

AVALIAÇÃO TÉRMICA DAS PROPOSTAS DE NORMA BRASILEIRAS PARA EDIFICAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

Pedro Dilkin - dilkin@main.unijui.tche.br;

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento. de Física, Estatística e Matemática
98700-000 – Ijuí, RS, Brasil

Paulo Smith Schneider - pss@mecanica.ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Engenharia Mecânica
Cx. P. 17819 – 90035-972 – Porto Alegre, RS, Brasil

***Resumo.** Este trabalho apresenta a avaliação de propostas nacionais de norma de desempenho térmico de edificações de interesse social. Uma revisão de normas estrangeiras é feita juntamente com a descrição das propostas brasileiras. Uma casa popular é montada a partir da aplicação de cada uma das normas e os resultados são apresentados e as casas são simuladas com o ambiente TRNSYS para os períodos de inverno e verão para a cidade de Porto Alegre. A proposta nacional com melhor desempenho é aprimorada através de novas simulações.*

***Palavras-chave:** Comportamento térmico de edificações, Normas, Simulação térmica, Edificação popular*

1. INTRODUÇÃO

A normatização das características térmicas do envelope de edificações residenciais é condição necessária para garantir condições térmicas mínimas de habitabilidade e, num segundo plano, economia de energia. Contudo, trata-se de um assunto nada simples, em função de sua vasta abrangência. Portanto, é recomendável o máximo de cautela para que uma proposição de norma neste sentido possa obter êxito em nível nacional. Experiências estrangeiras e nacionais neste sentido poderão contribuir positivamente para sua elaboração.

Diversos países contam com normas térmicas para regular a construção de edificações de diversas finalidades, como comercial, industrial e residencial, e ainda assim buscam privilegiar aspectos específicos, como conforto, economia de energia, etc. Como o foco desse trabalho é a edificação popular, ou de "interesse social", serão analisadas as normas estrangeiras que possam ser comparadas com as propostas a norma existentes no Brasil. Um tipo de "casa popular" brasileira será empregado como edificação padrão, e servirá para a análise da aplicação das diversas normas estrangeiras e das duas propostas de normas brasileiras. Para todos os casos, o material de construção será sempre aquele encontrado no

Brasil. A simulação das diversas casas resultantes será empregada para verificar o desempenho térmico das casas e apontar possíveis melhoras conceituais.

2. NORMAS TÉRMICAS PARA EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Serão apresentados nessa seção os aspectos mais relevantes de algumas normas térmicas para a construção de edificações residenciais, ou "unifamiliares", de alguns países que já tem experiência em seu emprego. Na seqüência, serão apresentadas as duas propostas de norma existentes no Brasil, que além de serem dirigidas ao mesmo tipo de edificação, ainda são voltadas à edificação popular, ou de "interesse social".

Espanha. A preocupação com a qualidade térmica em edificações na Espanha vem de 1975, sendo que a norma em vigor é de julho de 1979 (Ministério de obras Publicas e Urbanismo, 1979). Sua aplicação se estende a todas as edificações, residenciais ou não-residenciais. O objetivo da norma é garantir economia de energia e boas condições térmicas e higrotérmicas, normatizando somente o envelope da edificação. O clima espanhol é classificado tendo como base a soma diária anual entre a diferença das médias diárias e a base 15°C, o valor médio das temperaturas ambiente exteriores mínimas do mês de janeiro e, ainda, a temperatura do solo do mês de Janeiro. A norma oferece somente uma forma de cumprimento. Estabelece um limite baseado no cálculo de um coeficiente global geral de transferência de calor de sua envoltória (K_G). O K_G é uma média ponderada em relação a superfície de todos os componentes da envoltória. O valor limite do K_G é função do clima, fator de forma da edificação e do tipo de energia empregado na sua calefação. Além de atender à exigência limite do K_G , a aplicação da norma pretende evitar condensações nos elementos construtivos, através da observação de um valor limite para o coeficiente global de transferência de calor U. O limite do U é função da temperatura mínima do ar para janeiro e é prescrito para o piso, com base na temperatura do solo do mês de janeiro.

