – Requisitos para os sistemas de vedações internas e externas - SVVIE e Parte 5 – Requisitos para os sistemas de coberturas) ou de simulação computacional (Parte 1 – Requisitos Gerais), conforme ilustra a figura abaixo (Labeee, 2021).

Figura 3 – Métodos de avaliação de desempenho térmico



Fonte: Labeee (2021)

Quanto ao novo método de simulação computacional, a mudança trouxe alguma expressividade com a avaliação passando a ser anual, e não somente nos dias típicos de verão e inverno da versão de 2013. Além disso, o procedimento considera a comparação do projeto proposto com um edifício de referência. As cargas internas da edificação eram desprezadas na versão anterior e agora passaram a ser contempladas. O que também ocorre com a ventilação natural, permitindo avaliar o benefício das janelas operáveis, ao invés de considerar um coeficiente fixo de troca de ar.

Houve também inclusão de anexo informativo referente ao impacto da degradação das superfícies na absorção à radiação solar, em função do tempo de exposição destas, alterando o quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.

Observou-se também que todos os indicadores de desempenho mudaram e aumentaram em quantidade: Percentual de Horas dentro da Faixa de Temperatura operativa – PHFT; Temperaturas operativas máximas e mínimas - $T_{omáx}$ e $T_{omín}$; e Carga Térmica Total - $CgTT$. Para todos os níveis de desempenho (mínimo, intermediário ou superior), em todas as zonas bioclimáticas, a temperatura operativa anual máxima do modelo real deverá ser menor ou igual à obtida para o modelo de referência, após somado um valor de tolerância (ABNT, 2021). A figura abaixo, demonstra um pouco desses indicadores:

Figura 4 - Indicadores de desempenho térmico e modelos de simulação necessários para a avaliação dos níveis mínimo, intermediário e superior.



Fonte: Labeee (2021)

Na Parte 4 da norma, encontra-se a revisão do conceito de vedações verticais que também podem assumir função estrutural, sendo necessário atender à parte 2 da norma. Alguns critérios de desempenho definidos nesta parte fazem referência aos sistemas de vedações verticais externas e internas (SVVIE) das partes da edificação habitacional que limitam verticalmente a edificação, como as fachadas externas com a função estrutural (ABNT, 2021).

Também foram melhor detalhados e/ou descritos os critérios e métodos que se referem a:

a) Percentual de abertura para ventilação (Pv.APP): Os APP devem possuir aberturas para ventilação com áreas que atendam à legislação específica da cidade na qual a UH está localizada, incluindo códigos de obras, códigos sanitários, entre outros. Quando não houver exigências de ordem legal para o local de implantação da UH, os APP devem possuir percentual de abertura para ventilação maior ou igual ao valor de referência. Conforme descreve a tabela abaixo:

Tabela 2 – Percentual de abertura para ventilação (Pv.APP)

Percentual de abertura para ventilação (P _{v,APP}) %		
ZB ^a 1 a 7	ZB 8 - Região Norte do Brasil	ZB 8 - Regiões Nordeste e Sudeste do Brasil
P _{v,APP} ≥ 7,0 % da área de piso	P _{v,APP} ≥ 12,0 % da área de piso	P _{v,APP} ≥ 8,0 % da área de piso
^a ZB é a zona bioclimática, definida pela ABNT NBR 15220-3. Unidades habitacionais com APP que adotarem valores de percentual de abertura para ventilação inferiores aos limites desta Tabela devem ser avaliadas por meio do procedimento de simulação computacional, conforme a ABNT NBR 15575-1:2020, 11.4. NOTA Exclusivamente na aplicação desta Tabela, os APP relativos a quarto com <i>closet</i> podem considerar como área de piso (A _{p,APP}) somente o espaço delimitado pela ocupação do quarto, excluindo-se a área do <i>closet</i> .		

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021)

b) Cálculo do percentual de abertura para ventilação: A área de piso do APP deve considerar todo o ambiente delimitado por este APP. Em espaços internos integrados, sem a presença de divisões por paredes ou portas, deve-se considerar a som das áreas de piso desses espaços, resultando na área de piso do ambiente. Podem ser considerados espaços integrados: salas e cozinhas conjugadas, salas com corredor ou hall de entrada, ou condições similares, desde que compreendidas por um único ambiente. Para o cálculo da área efetiva de abertura para ventilação do APP, devem ser consideradas as aberturas que permitam a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, de vidros e de qualquer outro obstáculo. No cálculo da área efetiva de abertura para ventilação do APP não podem ser consideradas as áreas de portas internas. Quando o APP possuir portas balcão ou semelhantes, com elementos transparentes e fixadas na parede externa, toda a área de abertura resultante do deslocamento da folha móvel da porta deve ser considerada.

O percentual de abertura para ventilação deve ser calculado de acordo com a seguinte equação:

$$P_{v,APP} = 100 \cdot \left(\frac{A_{v,APP}}{A_{p,APP}} \right) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

P_{v,APP} é o percentual de abertura para ventilação do APP, expresso em porcentagem (%);

A_{v,APP} é a área efetiva de abertura para ventilação do APP, expressa em metros quadrados (m²);

A_{p,APP} é a área de piso do APP, expressa em metros quadrados (m²).

Fonte: ABNT (2021)

c) Elementos transparentes e cálculo do percentual de elementos transparentes: definindo que as aberturas de cada APP devem atender ao percentual de elementos transparentes ou à área de superfície dos elementos transparentes, conforme os limites de área de piso descritos. Nas UH localizadas em cidades de latitudes inferiores a -15° , as aberturas orientadas para o sul do APP podem possuir percentual de elementos transparentes de até 30%, desde que o APP possua apenas esta abertura com elementos transparentes. Nos APP das UH localizadas nas zonas bioclimáticas 3 a 8, é permitido percentual de abertura de elementos transparentes superior a 20%, caso sejam utilizados vidros de alto desempenho ou elementos de sombreamento horizontais nas aberturas. A norma indica tabelas com dados que se aplicam a todas as fachadas das zonas bioclimáticas 3 a 8, com exceção de fachadas Sul localizadas em latitudes inferiores a -15° . Para os APP com duas ou mais aberturas com elementos transparentes, o valor da área de superfície dos elementos transparentes do APP, expresso em metros quadrados (m^2), é o resultado do somatório das áreas de superfície dos elementos transparentes de todas as aberturas.

Tabela 3 – Percentual de elementos transparentes quanto a área de superfície

Percentual de elementos transparentes ($P_{t,APP}$) %	Área de superfície dos elementos transparentes ($A_{t,APP}$) m^2
$A_{p,APP} \leq 20,0 \text{ m}^2$	$A_{p,APP} > 20,0 \text{ m}^2$
$P_{t,APP} \leq 20 \%$	$A_{t,APP} \leq 4,0 \text{ m}^2$
Unidades habitacionais com APP que adotarem valores de $P_{t,APP}$ ou $A_{t,APP}$ que ultrapassem os limites desta Tabela devem ser avaliadas por meio do procedimento de simulação computacional, caso não considerem vidros de alto desempenho ou elementos de sombreamento horizontal.	

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021).

