



AVALIAÇÃO DE VARIÁVEIS RELACIONADAS AO CONFORTO TÉRMICO DE TIPOLOGIAS HABITACIONAIS DA VILA TECNOLÓGICA DE PORTO ALEGRE

Giane de C. Grigoletti (1); Michele de M. Sedrez (2); Miguel A. Sattler (3)

(1) Arq. Doutoranda, grigoletti@cpgec.ufrgs.br

(2) Arq. Mestranda, mmsedrez@terra.com.br

(3) Eng. Civil, PhD, sattler@vortex.ufrgs.br

Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação – NORIE

Av. Osvaldo Aranha, 99 – 3º andar, CEP 90035-190 – Porto Alegre – RS

Tel.: (51) 3316 3900; Fax: (51) 3316 4054

RESUMO

Este trabalho avalia, quanto a variáveis relacionadas ao conforto térmico, quatro tipologias habitacionais implantadas na Vila Tecnológica de Porto Alegre (aqui denominadas Tipologias A, B, C e D). A avaliação é baseada em três referenciais: Projeto de Norma para Desempenho Térmico das Edificações, Código de Edificações de Porto Alegre e simulação através do Programa THEDES (Thermal Design). Os resultados obtidos apontam a insuficiente satisfação de critérios e a baixa utilização de estratégias de projeto adequados ao clima de Porto Alegre.

Palavras-chave: conforto térmico, habitação de interesse social, simulação

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Agenda 21 para a construção sustentável em países em desenvolvimento (PLESSIS, 2001) os programas propostos pela iniciativa pública para suprir a crescente demanda por habitações de baixo custo, nos países em desenvolvimento, têm se caracterizado, em geral, pela insatisfação dos usuários em relação à diversas características dos mesmos. O desempenho térmico insatisfatório das habitações é uma das características que aponta para a inadequação da atual produção habitacional de interesse social. Esse fato é determinado, predominantemente, pela pouca relevância dada às características do clima local e à orientação das edificações, durante a etapa de projeto de novos assentamentos ou conjuntos habitacionais (PLESSIS, 2001).

Frente à relevância dos problemas relacionados à falta de qualidade das habitações, este trabalho aponta algumas das características das edificações que colaboram para a criação de ambientes termicamente confortáveis. São apresentados os resultados de uma avaliação, quanto às variáveis relacionadas ao conforto térmico, de quatro protótipos construídos na Vila Tecnológica da cidade de Porto Alegre, identificados pelos nomes *A*, *B*, *C* e *D*.

A Vila Tecnológica localiza-se na zona norte do município de Porto Alegre, junto à principal via de acesso à cidade, em uma região cujo gabarito médio das edificações é de dois pavimentos. A maior dimensão dos lotes, onde estão localizadas as tipologias analisadas, está orientada no sentido Norte-Sul. Foram avaliadas as tipologias habitacionais geminadas, cujas fachadas, que contém o acesso principal, estão orientadas para Norte. Essa delimitação foi necessária devido a existência de diversas formas de implantação para cada uma das tipologias avaliadas, sendo necessário conduzir a análise da forma mais imparcial possível, utilizando os casos onde todas as tipologias estivessem expostas à mesma situação de implantação.

1.1. Caracterização do clima

O clima da cidade de Porto Alegre é classificado como subtropical úmido, onde as temperaturas médias mensais situam-se abaixo dos $20^{\circ}C$ e a amplitude anual varia de 9 a $13^{\circ}C$. O índice pluviométrico varia entre 1.500 mm/ano e 2.000 mm/ano , com chuvas bem distribuídas no decorrer do ano. Devido à grande variação climática a que a região é exposta, torna-se necessário o uso de diferentes estratégias para a obtenção de conforto térmico ao longo do ano nas edificações.

1.2. Caracterização dos protótipos

As características construtivas dos quatro protótipos avaliados são descritas de forma resumida na Tabela 1.

Tabela 1. Características gerais dos protótipos da Vila Tecnológica de Porto Alegre avaliados.