África do Sul. O texto sul-africano (Agremens Bourd of South Africa, s/ data) destaca a importância de se melhorar a qualidade das edificações do ponto de vista térmico, visando a economia de energia e a melhoria nas condições de saúde de seus ocupantes. O conteúdo da publicação sugere uma qualificação mínima da envoltória das edificações mediante proposição de dois métodos: prescritivo e por desempenho. A sugestão prescritiva fixa limites para o coeficiente global de transferência de calor U da envoltória de massa superficial considerada leve (massa/área menor que 122 kg/m²). Já a sugestão por desempenho é para a envoltória de massa superficial maior que 122 kg/m².

Alemanha. A norma alemã em vigor data de 1995 (Ehm, H., 1995) e sua aplicação é voltada tanto para edificações residenciais como para não-residenciais. Seus objetivos manifestos são a economia de energia e a redução de poluentes atmosféricos. As edificações são classificadas conforme sua área, sua finalidade, e o tipo de combustível (fóssil ou não) que empregam para o seu aquecimento. Oferece duas metodologias para cumprimento: prescritiva e por desempenho, sendo que a forma prescritiva só é aceita para edificações residenciais de até dois pisos e três moradias. A forma prescritiva trata especialmente da envoltória e limita a renovação de ar conforme o nível (percentual) de recuperação do calor do mesmo. Fixa valor máximo do coeficiente global de transferência de calor U de cada componente da envoltória. Na metodologia por desempenho, há a fixação do valor máximo de consumo energético anual por volume da edificação e pela sua área útil.

Portugal. A norma portuguesa em vigor data de janeiro de 1990 (Ministério de obras Públicas, Transportes e Urbanismo, 1991), e aplica-se para todas as edificações novas (residenciais, comerciais e industriais) ou reformadas em mais de 50%. Seu objetivo declarado é o de aumentar as condições de conforto térmico sem aumentar o consumo energético. Sua preocupação é somente com a qualidade térmica do envelope das edificações. O seu cumprimento pode ser obtido atendendo às prescrições, apresentadas em forma de tabelas, que seguem a classificação climática do local ou, ainda, compensando as extrapolações das exigências prescritivas de componentes pela maior qualificação de outros. Prevê prescrições limites específicas para a condição de inverno e de verão, sendo que ambas devem ser atendidas para seu cumprimento. Para o inverno, a base para classificação é o grau-dia de base 15°C. O método prescritivo estabelece, através de tabelas, valores máximos do coeficiente global de transferência de calor U, da razão piso/janela WFR, da inércia térmica e fator solar de aberturas envidraçadas e da absorvidade à radiação solar α da cobertura, observando o clima local. O método de cumprimento das compensações é usado quando não houver o enquadramento de alguns dos itens das exigências prescritivas.

Reino Unido. A norma britânica é de 1990 (Building Research Establishment Report, Building Regulations., 1990) e trata somente das características físicas do envelope da edificação. Seu objetivo manifesto é a conservação da energia. Além do método prescritivo, prevê as opções de cumprimento por compensações e por desempenho.

Argentina. O propósito declarado da IRAM 11605 - parte que trata do envelope - (IRAM, 1995) é garantir condições mínimas de habitabilidade com economia de energia. Sua metodologia de aplicação tem por base os dados bioclimáticos da Argentina publicados pelo mesmo instituto. A metodologia, que é prescritiva, estabelece três níveis (A,B e C) de conforto higrotérmico que são definidos a partir dos valores do coeficiente de transferência de calor U de sua envoltória e do clima ao qual a edificação ficará submetida. Estabelece um U máximo para paredes e tetos para as duas estações, verão e inverno, para cada nível de conforto térmico. Para o inverno, a variável que define o valor do U máximo é a temperatura exterior de projeto. Já para o verão, o U máximo da envoltória é função da zona bioclimática e da absorvidade α das superfícies externas. A norma regulamenta, também, as pontes térmicas, estabelecendo valores máximos admitidos.