A Parte 5 da norma, que trata dos requisitos de coberturas, houve melhoria do texto a fim de dar melhor entendimento aos itens.

a) Generalidades: descreve o processo de avaliação do desempenho térmico de coberturas, por meio do procedimento simplificado e permite a verificação de desempenho térmico no nível mínimo, de caráter obrigatório. A avaliação dos níveis intermediário e superior deve ser realizada por meio do procedimento de simulação computacional, descrito na parte 1 da NBR 15575

(ABNT, 2021). A avaliação das coberturas deve ser realizada para os ambientes de permanência prolongada (APP) da unidade habitacional (UH). As UH que possuírem APP que não atendam a um ou mais dos critérios descritos neste procedimento devem ser avaliadas pelo procedimento de simulação computacional. O processo de análise do procedimento simplificado é complementado pela avaliação de sistemas de vedações verticais externas (SVVE);

b) Requisitos – Desempenho térmico de coberturas: onde a cobertura da unidade habitacional (UH) deve reunir características que indiquem o atendimento de desempenho térmico mínimo. Este critério estabelece o valor de referência para o parâmetro: transmitância térmica de coberturas. Para a determinação destes valores de referência, deve ser considerado o zoneamento bioclimático brasileiro, especificado na parte 3 da NBR 15220 (ABNT, 2005);

c) Critério – Transmitância térmica de coberturas (U_{cob}): As coberturas dos APP devem possuir valor de transmitância térmica (U_{cob}) igual ou inferior ao valor de referência;

Tabela 4 – Transmitância térmica de referência para coberturas

Transmitância térmica de coberturas (U_{cob})				
$W/(m^2.K)$				
Zonas bioclimáticas 1 e 2	Zonas bioclimáticas 3 a 6		Zonas bioclimáticas 7 e 8	
$U_{cob} \leq 2,30$	$\alpha_{cob}^a \leq 0,6$	$\alpha_{cob} > 0,6$	$\alpha_{cob} \leq 0,4$	$\alpha_{cob} > 0,4$
	$U_{cob} \leq 2,3$	$U_{cob} \leq 1,5$	$U_{cob} \leq 2,3.FT$	$U_{cob} \leq 1,5.FT$
^a α_{cob} é absorptância à radiação solar da superfície externa da cobertura. Recomenda-se a consideração da degradação do desempenho desta superfície, conforme a ABNT NBR 15575-1:2021, 11.2. Os limites de α_{cob} estabelecem a transmitância térmica de referência que deve ser considerada nas coberturas. No caso de coberturas de telhas metálicas de qualquer natureza, com ou sem aplicação de pintura ou outro acabamento, a superfície externa deve apresentar valor de emitância térmica superior a 0,7 para as zonas bioclimáticas 3 a 8. O valor da emitância térmica deve ser comprovado por meio de laudo técnico reconhecido, conforme a ABNT NBR 15575-1:2021, Tabela 1. Unidades habitacionais com APP que adotarem valores de transmitância térmica de coberturas que ultrapassem os limites desta Tabela devem ser avaliadas por meio do procedimento de simulação computacional, estabelecido na ABNT NBR 15575-1:2021, 11.4.				

Fonte: ABNT NBR 15575-5 (2021)

Para coberturas sem forro ou com áticos não ventilados, adota-se fator de correção da transmitância aceitável para as coberturas igual a 1. Quando um APP possuir coberturas com transmitâncias térmicas distintas, devem-se ponderar os valores de transmitância térmica pelas áreas das projeções horizontais das superfícies de cada cobertura, a fim de se obter a transmitância

térmica equivalente e quando um APP possuir coberturas com pinturas ou telhas de absorvâncias distintas, devem-se ponderar os valores de absorvância pelas áreas de cada pintura ou telha, a fim de se obter a absorvância equivalente.

d) Método – Cálculo da transmitância térmica de coberturas: Os valores de transmitância térmica de coberturas devem ser obtidos pelos procedimentos descritos na parte 2 da NBR 15220 (ABNT, 2005).

A CBIC apresentou uma proposta de alteração substancial do método de avaliação de edificações por simulação computacional e dos critérios de avaliação, que se baseou na inexistência de estudos consolidados sobre a alteração da absorvância à radiação solar em função da degradação dos revestimentos (CBIC, 2020). No último Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) realizado neste ano em Palmas, um dos artigos premiados (ainda não publicado) descrevia uma comparação entre as versões 2013 e 2021 da NBR 15575, identificando que a nova versão trouxe etapas mais complicadas que a versão anterior.

O novo método revidado passou a ser obrigatório para projetos protocolados para aprovação num prazo de 180 dias após a data de publicação da atualização da norma, que se deu no dia 30 de março de 2021, portanto, já está válida desde 30 de setembro de 2021.

No dia 14 de setembro desse ano, foram publicadas novas emendas à Norma de Desempenho (ABNT NBR 15575), que revisam parte do conteúdo referente ao 'Desempenho Acústico'. As alterações se deram pela substituição de conceito das generalidades, requisito e critério dos isolamentos acústicos, também como os seus parâmetros de avaliação. As partes revisadas correspondem a:

Emenda 2 da ABNT NBR 15575-1 Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais;

Emenda 1 da ABNT NBR 15575-3 Edificações habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos;

Emenda 2 ABNT NBR 15575-4 Edificações habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE;

Emenda 2 ABNT NBR 15575-5 Edificações habitacionais – Desempenho
Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;

Emenda 1 ABNT NBR 15575-6 Edificações habitacionais – Desempenho
Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

A revisão atualizou e incorporou melhorias nos textos referentes ao desempenho acústico, se destacando a melhoria de redação das condições para a aplicação do Método Alternativo, para a determinação da Classe de ruído. (CBIB, 2021.)

E por último, foi publicada no dia 18 de novembro deste ano, no Diário Oficial da União (DOU), a Resolução nº 12/2021 do Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação da Secretaria Nacional de Habitação, a resolução aprovou o Protocolo de Avaliação do Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos para Habitações por Simulações Computacionais, protocolo esse que visava uniformizar as avaliações de sistemas construtivos, do ponto de vista do desempenho térmico, estabelecendo procedimentos padronizados, adotados nas simulações computacionais, e o modelo de estrutura das Fichas de Avaliação de Desempenho (CBIC, 2021).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo proposto trata de uma pesquisa de natureza qualitativa, de caráter descritivo e exploratório, sob forma de uma revisão de literatura. Para realizar o presente trabalho utilizar-se-á como principal metodologia a pesquisa bibliográfica e documental. A pesquisa é do tipo qualitativo. Serão apresentados e discutidos dados resultados das pesquisas feitas em artigos científicos, publicações de revistas, estudos aplicados, livros e autores referenciados.

A abordagem qualitativa oferece três diferentes possibilidades de se realizar a pesquisa: documental, estudo de caso e etnografia. De acordo com os levantamentos feitos para o presente trabalho, na pesquisa bibliográfica você desenvolve sua investigação a partir de trabalhos e estudos já realizados por outras pessoas. Na pesquisa documental, a investigação concentra-se em dados obtidos a partir de “documentos” que registram fatos e acontecimentos de uma determinada época.

