

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DA NBR 15575 (2013) QUANTO AO DESEMPENHO TÉRMICO: UM ESTUDO DE CASO EM SALVADOR - BAHIA¹

CONCEIÇÃO, Jéssica (1); LEITE, Regina M. C. (2)

(1) IFBA, e-mail: jessica.16.santos@hotmail.com; (2) IFBA, e-mail:
regina.leite@ifba.edu.br

RESUMO

O conforto térmico de um ambiente está diretamente associado ao bem-estar e a sensação de satisfação do indivíduo com o meio. Para atender à necessidade de reorganização da área da construção civil no que se refere ao conforto térmico, foi publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, em 2008, a Norma Brasileira de Desempenho de Edificações Habitacionais - NBR 15575 (2013). Este trabalho tem como objetivo analisar duas edificações recentemente construídas, localizadas na cidade de Salvador - BA, relacionadas ao desempenho térmico baseado na NBR 15575 (2013). A presente pesquisa consiste em avaliar a transmitância térmica e absorvância à radiação solar e compará-las com os valores recomendados pelas normas NBR 15575 (2013) e NBR 15220 (2003), através do procedimento simplificado. Para isto, os parâmetros de avaliação dos sistemas de vedação vertical e cobertura apresentados na NBR 15575 (2013) foram obtidos in loco. Em seguida foram feitas entrevistas com usuários nas edificações A e B com a finalidade de verificar se há satisfação térmica mediante o comparativo com a NBR 15575 (2013). O objetivo proposto foi alcançado. Constatou-se que apenas a edificação A atende aos requisitos da norma, provavelmente devido à utilização de materiais com função de isolante térmico.

Palavras-chave: Conforto Térmico. Desempenho. Edificações.

ABSTRACT

The thermal comfort of an environment is directly associated with well-being and sense of individual satisfaction with the environment. To meet the need for reorganization of the construction area with regard to thermal comfort, was published by the Brazilian Association of Technical Standards, in 2008, the Brazilian Standard Performance of Buildings Housing - NBR 15575 (2013). This work aims to analyze two buildings recently built, located in the city of Salvador - BA, related to thermal performance based on the NBR 15575 (2013). This study is to evaluate the thermal transmittance and absorbance to solar radiation and compare them with the values recommended by NBR 15575 standards (2013) and NBR 15220 (2003), through the simplified procedure. For this, the evaluation parameters of the vertical sealing and coating systems shown in the NBR 15575 (2013) were produced on the ground. Then users with interviews were conducted in buildings A and B in order to check for thermal satisfaction by the comparison with the NBR 15575 (2013). The proposed objective was achieved. It was found that only the construction meets the standard requirements, probably due to the use of materials with thermal insulating function.

¹ CONCEIÇÃO, Jéssica; LEITE, Regina M. C.. Avaliação da aplicabilidade da NBR 15575 (2013) quanto ao desempenho térmico: um estudo de caso em Salvador - Bahia. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Keywords: *Thermal comfort. Performance. Buildings.*

1 INTRODUÇÃO

Segundo Ruas (1999), o conforto térmico é a sensação de bem-estar sentida por uma pessoa num determinado lugar. Isto é o resultado da combinação da temperatura radiante média, umidade relativa, temperatura do ambiente e velocidade relativa do ar com a atividade desenvolvida e a roupa usada pelas pessoas. Então um local é confortável se proporcionar bem-estar ao maior número de pessoas.

Visando a necessidade de reorganização da área da construção civil foi publicada a Norma Brasileira de Desempenho de Edificações Habitacionais - NBR 15575 (2013) em 2008 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Diferente de outras normas brasileiras publicadas, ela tem como prioridade orientar e prescrever como melhorar o desempenho das edificações e avaliá-las quanto à capacidade em resistir às intempéries e situações diárias para dessa maneira garantir o mínimo de conforto ao usuário.

