

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

CONFORTO TÉRMICO RESIDENCIAL – ANÁLISE DE CASO EM SANTA ROSA/RS¹

Joice Moura Da Silva², Jardel Hammes Hartmann³, Claudinei Adriano Fagundes⁴, Geovani Henrique Schuh⁵, Claus Dante Schönardie⁶.

¹ Artigo produzido no curso de Engenharia Civil da Unijui

² Aluna do Curso de Engenharia Civil da Unijuí

³ Aluno do Curso de Engenharia Civil da Unijuí

⁴ Aluno do Curso de Engenharia Civil da Unijuí

⁵ Aluno do Curso de Engenharia Civil da Unijuí

⁶ Aluno do Curso de Engenharia Civil da Unijui

Resumo

É muito importante que as pessoas possam desfrutar cada vez mais de condições de conforto em suas habitações. Este conforto pode ser térmico, acústico ou lumínico. Pensando nisso é importante que exista um controle para que se consiga obter este conforto. Neste sentido é necessário que se façam avaliações de desempenho nas edificações para verificar se as mesmas apresentam os requisitos necessários a partir das normas existentes na Construção Civil que regulamentam estes critérios. O presente artigo tem por objetivo fazer um estudo da norma NBR 15575 e suas exigências para o Conforto Térmico e a partir daí fazer uma investigação em uma edificação residencial já existente na cidade de Santa Rosa/RS, para verificar se a mesma atende aos requisitos necessários.

Palavras chave: desempenho; norma; edificação residencial.

1 Introdução

Ao longo de todo o desenvolvimento da história humana, vemos a constante busca pela proteção quanto ao clima, ora do sol, ora da chuva, fato este que pode ser constatado a partir da utilização das cavernas, por exemplo. Atualmente o crescente aumento da população mundial faz com que a poluição aumente cada vez mais e também que haja uma grande diminuição de áreas verdes, devido a grande urbanização.

Devido a este aumento, temos também o aumento de consumo de água e energia elétrica e como uma forma alternativa para que este consumo desenfreado possa diminuir, os estudiosos, assim como os consumidores precisam e querem formar alternativas para que não tenham que arcar com as consequências da evolução mundial e assim buscam formas de melhorar e diminuir o consumo de energia elétrica, buscando fontes alternativas de energia.

Pensando nisso, nosso estudo foi desenvolvido buscando entender quais os fatores que interferem no clima de uma residência e também o que pode auxiliar para melhorar o conforto térmico no local.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

2 Objetivo

Faremos um breve estudo da NBR 15575, para entender quais são os requisitos para o conforto térmico residencial e a partir disso comparar o que foi encontrado na residência em análise (já citada acima) para verificar se a mesma atende ou não aos requisitos necessários e também o que pode ser feito para melhorar as condições habitacionais da edificação.

3 NBR 15575

As normas de desempenho térmico em edificações iniciaram a partir da criação da primeira norma de desempenho térmico em edificações, conhecida como NBR 15220 (ABNT, 2005) que apresenta diversas características da realidade brasileira, porém esta norma estava restrita somente ao estudo de habitações unifamiliares de interesse social (ABNT, 2003) e a partir disso desenvolveu-se uma nova norma que trata do desempenho para edificações habitacionais, sendo que a primeira versão foi publicada em 2008 da NBR 15575 (ABNT, 2008) e a mesma entrou em vigor em Maio de 2012, com revisão a partir de 2012 e sua versão final foi publicada em julho de 2013.

As normas tem por objetivo estabelecer critérios buscando atender as exigências dos clientes, criando assim meios para que exista um maior controle de qualidade no ramo da Construção Civil e não tem a função de propor melhorias, apenas verificar se os critérios dos matérias estão ou não dentro dos padrões.

Conforme a NBR 15575 (ABNT, 2012):

Normas de desempenho são estabelecidas buscando atender aos requisitos dos usuários, que, no caso desta Norma, referem-se a sistemas que compõem edificações habitacionais, independentemente dos seus materiais constituintes e do sistema construtivo utilizado. O foco desta Norma está nos requisitos dos usuários para o edifício habitacional e seus sistemas, quanto ao seu comportamento em uso e não na prescrição de como os sistemas são construídos. (ABNT, 2012, pág.3/XX)

O usuário das edificações busca cada vez mais qualidade e condições que possam proporcionar conforto, e em decorrência disso não podemos deixar de lado quatro critérios indispensáveis como: segurança, sustentabilidade, habitabilidade, e o nível de desempenho, e estes requisitos serão o que a norma estará avaliando. Uma vez que os mesmos são atendidos, entendemos que os critérios exigidos pelos os usuários estarão de acordo.