Elementos	Protótipo A	Protótipo B	Protótipo C	Protótipo D
Paredes externas	Alvenaria de blocos cerâmicos de 6 furos, rebocada em ambos os lados, espessura total de 15 cm	Painéis compostos por 5 camadas: argamassa, chapa de madeira, grelha de madeira preenchida com isolante termo-acústico, chapa de madeira e argamassa, espessura total de 8 cm	Duas camadas de lajotas cerâmicas, preenchidas com concreto, apresentando espessura total de 10 cm	Blocos vazados de concreto, revestidos externamente com argamassa, totalizando 15 cm, as paredes da cozinha e do banheiro receberam revestimento cerâmico
Paredes internas	Alvenaria de blocos cerâmicos de 6 furos, rebocada em ambos os lados; espessura total de 15 cm			
Pavimentos	2	1	1	1
Área por pav.	24,57 m ²	40,00 m ²	36,55 m ²	64,29 m ²
Cobertura	Telha cerâmica, com estrutura metálica	Telha cerâmica, com estrutura em madeira, com forro	Telhas cerâmicas assentadas sobre vigas de concreto, que formam uma laje de 5 cm de espessura	Telhas de fibrocimento, com estrutura de madeira, com forro
Orientação da cobertura	Norte / Sul	Norte / Sul	Norte / Sul	Norte / Sul
Piso	Camada de brita, camada de concreto magro e camada de cimento, totalizando 14 cm	Camada de brita, laje de concreto e piso de cimento alisado, totalizando 16 cm	Laje de concreto com 10 cm, com cerâmica nas áreas molhadas	Camada de brita, camada de concreto magro e camada de cimento, totalizando 14 cm
Aberturas externas	Metálicas, com veneziana	Metálicas, com venezianas	Metálicas	Metálicas
Aberturas internas	Em madeira, semi-ocais, com espessura de 3 cm	Em madeira, semi-ocais, com espessura de 3 cm	Em madeira, semi-ocais, com espessura de 3 cm	Em madeira, semi-ocais, com espessura de 3 cm
Outros elementos	O protótipo apresenta estrutura metálica, independente dos fechamentos	Oitão em madeira, com 5 mm de espessura		

2. MÉTODO DE AVALIAÇÃO

O método de avaliação adotado considerou os resultados fornecidos pelo Programa THEDES (SATTLE, 1986a), os critérios de desempenho térmico do Projeto de Norma, em desenvolvimento para a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (COMITÊ ... , 1998) - e as especificações do Código de Edificações de Porto Alegre (PORTO ALEGRE, 1997).

Foram seguidas as seguintes etapas para a avaliação de desempenho térmico:

- organização dos dados de entrada, relativos às diversas edificações e às condições climáticas típicas da cidade de Porto Alegre;
- obtenção das características térmicas de cada componente, relevante para a avaliação, através do Programa THEDES;
- avaliação do desempenho térmico dos protótipos, com base nos critérios apresentados pelo Projeto de Norma, no Código de Edificações de Porto Alegre e através da análise qualitativa de estratégias de projeto adotadas e dos resultados das simulações obtidas com o Programa THEDES;
- apresentação da pontuação atingida por cada um dos protótipos, segundo os critérios quantitativos considerados nesta análise.

2.1. Caracterização de propriedades térmicas e conforto térmico dos protótipos

A simulação de propriedades térmicas e da zona de conforto térmico dos protótipos foi realizada através do Programa THEDES (SATTLE, 1986a). O programa requer dois arquivos básicos de dados, onde são introduzidas as características climáticas do local de implantação da edificação, dias típicos de verão e inverno (SATTLE, 1986b) e dados descritivos da própria edificação. Utilizando esses dados, assim como informações sobre as condições de sombreamento, orientação solar e atividade desenvolvida pelo usuário e seu vestuário, o programa fornece um conjunto de informações e gráficos (tais quais: os totais horários de irradiância solar e temperatura fictícia sol-ar, nos diversos componentes externos da edificação), gera os valores horários de temperatura no interior da edificação, as diferentes fontes externas de ganhos térmicos e as propriedades térmicas dos componentes.