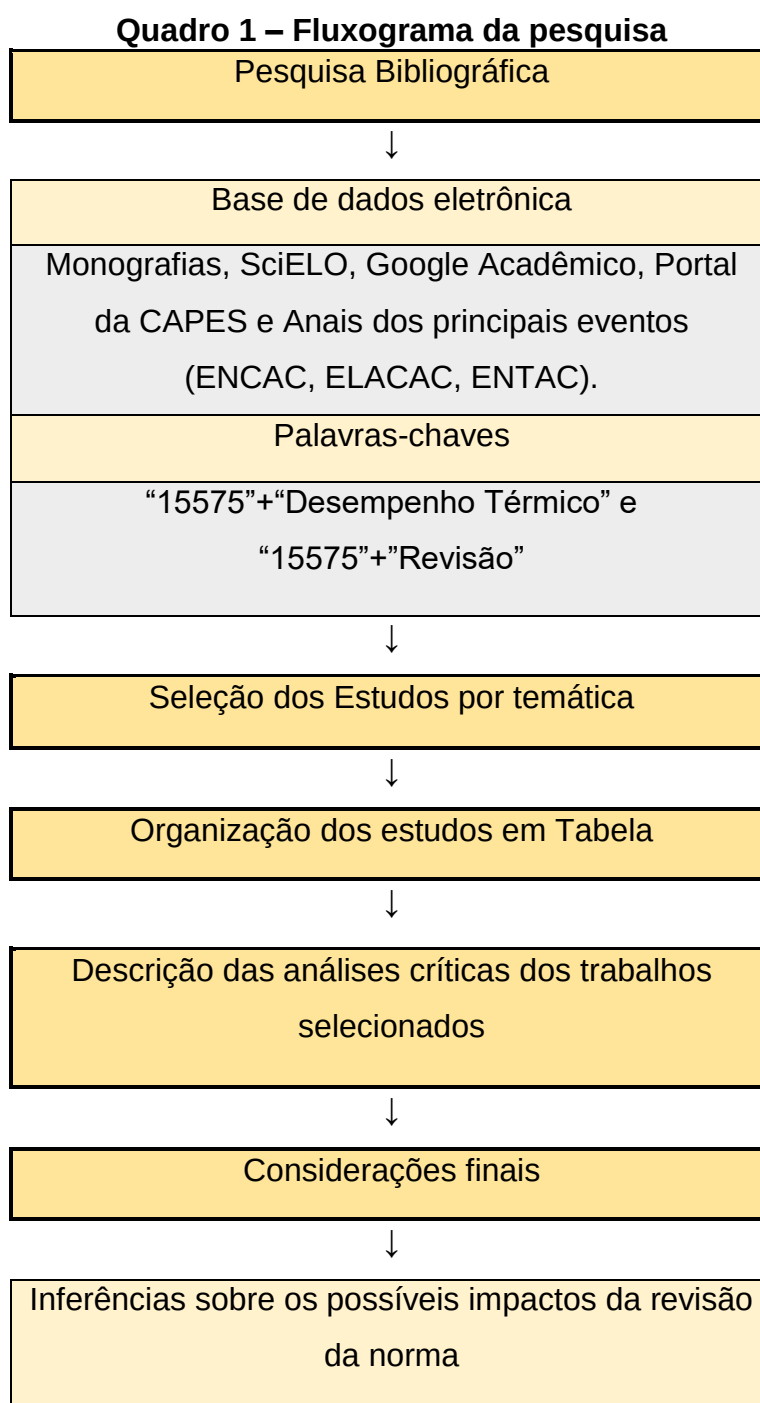
As pesquisas serão fundamentadas em publicações mais antigas, desde a implantação da primeira versão da norma, em 2008, até o ano presente. Toda a pesquisa foi realizada em base de dados da internet, em bibliotecas eletrônicas com o SciELO, Google Acadêmico, Portal da CAPES e Anais dos principais eventos da área: Encontro Nacional De Conforto No Ambiente Construído (ENCAC), Encontro Latino Americano De Conforto No Ambiente Construído (ELACAC) e Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (ENTAC). As palavras-chaves utilizadas para a pesquisa foram “15575”+“Desempenho Térmico” e “15575”+“Revisão”.

Após uma leitura das fontes encontrados, os critérios de inclusão foram artigos científicos publicados no Brasil, disponíveis em texto completo, sobre a temática em questão, que apresentassem alguma análise crítica da norma, mesmo que em estudo aplicado.

Após seleção dos trabalhos, os mesmos foram organizados em tabela por ano, tipo, objetivo e resultado apresentado. Foi realizada uma descrição das análises de cada dos trabalhos selecionados, para posteriormente comparar com o documento da Revisão da Norma, a fim de identificar se a revisão atendeu, e em que nível atendeu aos problemas relatados. Após, foram realizadas

inferências sobre os possíveis impactos da revisão da norma, nas considerações finais.

A pesquisa seguiu o fluxograma descrito abaixo, que resume cada uma das etapas listadas:



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Da forma proposta na metodologia, as buscas indicaram 26 artigos, que serão mostrados na Tabela 5, relacionados às palavras-chave indicadas, no entanto, apenas 10 artigos indicavam alguma contribuição crítica sobre a norma. Os mesmos estão listados na Tabela 6, que mostra o título do trabalho, ano de publicação, os autores, a fonte do referido trabalho, seus objetivos e os resultados que são inerentes a contribuição em relação a norma 15575.

Tabela 5 – Artigos pesquisados e os utilizados (marcados)

Ano	Autores	Título do trabalho
1997	BARBOSA, M. J.	Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares.
1998	AKUTSU, M.	Métodos para avaliação do desempenho térmico de edificações no Brasil.
1999	BARBOSA, M. J.; LEMOS, P.	Avaliação comparativa de desempenho térmico entre cinco sistemas construtivos de habitação popular.
2002	ADRIAZOLA, M. K.	Avaliação do desempenho térmico de salas de aula do CEFET-PR.
2002	De DEAR, R. J.; BRAGER, G. S.	Thermal comfort in naturally ventilated buildings revisions to ASHARE Standart 55.
2003	GIVONI, B.	Comfort, climate analysis and building design guidelines.
2004	SOUZA, R.V.; PEREIRA, F. O.	Módulo didático para avaliação de desempenho térmico de sistemas construtivos.
2005	SIQUEIRA, T. C. P. A.; AKUTSU, M.; LOPES, J. I. E.; SOUZA, H.	Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações.
2007	GOMES, A. P.	Avaliação do desempenho térmico de edificações unifamiliares em light steel framing.
2010	GRIGOLETTI, G. C.; SATTler, M.A.	Método de avaliação global de desempenho higrotérmico de habitações de interesse social para Porto Alegre, RS, Brasil.

2010	RIBEIRO, M. S.	Orientações para projetos arquitetônicos: funcionamento estrutural e particulares do sistema de alvenaria estrutural.
2012	BRITO, A. C.; AKUTSU, M; VITTORINO, F.; AQUILINO, M. M.	Contribuições para o aprimoramento da NBR 15575 referente ao método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15575.
2012	KAPPAUN, K.	Avaliação do desempenho térmico em edificações de blocos estruturais cerâmicos e de blocos estruturais de concreto para a zona bioclimática 2 brasileira.
2013	SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R.	Análise do método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15575.
2014	SILVEIRA, F. M.	Análise do desempenho térmico de edificações residenciais ventiladas naturalmente: NBR 15575 e ASHRAE 55.
2016	BARBOSA, G. L.; ARAÚJO, M. L. T.; SANTOS, D. N.; BATISTA, J. O.	Desempenho térmico de habitações populares em Alagoas: uma aplicação da NBR 15575-1.
2016	BOGO, A. J.	Reflexões críticas quanto as limitações do texto das normas brasileiras de desempenho NBR 15220-3 e NBR 15575.
2016	CONCEIÇÃO, J.; LEITE, R. M. C.	Avaliação da aplicabilidade da NBR 15575 (2013) quanto ao desempenho térmico: um estudo de caso em Salvador – Bahia.