Segurança no que diz respeito a parte estrutural, contra o fogo, no uso e na operação; habitabilidade se refere a estanqueidade, desempenho térmico, acústico e lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico; sustentabilidade já aborda a durabilidade, manutenibilidade e o impacto ambiental; nível de desempenho que são os requisitos mínimos que devem ser considerados e atendidos.

Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2012):

Para os efeitos desta norma, apresenta-se uma lista geral de requisitos dos usuários, descrita em 4.2 a 4.4 e utilizada como referência para o estabelecimento dos requisitos e critérios. Sendo atendidos os requisitos e critérios estabelecidos nesta Norma, considera-se para todos os efeitos que estejam atendidos os requisitos do usuário. (ABNT, 2012, NBR 15575, pág.12/XX)

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Para fins de estudo deste artigo estaremos analisando apenas o critério de habitabilidade através do fator de conforto térmico.

Além disso utilizaremos a norma NBR 15220 para fins de cálculos da Transmitância Térmica e da Capacidade Térmica das paredes assim como também para análise das tabelas que fazem referência aos fechamentos.

4 Estudo de caso

O estudo de avaliação de desempenho térmico foi realizado em uma edificação residencial unifamiliar, que está localizada na cidade de Santa Rosa/RS, no bairro Ouro Verde, com área total construída de 86,96 m², com dimensões de 10,40 m x 6,65 x 2,60. Ela é composta por dois dormitórios, uma sala de estar, uma cozinha, um banheiro, uma garagem e uma lavanderia. A figura 1 apresenta a fachada sul, a figura 2 apresenta a fachada leste e a figura 3 apresenta a planta baixa da edificação de forma simplificada.