Para Borges (2010), em 1984 quem tratava do desempenho de imóveis era a ISO 6241(1984), que até alguns anos atrás era referência. O que a difere da Norma Brasileira de Desempenho é a falta de foco ambiental, pois a ISO 6241 (Organização Internacional para Padronização,1984) foi elaborada numa época em que a sustentabilidade das construções não era um tema central para a sociedade. Dessa maneira, o problema da presente pesquisa é que nas residências e prédios construídos antes do surgimento da NBR 15575 (ABNT, 2013) não havia uma preocupação com o conforto do ambiente a fim de evitar o consumo de energia para acionamento de equipamentos de ventilação forçada e/ou condicionamento artificial do ar.

O trabalho consiste em um estudo de caso para analisar a transmitância térmica e absorvância à radiação solar dos sistemas de vedação vertical e cobertura e compará-las com os requisitos das normas NBR 15575 (ABNT, 2013) e NBR 15220 (ABNT, 2003), através do procedimento simplificado.

O objetivo da presente pesquisa é analisar duas edificações, localizadas na cidade de Salvador-BA, construídas após a publicação da norma NBR 15575 e verificar, pelo procedimento simplificado, o desempenho térmico baseado nos requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2013). Pressupõe-se que devido à construção ser relativamente nova e as normas brasileiras NBR 15575(2013) e NBR 15220 (2003) sobre conforto térmico já existirem desde 2008, as construções analisadas estão de acordo com os parâmetros exigidos pela NBR 15575 (ABNT, 2013) quanto ao desempenho térmico.

2 DESEMPENHO TÉRMICO DAS EDIFICAÇÕES

Segundo Ruas (1999), a energia produzida excessivamente no metabolismo deve ser liberada para o meio para que a temperatura interna do corpo se mantenha constante. Este fenômeno ocorre através dos mecanismos de

troca térmica do corpo humano com o meio que se dividem em: Convecção, Condução, Radiação. De acordo com o mesmo autor, a **convecção** consiste no movimento de massas de fluidos em que o ar quente sobe e o ar frio desce. Já a **condução** é a passagem de energia térmica de uma região para outra, através de um meio material. O fenômeno da **radiação** ocorre através de ondas de calor no vácuo e em alguns meios materiais em que a energia radiante propaga-se até outro corpo através do espaço que os separa.

Os materiais possuem características próprias diante da radiação solar: absorvância à radiação solar, transmitância à radiação solar e refletância à radiação solar. Segundo Pereira et al. (2015), uma superfície emite calor por radiação quando estiver a qualquer temperatura acima do zero absoluto (zero Kelvin). O comportamento dos componentes de determinado material com relação à radiação térmica dependerá das propriedades radiantes de sua superfície. Para este autor, a energia radiante que atinge uma superfície opaca será parte refletida e parte absorvida, sendo a fração refletida, dependente da refletância da superfície e a fração absorvida, dependente de sua absorvância. A soma dessas duas parcelas é igual ao total incidente, assim basta conhecer a refletância da superfície opaca para também determinar a sua absorvância (uma é o complemento da outra).

Define-se como refletância à radiação solar o quociente da taxa de radiação solar refletida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre a mesma. Já a absorvância à radiação solar corresponde ao quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície (ABNT, 2005a). Seus valores variam de zero a um (ou de 0 a 100%) (PEREIRA et al., 2015).

Segundo Lamberts et al. (2011), Transmitância térmica (U) é uma propriedade dos componentes construtivos relacionada à permissão da passagem de energia, medida em $W/m^2 K$. Esta propriedade está relacionada à espessura do componente e à condutividade térmica dos seus materiais constituintes, e representa sua capacidade de conduzir maior ou menor quantidade de energia por unidade de área e de diferença de temperatura. Já a Capacidade térmica é uma propriedade dos componentes construtivos que indica a quantidade de calor necessária para elevar sua temperatura em uma unidade, por cada unidade de área.

Para Lamberts et al. (2011) em edificações localizadas em países quentes como o Brasil, quando se aplicam materiais de baixo aquecimento, devido à menor absorção da radiação solar, podem reduzir ganhos de calor melhorando o bem-estar dos ocupantes da edificação e reduzindo o consumo de energia com condicionamento de ar. O desempenho de paredes de edificações pode ser entendido por meio da seguinte analogia: um corpo A passa parte de sua energia térmica, o que resulta numa redução de sua temperatura enquanto que o corpo B absorve-a e aumentará sua temperatura. Portanto, o processo continua até que as temperaturas se igualem, isto é, até que se atinja o equilíbrio térmico

(LAMBERTS et al. ,2011)

Os mesmos autores ressaltam que os vidros das esquadrias são materiais transparentes às radiações visíveis e possibilitam iluminação natural ao espaço. Além disso, quando a energia radiante incide sobre uma superfície transparente ela é absorvida, refletida ou transmitida. Contudo, podem resultar em problemas térmicos, acústicos e econômicos.