A partir dos dados de entrada, o programa fornece os seguintes dados de saída:

- propriedades térmicas dos componentes internos e externos – transmitância térmica (W/m^2), atraso térmico (h), entre outros;
- irradiância horária (W/m^2), sobre cada um dos componentes externos da edificação;
- gráfico da zona de conforto, para verão e inverno;
- ganhos de calor (W), através dos componentes externos da edificação (paredes, cobertura, aberturas e piso) e ventilação;
- temperatura sol-ar ($^{\circ}C$);
- temperaturas internas e externas à edificação ($^{\circ}C$).

3. CARACTERIZAÇÃO DE CRITÉRIOS E ESTRATÉGIAS DE PROJETO UTILIZADAS NA AVALIAÇÃO

3.1 Projeto de Norma

O projeto de Norma, Desempenho Térmico de Edificações – Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social (COMITÊ ... , 1998), apresenta uma metodologia para a avaliação do desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social. A mesma baseia-se no Zoneamento Bioclimático Brasileiro, onde o Brasil é dividido em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima. A partir do zoneamento, são definidas diretrizes técnicas e construtivas, e estratégias de condicionamento térmico passivo, para

cada uma das regiões propostas. Para a formulação das diretrizes construtivas, foram considerados os seguintes parâmetros e condições de contorno (COMITÊ ... , 1998):

- tamanho das aberturas para ventilação;
- proteção das aberturas;
- vedações externas (tipo de parede externa e tipo de cobertura);
- estratégias de condicionamento térmico passivo.

Segundo a classificação bioclimática proposta, Porto Alegre situa-se na Zona 3, caracterizada por uma grande variação climática ao longo do ano. As diretrizes propostas, quanto às horas de desconforto, ao tamanho das aberturas e às características das vedações externas, para essa situação são:

- máximo percentual de horas de desconforto: 30 % (SILVA & BASSO, 2001);
- a área total de abertura para ventilação da edificação deve corresponder a, pelo menos, 15% da área do piso, sendo que a área máxima deve ser de 25% da área de piso;
- as aberturas devem permitir a entrada de sol durante o inverno;
- as paredes externas devem ser leves e refletoras, caracterizadas por uma transmitância térmica menor ou igual a $3,60 \text{ W/m}^2\text{K}$, por um atraso térmico menor que 4,3 horas e por um fator de calor solar menor ou igual a 4%;
- as coberturas devem ser do tipo leve e isolada, caracterizada por uma transmitância térmica menor ou igual a $2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$, por um atraso térmico menor que 3,3 horas e por um fator de calor solar menor ou igual a 6,5%.

As estratégias propostas para o condicionamento térmico passivo na Zona 3 são:

- ventilação cruzada, no verão;
- aquecimento solar da edificação, no inverno;
- vedações internas pesadas (inércia térmica).

3.2. Código de Edificações do município de Porto Alegre

Em relação ao desempenho térmico das edificações, o Código de Edificações de Porto Alegre, implementado pela Lei Complementar nº 284/92, determina parâmetros mínimos para a ventilação. Segundo esse Código, os compartimentos principais e as cozinhas, referentes ao uso residencial, devem apresentar, no mínimo, vãos para ventilação, equivalentes a $1/12$ da área de piso desses compartimentos. Para as janelas tipo basculada, a área útil de ventilação foi calculada conforme a expressão $A_{\text{útil}} = A_{\text{total}} \times (1 - \cos 60^\circ)$ (BARBOSA, 1997), considerando que o ângulo máximo de abertura das aletas em relação ao plano da parede é de 60° .

