



## REVISÃO DE NORMAS TÉRMICAS PARA EDIFICAÇÕES TÉRREAS RESIDENCIAIS

**Pedro Dilkin**

Dept. de Física, Estatística e Matemática

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

98700-000 – Ijuí/RS – Brasil

dilkin@main.unijui.tche.br

**Paulo Smith Schneider**

GESTE – Grupo de Estudos Térmicos e Energéticos

Engenharia Mecânica - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

90050-170 - Porto Alegre/RS – Brasil

[pss@mecanica.ufrgs.br](mailto:pss@mecanica.ufrgs.br)

**RESUMO** *Este trabalho apresenta uma revisão de normas ou propostas a norma de desempenho térmico em edificações residenciais térreas. Traz algumas características gerais de cada norma tais como histórico - motivação, metodologia, tratamento climático. Apresenta, ainda, um quadro-resumo abordando itens que se espera de uma norma térmica para a área e quadros com as características térmicas mínimas do envelope de cada norma considerando-se sua aplicação pelo método prescritivo para Porto Alegre - RS.*

**ABSTRACT** *This work contains a revision of already defined or prospective technical norms for thermal performance in ground residential buildings. Some general features about each norm are outlined. Expected itens for technical norms in this area are summarised in a table. The applicability of these norms a set of minimal thermal characteristics of the envelope difined by te respective norm to Porto Alegre - RS.*

## 1 INTRODUÇÃO

A normalização das características térmicas do envelope de edificações residenciais é condição necessária para garantir condições térmicas mínimas de habitabilidade e economia de energia. Em função da complexidade técnica e da implicação social desse assunto é recomendável o máximo de cautela para que uma proposição neste sentido possa obter êxito em nível nacional. Experiências internacionais e nacionais neste sentido poderão contribuir positivamente para a formulação das normas brasileiras. Esse trabalho apresenta uma revisão de normas internacionais, com atenção especial àquelas provenientes de países com clima semelhante ao nosso ou cujas metodologias propostas possam ser aplicáveis ao caso brasileiro.

## 2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DE ALGUMAS NORMAS

As normas internacionais e propostas nacionais mais importantes serão apresentadas a seguir. Para simplificar essa revisão, apresenta-se inicialmente uma tabela de símbolos e uma lista das legendas adotadas nas tabelas.

Tabela 1- Símbolos empregados no texto

$\alpha$	coeficiente de absorção solar	U	Coef. global de transf. de calor
$\phi$	atraso térmico (horas)	$K_G$	U geral
C	condutância térmica	SC	schading coefficient
CDH74	cooling degree-hours base 74° F	TMR	temperatura média radiante
FCS	fator de calor solar	R	resistência térmica
GD15	grau dia base 15° C	UR	umidade relativa
HDD65	heating degree-days base 65° F	WFR	window floor ratio
I	massa térmica superficial	WWR	window wall ratio

Tabela 2- Legendas empregadas nas tabelas comparativas 3, 4 e 5

A	preocupação ou ênfase	F	sistemas ou somente a edificação
B	prescritiva ou por desempenho	G	inércia térmica
C	tamanho de edificação	H	ganhos
D	clima	I	aberturas
E	Temperatura fixa ou em evolução	J	Histórico e motivação

### 2.1 Normas internacionais

Um quadro resumo das normas internacionais revisadas é apresentado na tabela a seguir, e os próximos itens detalham os pontos mais importantes dessas normas.

Tabela 3- Principais características térmicas do envelope das normas estrangeiras. (ver tabelas 1 e 2)

Norma/Critério	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<b>E.U.A</b>	Economia de energia	Prescritivo, compensação e Desempenho	Residências até 3 pav. e 3 moradias	HDD e CDH de todo ano e TAVG	18,3°C e 23,3°C	Edificação e Sistemas	Sim	Só no Desempenho	Sombreamento WWR limitado	Crise energética
<b>África do Sul</b>	Térmico e saúde	Prescritiva	Até 100m <sup>2</sup>	6 zonas	Flutuante	Somente edificação	Sim	Somente solares	Limite WWR	*
<b>Argentina</b>	Energia e higrotérmica	Prescritivo	Condicionadas ou não	Zonas Bioclimáticas	*	Somente edificação	Não	*	Sombreamento	Difundir selo IRAM
<b>Espanha</b>	Energia e higrotérmico	Prescritiva	Todas as edificações novas	GD15, T <sub>med.min</sub> de Jan. T terreno, média anual de GD. Voltada p/ inv.	T <sub>ar</sub> 18°C, TMR e UR	Somente edificação	Sim	Não	Como k <sub>g</sub> , ñ prevê sombreamento	Crise energética
<b>Reino Unido</b>	Energia	Prescritivo, Trade-Off e Energy Target	Todas as habitações	*	Estar 21°C e 18°C não estar	Somente a edificação	Não	Sol. e internos somente no "Energy Target"	Conf. orientação	*
<b>Alemanha</b>	Energia e poluição	Prescritiva e desempenho	Todas	Ver pg. 53	19°C e 12°C	edificação e equipamentos	Sim	Desemp. sol e ganhos internos	Sim	Poluição e cons. energia
<b>Portugal</b>	Conforto térmico, saúde e economia	Desempenho com limites prescritivos	Edificações novas ou reformas em mais de 50%	Inv. e Ver. Crit. meses q T <sub>média</sub> < 13°C e n° de meses q é > 18,5°C, c/ 3 zon de inv. 3 ver.	18°C e 25°C	Somente a edificação	Sim (Fraca, média e forte)	Sim	Conf. orientação	Conf. térmico, salubridade economia de energia

