

ANÁLISE QUALITATIVA DO DESEMPENHO TÉRMICO DE EMPREENHIMENTO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE PELOTAS – RS

Daniela da Rosa Curcio (1); Antônio César Silveira Baptista da Silva (2)

(1) Arq., Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, dadacurcio@hotmail.com

(2) Dr. Professor da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal de Pelotas, acsbs@uol.com.br

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Arquitetura e urbanismo,

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo,

Rua Benjamin Constant, n. 1359 – Pelotas/ Rio Grande do Sul/ Brasil, CEP: 96010-020

RESUMO

Este trabalho faz uma avaliação qualitativa do desempenho térmico de um conjunto habitacional, construído através do Programa de Arrendamento Residencial - PAR da Caixa Econômica Federal, na cidade de Pelotas, RS. O empreendimento é composto por três blocos e possui um total de 160 unidades habitacionais. Esta avaliação é feita de acordo com os parâmetros estabelecidos pela NBR 15575 – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos e pela NBR 15220 – Desempenho térmico de edificações. Os resultados das análises demonstram que o conjunto atende em parte as exigências das normas quanto ao desempenho térmico.

Palavras chave: conforto térmico; desempenho térmico; habitação de interesse social.

ABSTRACT

This paper makes a qualitative assessment of the thermal performance of a group home, built by the Leasing Residential Program of Caixa Econômica Federal, in the city of Pelotas, Brazil. The project consists of three blocks and a total of 160 housing units. This evaluation is done according to the parameters set by the NBR 15575 - Performance of residential buildings of five floors and by NBR 15220 - Thermal performance of buildings. The test results show that the project attend some of the requirements of the rules regarding the thermal performance.

Keywords: thermal comfort, thermal performance, social habitations.

1. INTRODUÇÃO

A Constituição Federal Brasileira (1888) garante a todos os brasileiros o direito a moradia, desde o ano de 2000 através da Emenda Constitucional n°. 26/2000. Este direito implica o atendimento das necessidades dos usuários destas habitações, entre essas, o seu conforto térmico.

Para suprir estas necessidades as políticas públicas devem ir além da construção de casas e sim promover condições de acesso a uma moradia digna a todos os segmentos da população, especialmente o de baixa renda. Além da sua função básica de abrigo a habitação tem uma função social, todo cidadão tem que ter direito a uma moradia digna, que proporcione inclusão social, para isso é preciso garantir a qualidade do ambiente construído que está diretamente ligada a perfeita relação entre construção, meio ambiente e usuário.

Em todos os âmbitos de avaliação de desempenho térmico e redução de consumo, talvez o das Habitações de Interesse Social seja um dos mais importantes, já que seus usuários possuem menor poder aquisitivo, e muitas vezes, não dispõem de recursos financeiros para arcar com uma climatização artificial para compensar o desconforto térmico, e ainda poderão ser beneficiados com um menor consumo de energia nas suas casas.

No Brasil, a preocupação com o desempenho térmico de habitações de interesse social é relativamente recente. A nível nacional podemos destacar alguns grupos de pesquisadores que iniciaram estudos nesta área: IPT (seqüência de trabalhos desde 1981); CIENTEC – RS; Rede Habitare – FINEP; grupo de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da ANTAC e o LabEEE da UFSC.

Em 2005 entrou em vigor a NBR 15220 – Desempenho térmico de edificações. Esta norma estabelece parâmetros para avaliação do desempenho térmico de habitações de interesse social, esta norma possui em caráter orientativo, recomendando limites mínimos de conforto térmico.

Em 2008 entrou em vigor a NBR 15575 – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. O objetivo desta norma é definir os requisitos de desempenho que se aplicam ao edifício habitacional como um todo através de critérios de segurança, habitabilidade, higiene e saúde, durabilidade e adequação ambiental.

2. OBJETIVO

Avaliar qualitativamente o desempenho térmico de conjunto habitacional de interesse social construído na cidade de Pelotas, com base nos critérios e orientações que estabelecem as normas da ABNT, NBR 15220 e NBR 15575. Busca-se identificar e compreender os requisitos que possam em empreendimentos futuros melhorar o conforto térmico das unidades habitacionais.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização do conjunto habitacional estudo de caso

Em Pelotas o Programa de Arrendamento Residencial se destaca na produção atual de Habitações de Interesse Social. No período de 2002 a 2007 foram viabilizados 17 empreendimentos, totalizando 2.997 novas unidades habitacionais construídas.