Quanto ao comportamento da cobertura, Silva (2004) discorre que tem papel de vedação (telhado), podendo proporcionar ainda isolamento térmico, acústico, forro e impermeabilização. Além disso, a NBR 15575 (ABNT, 2013) resalta que o sistema de cobertura influencia diretamente no conforto térmico dos ocupantes e no consumo de energia para acionamento de equipamentos de ventilação forçada e/ou condicionamento artificial do ar.

3 AS NORMAS BRASILEIRAS DE DESEMPENHO TÉRMICO

A Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais - NBR 15575 (ABNT, 2013) teve a sua primeira versão divulgada em 2008, com parâmetros muito severos. Contudo, após reavaliação e atualização, em fevereiro de 2013 foi concluída e revisada facilitando assim o trabalho das empresas, dos fabricantes, dos engenheiros, dentre outros.

3.1 Norma brasileira NBR 15575 (2013)

A NBR 15575 (ABNT, 2013) visa avaliar o desempenho das novas edificações e trata de seis temas: requisitos gerais, sistema de estrutura, piso, vedação vertical, cobertura e sistemas hidrossanitários. Neste trabalho foram avaliadas as vedações verticais e coberturas abordadas a seguir. Segundo a NBR 15575 (2013) a parte 4 desta norma trata das **vedações verticais** e avalia as paredes e esquadrias, visando detectar se há bom desempenho térmico quando comparado com os requisitos. São avaliados também capacidade térmica, absorvência à radiação solar e a transmitância térmica.

Antes de detalhar os requisitos é necessário ressaltar que segundo Sorgato et al., (2013) a norma possui três procedimentos para avaliação da adequação das edificações, a saber: simulação computacional, medição e simplificado. O método adotado no presente trabalho foi o simplificado, pois se aplicam os cálculos da transmitância térmica, capacidade térmica e absorvência à radiação solar para serem comparados com os requisitos da NBR 15575 (2013). A respeito do zoneamento brasileiro, segundo Lamberts (2010) ele se divide em oito zonas e a cidade de Salvador se encontra na zona oito.

Os requisitos para a avaliação da vedação vertical são: a transmitância térmica, absorvência à radiação solar e capacidade térmica. De acordo com a NBR 15220 (ABNT, 2003), **a absorvência à radiação solar** trata-se do quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície. Segundo a mesma norma **a capacidade térmica** consiste na quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema, em kJ/(m².K).

Para Lamberts et al. (2010) a **transmitância térmica** é a permissão da passagem de energia, medida em $W/(m^2 \cdot K)$, apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Transmitância térmica de paredes

Transmitância Térmica U $W/m^2 \cdot K$		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
$U \leq 2,5$	$\alpha \leq 0,6$	$\alpha \leq 0,6$
	$U \leq 3,7$	$U \leq 2,5$

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2013).

Para Lamberts (2011) há critérios específicos para quando não se pode medir a construção para obter a absorvância à radiação solar, a seguir estão os requisitos referentes à cobertura e à parede.

A parede assume valor de absorvância à radiação solar baseado na sua cor. É importante que para a análise do desempenho térmico do projeto, caso a cor não seja identificada, sejam utilizados os valores: cor clara: $\alpha = 0,3$; cor média: $\alpha = 0,5$; cor escura: $\alpha = 0,7$.