EUA. Há mais de 20 anos foram realizados trabalhos nos Estados Unidos com vistas à normatização das edificações residenciais de até 3 pavimentos, visando a economia energética. Os trabalhos da ASHRAE são o grande referencial, sendo a reconhecida como ASHRAE/IES 90.2 de 1993 com revisão em 97 (ASHRAE Industrial Advertising Policy on Standards, 1997), a de maior destaque. A norma aplica-se para edificações residenciais unifamiliares e plurifamiliares aquecidas e/ou resfriadas (até duas moradias e três pisos). Regulamenta tanto o envelope quanto os sistemas e equipamentos inerentes a ela e que implicam no consumo de energia. É, sem dúvida, a economia de energia sua preocupação. Prevê duas formas de cumprimento: Método dos Requerimentos Prescritos e Método do Custo Energético Anual, sendo que o primeiro prevê compensações para alguns casos. Sua base climática para a aplicação da norma é o grau-dia de aquecimento com base de 65 °F - HDD65 - e o grau-dia de resfriamento com base de 74 °F - CDH74. O método de projeto prescritivo deve atender a normas específicas para o envelope, infiltração do ar, retardadores de vapor, equipamentos de climatização e de aquecimento de água. Quanto ao envelope, há requisitos mínimos para o forro, pisos e paredes. Os requisitos para o envelope são função, além do HDD65 E CDH74 local, do tipo de edificação - se uni ou plurifamiliar, da localização dos dutos de climatização, do tipo de material (se madeira ou alvenaria) e da

localização do isolamento (se interior, exterior ou interior e exterior). O método prescritivo parte da obtenção do coeficiente global de transferência de calor U , da resistência térmica R , e do coeficiente de sombreamento SC do envelope. A norma estabelece, também, uma limitação para a área de aberturas, que não pode ser superior a $11,5m^2$.

IPT - proposta nacional. O texto proposto pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) sugere a normatização das edificações térreas sociais nacionais (IPT, s/ data) com base em oito zonas climáticas. São criadas três classes (A, B e C) para cada uma das estações, inverno e verão, conforme o desempenho da edificação. Tomam-se as temperaturas do ar interno por base, sempre em evolução livre, i.e., sem climatização dos ambientes. São empregadas as temperaturas de $29^{\circ}C$, $17^{\circ}C$ e $12^{\circ}C$ para o enquadramento do nível da edificação quanto à qualidade do desempenho térmico. Para a avaliação do desempenho térmico, o trabalho propõe três métodos: Simulação Computacional, Medições “In Loco” e Prescrições. Para o cumprimento pelo método prescritivo, há uma relação de paredes e coberturas que, combinadas com a cor externa das paredes, renovações de ar e sombreamento em janelas, servem para enquadrar a edificação conforme a sua localização climática. Para que edificação seja aprovada do ponto de vista térmico não poderá ser enquadrada na pior classe (C), em nenhuma das duas estações referenciais da zona climática.

COBRACON-ABNT – proposta nacional. A proposta do Comitê Brasileiro de Construção Civil (1998) é resultado de várias discussões efetuadas entre pesquisadores e de sugestões de interessados em geral. Ela é em parte baseada em experiências estrangeiras como guia para sua elaboração. A atual sugestão da norma apresenta uma estrutura que consiste de cinco partes (capítulos), além de anexos informativos, normativos e de exemplos de cálculos. Seu objetivo manifesto é proporcionar conforto térmico mínimo para edificações térreas de interesse sociais. A proposta apresenta o zoneamento bioclimático e, em anexo, a classificação bioclimática de algumas cidades referenciais de todo o país. Nas chamadas *diretrizes de projeto por zona bioclimáticas*, há a fixação das exigências do coeficiente de transferência de calor U , o atraso térmico ϕ , absorvidade das superfícies à radiação solar α e um fator de calor solar FCS dos envelopes e, ainda, áreas limites de ventilação para cada uma das 8 zonas bioclimáticas definidas. A proposta normativa traz, para cada uma das 8 zonas bioclimáticas definidas, as estratégias para o condicionamento térmico passivo para as estações inverno e/ou verão. São esperadas algumas alterações na sua proposição, pois ainda estão previstas simulações computacionais e medições locais em modelos construídos.

3. CONCEPÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO COM AS NORMAS ESTUDADAS

O tipo de edificação escolhida para a aplicação das normas foi uma casa popular COHAB RS 16-I3.42, de área útil interna de $35,86 m^2$, pé direito de $2,5 m$ e cobertura de duas águas com câmara de ar de $27 m^3$. A divisão interna das peças dá lugar a uma sala-cozinha, um banheiro e dois quartos, totalizando 4 ambientes separados.