Optou-se em avaliar o Residencial Guerreiro, pois este foi o primeiro empreendimento do PAR a ser entregue aos moradores, em 24 de janeiro de 2003.

O conjunto possui 160 unidades habitacionais distribuídas em três blocos de quatro pavimentos. Os blocos foram implantados no lote isoladamente e a tipologia do conjunto é em fita.

3.2 Caracterização do clima local

A cidade de Pelotas está localizada no extremo sul do Brasil, situada a 31° 36' de latitude sul e 51° 20' de longitude oeste. Distante cerca de 60 km do Oceano Atlântico, apresenta um clima subtropical úmido, com inverno bastante frio e verão quente com ventos predominantes do quadrante nordeste (verão) e sudoeste (inverno). A sua proximidade com o mar resulta em elevada umidade atmosférica. As temperaturas ficam em torno de 9°C no inverno e em torno de 23°C no verão.

3.3. Levantamento e tratamento dos dados

As características construtivas foram obtidas através da análise do projeto arquitetônico e memorial descritivo do conjunto habitacional, documentos estes obtidos junto a Secretaria Municipal de Urbanismo da cidade de Pelotas. Outros dados complementares foram obtidos através de vistorias e observações realizadas no local.

Os cálculos de propriedades térmicas – transmitância, atraso térmico e fator solar – dos elementos construtivos da edificação foram realizadas obedecendo aos procedimentos estabelecidos pela NBR 15220. Após levantamento de todos os dados, realizaram-se análises das informações comparando-as com os parâmetros e recomendações definidos pelas NBR 15220 e NBR 15575.

4. LEVANTAMENTO E OBTENÇÃO DE DADOS

4.1 Diretrizes e recomendações propostas pela NBR 15220

A metodologia adotada na NBR 15220 estabelece um zoneamento bioclimático para o Brasil, que propõe a divisão do território brasileiro em oito zonas, adaptando a Carta Bioclimática sugerida por Givoni et al. (1992). São apresentadas diretrizes construtivas para cada uma das zonas bioclimáticas para o estabelecimento de estratégias de condicionamento térmico passivo. São fornecidas recomendações em relação ao tamanho das aberturas para ventilação, proteção das aberturas, vedações externas (tipo de parede externa e tipo de cobertura) e estratégias de condicionamento térmico passivo.

De acordo com o Zoneamento Bioclimático (Figura 1) apresentado pela norma, a cidade de Pelotas se enquadra na Zona Bioclimática Z-2 (Figura 2).

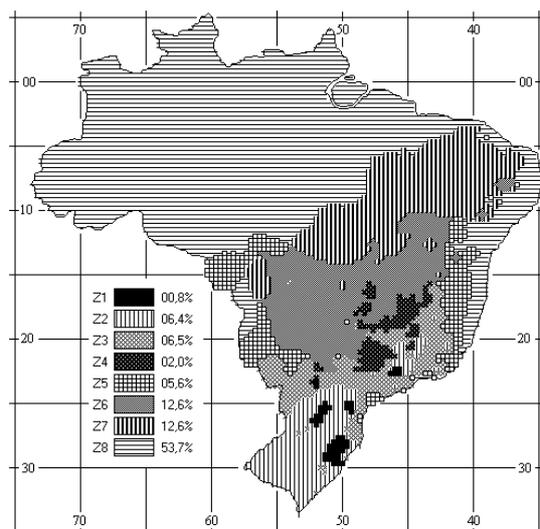


Figura 1 – Zoneamento bioclimático brasileiro (Fonte: NBR 15220, 2005)



Figura 2 – Zona bioclimática 2 (Fonte: NBR 15220, 2005)

Na tabela 1 são apresentadas as diretrizes construtivas para a Zona Bioclimática 2.

Tabela 1 – Recomendações para a zona bioclimática 2. Fonte: NBR 15220.