3.3. Estratégias de projeto

Fez-se uma avaliação qualitativa (presença ou ausência) das estratégias de projeto adotadas para alcançar conforto térmico, considerando as condições climáticas da região, com o objetivo de complementar a análise quantitativa. Para o período de verão, foram observadas as seguintes estratégias:

- orientação da cobertura na direção norte-sul, para evitar ganhos de calor excessivo, que seriam determinados pela exposição leste-oeste;
- possibilidade de ventilação cruzada, considerando a predominância de ventos do quadrante sudeste;
- ventilação noturna utilizando dispositivos, tais como venezianas, que permitam ventilação noturna, sem o comprometimento da segurança da edificação;
- possibilidade de sombreamento das aberturas, para diminuir incidência de radiação solar direta no interior da edificação, através de venezianas, toldos entre outros.

Para o período de inverno:

- permissão da entrada de radiação solar no inverno – através da orientação da edificação (maior dimensão perpendicular à direção norte) e de aberturas voltadas para norte, para captação de radiação solar;
- possibilidade de fechamento das aberturas durante à noite, com elementos opacos, para amenizar perdas através de superfícies envidraçadas.

Com base nos dados fornecidos pelo Programa THEDES, foi feita uma avaliação qualitativa a respeito de:

- componentes externos da edificação com maior incidência de radiação solar, no verão e inverno;
- componentes da edificação apresentando as maiores perdas de energia no inverno e os maiores ganhos no verão;
- situação térmica interna da edificação, frente às condições térmicas externas à mesma.

3.4. Pontuação

Para cada critério quantitativo do Projeto de Norma e do Código de Edificações satisfeito foi atribuído um ponto. Para a avaliação das estratégias de projeto, foi atribuído um ponto para cada estratégia adequada às características climáticas locais. Para a avaliação qualitativa, com base nos resultados do Programa THEDES, não foi atribuída pontuação.

4. RESULTADOS E AVALIAÇÃO

Neste item são apresentados os resultados obtidos para cada tipologia, bem como a avaliação e pontuação atingida pelos mesmos.

4.1. Critérios do Projeto de Norma e do Código de Edificações

A *Tabela 1* apresenta o desempenho dos sistemas construtivos frente aos critérios propostos pelo Projeto de Norma, representados pelas áreas sombreadas da tabela, pelo Código de Edificações, que apresenta as recomendações quanto às áreas mínimas necessárias para a ventilação de cada compartimento e a presença, ou não, de estratégias de projeto recomendadas para o clima de Porto Alegre.

Observa-se, a partir da *Tabela 1*, que todos os protótipos apresentam número maior de horas de desconforto térmico do que os 30% identificados como aceitáveis. Quanto à ventilação, observa-se que o *Protótipo A* apresenta conformidade com os padrões impostos pelo Código de Edificações de Porto Alegre somente em um compartimento, caracterizando-se como o caso mais crítico. Em relação ao proposto pelo Projeto de Norma, quanto à ventilação, verifica-se a adequação somente do *Protótipo D*. Isso sugere que as áreas para ventilação de habitações de interesse social estão sendo sub dimensionadas e que os projetistas não estão atentando para o fato de que, dependendo do sistema utilizado, a área da janela não corresponde à área que permite a ventilação. Este fato ocorre em janelas de correr, basculantes, janelas de guilhotina, entre outras.

Tabela 1. Satisfação dos critérios de desempenho propostos.

Requisitos	Critérios		A	B	C	D
Temp. Interna $18^{\circ}\text{C} < T_i < 29^{\circ}\text{C}$	Horas de Desc. máximo 30%	Verão	0	0	0	0
		Inverno	0	0	0	0
Ventilação Interna	Estar	1/12 da área de piso (Código de Edificações)	0	1	1	1
	Dormitório		0	1	1	1
	Dormitório		1	1	1	1
	Cozinha		0	0	1	0
	$15\% < A < 25\%$		0	0	0	1
Parede Leve e Refletora	Parede Externa	$U \leq 3,60 \text{ W/m}^2.\text{K}$	1	1	1	0
		$\varphi \leq 4,3 \text{ horas}$	0	1	1	0
		$\text{FCS} \leq 4,0$	1	1	0	1
Cobertura Leve e Isolada	Cobertura	$U \leq 2,0 \text{ W/m}^2.\text{K}$	0	0	0	0
		$\varphi \leq 3,3 \text{ horas}$	1	1	1	1
		$\text{FCS} \leq 6,5$	0	1	0	1
Estratégias de projeto						
orientação da cobertura norte-sul			1	0	1	1
aberturas orientadas para norte			1	1	1	1
presença de dispositivos de fechamento à noite			1	1	0	0
presença de dispositivos de sombreamento			1	1	0	0
possibilidade de ventilação cruzada			1	1	1	1
possibilidade de ventilação à noite, no verão			1	0	0	0
Pontuação total			10	12	10	10