2016	OTERO, J. A.; SPOSTO, R. M.	Caracterização da atuação de construtoras e incorporadoras de Goiânia-GO frente às normas de desempenho ABNT 15575:2013.
2018	SANTOS, J. B.	Uso do PMV para avaliação do conforto térmico em edifício de escritório tipo plano aberto e sua viabilidade de aplicação em clima quente e úmido.
2019	BRITO, A. C.	Discussões sobre normas de desempenho térmico.
2019	SANTOS, L. E.	Conforto térmico e habitação de interesse social: avaliação pós-ocupação em unidades do residencial Agreste, Arapiraca – AL.
2020	KRELLING, A. F.; ELI, L. G.; OLINGER, M. S.; VEIGA, R. K. S.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R.	Proposta para as escalas dos níveis de desempenho térmico de residenciais: NBR 15575.
2020	KRELLING, A. F.; ELI, L. G.; OLINGER, M. S.; VEIGA, R. K. S.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R.	Proposta de método de avaliação do desempenho térmico de residências: NBR 15575.
2021	SANTO, A. D.; ALVAREZ, C. E.; NICO-RODRIGUE, E. A.	Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15575.
2021	SOUZA, R. V. G.; PEREIRA, L. B.	Desempenho térmico pela ABNT NBR 1575: versões de 2013 e 2021.

Esta revisão bibliográfica procurou apresentar resultados inerentes a contribuição em relação a norma 15575, referentes à análise do desempenho térmico de edificações, de forma a embasar o presente trabalho. Foram mostrados os métodos analisados e apresentados por diferentes pesquisadores, em busca de críticas quanto a aplicabilidade da normativa e seus critérios de avaliação.

Além disso, houve grande dificuldade na obtenção de resultados quanto ao tema proposto, especialmente para as atualizações feitas pela norma, devido as datas das últimas atualizações e escassez de estudos mais recentes. Praticamente todas as bases de dados encontradas são inerentes à publicação da norma e pouco de suas atualizações. Sendo assim, os resultados obtidos podem também apresentar semelhanças e algumas redundâncias, pois para resultados mais objetivos seriam obtidos com um pouco mais de tempo.

Tabela 6 – Resultado do trabalho referente a NBR 15575

Título do trabalho	Ano	Autores	Tipo de Fonte	Objetivo	Resultado
Contribuições para o aprimoramento da NBR 15.575 referente ao método simplificado de avaliação de desempenho térmico de edifícios.	2012	BRITO, A. C.	Anais do XIV ENTAC.	Contribuir com correções dos problemas encontrados na aplicação de algumas das exigências da NBR 15575 com referência ao método simplificado de avaliação de desempenho térmico de edifícios.	Tendo em vista aprimorar os critérios do método simplificado de avaliação de desempenho térmico para a Zona Bioclimática 8 da NBR 15220, faz-se necessário efetuar um estudo mais abrangente, contemplando um universo maior de tipologias construtivas, conforme as práticas vigentes no mercado de construção civil no nosso país.
Avaliação do desempenho térmico em edificações de blocos estruturais cerâmicos e de blocos estruturais de concreto para a zona bioclimática.	2012	KAPPAUN, K.	Dissertação de Mestrado	Analisar as edificações de blocos estruturais cerâmicos e de blocos estruturais de concreto para a zona bioclimática 2 da NBR 15220.	Encontrou diferenças que se encontravam nas edificações e no método de análise (medições ou simulações). A maioria dos trabalhos que abordavam desempenho térmico e eficiência energética em edificações, realizavam simulações termo energéticas.
Análise do Método de Simulação de Desempenho Térmico da Norma NBR 15575.	2013	SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R.	Anais do XII ENCAC/ VIII ELACAC.	Avaliar o método de simulação presente na NBR 15575, analisando a proposta de um novo método de simulação para verificar o desempenho térmico de edificações residenciais.	A avaliação do desempenho térmico de edificações residenciais pelo método de simulação da NBR 15575 pode apresentar diferentes resultados, dependendo de como são configurados os dias típicos de verão e de inverno, por isso propõe simulação anual ao invés dos dias típicos.
Análise do desempenho térmico de edificações residenciais ventiladas naturalmente: NBR 15575 e ASHRAE 55.	2014	SILVEIRA, F. M.	Dissertação de Mestrado	Analisar o desempenho térmico de edificações residenciais ventiladas naturalmente	Uma das principais críticas da NBR 15575 de 2013 eram seus métodos de avaliação do desempenho térmico, onde os dados climáticos eram caracterizados pelos dias típicos de projeto, para os períodos de inverno e verão, determinados em função de sua frequência de ocorrência e representam níveis de exigência na avaliação.

Título do trabalho	Ano	Autores	Tipo de Fonte	Objetivo	Resultado
Reflexões críticas quanto as limitações do texto das normas brasileiras de desempenho NBR 15220-3 e NBR 15575.	2016	BOGO, A. J.	Monografia	Observar as orientações das normas de desempenho	A NBR 15575, ao invés de aprimorar as recomendações sobre desempenho térmico, reduz as preocupações a transmitância térmica e sua capacidade térmica.
Desempenho Térmico De Habitações Populares Em Alagoas: Uma Aplicação Da NBR 15575-1.	2016	BARBOSA, G.; ARAÚJO, M.; SANTOS, D.; BATISTA, J.	Anais do XVI ENTAC	Avaliar o impacto da adequação às prescrições normativas sobre o desempenho térmico de uma unidade habitacional.	Necessidade de aperfeiçoamento da NBR 15575, a fim de contemplar adequadamente as particularidades climáticas de cada cidade.
Caracterização Da Atuação De Construtoras E Incorporadoras De Goiânia-Go Frente Às Normas De Desempenho ABNT NBR 15575:2013.	2016	OTERO, J. A.; SPOSTO, R. M.	Anais do XVI ENTAC	Pesquisar a respeito da implantação das normas NBR 15575:2013, levando em consideração o período de dois anos desde sua vigência.	Existe uma enorme carência em nível local de projetistas, laboratórios e consultores qualificados para atuar na implementação da NBR 15575, haja vista que apenas alguns dos fornecedores de materiais e componentes atuantes no mercado local poderiam informar as características de desempenho de seus produtos.
Conforto Térmico e Habitação de Interesse Social: Avaliação Pós-Ocupação em Unidades do Residencial Agreste, Arapiraca – AL.	2019	SANTOS, L. E..	Anais do XV ENCAC/ XI ELACAC	Realizar uma avaliação pós-ocupação de unidades habitacionais, com enfoque nos aspectos ambientais visando a análise qualitativa de edificações.	A avaliação das unidades demonstra que o atendimento à norma não reflete na garantia de um desempenho térmico satisfatório, visto que ocorreram diferenciações significativas entre as unidades estudadas.
Proposta de método de avaliação do desempenho térmico	2020	KRELLING, A. F., ELI, L. G.; OLINGER, M. S.; VEIGA, R. K. S.;	Anais do XVIII ENTAC	Apresentar um novo método, proposto para a avaliação do desempenho	Uma proposta para a atualização da NBR 15575 tendo principais características: a consideração de simulações anuais; a adoção de cargas internas; a análise com o uso da ventilação natural e com o

Título do trabalho	Ano	Autores	Tipo de Fonte	Objetivo	Resultado
de residências: NBR 15575.		MELO, A. P.; LAMBERTS, R.		térmico de edificações residenciais.	condicionamento artificial; e a comparação da edificação real com uma referência.
Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15575.	2021	SANTO, A. ALVAREZ, C.E.; NICO-RODRIGUE, A.	Cadernos PROARQ 20	Compreender desempenho térmico em contradição na NBR 15575.	A simplificação do processo de análise de desempenho térmico proposto pela NBR 15575 e a ausência de correlação desta com referenciais de conforto térmico do usuário tornam esta metodologia vulnerável.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Antes de iniciar o relato dos autores, é importante frisar que a norma sempre passou por processos de contínua melhoria, principalmente após a sua publicação em 2013, versão que passou a ser obrigatória.