Zona bioclimática 2		
Aberturas	Aberturas para ventilação médias	15% < A < 25% A (em % da área do piso)
	Sombreamento	Permitir sol durante o inverno
Paredes externas leves	Transmitância térmica – U W/°C m²	≤ 3,0
	Atraso térmico φ (h)	≤ 4,3
	Fator solar FS (%)	≤ 5,0
Cobertura leve isolada	Transmitância térmica – U W/°C m²	≤ 2,0
	Atraso térmico φ (h)	≤ 3,3
	Fator solar FS (%)	≤ 6,5
Estratégias de condicionamento térmico passivo	Verão	Ventilação cruzada
	Inverno	Aquecimento solar
	A norma faz uma ressalva de que o condicionamento passivo será insuficiente durante o período mais frio.	Vedações internas pesadas

4.2 Requisitos e critérios de desempenho propostos pela NBR 15575

O objetivo da NBR 15575 é definir requisitos e critérios de desempenho que se apliquem ao edifício habitacional como um todo. São estabelecidos na norma critérios de segurança, habitabilidade, higiene e saúde, durabilidade e adequação ambiental e níveis mínimos de desempenho, que devem ser

obrigatoriamente atendidos. Para edifícios que apresentem desempenho superior ao mínimo são estabelecidos os níveis intermediário e superior.

Sobre as exigências de conforto térmico a NBR 15575 considera as características bioclimáticas definidas na NBR 15220 – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social e estabelece três procedimentos para avaliação das edificações:

Procedimento 1 – Simplificado: verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos pela norma para coberturas e fachadas.

Procedimento 2 – Simulação: verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos pela norma por meio da simulação computacional.

Procedimento 3 – Medição: verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos pela norma por meio da realização de medições em edificações ou protótipos em escala real.

Foi realizada a verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos na Parte 4: Fachadas e paredes internas e Parte 5: Coberturas.

Parte 4: Fachadas e paredes internas – apresenta os critérios mínimos de desempenho térmico de fachadas, estabelecidos para avaliar o desempenho térmico do edifício de acordo com o procedimento 1 (simplificado).

Parte 5: Coberturas – apresenta os critérios de desempenho térmico de coberturas com base no procedimento 1 (simplificado).

Nas tabelas 2 e 3 são apresentadas as recomendações para atendimento do desempenho térmico mínimo na zona bioclimática 2.

Tabela 2 – Recomendações para desempenho térmico mínimo na zona bioclimática 2. Fonte: NBR 15575.

Parte 4: Fachadas e paredes internas		
Zona bioclimática 2 – Nível de desempenho Mínimo		
Requisito	Critérios	
Adequação paredes externas	Transmitância térmica – U W/°C m ²	≤ 2,5
	Capacidade térmica KJ/(m ² .K)	≥ 130
Ventilação dos ambientes internos à habitação	Áreas mínimas de aberturas para ventilação (A, em % da área do piso)	Aberturas médias A ≥ 8
Sombreamento das aberturas localizadas em paredes externas	Sombreamento dos vãos das janelas de dormitórios	Uso de dispositivos de sombreamento que permitam o controle de sombreamento e escurecimento a critério do usuário

Tabela 3 – Recomendações para desempenho térmico mínimo na zona bioclimática 2. Fonte: NBR 15575.

Parte 5: Coberturas		
Zona bioclimática 2 – Nível de desempenho Mínimo		
Requisito	Critérios	
Isolação térmica da cobertura	Transmitância térmica – U W/°C m ²	≤ 2,3
	Absortância térmica	Sem exigência

4.3 Caracterização do Empreendimento Residencial Guerreiro

A figura 3 apresenta a planta baixa padrão da unidade habitacional do conjunto. Todas as unidades apresentam as mesmas dimensões e disposição dos ambientes.

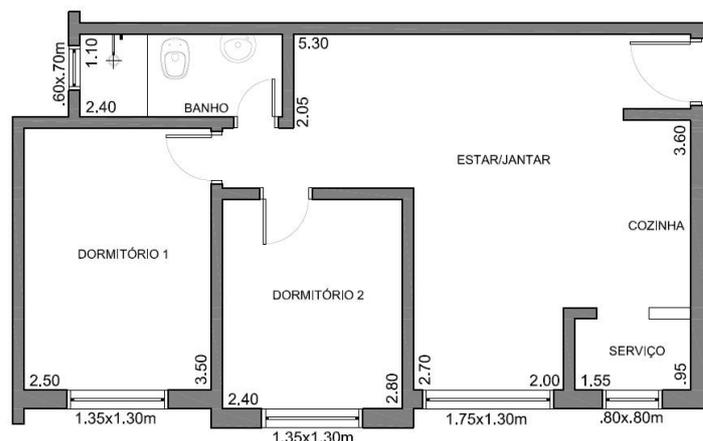


Figura 3 – Planta baixa da unidade habitacional padrão do conjunto.

Cada bloco do conjunto habitacional é composto por quatro apartamentos formando um módulo básico, conforme figura 4. Estes blocos são agrupados em 2 ou 3 módulos caracterizando uma tipologia de implantação em fita.