Quanto às propriedades das paredes, verifica-se no *Protótipo B* o total cumprimento dos requisitos propostos pelo Projeto de Norma. Isso se deve tanto às características de suas superfícies, que são rebocadas e pintadas com uma cor clara, como também à existência de uma camada de isolante térmico (isopor) em sua constituição. Em relação à cobertura, os protótipos *B* e *D* aproximam-se dos critérios propostos pelo Projeto de Norma, caracterizando uma melhor adequação à situação climática de Porto Alegre.

De modo geral, os protótipos não apresentaram um desempenho térmico satisfatório, no que diz respeito às horas de desconforto a que os usuários ficam expostos. Identifica-se como um contribuinte para esse fato a alta transmitância das paredes e coberturas, bem como a inadequação do tamanho das aberturas para ventilação, o que prejudica a situação de verão. Cabe salientar que os critérios de área de ventilação, previstos pelo Código de Edificações de Porto Alegre, foram praticamente satisfeitos por todos os protótipos. No entanto, os critérios do Projeto de Norma para ventilação, sendo mais rígidos, não foram tão efetivamente satisfeitos.

Em relação às estratégias de projeto, verifica-se uma maior adequação do *Protótipo A*, que contempla todas as estratégias identificadas como positivas para um incremento de conforto térmico nas habitações. Os protótipos, de modo geral, não exploraram as recomendações para a situação climática do município de Porto Alegre, ou seja, massa térmica e aquecimento solar passivo (aberturas para captar radiação solar), no inverno, e ventilação abundante, no verão.

4.2. Dados obtidos com a simulação no THEDES

Para os protótipos, os componentes da edificação sujeitos a maior incidência de radiação, no verão, são, em geral, a cobertura e a fachada leste. No inverno, os componentes que recebem maior incidência de radiação são a cobertura e a fachada norte.

Das 8 h até as 18 h, aproximadamente, no verão, o principal contribuinte para os ganhos de calor para o *Protótipo A*, através de componentes opacos, é a cobertura, devido à alta transmitância térmica da mesma ($4,9 \text{ W/m}^2\text{K}$). À noite, até aproximadamente as 23 h, as paredes contribuem para ganhos de calor. O pico de ganho ocorre às 13 h, com cerca de 4.500 W sendo introduzidos no ambiente interno, no verão. No inverno, o pico máximo ocorre às 13 h, com o valor de 2.700 W . No inverno, novamente, a cobertura é a principal contribuinte para os ganhos de calor, fato desejável para esta situação, seguido pelas paredes, as quais promovem ganhos térmicos (calor acumulado durante o dia por sua massa térmica) para a edificação até, aproximadamente, as 23 h.

Para o *Protótipo B*, entre as 8 h e as 18 h, aproximadamente, no verão, o principal contribuinte para os ganhos de calor é a cobertura. A partir das 19 h, inicia a perda de calor, continuando este fenômeno até as 7 h da manhã. Os ganhos diurnos de calor chegam a atingir 3.600 W , entre 13 e 14 h. No inverno, novamente a cobertura é o principal contribuinte para os ganhos de calor, fato desejável para esta situação, seguido pelas paredes, as quais promovem ganhos térmicos para a edificação até aproximadamente as 18 h. Neste caso, atinge-se um pico máximo de ganho de calor 2.000 W às 13 h. No entanto, caracterizando a sua menor massa térmica dentre todos os sistemas construtivos avaliados, o intervalo de perda de calor no inverno é de 10 h, o que pode exigir o uso de aquecedores para permitir as condições mínimas de conforto, em parte do período noturno.