Figura 1 – Fachada Sul

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica



Figura 2 – Fachada leste

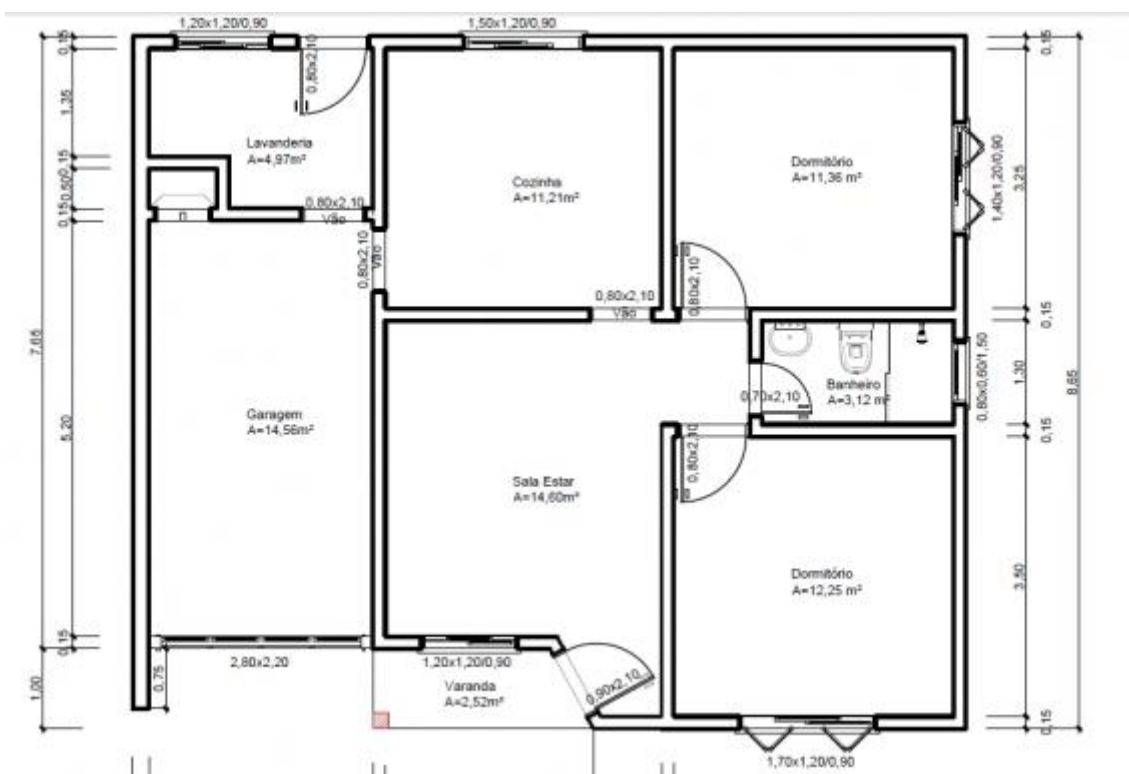


Figura 3 - Planta baixa

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Ela se encontra em uma Zona bioclimática número 2, conforme mapa apresentado na Norma NBR 15220-3. A figura 4 apresenta o Mapa das zonas bioclimáticas brasileiras e esta informação é muito relevante para a definição da utilização de determinados materiais e determinados critérios a serem adotados.

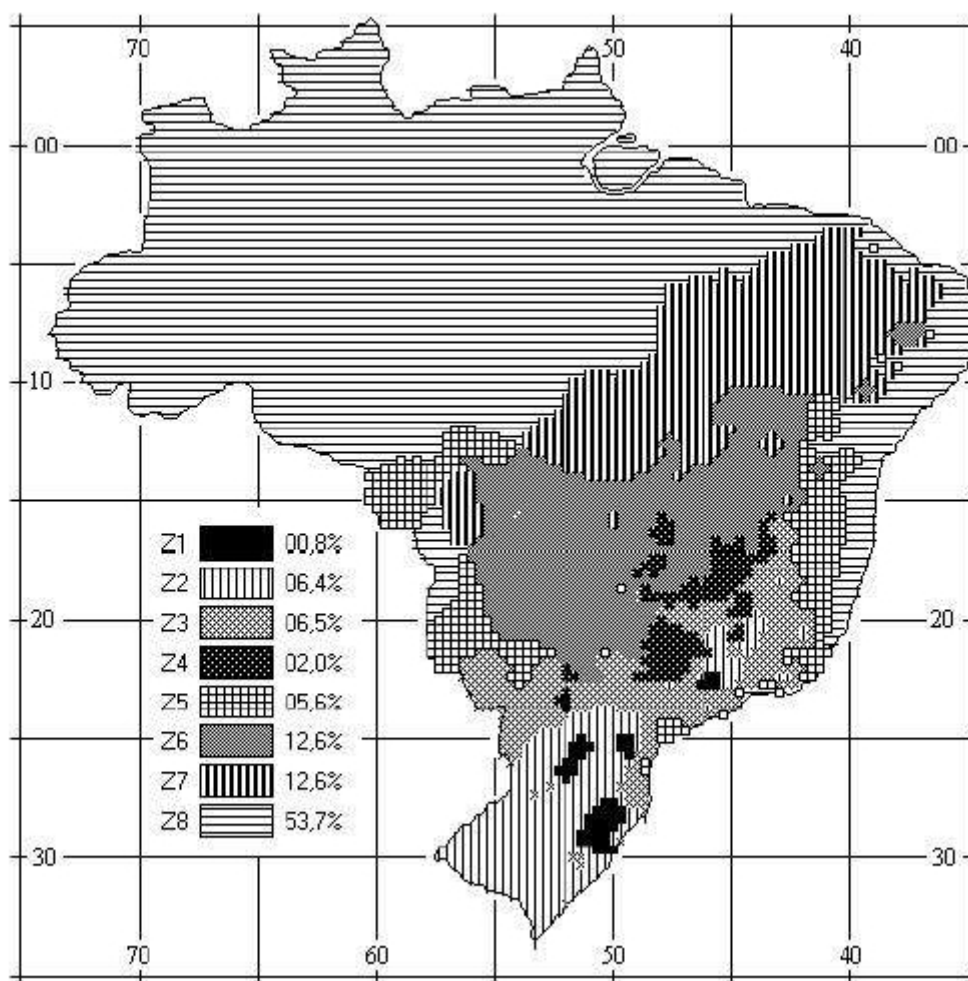


Figura 4 – Mapa das zonas bioclimáticas brasileiras

4.1 Materiais construtivos

A edificação foi construída com paredes simples de tijolos seis furos, com reboco em ambas das faces, a cor das paredes externas é vermelha e foi coberta com telhas cerâmicas, e forro de madeira. Nos dormitórios as janelas são compostas por venezianas de madeira e vidro, na cozinha por janela maxi-ar de madeira e vidro assim como no banheiro, na lavanderia e na sala. As portas são todas de

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

madeira, sendo que uma de entrada principal na sala, uma na lavadeira, uma de contra-peso na garagem e portas internas nos quartos e no banheiro.