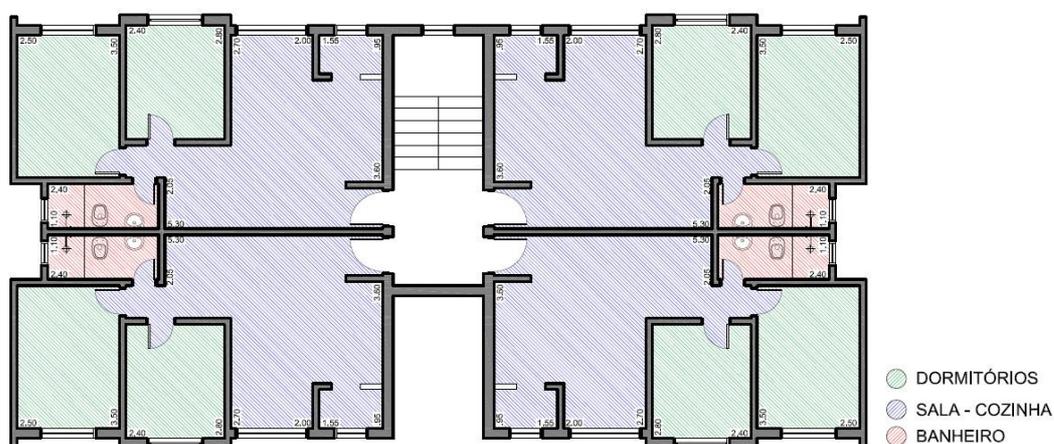


Figura 4 – Módulo básico de agrupamento das unidades habitacionais

4.3.1 Especificação das aberturas

Todas as aberturas são em alumínio, sendo que nos dormitórios e sala possuem sistema de abertura de correr e no banheiro maxi-ar. Em ambos os sistemas a área efetiva de ventilação corresponde a 50% da área do vão.

Apenas as janelas dos dormitórios possuem persianas, nos outros compartimentos não existe nenhum tipo de proteção que proporcione sombreamento e o controle da entrada de luz.

Na tabela 4 são apresentadas as áreas de cada compartimento e as suas correspondentes áreas de aberturas.

Tabela 4 – Áreas compartimentos e aberturas da unidade habitacional.

Quadro área da unidade habitacional do Residencial Guerreiro		
Compartimento	Área útil compartimento	Área aberturas
Dormitório 1	8,75m ²	1,75m ²
Dormitório 2	6,60m ²	1,75m ²
Banheiro	2,97m ²	0,42m ²
Sala/cozinha	15,80m ²	2,27m ²
Área serviço	4,60m ²	0,64m ²
Área total	38,72m ²	6,84m ²

Em relação à insolação dos ambientes, a implantação dos blocos permite a incidência do sol durante o inverno em todos os compartimentos de permanência prolongada, em todas as unidades habitacionais, apenas alguns banheiros possuem orientação sul e não recebem sol, conforme figuras 5, 6 e 7 (solstício de inverno).