As pesquisas descritas demonstram um crescente interesse em entender o papel da normativa quanto desempenho térmico das edificações, mas percebe-se um pequeno número de trabalhos que apontam ferramentas que melhorariam essa análise. Boa parte das pesquisas utilizando simulação computacional indicam que essa seria umas das mais importantes ferramentas para análises, contanto que o pesquisador tivesse instrução e domínio do programa. Diante disso deve-se destacar que as ferramentas computacionais têm limitações, como por exemplo na determinação da velocidade interna do ar, o que influi no limite de temperatura, alterando o conforto térmico também.

Existe também uma grande preocupação destes pesquisadores quanto ao que pode ser melhorado se os valores de transmitância térmica dos componentes forem diminuídos. Mas esses resultados, raramente são questionados quanto ao que a norma orienta, haja vista que ao invés de aprimorar as recomendações sobre desempenho térmico, a normativa reduz as preocupações a transmitância térmica e sua capacidade térmica.

Boa parte dos trabalhos utilizaram como principal critério, a quantidade de horas de desconforto calculado a partir do total de horas por ano em que as temperaturas internas do ambiente estudado se apresentaram fora dos limites de temperatura determinados como confortáveis. A grande problemática é que existem divergências quanto à determinação de quais seriam esses tais limites de temperatura de conforto. Alguns estudos indicaram que edificações em climas quentes deveriam utilizar diferentes limites de desempenho em relação às outras de climas frios ou com condicionamento artificial.

Brito (2012) apresentou contribuições visando a correção dos problemas encontrados na aplicação de algumas das exigências da NBR 15575 com referência ao método simplificado de avaliação de desempenho térmico de edifícios, quanto aos critérios da Zona Bioclimática 8. A autora fez críticas à norma que estabelecia dois métodos para a avaliação do desempenho térmico dos edifícios, pois a aprovação do edifício pelo método simplificado já deveria garantir que sistemas construtivos totalmente inadequados às condições

climáticas fossem rapidamente identificados e descartados. Entretanto, pelo fato de o método simplificado não considerar o projeto arquitetônico, mas apenas as propriedades térmicas representativas do sistema construtivo, o cumprimento desse objetivo teria se mostrado limitado. Em particular, os limites apresentados nos critérios do método simplificado referentes à Zona Bioclimática 8, não apresentaram o rigor necessário, permitindo que determinados sistemas construtivos fossem aprovados, sem terem as características imprescindíveis para produzirem um desempenho térmico mínimo às edificações habitacionais, em especial as de interesse social, que não contam com recursos mais elaborados de projeto arquitetônico. Segundo a autora, tendo em vista aprimorar os critérios do método simplificado de avaliação de desempenho térmico para a Zona Bioclimática 8, seria necessário efetuar um estudo mais abrangente, contemplando um universo maior de tipologias construtivas, conforme as práticas vigentes no mercado de construção civil no nosso país.

Kappaun (2012) avaliou e comparou alguns estudos referentes ao desempenho térmico que foram avaliados e encontrou as diferenças que se encontravam nas edificações e no método de análise (medições ou simulações). A maioria dos trabalhos que abordavam desempenho térmico e eficiência energética em edificações, realizavam simulações termo energéticas. A autora relatou que o mais importante seria a análise dos principais impactos que a NBR 15575 poderia trazer para o desempenho térmico das edificações no Brasil, visto que a construção civil é muito impactada, sendo necessário procurar recursos sustentáveis para atender às necessidades das edificações.

Sorgato *et al.* (2013) citaram como limitações da aplicação do método de simulação da NBR 15575, a consideração de taxas de infiltração constantes, a adoção do tamanho das aberturas para ventilação independente da Zona Bioclimática e a desconsideração das cargas internas e de venezianas.

Já com mais de um ano após a implantação da versão da norma em 2013, Silveira (2014) destacou que o documento teve como foco subsidiar o entendimento e decisões de fornecedores, projetistas, construtoras e usuários, mas não foram detalhados os respectivos métodos de avaliação, envolvendo às vezes modelos numéricos relativamente complexos e métodos de ensaios laboratoriais detalhados. O autor enfatizou que como a norma abordava o

desempenho da edificação para o usuário, seria necessário tratar das reivindicações dessa parte interessada, pois existem três grupos de requisitos: segurança, sustentabilidade e habitabilidade, exigindo ao construtor fornecer esta segurança estrutural ao usuário, contra incêndios e no uso e operação da construção.

Segundo Silveira (2014), uma das principais críticas da NBR 15575 de 2013 eram seus métodos de avaliação do desempenho térmico, onde os dados climáticos eram caracterizados pelos dias típicos de projeto, para os períodos de inverno e verão. Esses dias eram determinados em função de sua frequência de ocorrência e representam níveis de exigência na avaliação.

O artigo de Bogo (2016) apresentou uma série de reflexões críticas quanto aos textos da NBR 15575, no sentido de identificar as limitações da mesma. O autor destacou que os estudos iniciais visando uma norma brasileira de desempenho térmico de edificações ocorreram no final da década de 1980, com a criação do Grupo de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da ANTAC, e em 1991 foi realizado o 1º Encontro Nacional Sobre Normalização Quanto ao Uso Racional de Energia e ao Conforto Térmico em Edificações e depois houveram muitas ações visando a definição de Normas Brasileiras, com a definição de propostas com diferentes abrangências e pressupostos.

De acordo com Bogo (2016), a norma NBR 15575 foi redigida segundo modelos internacionais de normalização de desempenho, isso quer dizer que para cada necessidade do usuário e condição de exposição, aparece a sequência de Requisitos de Desempenho, Critérios de Desempenho e respectivos Métodos de Avaliação. O autor ainda comentou sobre o conjunto de sete normas, que juntas, têm a função de estabelecer condições e critérios de desempenho aplicáveis às edificações habitacionais, os conceitos de critério de desempenho e requisito de desempenho são muito importantes e frequentemente confundidos.

Bogo (2016) também levantou observações importantes quanto ao Método de Givoni adotado na definição da zona de conforto para a norma, onde se define o zoneamento bioclimático, quando ele não contempla o quesito controle da insolação direta, apresentando uma falha importante quanto à definição das estratégias de condicionamento térmico recomendadas. O controle

solar nas aberturas e na edificação como um todo, é um dos principais pontos para se obter melhorias no desempenho térmico da edificação, com melhorias no conforto térmico interior para os períodos de calor. De acordo com o autor, as limitações da Norma NBR 15220-3 concentram-se na ausência da exigência do controle do excesso de Sol nos ambientes para os períodos de calor, também necessárias para as zonas bioclimáticas 1, 2 e 3, assim como incoerências de mesma classificação bioclimática para cidades com situações geográficas distintas, e parâmetros de transmitância térmica elevados para as coberturas (BOGO, 2016).