**Espanha** - A norma espanhola (MOPU, 1979) se estende a edificações residenciais ou não. Seu objetivo é garantir economia de energia e boas condições térmicas e higrotérmicas, normalizando somente o envelope da edificação. O clima 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, com um limite no coeficiente K<sub>G</sub>, que é uma média ponderada em relação a superfície de todos os componentes da envoltória. Seu valor



limite é função do clima, fator de forma da edificação e do tipo de energia empregado na sua calefação. Além disso, para evitar condensações cada componente da envoltória não poderá exceder a um determinado valor para o U, cujo limite é função da temperatura mínima do ar para janeiro e, para o piso é prescrito com base na temperatura do solo do mesmo mês.

**África do Sul** - Nas sugestões de normalização sul africanas (ABSA, s/ data) é destacada a importância de se melhorar a qualidade das edificações africanas da ponte de vista térmico para a economia energética e a melhoria nas condições de saúde de seus ocupantes. A publicação sugere uma qualificação mínima da envoltória das edificações, segundo dois métodos: prescritivo e por desempenho. A sugestão prescritiva é aplicada para envoltórias com capacidade térmica leve (massa/área menor que  $122\text{kg/m}^2$ ), para a qual fixa limites para o U, e para envoltórias pesadas aplica-se o método por desempenho. A norma apresenta enquadramentos segundo temperaturas máximas e mínimas, cujos limites são fixados para 6 zonas climáticas.

**Alemanha** - A norma alemã em vigor é de 1995 (Ehm, H., 1995) e sua aplicação é para edificações residenciais e não residenciais. Seus objetivos manifestos são a economia de energia e a redução de poluentes atmosféricos. As edificações são tratadas conforme sua área, fim a que se destinam e a energia que empregam para o aquecimento. A norma é uniforme para todo o país e oferece as metodologias prescritivas 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 U de cada componente da envoltória e um máximo de consumo energético anual.

**Portugal** - A norma portuguesa em vigor (MOPTU, 1991) aplica-se para todas as categorias de edificações novas ou reformadas em mais de 50%. Seu objetivo é de aumentar as condições de conforto térmico sem prejuízo no consumo energético, além de evitar as situações de insalubridade, aplicada apenas ao envelope das edificações. Prevê prescrições limites específicas para a condição de inverno e verão, sendo que as duas devem ser atendidas para seu cumprimento. O método prescritivo estabelece valores máximos de U, WFR, inércia térmica e fator solar de envidraçados e  $\alpha$  da cobertura em função do 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 (BRER, 1990) e trata somente das características físicas do envelope da edificação. Seu objetivo manifesto é a conservação da energia. Além do método prescritivo, prevê ainda as opções de cumprimento por compensações e por desempenho.

**Argentina** - O propósito declarado da norma 11605 (IRAM, 1995) é o de garantir condições mínimas de habitabilidade com economia de energia e o de evitar condensações. Sua aplicação é prescritiva, estabelecendo três níveis (A, B e C) de conforto higrotérmico que são definidos a partir dos valores de U de sua envoltória e do clima na qual a edificação ficará submetida. Assim, há o estabelecimento de U máximo para paredes e tetos para as duas estações, verão e inverno, para cada nível de conforto térmico. Para o inverno, a variável definidora do 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 seu  $\alpha$  externo. A norma regulamento também as pontes térmicas, estabelecendo valores máximos admitidos.

**E.U.A** - Há mais de 20 anos foram realizados trabalhos nos Estados Unidos, com vistas à normalização das edificações residenciais de até 3 pavimentos com finalidade a economia energética (ASHRAE 1997). A norma aplica-se para edificações residenciais unifamiliares e plurifamiliares aquecidas e/ou resfriadas (até duas moradias e três pisos). Normaliza tanto o envelope quanto os sistemas e equipamentos inerentes a ela e que implicam no consumo de energia. Sua principal preocupação é a economia de energia. Prevê duas formas de cumprimento: Método dos Requerimentos Prescritos e Método do Custo Energético Anual, sendo que o primeiro prevê compensações para alguns casos, onde a base climática para a aplicação da norma é o HDD65 E CDH74. O método prescritivo deve atender a normas específicas para o envelope, infiltração do ar, retardadores de vapor, HVAC e serviços de aquecimento de água. Quanto ao envelope, há requerimentos mínimos para o forro, pisos e paredes verticais, essas últimas classificadas em externas e internas. Para as paredes externas, há diferenciação no nível de exigência conforme estiverem expostas ao ar ambiente ou forem limitadas pelo solo. As paredes internas são tratadas como adjacentes ou não a espaços termicamente condicionados. Os requerimentos para o envelope ainda são função do tipo de edificação, da localização dos dutos, tipo de material e localização do isolamento. O nível de exigência é menor quando os dutos estão no interior do espaço condicionado, para isolamento externo ou total e para envoltória de maior massa térmica. O método prescritivo parte da obtenção do U, R, C e do SC dos envelopes a partir de gráficos, em que uns dos eixos contem o valor do CDH74, e o outro, o HDD65 do local ou da cidade mais próxima ao da localização do projeto. A norma estabelece, também, uma limitação para a área de aberturas que não pode ser superior a 11,5m<sup>2</sup>. Os valores da aberturas (U e SC) também são apresentados em gráficos e tabelas, e se WFR for maior que 21% e menor que 32%, seu cumprimento deverá se dar pelo método das compensações ou, então, pelo Custo Energético Anual (CEA).