Para o *Protótipo C*, a cobertura é o principal elemento contribuinte para os ganhos de calor, no verão, havendo um ganho máximo de 4.800 W , em torno das 15 h. Até, aproximadamente, as 20 h, ocorrem ganhos de calor para o interior da edificação. No inverno, tanto a cobertura, quanto as paredes, contribuem para os principais ganhos de calor, com um pico de cerca de 2.700 W , às 14 h, as quais promovem ganhos térmicos para a edificação até, aproximadamente, as 21 h. No entanto, o intervalo de perda de calor, no inverno, é de aproximadamente 11 h, o que pode exigir o uso de aquecedores, para permitir as condições mínimas de conforto, no período noturno. Tal como o *Protótipo B*, este também possui pouca massa térmica para armazenamento de calor.

Tanto a cobertura, quanto as paredes são responsáveis pelos ganhos de calor no verão e inverno, para o *protótipo D*. Entre as 8 h e as 22 h, aproximadamente, no verão, a edificação está recebendo significativos ganhos de calor, com um pico de 2.600 W , às 13 h. No inverno, até aproximadamente as 22 h, há ganhos significativos de calor para o interior da edificação (devido à elevada massa térmica das paredes), fato desejável nesta situação. Tem-se um pico de cerca de 1.800 W , às 16 h. Porém, durante cerca de 8 h diárias ocorrem perdas de calor no inverno, com a necessidade de aquecimento artificial para atingir-se as condições de conforto.

Conforme esperado, os componentes da edificação que estão recebendo radiação significativa são a cobertura e fachadas norte e leste. Isto revela que estes componentes devem ser projetados de forma a terem seu desempenho otimizado frente à radiação recebida, através de número adequado de camadas (incluindo as camadas de ar, de elevada resistência térmica), espessura e cor de suas superfícies. No entanto, verifica-se que os quatro projetos não apresentaram nenhum tipo de preocupação quanto à uma especificação bioclimática das vedações verticais, o mesmo acontecendo com a cobertura.

Em relação aos ganhos de calor, uma grande quantidade de energia está sendo introduzida nas edificações, no verão, como indicaram os valores obtidos através da simulação. O principal componente para os ganhos de calor, tanto no verão, quanto no inverno, é a cobertura, seguida pelas paredes, para todos os protótipos simulados. As superfícies envidraçadas trazem contribuições significativas para ganhos de calor no inverno, ultrapassando, no *Protótipo A* àqueles determinados pelos elementos estruturais (cobertura e paredes).

Todos os protótipos, quando analisados em termos de adequação ou não às condições de conforto térmico (zona de conforto, segundo *Fanger*, simulada pelo Programa THEDES), mostraram-se totalmente desconfortáveis no verão, revelando um mau desempenho para este período do ano. Já, no

inverno, todos os protótipos satisfazem, pelo menos parcialmente, às necessidades de conforto térmico.

A temperatura ambiental interna, na maior parte do tempo, esteve sempre superior à temperatura externa, em três dos quatro protótipos avaliados, fato indesejável no verão, porém amenizando as condições externas desfavoráveis no inverno. A temperatura interna no inverno, no entanto, não alcançou a temperatura mínima de conforto de $18^{\circ}C$ no inverno. Cabe salientar que o intervalo estipulado para as temperaturas de conforto (entre $18^{\circ}C$ e $29^{\circ}C$) caracteriza condições não satisfeitas pela grande maioria das edificações no Brasil, indiferente de serem habitações de interesse social ou não, face as condições climáticas predominantes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente avaliação foi simulada para uma situação específica, representando condições climáticas de verão e inverno, correspondentes a um nível estatístico de ocorrência 2,5%, dentro do período utilizado para obtenção dos dados climáticos para a cidade de Porto Alegre (SATTTLER, 1986b). Isto representa uma situação ocorrente em menos de 7 dias, no período quente anual, e menos de 5 dias, no período frio anual (SATTTLER, 1986b). Este fato, talvez, justifique a adoção de dias típicos com nível estatístico de ocorrência menos exigentes (níveis de 5% ou mesmo de 10%). Nesta simulação não foram considerados os ganhos internos de calor, devido aos usuários das edificações, iluminação artificial e outros equipamentos de uso doméstico, tais como geladeiras, fogões e etc, que promovem um aumento da temperatura interna da edificação. Para a situação de verão, estes ganhos internos aumentariam o desconforto dos usuários, enquanto que, para a situação de inverno, os mesmos seriam favoráveis. Quanto às tipologias dos protótipos, estas tiveram o seu desempenho parcialmente comprometido pela sua implantação dentro dos lotes, que não proporcionam o máximo aproveitamento da orientação Norte, uma vez que sua maior dimensão está paralela a direção Norte-Sul.