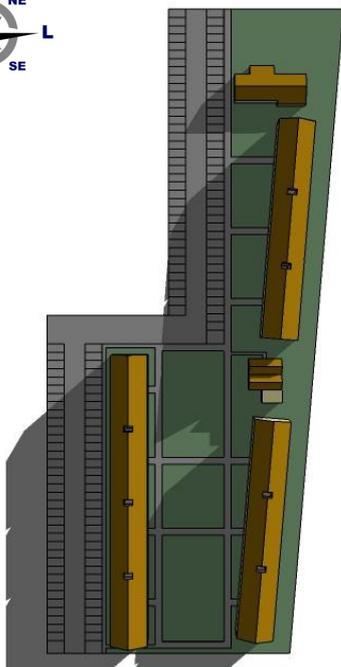


Figura 5
Solstício de inverno – 9hs

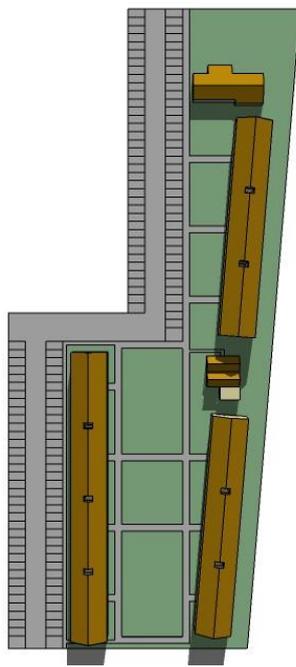


Figura 6
Solstício de inverno – 12hs

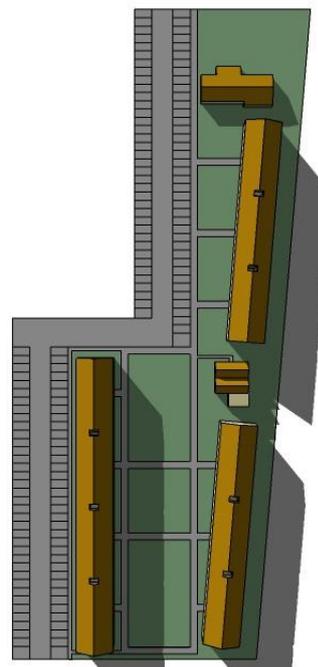


Figura 7
Solstício de inverno – 15hs

Por outro lado, em função da disposição das unidades habitacionais em cada bloco e a implantação em fita sobre o eixo N-S, alguns apartamentos possuem todos os seus compartimentos para a orientação oeste e não possuem elementos de sombreamento.

As figuras 8, 9 e 10 demonstram o sombreamento das fachadas no solstício de verão.

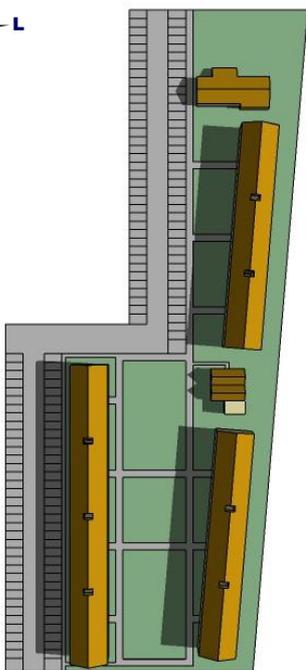


Figura 8
Solstício de verão – 9hs

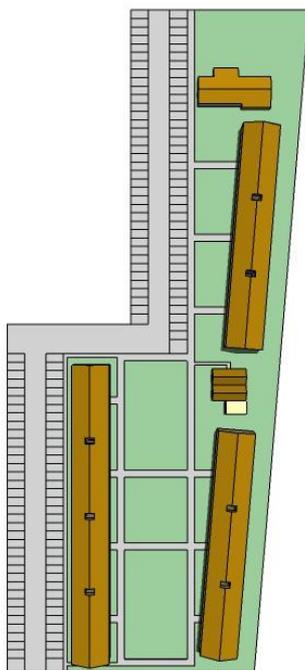


Figura 9
Solstício de verão – 12hs

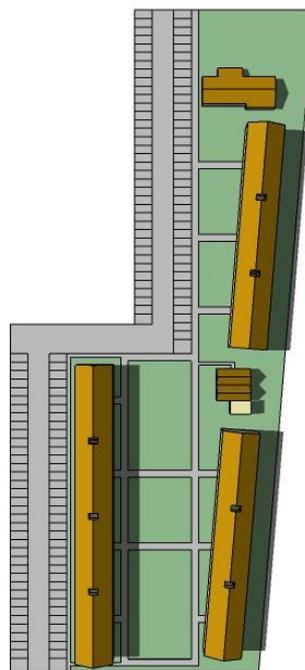


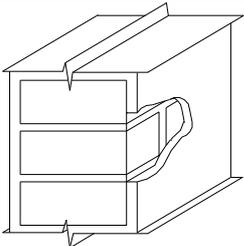
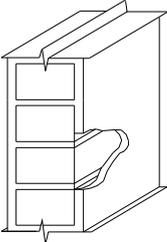
Figura 10
Solstício de verão – 15hs

4.3.2 Propriedades térmicas paredes

De acordo com o projeto arquitetônico e memorial descritivo as paredes externas foram executadas com tijolos maciços, assentados na maior dimensão, e rebocadas pelos dois lados, resultando em uma alvenaria com espessura final de 27 cm. As paredes internas foram executadas com tijolos maciços, assentados na menor dimensão, e rebocadas pelos dois lados, resultando em uma parede com espessura final de 15 cm.

Na tabela 5 são apresentados os valores de transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e atraso térmico (ϕ) para paredes com estas características segundo definições da NBR 15220.

Tabela 5 – Itens da Tabela D.3 da NBR 15220 – Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para algumas paredes.