Segundo Bogo (2016), a NBR 15575, ao invés de aprimorar as recomendações sobre desempenho térmico, reduz as preocupações a transmitância térmica e sua capacidade térmica. O autor analisou os critérios de desempenho térmico, recomendados para as zonas bioclimáticas 1 até 8 segundo a Norma NBR 15575 e identificou que no texto da norma, não existem exigências quanto a Capacidade Térmica para coberturas, situação considerada inadequada pelo autor, pois as mesmas não proporcionam um retardo térmico mínimo, que contribui para a redução das temperaturas internas do ar nos ambientes abaixo delas.

Barbosa *et al.*, (2016) no âmbito das habitações populares, em sua pesquisa aplicada ao impacto da adequação às prescrições normativas sobre o desempenho térmico de uma unidade habitacional, observaram que o desempenho térmico depende das soluções arquitetônicas adotadas e do comportamento climático de uma cidade. A norma de desempenho que desconsidera a presença de ocupantes e estabelece como critério de classificação para o desempenho mínimo a temperatura máxima do ar exterior no dia típico de verão, acaba se mostrando insuficiente quando não apresenta conforto térmico ao usuário, como no caso de Maceió onde a média é de 32,2°C para a temperatura de bulbo seco. Já na cidade de Pão de Açúcar- AL, considerando o fato de que a cidade apresenta temperaturas externas que ultrapassam 32°C, faz-se necessário o uso de outras estratégias passivas, térmica ou resfriamento evaporativo. Apesar de ambas as cidades na Zona Bioclimática 8, elas possuem características climáticas de uma adaptação tanto da norma à realidade climática de cada local, quanto da NBR 15220-3 que definiu

o zoneamento. Os autores levantaram a necessidade de aperfeiçoamento da NBR 15575, a fim de contemplar adequadamente as particularidades de cada cidade.

Em seu estudo, Otero e Sposto (2016) questionaram alguns projetistas quanto à comunicação formal de requisitos de desempenho e sobre a necessidade de cumprimentos de normas técnicas relacionadas a cada especialidade técnica e chegaram à conclusão que existia uma enorme carência em nível local de projetistas, laboratórios e consultores qualificados para atuar na implementação da NBR 15575, haja vista que apenas alguns dos fornecedores de materiais e componentes atuantes no mercado local poderiam informar as características de desempenho de seus produtos, o que reflete sua incapacidade de atender à norma.

Em seu estudo, Santos (2019) analisou a envoltória (propriedades térmicas dos materiais: paredes e coberturas) quanto aos requisitos previstos pelas normas NBR 15220 e NBR 15575, que apresentam diretrizes para adequação climática de habitações, realizando monitoramento higrotérmico em dormitórios de algumas unidades habitacionais selecionadas pela autora em um conjunto residencial, sendo constatadas diferenciações no desempenho das unidades estudadas. A autora concluiu o estudo que embora os requisitos da NBR 15575 tenham sido atendidos nos dormitórios em relação às dimensões das aberturas, a avaliação das unidades demonstrou que este atendimento não reflete na garantia de um desempenho térmico satisfatório, visto que ocorreram diferenciações térmicas significativas entre as unidades, tanto nas originais, como nas modificadas estudadas por ela. De acordo com os seus dados coletados, os principais aspectos definidores destas diferenciações no comportamento higrotérmico dos ambientes internos avaliados foram a orientação das aberturas e das paredes externas, que resultaram no maior aporte de radiação solar direta e, conseqüentemente, no acúmulo de energia térmica, a ausência de estratégias e elementos para garantir a ventilação cruzada nas unidades habitacionais. A autora ainda sugere algumas recomendações a partir da pesquisa: substituição dos tipos de esquadrias/aberturas e incorporação de elementos para sombreamento e

destaca a necessidade de ampliação de estudos sobre a implantação de tecidos construtivos.

A busca por melhorias, na espera de incentivos o mercado da construção civil, também motivou Krelling *et al.* (2020) a levantar um estudo que mostrou que ao invés do simples atendimento à uma normativa, a obtenção de nível intermediário ou superior da NBR 15575 funciona também como atestado de qualidade do projeto no que tange o desempenho térmico. Ademais, o estabelecimento de diferentes indicadores auxilia na maior compreensão do comportamento da edificação, bem como permite a comparação entre diferentes soluções construtivas.

O estudo dos autores apresentou uma proposta para a atualização da NBR 15575, que tinha como principais características: a consideração de simulações anuais; a adoção de cargas internas; a análise com o uso da ventilação natural e com o condicionamento artificial; e a comparação da edificação real com uma referência. Considerando essas premissas, a proposta estabelecia três indicadores de avaliação: o Percentual de Horas ocupadas dentro de uma Faixa de Temperatura operativa (PHFT), as Temperaturas operativas máxima e mínima ($T_{omáx}$ e $T_{omín}$), e a Carga Térmica Total ($CgTT$). Cada um desses indicadores teria como objetivo permitir uma análise mais representativa dos diversos cenários em que o desempenho térmico poderia vir a ser prejudicado, como a ocorrência de temperaturas muito elevadas dentro do ambiente (KRELLING *et al.*, 2020).

Em sua pesquisa, Santo, Alvarez e Nico-Rodrigue investigaram as diretrizes metodológicas da NBR 15575 em relação aos critérios de avaliação de desempenho térmico por simulação computacional para edificações ventiladas naturalmente, relacionando-as com referenciais de conforto do usuário adotados pela ASHRAE. Os resultados obtidos demonstraram que os critérios relativos ao desempenho térmico adotados pela NBR 15575 são inadequados. A definição de um período de simulação de apenas um dia, denominado como dia típico de projeto de verão, correspondendo, de fato, a uma situação extrema, combinado com o critério de análise valores máximos de temperatura geram resultados equivocados, cuja ampliação apenas do período de análise já permite a identificação da deficiência do método. Outro aspecto relevante da pesquisa foi que a ocupação do ambiente e o uso de equipamentos produziram calor e

influenciaram no conforto térmico e, conseqüentemente, no desempenho do ambiente. Assim, a desconsideração desses fatores gerou resultados distorcidos, enfatizando a conclusão de que a simplificação do processo de análise de desempenho térmico proposto pela NBR 15575 e a ausência de correlação desta com referenciais de conforto térmico do usuário tornam esta metodologia vulnerável.

Umas das mais interessantes inovações da parte 4 da norma, onde o procedimento simplificado avalia o desempenho térmico mínimo da unidade habitacional, foi a implementação do critério de elementos transparentes. Na antiga publicação de 2013 não havia limitante para a área de vidro nos APP, permitindo a construção de UH totalmente envidraçadas. A recomendação para que seja considerada a degradação da absorvância solar à radiação solar, também pode ser considerado outro ponto de inovação da emenda, pois indicam procedimentos de medição ou valores obtidos em estudos de campo. Anterior a essas inovações, não se mencionava a possibilidade de as propriedades térmicas das superfícies sofrerem alterações ao longo do tempo, já na normativa proposta, a consideração da degradação tem caráter informativo, podendo ser considerado um grande avanço para essa área.