5 Coleta de dados e avaliação

Para a avaliação em questão a coleta foi realizada no dormitório frontal, pois a NBR 15575-1 (2013) estabelece que o desempenho da edificação seja avaliado em um ambiente de permanência prolongada (dormitório ou sala de estar) com maior número de paredes expostas para o exterior e este cômodo atende aos dois critérios.

Após analisar e verificar que a edificação está em uma zona bioclimática 2, fizemos a verificação das paredes externas. Conforme tabela 1, apresentada abaixo, as paredes externas situadas nesta zona devem apresentar transmitância térmica $U \leq 2,5$. A partir desta informação fizemos os cálculos, segundo a NBR 15220 sugere que também está apresentado abaixo e verificamos que a edificação atende a este critério.

Transmitância térmica U W/m ² .K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
$U \leq 2,5$	$\alpha^a \leq 0,6$	$\alpha^a > 0,6$
	$U \leq 3,7$	$U \leq 2,5$
^a α é absorvância à radiação solar da superfície externa da parede.		

Tabela 1 – Transmitância térmica de paredes externas

Segundo a norma NBR 15220, para uma parede com tijolo seis furos, argamassa, reboco e câmara de ar, somando a Resistência total do material mais a resistência total interna e a resistência total externa, teremos uma resistência total de 0,4202 (m².K)/W e para o cálculo da transmitância térmica adota-se a equação $U=1/RT$ e neste caso a solução encontrada foi de 2,38 W/m².K.

Outro fator analisado foi a capacidade térmica das paredes externas, utilizando mesmo critério que o item anterior. Verificamos o que a tabela que consta na norma NBR 15575 determina para a zona bioclimática 2, e em seguida fizemos o cálculo proposto pela norma NBR 15220, pois ela apresenta exatamente as elementos construtivos da parede que compõe a edificação escolhida. A tabela 2 apresenta esta informação e logo após apresentamos o cálculo da capacidade térmica da parede analisada.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Capacidade térmica (CT) kJ/m².K	
Zona 8	Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7
Sem requisito	≥ 130

Tabela 2 – Capacidade térmica de paredes externa

Para o cálculo da capacidade térmica da parede, segundo a norma NBR 15220, devemos utilizar a capacidade térmica de todos os materiais que são o reboco, argamassa, cerâmica e o ar, assim como o peso específico e através destas informações efetuamos o somatório com base também na área das seções. A partir de todos estes cálculos a norma estabelece que a capacidade térmica da parede é de 160 kJ/(m².K).

A partir deste resultado e da exigência para a zona bioclimática em questão, concluímos que a parede externa analisada também atende aos critérios.

Uma terceira análise foi feita com relação aos requisitos necessários de aberturas para ventilação e segundo a norma NBR 15575 é necessário que se faça uma investigação do que está sendo exigido na legislação específica do local, incluindo Código de Obras, Código Sanitários e outros. Na tabela 3 apresentamos as exigências do código de obras da cidade de Santa Rosa/RS, na tabela 4 apresentamos as exigências da NBR 15220 para fins de comparação com o código de obras do município, sendo que na zona bioclimática 2 a área das aberturas é classificada como média, e em seguida e na tabela 5 temos as dimensões das aberturas da edificação estudada e a comparação do que foi exigido.