Em relação à cobertura: o valor disponível no projeto baseado no material do telhado ou outro elemento utilizado que constitua a superfície exposta da cobertura, conforme pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Absorvância à radiação solar (ondas curtas) e emissividade (ϵ) para radiações a temperaturas comuns (ondas longas)

Tipo de superfície	α	ϵ
Chapa de alumínio (nova e brilhante)	0,05	0,05
Chapa de alumínio (oxidada)	0,15	0,12
Chapa de aço galvanizada (nova e brilhante)	0,25	0,25
Caliação nova	0,12 / 0,15	0,90
Concreto aparente	0,65 / 0,80	0,85 / 0,95
Telha de barro	0,75 / 0,80	0,85 / 0,95
Tijolo aparente	0,65 / 0,80	0,85 / 0,95
Reboco claro	0,30 / 0,50	0,85 / 0,95
Revestimento asfáltico	0,85 / 0,98	0,90 / 0,98
Vidro incolor	0,06 / 0,25	0,84
Vidro colorido	0,40 / 0,80	0,84
Vidro metalizado	0,35 / 0,80	0,15 / 0,84
Pintura:		
Branca	0,20	0,90
Amarela	0,30	0,90
Verde clara	0,40	0,90
"Alumínio"	0,40	0,50
Verde escura	0,70	0,90
Vermelha	0,74	0,90
Preta	0,97	0,90

Fonte: ABNT NBR 15220-2 (2003).

Outro critério importante é a capacidade térmica apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Capacidade térmica de paredes externas

Capacidade Térmica (CT) kJ/m².K	
Zonas 8	Zonas 1 a 7
Sem exigência	≥ 130

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2013).

Na parte 5 da Norma são apresentados dois critérios para descobrir o desempenho da cobertura quanto ao procedimento simplificado, que são a transmitância térmica e a absorvância à radiação solar, que podem ser observadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Critérios e níveis de desempenho de coberturas quanto à transmitância térmica

Transmitância térmica (U) W/m ² K					
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8¹⁾		Nível de desempenho
U ≤ 2,3	α ¹⁾ ≤ 0,6	α ¹⁾ > 0,6	α ¹⁾ ≤ 0,4	α ¹⁾ > 0,4	M
	U ≤ 2,3	U ≤ 1,5	U ≤ 2,3 FV	U ≤ 1,5 FV	
U ≤ 1,5	α ¹⁾ ≤ 0,6	α ¹⁾ > 0,6	α ¹⁾ ≤ 0,4	α ¹⁾ > 0,4	I
	U ≤ 1,5	U ≤ 1,0	U ≤ 1,5 FV	U ≤ 1,0 FV	
U ≤ 1,0	α ¹⁾ ≤ 0,6	α ¹⁾ > 0,6	α ¹⁾ ≤ 0,4	α ¹⁾ > 0,4	S
	U ≤ 1,0	U ≤ 0,5	U ≤ 1,0 FV	U ≤ 0,5 FV	
¹⁾ Na zona bioclimática 8 também estão atendidas coberturas com componentes de telhas cerâmicas, mesmo que a cobertura não tenha forro. NOTA O fator de ventilação (FV) é estabelecido na ABNT NBR 15220/2.					

Fonte: ABNT NBR 15575-5 (ABNT, 2013).

Segundo a ABNT NBR 15575-1(2013), os critérios associados à cobertura e às paredes seguem os requisitos apresentados no quadro 4 cujo o nível mínimo para aceitação é o M (denominado mínimo).

3.2 Norma brasileira NBR 15220 (2003)

Para Lamberts et al. (2010), a norma reúne as recomendações e diretrizes que abordam a otimização do desempenho térmico e são fundamentadas em estratégias de adaptação da edificação ao clima. Partindo desse pressuposto, os parâmetros utilizados no método simplificado mencionado na ABNT NBR 15575 (2013) são baseados na ABNT NBR 15220 (2003) e serão apresentados a seguir.