Os materiais listados nos anexos da proposta COBRACON-ABNT foram empregados na aplicação das diversas normas revisadas, tornando-se assim um ponto comum entre todas as edificações simuladas. O quadro a seguir mostra os valores do coeficiente global de transferência de calor U e da massa superficial I para o envelope de cada uma das edificações. Pelo fato de somente as normas de Portugal e EUA exigirem sombreamento para o clima de Porto Alegre, estas são apresentadas com e sem sombreamento para o período de verão. Os resultados são apresentados para as paredes externas e para a cobertura, sendo que o forro é

um elemento particular dessa última, e encontra-se destacado pois pode ser modificado para atender as exigências das normas.

Tabela 1 – Características mínimas exigidas para as edificações de cada norma estudada

| NORMA | Parede Externa | | Cobertura | | Forro | |
|-----------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | U (W/m ² °C) | I (kg/m ²) | U (W/m ² °C) | I (kg/m ²) | R(m ² °C/W) | I(kg/m ²) |
| África do Sul* | 1,16 | I ≤122 | 0,67 | I ≤122 | - | |
| África do Sul** | 1,155 | I =121,5 | 0,621 | I =25,1 | 1,1778 | 7,5 |
| Alemanha* | 0,50 | - | 0,22 | - | - | |
| Alemanha** | 0,438 | I =182 | 0,2118 | I =32,1 | 4,2889 | 14,5 |
| Argentina* | Vinculado ao U | - | 0,45 | - | - | |
| Argentina** | 1,21 | I =321 | 0,439 | I =26,6 | 1,844 | 9,0 |
| Espanha* | 1,8 (vinc. ao k _G) | I >200 | 1,4 | - | - | |
| Espanha** | 1,21 | I =321 | 1,386 | I =23,1 | 0,2889 | 5,5 |
| EUA* | 2,32 | - | 0,45 | - | - | |
| EUA** | 2,28 | I =173 | 0,3675 | I =27,6 | 2,2887 | 10,0 |
| Reino Unido* | 0,45 | - | 0,25 | - | - | |
| Reino Unido** | 0,438 | I =182 | 0,2118 | I =30,6 | 3,622 | 13,0 |
| Portugal* | 1,4 | I ≥ 300 (vinculado) | 1,1 | I ≥ 150 (vinculado) | - | |
| Portugal** | 1,21 | I =321 | 1,056 | I =173,1 | 0,5111 | 156,0 |
| IPT* | 5,02 | I ≥95 | 1,93 | I ≥95 | - | |
| IPT** | 5,0 | I =95 | 1,93 | I =115,6 | 0,09 | 98,0 |
| COBRACON-ABNT* | 3,6 | φ ≤4,3 horas | 2,0 | φ ≤3,3 horas | - | |
| COBRACON-ABNT** | 3,13 | I =270 (φ=3,8h) | 2,0 | I =22,6 (φ=1,3h) | 0,0667 | 5,0 |

* exigência prescritiva da norma revisada

** solução adotada na construção da edificação simulada

Observa-se que os valores de U obtidos para a parede externa e cobertura resultaram sempre pouco inferiores àqueles resultantes da prescrição, na aplicação de cada norma. Isso significa que todas as edificações estudadas atendem às exigências de resistência à passagem do calor. A exigência de massa superficial limite também é atendida para todos os casos. Cabe comentar que, para as normas da Argentina e da COBRACON-ABNT, o U da parede e do forro está vinculado à cor externa, e que esta última é a única a definir e exigir de forma direta o atraso térmico do envelope.

4. SIMULAÇÃO

O comportamento de cada uma das variações apresentadas na tabela 1 foi avaliado por meio de simulação, com o auxílio do ambiente TRNSYS (1996), que permite a representação de edificações compostas por diversas zonas térmicas em evolução livre.

Para o cotidiano da edificação considerou-se ocupada por no mínimo duas e no máximo três pessoas, com renovação de ar de 1,96 a 7,41 RPH, para o verão, e 1,15 a 2 RPH para o inverno. Os ganhos internos por equipamentos e iluminação foi tomado entre 150 e 370 W, conforme horário e estação. Para avaliação de desempenho térmico adotou-se as temperaturas de bulbo seco (tbs) limites de 29 °C (máximo) e 12 e 17 °C (mínimo). O parâmetro de avaliação do desempenho é o grau-hora (°C-H), que consiste no módulo da soma horária da diferença entre a tbs interna e a tbs limite máxima ou mínima para o conforto. Os períodos simulados e avaliados são 3 meses para inverno e 3 meses para o verão.