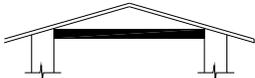
Parede	Descrição	Transmitância térmica U [W/(m ² .K)]	Capacidade térmica CT [kJ/(m ² .K)]	Atraso térmico ϕ [horas]
	Parede de tijolos maciços, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 27,0 cm	2,25	445	6,8
	Parede de tijolos maciços, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	3,13	255	3,8

4.3.3 Propriedades térmicas da cobertura

A cobertura foi executada com telhas de barro e possuem laje de concreto, que de acordo com o projeto arquitetônico possui dimensão de 20 cm.

Na tabela 6 é apresentado os valores de transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para coberturas com estas características segundo definições da NBR 15220.

Tabela 6 – Item da Tabela D.4 da NBR 15220 – Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico.

Cobertura	Descrição	U [W/(m ² .K)]	CT [kJ/(m ² .K)]	ϕ [horas]
	Cobertura de telha de barro com laje de concreto de 20 cm Espessura da telha: 1,0 cm	1,84	458	8,0

5. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Neste item são apresentados os resultados preliminares das análises feitas através dos dados levantados com relação às diretrizes estabelecidas pelas NBR 15575 e 15220.

5.1. Análises e resultados referentes à NBR 15575

5.1.1. Parte 4: Fachadas e paredes internas

Requisito – adequação de paredes externas

Através das características construtivas da construção, constatou-se que as paredes externas da edificação possuem uma transmitância térmica de 2,25 W/m². A norma estabelece que o valor máximo admissível para a transmitância térmica, para a zona bioclimática 2, deve ser igual ou inferior a 2,5 W/m², portanto as paredes externas atendem as exigências na norma para o nível de desempenho mínimo em relação a transmitância térmica.

A capacidade térmica (CT) obtida para as paredes externas é de 445 KJ/(m².K). A norma estabelece que o valor mínimo admissível para a capacidade térmica, para a zona bioclimática 2, deve ser igual ou superior a 130 KJ/(m².K), portanto as paredes externas atendem as exigências na norma para o nível de desempenho mínimo em relação a capacidade térmica.

Requisito – ventilação dos ambientes internos à habitação

A norma estabelece, para a zona bioclimática 2, que a edificação deve possuir aberturas para ventilação interna dos ambientes de longa permanência, salas, cozinhas e dormitórios, com vãos que correspondam no mínimo 8% da área do piso.

Como o sistema de abertura das janelas é de correr em todos os compartimentos, este permite apenas a ventilação em uma área correspondente a 50% do vão.

A sala, cozinha e área de serviço constituem um único ambiente na unidade habitacional do Residencial Guerreiro, apresenta uma área útil 20,40m² e área de vão de aberturas de 1,458m², o que corresponde a uma área de ventilação de 7,14% em relação a área do piso.

O dormitório de casal apresenta uma área útil de 8,75m² e área de vão de aberturas de 0,878 m², o que corresponde a uma área de ventilação de 10,03% em relação a área do piso.

O segundo dormitório apresenta uma área útil de 6,60m² e área de vão de aberturas de 0,878m², o que corresponde a uma área de ventilação de 13,30% em relação a área do piso.

Com base nestas análises observa-se que em relação a ventilação dos ambientes o conjunto habitacional atende apenas em parte a exigência, a sala não atende ao nível mínimo de desempenho pois, não apresenta a área mínima de ventilação exigida.

Requisito – sombreamento das aberturas localizadas em paredes externas

A norma estabelece que as janelas dos dormitórios, para qualquer região bioclimática, devem ter dispositivo de sombreamento. Neste requisito o projeto atende as exigências da norma e possui o nível de desempenho mínimo exigido, pois os dormitórios possuem persianas.

5.1.2. Parte 5: Fachadas e paredes internas

Requisito – isolamento térmica da cobertura

Através das características construtivas da construção, constatou-se que a cobertura possui uma transmitância térmica de 1,84 W/m². A norma estabelece que o valor máximo admissível para a transmitância térmica, para a zona bioclimática 2, deve ser igual ou inferior a 2,30 W/m², portanto atende as exigências na norma para o nível de desempenho mínimo em relação a transmitância térmica.

5.2. Análises e resultados referentes à NBR 15220

Aberturas

A norma estabelece, para a zona bioclimática 2, que a edificação deve possuir aberturas para ventilação médias, o que corresponde de 15% a 25% da área do piso.

Como a sala, cozinha e área de serviço possui uma área de ventilação de 7,14% em relação a área do piso, o dormitório de casal 10,03% e o segundo dormitório 13,30%, verifica-se que o unidade habitacional não possui a área mínima de ventilação exigida.