TRANSMITÂNCIA TÉRMICA – PAREDE E COBERTURA

$$U = 1 / RT \quad (1)$$

Onde:

U = transmitância térmica

RT = resistência térmica

FATOR DE CORREÇÃO DA TRANSMITÂNCIA TÉRMICA - COBERTURA

$$FT = 1,17 - 1,07 \cdot h^{-1,04} \quad (2)$$

Onde:

FT= fator de correção de transmitância aceitável para as coberturas da zona 8 (adimensional)

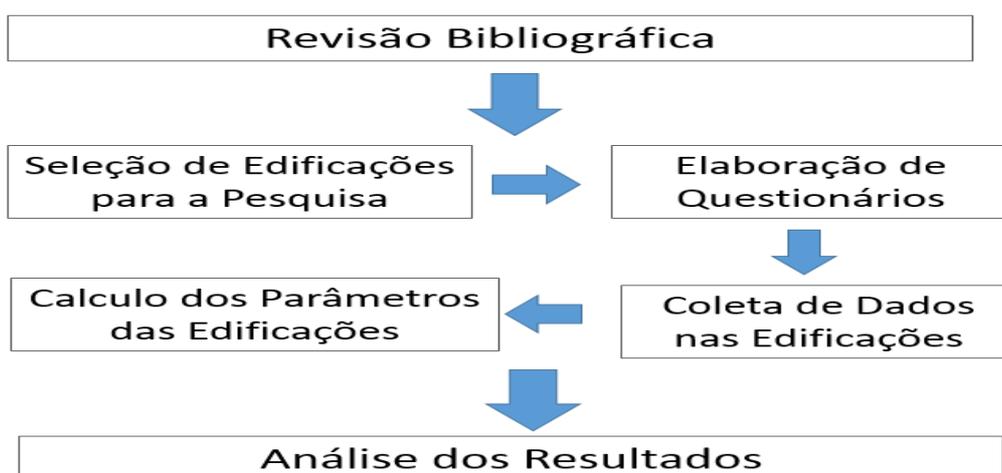
h= altura da abertura em dois beirais opostos

Nota: Para coberturas sem forro ou com áticos não ventilados, FT=1.

4 METODOLOGIA

Segundo Araújo et al. (2008) o estudo de caso é uma abordagem metodológica de investigação especialmente adequada quando procuramos compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores. Partindo desse pressuposto o estudo foi desenvolvido em etapas conforme a figura 1:

Figura 1 – Delineamento da Pesquisa



Fonte: As autoras

A primeira etapa do trabalho foi à revisão bibliográfica baseada em documentos sobre conforto térmico e em normas técnicas: ABNT NBR 15575 (2013), ABNT NBR 15220(2003). Na etapa seguinte, realizou-se a seleção das edificações a serem investigadas. Selecionou-se edificações baseadas na

ABNT 15575(2013) para atender os seguintes requisitos: a obra não deve estar em andamento, nem se tratar de uma reforma e deve ter sido construída após a primeira publicação da norma (2008).

Após a seleção das edificações, elaborou-se dois questionários: um para clientes, a fim de detectar o nível de satisfação térmica e o outro, aplicado aos responsáveis, que teve como foco obter informações sobre os materiais que compõem as edificações, e a partir destas informações pesquisar os valores de transmitância térmica, usando catálogo do INMETRO, para calcular os parâmetros de desempenho das edificações.

Após a fase das entrevistas foi possível calcular, analisar e comparar os dados obtidos e avaliar as edificações de acordo com as exigências da ABNT NBR 15575 (2013). As edificações escolhidas tiveram suas obras concluídas antes de 2013. A edificação A funciona como shopping e a B como restaurante, ambas climatizadas.

5 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DA ABNT NBR 15575 (2013)

Nesta fase foram agrupados os cálculos referentes ao desempenho térmico de duas edificações, baseados nos parâmetros da ABNT NBR 15575 (2013) sobre vedações verticais e cobertura, retratados nos quadros 4 e 5.

Quadro 5 - Cálculo dos requisitos da ABNT NBR 15575-4 (2013)

Valores Calculados			Requisitos da NBR 15575 (2013)	
Locais	Transmitância Térmica	Absortância à Radiação Solar	Transmitância Térmica	Absortância à Radiação Solar
Edificação A	2,72	0,3	≤3,7 OU 2,5	≤0,6
Edificação B	5,5	0,5	≤3,7 OU 2,5	≤0,6

Fonte: As autoras

Segundo a ABNT NBR 15220 (ABNT, 2003) Salvador situa-se na zona 8. Utilizando esse dado num comparativo com os requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2013) e com o quadro 5 tem-se que a transmitância térmica nas paredes deve ser menor ou igual a 3,7 ou 2,5, enquanto que a absortância à radiação solar deve ser menor ou igual a 0,6. Embora a edificação A atenda a ambos quesitos, a edificação B só atende a um requisito.