Na simulação para os períodos de inverno e verão de cada uma das edificações de envelope e cotidiano anteriormente especificado obteve-se os valores de desconforto apresentados na figura 1.

GRAUS-HORA DE DESCONFORTO

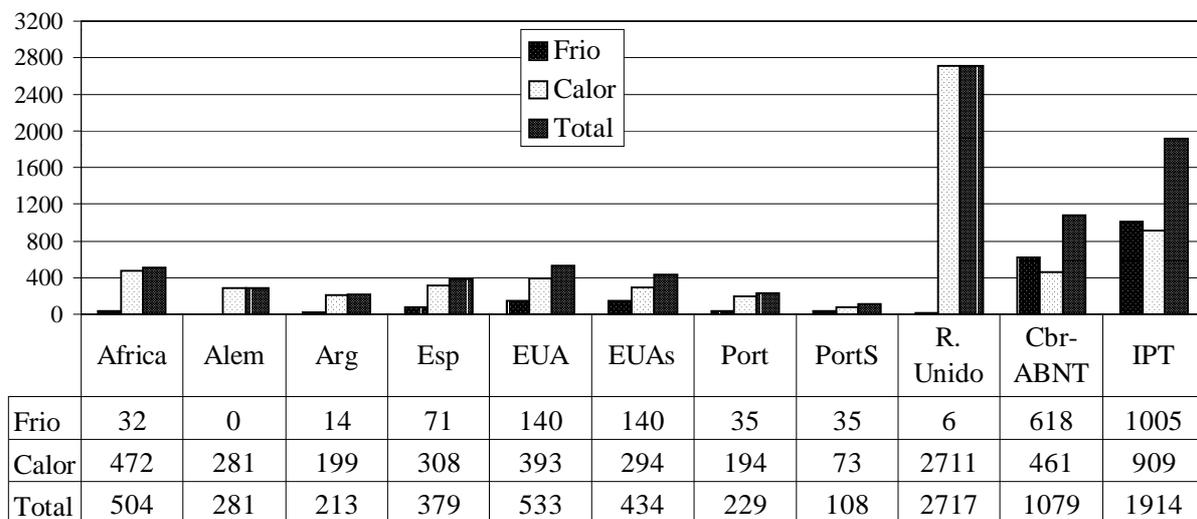


Figura 1 - Graus-hora de desconforto por frio, calor e total das edificações simuladas

O gráfico mostra que todas as edificações das normas estrangeiras registram baixo desconforto por frio, enquanto as nacionais apresentam valores elevados. Quanto ao desconforto por calor e desconforto total, a única a ter desempenho inferior às nacionais é a edificação do Reino Unido. A edificação de melhor desempenho térmico global é a de Portugal. Atendendo à exigência de sombreamento no verão para as edificações dos EUA (EUAs) e Portugal (PortS), as duas mostram, conforme a figura, considerável melhora no desempenho baixando seu desconforto por calor em 1,3 e 2,6 vezes, respectivamente.

Comparando-se o desconforto total da edificação COBRACON-ABNT com a média do desconforto total das edificações estrangeiras (excluído o Reino Unido), a relação é de 3,0 vezes. Para a edificação do IPT, este valor é de 5,4 vezes.

Como a edificação resultante do emprego da proposta COBRACON-ABNT apresentou melhor desempenho entre os textos brasileiros, esta foi a escolhida para um refinamento, baseado numa análise de sensibilidade. Nela são feitas melhoras progressivas de 10% no valores do U e I das paredes e coberturas, sendo que para a cobertura as alterações são aplicadas no forro. A tabela a seguir apresenta o resumo dos novos valores do U e I para o envelope da edificação COBRACON-ABNT.

Tabela 2- Resumo das novas características térmicas do envelope das edificações para análise de sensibilidade para a edificação COBRACON-ABNT

| NORMA | Parede Externa | | Cobertura | | Forro | |
|------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | U (W/m ² °C) | I (kg/m ²) | U (W/m ² °C) | I (kg/m ²) | R(m ² °C/W) | I(kg/m ²) |
| Referência | 3,13 | 270 | 2,0 | 22,6 | 0,0667 | 5,00 |
| Alteração em 10% | 2,817 | 297 | 1,8 | 24,8 | 0,1927 | 7,26 |
| Alteração em 20% | 2,504 | 324 | 1,6 | 27,1 | 0,282 | 9,52 |
| Alteração em 30% | 2,191 | 351 | 1,4 | 29,4 | 0,401 | 11,78 |
| Alteração em 40% | 1,878 | 378 | 1,2 | 31,6 | 0,2677 | 14,04 |
| Alteração em 50% | 1,565 | 405 | 1,0 | 33,9 | 0,5677 | 16,30 |

Cada nova alteração individual em 10% dos componentes do envelope dessa edificação foi simulada, para os períodos de inverno e verão. Os resultados de desconforto resultantes das modificações são apresentados na tabela que seguir, sempre relativos à variação máxima 50% de cada componente do envelope.