Uso	Tipologia e/ou compartimento	Ventilação e iluminação da fração da área do piso
Residencial	Compartimentos principais	1/7
	Cozinha - lavanderia	1/8

Tabela 3 – Padrões e compartimentos para vãos de ventilação e iluminação natural

Aberturas para ventilação	A (em % da área de piso)
Pequenas	10% < A < 15%
Médias	15% < A < 25%
Grandes	A > 40%

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Tabela 4 – Aberturas para ventilação

Ambiente	Área Total Pisos (m ²)	Área de ventilação Existente (m ²)	Área de ventilação Segundo Código de Obras (m ²)	Área de ventilação Segundo a Norma (m ²)
Dormitório 1	12,25	2,04	1,75	1,84
Dormitório 2	11,37	1,68	1,62	1,71
Sala Estar	14,60	3,93	2,09	2,19
Cozinha	11,21	1,80	1,40	1,68
Banheiro	3,18	0,48	0,45	0,48
Lavanderia	4,97	3,12	0,62	0,75
Garagem	14,56	6,16	2,08	2,18

Tabela 5 – Áreas de ventilação da residência e comparação com as exigências

Após os cálculos realizados, foi possível verificar que o que o Código de Obras do município estabelece não está nem próximo ao mínimo exigido pela norma, sendo assim como a norma estabelece uma margem acima de 15% e abaixo de 25% da área de pisos, se fossemos utilizar o máximo, o código de obras ficaria ainda mais em desacordo.

Analisando as áreas de ventilação que a casa possui, conseguimos perceber que a maioria delas está de acordo com o código e com a norma, que o banheiro apresentou a área mínima exigida e que o dormitório 2 esta em desacordo apenas com a norma.

Por fim a última análise realizada foi com relação a temperatura interna e externa do dormitório 1, pois conforme mencionado no inicio deste artigo, este foi o ambiente que levamos em consideração para fins de estudo.

A tabela 6 expõe como deve ser a temperatura nos dias típicos de inverno dentro e fora da edificação, a tabela 7 apresenta as temperaturas que foram medidas na residência e o gráfico 1 demonstra a variação de temperatura durante as medições.

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas bioclimáticas 1 a 5	Zonas bioclimáticas 6, 7 e 8
M	$T_{i,min.} \geq (T_{e,min.} + 3 \text{ } ^\circ\text{C})$	Nestas zonas, este critério não pode ser verificado.
<p>$T_{i,min.}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius; $T_{e,min.}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius. NOTA Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.</p>		

Tabela 6 – Critérios de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

	14 horas	14:30	15 horas	15:30	16 horas
Dormitório 1	15,90	15,19	15,49	15,49	15,62
Externo	15,30	15,65	15,80	16,60	16,35

Tabela 7 – Comparação de temperatura dormitório 1 e externo

A partir das medições realizadas foi possível verificar que a temperatura interna ficou na maior parte do tempo menor que a temperatura externa, portanto conforme a norma sugere a residência não atende ao critério necessário que é a diferente a 3 graus acima da temperatura externa.

7 Conclusão

Após análise sobre o desempenho do conforto térmico residencial a partir de estudo realizado da NBR 15575, NBR 15220 e coleta de dados na edificação, foi possível verificar que a transmitância térmica da parede está dentro dos padrões estabelecidos, assim como a capacidade térmica, embora tenham ficado muito próximos do requisito mínimo.

Já com relação às áreas de ventilação, analisando o código de obras do município verificamos que a edificação tem as áreas necessárias, já com relação à norma NBR 15575, o dormitório 1 ficou abaixo da necessidade e o banheiro ficou no limite.

E por fim comparando a tabela de temperatura mínima necessária em dias típicos de inverno, a partir das medições realizadas, verificamos que a residência não atende ao estabelecido na norma que é a diferença de três graus a mais do que a temperatura externa.

Como uma alternativa de melhoria para a edificação residencial, sugerimos a alternativa de isolamento térmico das paredes, que podem aumentar a temperatura no inverno e diminuir a temperatura no verão.

Dentre as opções existentes, uma vez que a parede é de tijolos seis furos, sugerimos que seja injetado espuma, esferovite ou fibras minerais na cavidade através de orifícios feitos na parte exterior da parede. Além disso podem ser utilizadas placas térmicas de pladur (material de estuque ou placas de gesso cartonado que consistem numa camada de gesso de origem natural junto a duas faces de cartão prensado de celulose multifolhas), moldura de madeira enchendo-a com isolamento em painéis ou lã mineral e após revesti-la com pladur.

8 Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15220: Anexo C: Exemplo de cálculo da transmitância térmica e capacidade térmica, 2008.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3, Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15575-4: Desempenho Térmico, 2012.

LAMBERTS, Roberto et all. Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo: PW, 1997.