Quadro 6 - Cálculo dos requisitos da ABNT NBR 15575-5 (2013)

Valores Calculados			Requisitos da NBR 15575 (2013)	
Locais	Transmitância Térmica	Absortância à Radiação Solar	Transmitância Térmica	Absortância à Radiação Solar
Edificação A	1,18	0,4	≤2,3 FV	≤0,4
Edificação B	1,75	0,75	≤1,5 FV	>0,4

Fonte: As autoras

O nível de desempenho exigido pela norma NBR 15575 (ABNT, 2013) é o “M” que estabelece a $U \leq 2,3FV$ e absortância à radiação solar $\leq 0,4$, ou $\leq 1,5 FV$ $w/m^2.k$ e $\alpha > 0,4$. Observa-se no quadro 6 que a edificação A atende aos quesitos mencionados e a edificação B só atende a absortância.

Cabe destacar que os valores das transmitâncias térmicas foram obtidos através do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO, 2013). Por falta de informações compatíveis com a situação real foram utilizadas associações por meio das funções dos materiais à obtenção das transmitâncias térmicas.

6 COLETA DE DADOS

Neste tópico são discutidos os resultados obtidos para o processo de avaliação do desempenho térmico das edificações A e B. Aplicou-se um tipo de questionário aos responsáveis de cada estabelecimento com o objetivo conhecer a sua percepção de conforto térmico e os materiais utilizados na construção das edificações e outro tipo de questionário aplicados a dois clientes com o objetivo conhecer a percepção do conforto térmico das edificações por parte do seu público.

6.1 Questionário aos responsáveis pelos estabelecimentos e Clientes

A primeira parte do questionário sobre conforto térmico abordou o nível de satisfação dos usuários para com os ambientes e a segunda parte consistiu numa coleta de dados sobre as construções, nele constam nove questões aplicadas a um responsável de cada estabelecimento, apresentadas a seguir nos quadros.

Quadro 7 – Questionário aos responsáveis sobre o conforto térmico

PERGUNTAS AOS RESPONSÁVEIS PELAS EDIFICAÇÕES A e B		
1- Como você se sente termicamente nesse ambiente?	Edificação A	Edificação B
Com frio		
Confortável	x	x
Desconfortável		
Normal		
Com calor		
2- Em sua opinião, como deveria estar o ambiente térmico para seu melhor desempenho?	Edificação A	Edificação B
Bem mais aquecido		
Um pouco mais aquecido		
Mais aquecido		
Mais refrescado		
Sem mudança	x	x
3- Como está sua tolerância quanto a este ambiente térmico?	Edificação A	Edificação B
Boa	x	x
Intolerável		
Muito difícil de tolerar		
Pouco difícil de tolerar		

Fonte: As autoras

Quadro 8 – Questionário aos responsáveis sobre características da edificação

PERGUNTAS AOS RESPONSÁVEIS PELAS EDIFICAÇÕES A e B		
4 – Qual a constituição da alvenaria?	Edificação A	Edificação B
Bloco cerâmico	x	
Bloco concreto (sical)		x
Gesso		x
Tijolo maciço	x	
5- E quanto à cobertura, qual o tipo de telha? Se não utilizar telhado, marque abaixo o que o ambiente possui:	Edificação A	Edificação B
Forro		
Laje		
Laje com isolante térmico	x	
Telha cerâmica + Forro Sonique espuma acústica + telha amianto		x
6- A ventilação natural é suficiente para longa permanência neste lugar?	Edificação A	Edificação B
Sim	x	
Não		x
7- O ambiente possui climatização (ar condicionado)?	Edificação A	Edificação B
Sim	x	x
Não		
8- Com que frequência você liga o ar condicionado?	Edificação A	Edificação B
Sempre	x	x
Às vezes		
Poucas vezes		
9- Existe uma exigência de algum órgão público de fiscalização para um restaurante/ Shopping ter ar condicionado?	Edificação A	Edificação B
Sim	x	
Não		x