Tabela 3- Desconforto gerado, em graus-horas (°C-H), com alteração em 50% no envelope da edificação COBRACON-ABNT

| I Cobertura (kg/m ²) | °C-H desconforto Inverno | °C-H desconforto Verão | °C-H desconforto Total |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| Referência | 618 | 461 | 1079 |
| + 50% I da parede | 605 | 345 | 950 |
| - 50% U da parede | 266 | 385 | 651 |
| + 50% I da cobertura | 630 | 459 | 1089 |
| - 50% U da cobertura | 437 | 319 | 756 |

A análise dos valores de desconforto apresentados permite as seguintes constatações:

- 1- Um aumento na massa superficial I da parede representa uma melhora no desempenho no inverno quase insignificante, totalizando uma variação em 2%. A mesma tabela mostra uma variação bem mais significativa para o verão, onde a melhora é de 25%. A melhora no desempenho térmico total é de 12%.
- 2- A diminuição do coeficiente global de transferência de calor U da parede resulta numa melhora significativa no desempenho, em especial no inverno. Os graus-hora de desconforto são reduzidos em 45% no inverno, e em 16% no verão. Do ponto de vista geral, a redução é de 40% no desempenho térmico total.
- 3- Um acréscimo na massa superficial I da cobertura piora levemente o desempenho térmico no inverno (2%) e melhora de forma insignificante para o verão (0,4%). No total, há uma piora em 1% no desempenho térmico, que não pode ser considerada como significativa.
- 4- Uma diminuição do coeficiente global de transferência de calor U da cobertura melhora o desempenho térmico da edificação de forma significativa, tanto no inverno (em 29%) quanto no verão (em 31%). A melhora no desempenho térmico total é de 30%.

Quanto à influência do valor da massa superficial I da edificação, de uma forma geral os resultados de análise de sensibilidade mostram apenas uma melhora considerável no desempenho térmico no período de verão, quando a alteração é feita nas paredes, mantendo-se neutro para a cobertura. Já para a alteração no coeficiente global de transferência de calor U, verificou-se uma melhora no desempenho térmico como um todo, em especial no período de inverno e quando o incremento é aplicado às paredes. Para o verão, a diminuição do U da

cobertura implica uma melhora mais significativa no desempenho térmico do que se a mesma melhoria é aplicada na mesma proporção à parede.

Com o objetivo de verificar o desempenho térmico da edificação COBRACON-ABNT, com alterações que mostraram diminuir o desconforto nos períodos de inverno e verão, foi construída uma nova edificação com alterações conjuntas em menos 50% nos valores do U das paredes e cobertura e em mais 50% no valor do I das paredes (o I do forro não foi alterado por constatar-se em não implicar em melhora no desempenho térmico). A tabela 4 apresenta as novas características térmicas do envelope da nova edificação.

Tabela 4- Resumo das características térmicas do envelope da edificação COBRACON-ABNT e da edificação com alteração em 50% nas características de influência positiva

| NORMA | Parede Externa | | Cobertura | | Forro | |
|------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | U (W/m ² °C) | I (kg/m ²) | U (W/m ² °C) | I (kg/m ²) | R(m ² °C/W) | I(kg/m ²) |
| Referência | 3,13 | 270 | 2,0 | 22,6 | 0,0667 | 5,0 |
| Alteração em 50% | 1,565 | 405 | 1,0 | 22,6 | 0,5677 | 5,0 |

Da mesma forma que as edificações anteriores, a edificação com as características do envelope apresentadas pela tabela 4 foi simulada para os períodos de inverno e verão, para a cidade de Porto Alegre – RS.