Em relação ao sombreamento apenas os quartos atendem a diretrizes da norma, pois apenas estes dois compartimentos possuem persianas que proporcionam sombreamento no verão e permitem o sol durante o inverno.

Propriedades térmicas das paredes

Através das características construtivas da construção, constatou-se que as paredes externas da edificação possuem uma transmitância térmica de 2,25 W/m², portanto atende as exigências na norma que fixa como valor máximo 3,00 W/m².

O atraso térmico obtido para as paredes é de 6,8 horas, portanto não atende as exigências da norma, o valor ficou bem superior ao da norma que fixa como valor máximo 4,3 horas.

Propriedades térmicas da cobertura

Através das características construtivas da construção, constatou-se que a cobertura possui uma transmitância térmica de 1,84 W/m², portanto atende as exigências na norma que fixa como valor máximo em 2,0 W/m².

O atraso térmico obtido para as coberturas é de 8,0 horas, portanto não atende as exigências da norma, o valor ficou bem superior ao da norma que fixa como valor máximo 6,5 horas.

Estratégias de condicionamento térmico passivo

Em relação às estratégias de condicionamento térmico passivo a norma recomenda ventilação cruzada, aquecimento solar e vedações internas pesadas.

Em relação à ventilação cruzada, a configuração de implantação dos blocos é favorável à penetração dos ventos predominantes, nordeste e sudoeste, pois os ventos atingem as edificações obliquamente, conforme Figura 11. Para verificar se a fachada leste do bloco 3 seria prejudicada pela obstrução feita pelo bloco 2 foram realizadas análises a partir dos diagramas de fluxos de ventos ao redor das edificações, conforme figura 12 (Brown; Dekay, 2004). Pelas análises verifica-se que a relação entre largura, altura e distância entre os blocos 2 e 3 (largura= a , altura= $1,5a$, distância entre os blocos= $2a$) é suficiente para garantir a ventilação.

Observa-se ainda que a disposição dos compartimentos em planta não é favorável à ventilação cruzada, pois cada apartamento possui apenas uma face com aberturas, com exceção da pequena janela do banheiro, conforme figura 3. Além disso, os ventos do sudoeste são de inverno e, portanto indesejados nesta estação.