Fonte: As autoras

Quadro 11 – Questionário aos clientes

PERGUNTAS AOS CLIENTES DAS EDIFICAÇÕES A e B		
1- Como você se sente termicamente nesse ambiente?	Edificação A	Edificação B
Com frio		
Confortável	x	x
Desconfortável		
Normal		
Com calor		

2- Em sua opinião, como deveria estar o ambiente térmico para seu melhor desempenho?	Edificação A	Edificação B
Bem mais aquecido		
Um pouco mais aquecido		
Mais aquecido		
Mais refrescado		
Sem mudança	x	x
3- Como está sua tolerância quanto a este ambiente térmico?	Edificação A	Edificação B
Boa	x	x
Intolerável		
Muito difícil de tolerar		
Pouco difícil de tolerar		
4 - O ambiente possui climatização (ar condicionado)?	Edificação A	Edificação B
Sim	x	x
Não		

6.2 Registro fotográfico

Registros fotográficos foram realizados nas duas edificações com o objetivo de mostrar os materiais que as compõem quanto à vedação vertical e a cobertura.

6.2.1 Edificação A

Figura 2 – Vista da laje e paredes no piso L2



Foto: As autoras.

Figura 3 – Vista da cobertura no piso L1



Foto: As autoras.

6.2.2 Edificação B

Figura 4 – Vista da Cobertura e paredes



Foto: As autoras.

Figura 5 - Fachada



Foto: As autores.

7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta etapa foram reunidos resultados oriundos dos cálculos dos parâmetros da ABNT NBR 15575 (2013) quanto a vedação vertical e cobertura em paralelo com os resultados dos questionários.

Após analisar os questionários foi possível observar que os usuários e responsáveis pelos estabelecimentos acreditam que o ambiente é confortável devido ao uso de ar-condicionado.

Visando verificar se os dados obtidos demonstram conforto térmico realizaram-se cálculos para obter o desempenho das duas edificações. Comparou-se os resultados obtidos aos requisitos da norma. Ao analisar os resultados para as vedações verticais, verificou-se que para atender os requisitos da norma de desempenho, a transmitância térmica (U) deve ser menor ou igual a 3,7, o que significa que a capacidade de conduzir energia por unidade de área deve ser menor ou igual a 3,7 e absorvância à radiação solar (α) menor ou igual a 0,6 isto é, a taxa de radiação solar absorvida pela superfície dividido pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície deve ser menor do que 0,6, estar abaixo de 60%. Os resultados mostram que o sistema de vedação da edificação A atende aos requisitos, pois obteve $U = 2,72 \text{ W/m}^2\cdot\text{k}$ e $\alpha = 0,3$.

Na edificação B que possui $U = 5,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{k}$ e $\alpha = 0,5$, a transmitância térmica está acima de 3,7 por isso não atende ao requisito da norma. Este resultado indica que os materiais que compõem as paredes possuem a capacidade de condução de energia acima do limite estabelecido (transmitância térmica $\leq 3,7$).

Por outro lado, ao avaliar o sistema de cobertura da edificação A constatou-se que está em conformidade, os resultados obtidos foram: $U = 1,18 \text{ W/m}^2\cdot\text{k}$ e $\alpha = 0,40$, para atender aos requisitos, a transmitância térmica deve ser menor ou igual a 2,3 e a absorvância à radiação solar deve ser menor ou igual a 0,4.

Enquanto que a edificação B deveria atender aos requisitos de $U \leq 1,5 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ e $\alpha > 0,4$ mas isso não aconteceu, pois obteve $U = 1,75 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$ e $\alpha = 0,75$. O que mostra que também na escolha do material para a cobertura da edificação B não houve a preocupação com o conforto térmico.

É possível perceber, portanto, que os parâmetros calculados para a edificação B não correspondem com a descrição de conforto térmico apresentadas nas entrevistas.

8 CONCLUSÕES

O objetivo proposto ao presente estudo de caso foi alcançado: avaliou-se o conforto térmico a partir do cálculo da transmitância térmica e absorvância à radiação solar das duas edificações baseadas nos requisitos da ABNT NBR 15575 (2013) através do procedimento simplificado.