A Tabela 9, abaixo, apresenta a pontuação atingida pelos quatro protótipos, de acordo com os critérios considerados (Projeto de Norma, Código de Edificações de Porto Alegre e avaliação qualitativa de estratégias de projeto adotados).

Tabela 2. Pontuação atingida pelos quatro protótipos avaliados.

Protótipo	Pontuação		Total
	Projeto de Norma e Código de Edificações de Porto Alegre	Avaliação Qualitativa	
A	4	6	10 (52,6%)
B	8	4	12 (63,2%)
C	7	3	10 (52,6%)
D	7	3	10 (52,6%)

Os resultados da avaliação apontam uma baixa preocupação, durante a etapa de projeto, com as variáveis relacionadas ao desempenho térmico das edificações. Daí as edificações não apresentarem condições satisfatórias de habitabilidade, no que diz respeito a este importante requisito de conforto.

Em relação ao método da avaliação, identifica-se a necessidade de considerar outras variáveis que influenciam a existência de conforto térmico nas habitações, como ganhos internos de calor, temperaturas superficiais internas e admitância das superfícies internas. Além disso, em relação à atribuição de pontos, torna-se necessária a ponderação dos resultados para cada item avaliado, especificando o quanto o item pode ser relevante para a criação de condições de conforto térmico no interior das habitações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, M. J. **Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares**. 1997. 274 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

COMITÊ BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **Desempenho térmico de edificações** – Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Comissão de Estudo de Desempenho Térmico de Edificações. Dezembro 1998. Projeto 02:135.07-003. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/conforto/normas/Textos/Termica/T3-Termica/texto3-0299.html>>. Obtido em dezembro de 2000.

KRÜGER, Eduardo; LAMBERTS, Roberto. Avaliação de desempenho térmico de casas populares. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 8., 2000, Salvador. Anais ... Salvador: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), 2000. p.1229-1236.

LAMBERTS, Roberto; et al. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997. 192p. il.

MASCARÓ, Lúcia R. de. **Energia na edificação: estratégia para minimizar seu consumo**. São Paulo: Projeto, 1991. 213p. il.

OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998. 203p. il.

PORTO ALEGRE. **Código de edificações de Porto Alegre**. Porto Alegre: Corag, 1997. 131p.

PLESSIS, C. du. **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries: first discussion document**. Pretoria, South Africa: CIB / CSIF, 2001. Disponível em <<http://www.cibworl.nl>>. Obtido em junho / 2001. 46p.

RIVERO, Roberto. **Arquitetura e clima: condicionamento térmico natural**. Porto Alegre: D.C. Luzzatto; UFRGS, 1985. 240p. il.

SATTLER, Miguel A. **A computer program for the thermal design of unconditioned buildings**. Sheffield: University of Sheffield, 1986a.

SATTLER, Miguel A. **The generation of climatic building design data from meteorological data, with particular reference to Porto Alegre (30°02'S;51°13'W), Brazil**. Sheffield: University of Sheffield, 1986b.

SILVA, Ricardo; BASSO, Admir. Análise de desempenho de habitações de interesse social em madeira: estudo de caso. In: **Encontro Nacional e Latino Americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis**, 2. 1., 2001, Canela. Anais ... Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), 2001. p.219-226.