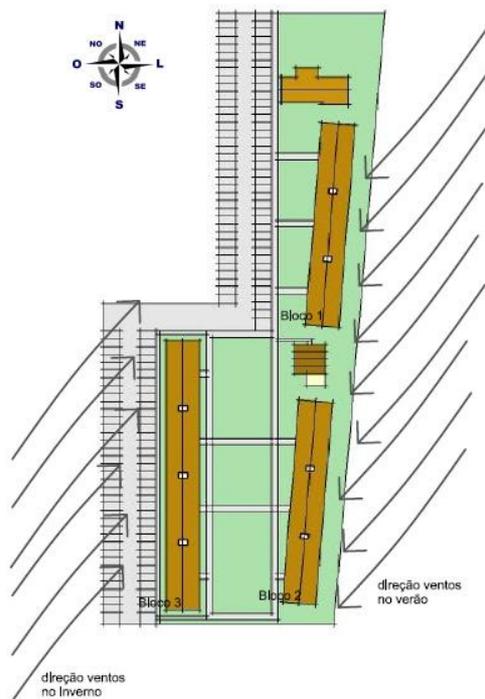


Figura 11 – Croqui com a direção dos ventos predominantes

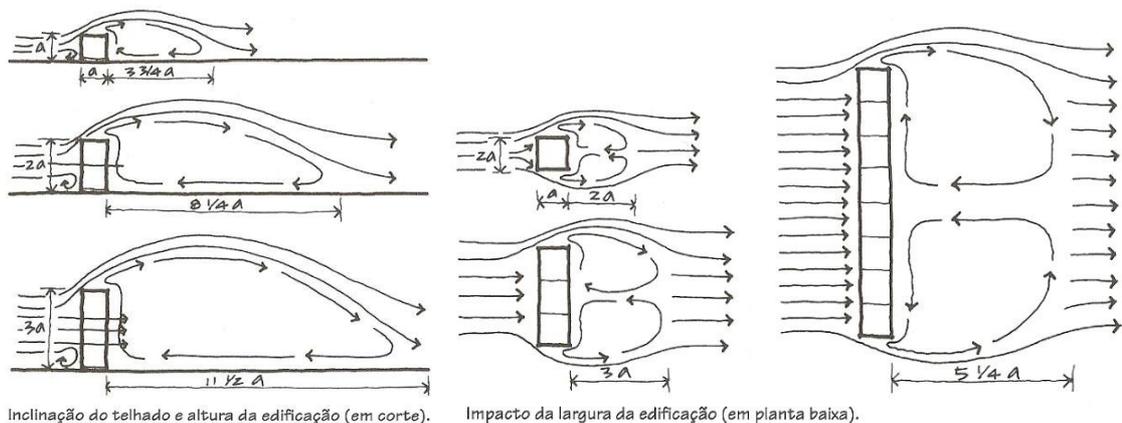


Figura 12 – Fluxos de ventos ao redor das edificações (Brown; Dekay, 2004)

Em relação ao aquecimento solar, a implantação dos blocos em relação à trajetória do sol favorece a incidência de sol durante o inverno em todos os compartimentos de permanência prolongada, apenas alguns banheiros ficam para a orientação sul e não recebem sol. (figuras 5, 6 e 7). Por outro lado, temos alguns apartamentos que possuem todos os seus compartimentos para a orientação oeste e, por não possuírem elementos de sombreamento terão problemas de conforto térmico no verão.

A estratégia de utilização de vedações internas não está de acordo com a norma, pois as alvenarias internas, alvenaria de tijolos maciços com 15 cm de espessuras, propiciam um atraso térmico de 3,8 horas e de acordo com a norma para uma parede ser considerada pesada teria que ter um atraso térmico maior do que 6,5 horas.

6. CONCLUSÕES

Com base nas análises realizadas constata-se que o conjunto habitacional atende em parte aos parâmetros estabelecidos pelas normas.

Em relação à NBR 15575 o conjunto habitacional atende a praticamente todas as exigências técnicas, apenas no requisito ventilação dos ambientes o compartimento da sala não apresenta a área mínima exigida.

Já em relação à NBR 15220, o empreendimento fica aquém das exigências em alguns critérios, entre eles, dimensões das aberturas, dispositivos de sombreamento e atraso térmico de paredes e cobertura.

É possível observar que existem diferenças entre os critérios apresentados pelas duas normas. A NBR 15575 aponta alguns parâmetros técnicos como capacidade térmica de paredes externas, não mencionado na NBR 15220, enquanto que esta apresenta recomendações em relação ao fator solar e atraso térmico das paredes externas e coberturas.

Além dessa diferença entre os critérios mencionados, há discrepâncias nos próprios parâmetros adotados. Como exemplo podemos citar a área mínima de aberturas para ventilação. A NBR 15575 é menos exigente e estabelece apenas 8% de área de ventilação em relação à área do piso do compartimento enquanto que a NBR 15220 exige de 15% a 25%.

Em relação a estas discrepâncias observadas pretende-se, nas próximas etapas deste trabalho, aprofundar as análises e promover novos estudos com o auxílio de simulações computacionais e medições realizadas in loco, com objetivo de identificar quais são mais adequados e eficientes para a zona bioclimática 2, onde a cidade de Pelotas está inserida.

Percebe-se que todas as recomendações e parâmetros apresentados pelas normas podem e devem ser explorados na fase de concepção de projeto, considerando a compartimentação e volumetria da edificação, assim como prescrições qualitativas de materiais e técnicas construtivas adequadas para tais edifícios.

Estas diretrizes podem colaborar na fase de elaboração dos projetos e tornar mais efetiva a solução arquitetônica no que diz respeito ao comportamento térmico da edificação, sem implicar custos adicionais para a construção.

7. REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: 2005.
- _____. **NBR 15575** – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Rio de Janeiro:2005.
- BITTENCOUT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Introdução à ventilação natural**. Maceió: EDUFAL,2006.
- BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação social no Brasil. Arquitetura moderna, Lei do Inquilinato e difusão da casa própria**. São Paulo: Estação Liberdade: FAPESP, 1998.
- BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. **Sol, vento e luz – Estratégias para o projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- CUNHA, Eduardo Grala da. **Elementos de climatização natural: método projetual buscando a eficiência nas edificações**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2006.
- GRIGOLETTI, Giane de Campos. **Método de avaliação de desempenho higrotérmico de habitações térreas unifamiliares de interesse social para Porto Alegre**. 2007. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: Prolivros, 2004.
- PRIETTO, Pedro Luis Monti. Dados climáticos de Pelotas. 1988. (apostila datilografada).