A hipótese do trabalho foi confirmada apenas para a edificação A, pois a edificação teve sua construção em 2012 e as normas brasileiras sobre conforto térmico já existiam anteriormente. Então, a construção analisada está de acordo com os parâmetros exigidos pela ABNT NBR 15575 (2013) em relação à vedação vertical e à cobertura, quanto ao desempenho térmico. Desta forma, é possível garantir o mínimo de conforto térmico aos seus usuários sem o acionamento de ar condicionado. Após calcular os mesmos parâmetros para a edificação B verificou-se que ela não atende a norma ABNT NBR 15575 (2013) quanto ao desempenho térmico. Provavelmente este resultado diferente seja devido à edificação A ter investido em materiais com função de isolante térmico como poliuretano, isopor, gesso e bloco Sical.

Uma dificuldade enfrentada para a realização deste trabalho foi encontrar valores da transmitância térmica, inclusive usou-se um catálogo do INMETRO (2013); quando não encontrado o valor real do material foi adotado o valor cujas características e funções são similares. Além disso, por falta de informações sobre a descrição dos vidros utilizados pelas duas edificações, os mesmos não foram analisados.

Sugere-se a continuidade do trabalho, pois a quantidade de entrevistados foi relativamente pequena, tornando o resultado da percepção de conforto pelo usuário pouco representativo. Então, é recomendável um estudo mais aprofundado por meio dos procedimentos apontados na ABNT NBR 15220-1 (2013): a simulação computacional e a medição da edificação.

A proposta, portanto, segundo a ABNT NBR 15220 (2013) para melhorar o desempenho do sistema de vedação e cobertura da edificação B é a ventilação cruzada, que se trata da livre circulação de ar no ambiente, ou seja, se existir uma janela em uma fachada deve ter uma porta em outra fachada, ambas abertas sempre atentando para os ventos do entorno. Esta solução poderia evitar o uso de ar condicionado, que, segundo os entrevistados, não é obrigatório neste tipo de estabelecimento.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. Estudo de Caso. Métodos de Investigação em Educação. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2008. Disponível em: <http://grupo4te.com.sapo.pt/estudo_caso.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2015.

_____. **NBR 15575**: Desempenho de Edificações Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15220**: Desempenho Térmico de Edificações – parte 2. Rio de Janeiro, 2003.

BORGES, C. A. Norma Brasileira de Desempenho de Edifícios passa a valer em 12 de maio; saiba por que ela é importante para o setor. 2010. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/103/norma-de-desempenho-o-significado-de-desempenho-nas-edificacoes-282364-1.aspx>>. Acesso em: 10 set. 2015.

CATÁLOGO DE PROPRIEDADES TÉRMICAS DE PAREDES, COBERTURAS E VIDROS. 2013.

Disponível em:

<<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtosPBE/regulamentos/AnexoV.pdf>>
Acesso em: 10 set. 2015.

LAMBERTS, R. **Bioclimatologia e Desempenho Térmico**. 2010. Disponível em:

<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_I_WEB.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2015.

LAMBERTS, R. et al. **Conforto térmico**. 2011. Disponível

em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161%20Apostila-v2011_1.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2015.

RUAS, A. C. **Conceituação de conforto térmico**. 1999. Disponível

em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/biblioteca-digital/download/Publicacao/107/Conforto%20T%C3%A9rmico%20nos%20Ambientes%20de%20Trabalho-pdf>> Acesso em: 3 ago. 2015.

SILVA, A. J. C. **Cobertura**. 2004. Disponível em:

<http://www.tecomat.com.br/angelo/arquivos/obertura_apostila_unicap.pdf>
Acesso em: 3 set. 2015.

SORGATO, M.; MELO, A.; LAMBERTS, R. Análise do Método de Simulação de Desempenho Térmico da Norma NBR 15.575. 2013. Disponível em:

<<http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/viewFile/12205/8544>>. Acesso em: 5 ago. 2015.

PEREIRA, C. D.; MARINOSKI, D. L.; LAMBERTS, R; GÜTH, S.S; GHISI, E. Guia de medição e cálculo para refletância e absortância solar em superfícies opacas (v.1), Florianópolis, maio de 2015.