Os novos valores de desconforto obtidos foram de 78 °C-H de frio e 196 °C-H de calor, totalizando 274 °C-H. Estes valores, comparados aos da edificação de referência (COBRACON-ABNT), representam uma diminuição no desconforto em 87 % no inverno, 57% no verão e de 75% no total.

Quando a mesma edificação foi simulada para as mesmas condições, porém com sombreamento de 80% nas áreas envidraçadas no verão, o desconforto neste período baixou para 87 °C-H. Este novo valor representa uma diminuição de 81% para o período, e 85% no total, em relação ao desempenho térmico de referência (COBRACON-ABNT).

5. CONCLUSÃO

A aplicação das diferentes normas revisadas para as condições climáticas da cidade de Porto Alegre - RS mostraram grandes variações, tanto nos procedimentos para cumprimento quanto nos valores característicos de parâmetros como o coeficientes globais de transferência de calor U, de massa superficial I, e de sombreamento. Todas as normas estrangeiras foram satisfatoriamente atendidas com o emprego dos materiais nacionais, constantes no anexo da proposta COBRACON-ABNT, a exceção do atendimento do isolamento de janelas. O desempenho térmico das edificações construídas a partir das propostas nacionais não foi tão bom quanto aquele obtido pelo emprego das normas estrangeiras. A edificação COBRACON-ABNT foi a que apresentou melhor desempenho entre as duas proposições nacionais, e por isso foi escolhida para um estudo de melhoria de seu comportamento. Os resultados de simulações com o ambiente TRNSYS mostraram uma grande melhora no desempenho térmico com o aumento em 50% no valor da massa superficial I e do coeficiente global de transferência de calor U de sua parede e em 50 % no valor do coeficiente global de transferência de calor U de sua cobertura. A mesma edificação apresentou um desempenho térmico ainda consideravelmente maior quando for aplicado um sombreamento, com obstrução em 80% da radiação solar, no período de verão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agremens Board of South África, s/data. “Performance Criterial and Minimum Requeriments”. Pretória, South África, Agremens Board of South África.
- Ashrae Standard 90.2-1993. 1997 (edição revista). Energy-Efficient Design of New Low Rise Residencial Buildings. 1791 Tullie Circle, NE. Atlanta, Ashrae.
- Building Research Establishment Report, 1990. “Building Regulations: conservation of fuel and power- the energy traget’ method of compliance for dwellings”, Glasgow, Building Research Establishment Report.
- Comitê Brasileiro de Construção Civil - Comissão de Estudo de Desempenho Térmico de Edificações (COBRACON-ABNT) 1998., “Desempenho Térmico de Edificações”. Partes 1, 2 e 3., UFSC/ABNT, Florianópolis.
- Dilkin, P., 2000. “Estudo de Desempenho Térmico de Edificações de Interesse Social a Partir de Propostas de Normas”. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, UFRGS, PROMEC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.
- Ehm, Herbert, 1995. “Wärmeschutz-verordnung’95” (Der Weg zu Niedrigenergiehäusern). Berlin, Bauverlag GmbH.
- Instituto Argentino de Raionalización de Materiales, 1995. “Acondicionamiento térmico de edificios - condiciones de habitabilidad en edificios”, Buenos Aires, IRAM, (Normas Técnicas).
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, s/data. “Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social”, São Paulo, IPT, Finep/PBQP, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (Normas Técnicas).
- Klein et al, TRNSYS, A Transient System Simulation Program, Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin, Madison, Versão 14.2, 1996
- Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, 1991. “Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios”, Lisboa, Volumes 1, 2 e 3.
- Ministério de Obras Públicas e Urbanismo, 1979. Real Decreto 2,429/79, de 6 de Julho/79, “Normas Básicas sobre Condições Técnicas em Edificações”, Madrid.

THERMAL ANALYSIS OF BRAZILIAN PROPOSALS FOR STANDARTS FOR SOCIAL POURPOSE BUILDINGS

Abstract. *This work presents a critical analysis of national proposals of standarts for the thermal performance of simple residencial buildings. A review of some international standarts is performed together with the description of the national proposals of standarts, and a prototype of a house is assembled, following each one of the texts. Results are displayed and the prototypes are simulated using the TRNSYS environment, concerning winter and summer periods of Porto Alegre. Finally, the national proposal that achived the best performance is improved by means new simulations.*

Key word: *Thermal behavior of buildings, Standards, Thermal Simulation, Social pourpose buildings*