Referente ao procedimento de simulação computacional, algumas atualizações propostas podem ser levadas em consideração quando se trata de melhoria da norma: a adoção de simulações anuais, ao invés de dias típicos de verão e inverno; a consideração da edificação na fase de uso e operação; a avaliação da edificação em duas condições de uso: com ventilação natural e sem; a modelagem de janelas operáveis, com trocas de ar obtidas a partir da velocidade e direção do vento fornecidas pelo arquivo climático, ao invés de uma taxa de renovação de ar fixa sem abertura das janelas; a consideração do cálculo da carga térmica, avaliando o desempenho térmico da edificação quanto ao uso de sistemas de ar condicionado; a análise comparando um modelo do edifício projetado e um modelo de referência e o estabelecimento de novos indicadores para a avaliação do desempenho térmico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho vislumbrou a análise dos principais impactos da NBR 15575 (ABNT, 2013; 2021) na construção civil desde a sua implantação e agora na perspectiva de sua revisão. Um dos impactos positivos foi a inclusão de novos conceitos de comportamento em uso dos componentes e sistemas das edificações, que devem atender e cumprir às exigências dos usuários ao longo dos anos. Estes conceitos promoveram o amadurecimento e a melhoria da relação de consumo no mercado imobiliário, na medida em que todos os partícipes da produção habitacional foram incumbidos de suas responsabilidades: projetistas; fornecedores de material, componentes e sistemas; construtor; incorporador; e usuário.

Esta atualização da norma representa um avanço significativo nas análises de desempenho térmico que passam a contar com um novo método de avaliação pelo procedimento simplificado e da simulação computacional muito mais completo e assertivo. Ao que parece, até o momento, essa atualização pode trazer melhorias a qualidade das edificações, trazendo mais equidade nas análises e maior precisão no resultado.

É importante destacar que o desempenho térmico, entre outros fatores, é um dos requisitos que se enquadra nas exigências do usuário quanto à habitabilidade, proposta na norma NBR 15575 (ABNT, 2013) e por diversas vezes, o desempenho térmico de uma edificação é negligenciado, resultando em edificações que só atingem o desempenho térmico requerido através do uso de climatização ativa, por isso é tão essencial estar alinhando a todas as normas e suas mudanças, entendendo o que pode ser melhorado, descobrindo quais aspectos que dificultam o setor e assim, buscar o aperfeiçoamento do processo.

Do ponto de vista dos apontamentos que os autores fizeram sobre melhorias à norma neste trabalho, pode-se afirmar que a maioria foi atendida com a atualização, como foi o caso da adoção de simulações anuais ao invés dos dias típicos de verão e inverno ou sobre a influência das cargas internas que antes não eram adotadas, por exemplo.

Um dos pontos que chamou a atenção nessa pesquisa foi o quase consenso dos autores em criticar a norma pelo fato dela considerar apenas o dia

típico de verão e de inverno, excluindo quaisquer outras variações tendo em vista que há regiões no Brasil que são bem divergentes entre si mesmo estando na mesma zona bioclimática.

De acordo com a CBIC, não haveria alterações significativas no texto, e sim uma melhor redação do mesmo. Outro ponto que cabe ressaltar é que a avaliação de desempenho térmico, baseado na avaliação de transmitância térmica e capacidade térmica das vedações verticais e transmitância em coberturas, para eles, mostrava-se insuficiente para avaliar o desempenho térmico de um empreendimento, sendo que ambas observações foram atendidas com a atualização (CBIC, 2018).

Embora a CBIC não tenha publicado nenhuma orientação, do ponto de vista do mercado, quanto a atualização da normativa, a comissão conta com o 'Projeto Inovação e Tecnologia', fazendo o acompanhamento de quaisquer atualizações das normas. Quando essas normas entram em consulta nacional, podem ser acessadas no Boletim de Normas, elaborado pela CBIC em conjunto com o Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais (Sinduscon-MG), com a correalização do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai Nacional). As informações estão atualizadas no Portal CBIC de Normas Técnicas da Construção onde podem ser obtidas/consultadas (CBIC, 2021).

Este trabalho sobre a revisão da norma foi de extrema importância para qualificação profissional, pois como sabedores da metodologia de trabalho que devemos desenvolver, pode haver de fato uma melhoria na aplicabilidade da NBR 15575.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, propõem-se:

- i) Realizar estudos indicando contribuições que a norma 15575 deveria ter para o desenvolvimento tecnológico de materiais e alterações de sistemas construtivos;
- ii) Realizar estudos sobre os impactos do ponto de vista da construção civil com essas alterações feitas da NBR 15575 da versão de 2013 para a versão atualizada de 2021;
- iii) Realizar um estudo sobre os impactos dessas alterações da NBR 15575 para a construção civil na cidade de Palmas - TO.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220-1**: Desempenho Térmico de Edificações, Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15220-2**: Desempenho Térmico de Edificações, Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes da edificação. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15220-3**: Desempenho Térmico de Edificações, Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15220-3 (Emenda 1)**: Desempenho Térmico de Edificações, Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 15575-1**: Desempenho Térmico de Edificações Parte1: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-1 (Emenda 2)**: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 15575-4**: Desempenho Térmico de Edificações Parte4: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-4 (Emenda2)**: Desempenho Térmico de Edificações Parte 4: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 15575-5**: Desempenho Térmico de Edificações Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-5 (Emenda 2)**: Desempenho Térmico de Edificações Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 15575-6 (Emenda 1)**: Desempenho Térmico de Edificações Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2021.

AKUTSU, M. **Métodos para avaliação do desempenho térmico de edificações no Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 1998.

AKUTSU, M.; VITTORINO, F. **Tratamento de dados climáticos para a avaliação do desempenho térmico de edificações – Manual de**

Procedimentos (Aplicação à Cidade de São Paulo) - Anexo I Pub. IPT 1732. São Paulo, 1998.

ASHRAE. American Society of heating refrigerating and air conditioning engineers. **ASHRAE Handbook - Fundamentals**. American national standards institute; American Society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers. Atlanta, Georgia. 2009.

ASHRAE, American Society of heating refrigerating and air conditioning engineers. **ANSI/ASHRAE 55/2013**: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. American national standards institute; Atlanta, 2013.

BARBOSA, Gabriele L.; ARAÚJO, Mayna L. T. De; SANTOS, Daniela N.; BATISTA, Juliana O. **Desempenho Térmico De Habitações Populares Em Alagoas: Uma Aplicação Da NBR 155751**. XVI Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído. São Paulo, 21 a 23 de setembro de 2016.

BOGO, A. J. **Reflexões críticas quanto as limitações do texto das normas brasileiras de desempenho NBR 15220-3 e NBR 15575**. Universidade Regional de Blumenau, pp. 290-298. Blumenau, 2016.

BRITO, A. C. **Discussões sobre normas de desempenho térmico**. AECweb Revista Digital. 2019. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/a/tendenciasdas-discussoes-da-norma-de-desempenho-na-area-de-desempenhotermico_19466. Acesso em: agosto de 2021.

CBIC. **Reunião plenária da norma de desempenho discute desempenho térmico**. AGÊNCIA CBIC. 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/reuniao-plenariada-norma-de-desempenho-discute-desempenho-termico/>. Acesso em: agosto de 2021.

CBIC. **Emendas da norma de desempenho térmico entram em consulta nacional**. AGÊNCIA CBIC. 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/emendas-anorma-de-desempenho-entram-em-consulta-nacional/>. Acesso em: julho de 2021.

CBIC. **Termina discussão sobre a Emenda de Desempenho Térmico da ABNT NBR 15575**. AGÊNCIA CBIC. 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/inovacao/2020/09/30/termina-discussao-sobre-a-emenda-de-desempenho-termico-da-abnt-nbr-15575-4/>. Acesso: novembro de 2021.

CBIC. **CBIC divulga boletim com alterações das Normas Técnicas ABNT/ Construção**. AGÊNCIA CBIC. 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/cbic-divulga-boletim-com-alteracoes-das-normas-tecnicas-abnt-construcao-9/>. Acesso em novembro de 2021.

CBIC. **SNH aprova avaliação de desempenho térmico por simulações computacionais**. AGÊNCIA CBIC. 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/snh->

aprova-avaliacao-de-desempenho-termico-por-simulacoes-computacionais/. Acesso em novembro de 2021.

De DEAR, R. J.; BRAGER, G. S.; COOPER, D. **Developing an adaptive model of thermal comfort and preferences**, ASHRAE, 1997.

De DEAR, R. J.; BRAGER, G. S. **Thermal comfort in naturally ventilated buildings revisions to ASHARE Standard 55**. Energy and Buildings [S.l], v. 34, n. 6, p. 549561, 2002.

GIVONI, B. **Comfort, climate analysis and building design guide lines**. Volume 18, Issue 1, pp. Pages 11-23. 2003. Disponível em: <https://translate.google.com/translate?hl=ptBR&sl=en&u=https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037877889290047K&prev=search&pto=aue>. Acesso em: setembro de 2021.

GOMES, A. P. **Avaliação do desempenho térmico de edificações unifamiliares em light steel framing**. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2007.

ISO, International Organization for Standardization. Geneva. **ISO 7730; moderate thermal environments-determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort**. Geneva, 2005.

KAPPAUN, K. **Avaliação do desempenho térmico em edificações de blocos estruturais cerâmicos e de blocos estruturais de concreto para a zona bioclimática 2 brasileira**. Dissertação De Mestrado, P. 125. Santa Maria, 2012.

LABEEE - **Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**. Disponível em <http://projeteee.mma.gov.br/glossario/nbr-15220/>. Acesso em: agosto de 2021.

LAMBERTS, Roberto. **Grupos de trabalho iniciam reuniões para a revisão da Norma ABNT**. AGENCIA CBIC, on-line. Brasília, DF, Brasil. 2019. Disponível em: <https://cbic.org.br/grupos-de-trabalho-iniciam-reunioes-para-a-revisao-da-normaabnt/>. Acesso em: agosto de 2021.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. ELETROBRÁS. Rio de Janeiro, 2014.

LAMBERTS, Roberto. **Desempenho térmico em edificações**. Universidade Federal De Santa Catarina CTC - Departamento De Engenharia Civil, Florianópolis, 2016.

NETO, F. M. **Norma de desempenho – Um marco regulatório na construção civil**. Manual de orientação. [on-line]. Disponível em: <http://precisao.eng.br/public/manual-nd.pdf>. Acesso em: agosto de 2021.

NICOL J. F.; HUMPHREYS, M. A.; ROAF, S. **Adaptive thermal comfort: principles and practice**. Routledge, New York, NY. 2012.

OTERO, Juliano Araújo; SPOSTO, Rosa Maria. **Caracterização Da Atuação De Construtoras E Incorporadoras De Goiânia-Go Frente Às Normas De Desempenho ABNT NBR 15575:2013**. XVI Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído. São Paulo, 21 a 23 de setembro de 2016.

PROJETEEE. **Projeteee – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes**. (L.L. Edificações, Produtor, & Universidade Federal de Santa Catarina). Disponível em: <http://projeteee.mma.gov.br/glossario/confortotermico/#:~:text=O%20conforto%20t%C3%A9rmico%20%C3%A9%20definido,nem%20frio%20nem%20calor%20demais>. Acesso em agosto de 2021.

ROAF, S; NICOL, F.; HUMPHREYS, M. A.; TUOHY, P.; BOESTRA, A. Twentieth century standards for thermal comfort: Promoting high energy buildings. **Architectural Science Review** 53(1), p. 65-77, 2010.

SANTO, A. D.; ALVAREZ, C. E.; NICO-RODRIGUE, E. A. **Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15575**. Cadernos proarq 20, pp. 115-136. (s.d.). Disponível em: http://cadernos.proarq.fau.ufrj.br/public/docs/Proarq_20-114.pdf. Acesso em agosto de 2021.

SANTOS, J. B. Dos. **Uso do PMV para avaliação do conforto térmico em edifício de escritório tipo plano aberto e sua viabilidade de aplicação em clima quente e úmido**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmica do Espaço Habitado – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018

SANTOS, L. E. **Conforto térmico e habitação de interesse social: avaliação pós-ocupação em unidades do residencial agreste, Arapiraca – AL**. XV ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, p. 1124. 18 a 21 de setembro de 2019.

SILVEIRA, F. M. **Análise do desempenho térmico de edificações residenciais ventiladas naturalmente: NBR 15575 e ASHRAE 55**. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp. Campinas. 2014.

SIQUEIRA, T. C. P. A.; AKUTSU, M.; LOPES, J. I. E.; SOUZA, H. **Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações**. Rem: Rev. Esc. Minas. v.58, n.2, p.133-138, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672005000200007>.

SOUZA, R. V. G.; PEIXOTO, L. B. **Desempenho térmico pela ABNT NBR 15575: versões 2013 e 2021**. XVI ENCAC/XII ELACAC, 2021. (no prelo)

SOUZA, R. V.; PEREIRA, F. O. **Módulo didático para avaliação de desempenho térmico de sistemas construtivos**. In: I Conferência Latino-Americana De Construção Sustentável. X Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído. São Paulo, 18 a 21 julho 2004.

TOLSTOY, E. **Requisitos lumínico, térmico e acústico em pauta.** AGÊNCIA CBIC. 2019. Disponível em: <https://cbic.org.br/desempenho-de-edificacoesrequisitos-luminico-termico-e-acustico-em-pauta>. Acesso em: julho de 2021.

INDICAÇÕES DO ARTIGO PREMIADO NO ENCAC 2021:

Sorgato, Melo e Lamberts (2013)

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **Análise do Método de Simulação de Desempenho Térmico da Norma NBR 15575.** In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., Brasília, 2013. Anais...Brasília: ANTAC, 2013.

Brito, Akutsu, Vittorino e Aquilino (2012)

BRITO, A. C.; AKUTSU, M; VITTORINO, F.; AQUILINO, M. M. **Contribuições Para o Aprimoramento da NBR 15575 Referente ao Método Simplificado de Avaliação de Desempenho Térmico de Edifícios.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., Juiz de Fora, 2012. Anais... Juiz de Fora: ENTAC, 2012.

Grigoletti e Sattler (2010)

GRIGOLETTI, G. C.; SATTTLER, M. A. **Método de Avaliação Global de Desempenho Higrotérmico de Habitações de Interesse Social Para Porto Alegre, RS, Brasil.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 101-114, abr./jun. 2010

O método apresentado por Krelling, Eli, Olinger, Veiga, Melo e Lamberts (2020)

KRELLING, Amanda F.; ELI, Letícia G.; OLINGER, Marcelo S.; VEIGA, Rodolfo K. S.; MELO, Ana P.; LAMBERTS, Roberto. **Proposta de método de avaliação do desempenho térmico de residências: NBR 15575.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2020.