## 2.2 Propostas Nacionais

A tabela que segue resume as principais características das propostas brasileiras, que são detalhadas nos itens que seguem

**Tabela 4-** Principais características das propostas brasileiras de norma térmica (ver tabelas 1 e 2)

Norma/Critério	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<b>IPT</b>	Conforto	Por desempenho e prescritivo	Habitações térreas de interesse social	Inverno e verão (clima)	Flutuante	Envelope	Sim	Sim – ambientes típicos	Limite de área, sombreamento conforme zona	Atender solicitação do SFH
<b>Finep–COBRACOM</b>	Térmico e conforto	Prescritiva	Habitações térreas sociais	Inverno e verão (bioclima)	Flutuante	Envelope	Sim	*	Sombreamento e área limitada / zona	Inexistência norma nac.

### 2.2.1 IPT (Instituto de Pesquisas Técnicas)

O IPT (s/ data) sugere a normalização das edificações térreas sociais nacionais com base em oito zonas climáticas, classificadas segundo a média mensal das temperaturas máximas diárias, a menor média mensal das temperaturas mínimas diárias e a amplitude térmica anual. Propõe três classes (A, B e C) para cada uma das estações, inverno e verão, conforme o desempenho da edificação, tomando por base

as temperaturas do ar interno, quando em evolução livre\*. As temperaturas paramétricas, para o enquadramento do nível da edificação quanto à qualidade do desempenho térmico, são 29° C, 17° C e 12° C. Para a avaliação do nível de 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 das paredes, renovações de ar e sombreamento ou não em janelas, servem para enquadrar a edificação conforme a sua localização climática. A edificação para ser aprovada termicamente não poderá ser enquadrada em nenhum caso na pior classe (C) em nenhuma das duas estações referenciais da zona climática.

### **2.2.2 Finep – COBRACOM**

O projeto a norma nacional de julho de 1998 (COBRACOM, 1998) é resultado de várias discussões efetuadas entre pesquisadores e de sugestões de interessados em geral. Relatos mostram que seus proponentes se valeram de experiências estrangeiras como guia para sua elaboração. Assim, a atual sugestão à norma apresenta uma estrutura que consiste de cinco partes, além de anexos informativos, normativos e de exemplos de cálculos. Seu objetivo manifesto é proporcionar conforto térmico mínimo para edificações térreas sociais. Os *Procedimentos para Avaliações de Habitações de Interesse Social* (parte 3) apresentam o zoneamento bioclimático e, em anexo, a classificação bioclimática de algumas cidades referenciais de todo o país. No mesmo anexo, são apresentadas, ainda, as estratégias bioclimáticas recomendadas (como aquecimento solar, ventilação cruzada, resfriamento evaporativo). Os dados climáticos, fonte para a classificação bioclimática, usam a metodologia da divisão do território nacional em 6500 células das quais 330 tiveram seus dados medidos. Estas 330 células serviram de base para as definições climáticas das 6170 restantes. Nas chamadas *diretrizes de projeto por zona bioclimáticas*, há a fixação as exigências do U,  $\phi$ ,  $\alpha$  e FCS dos envelopes e, ainda, áreas limites de ventilação para cada uma das 8 zonas bioclimáticas definidas. Inclui ainda as estratégias para o condicionamento térmico passivo para as estações inverno e/ou verão. São esperadas algumas alterações na sua proposição, pois estão previstas simulações computacionais e medições locais em modelos construídos.

## **3 ESTUDO DE CASO**

Um protótipo de edificação popular de cerca de 40m<sup>2</sup> foi escolhido para testar as respostas obtidas na aplicação de cada norma revisada, inclusive as propostas brasileiras. Os resultados são apresentados na tabela que segue.

Tabela 5- Características térmicas mínimas pelo método prescritivo das normas revisadas para Porto Alegre – RS.

NORMA	Parede Externa (U, a, j, I)				Forro/Cobertura (U, a, j, I)				Piso (U)	Janela
África Sul	1,16	-	-	≤ 122	0,67	-	-	≤ 122	-	-
Alemanha	0,50	-	-	-	0,22	-	-	-	-	0,7W/m <sup>2</sup> °C
Argentina	1,32	≤ 0,5/≥ 0,9	-	-	0,45	≤ 0,5/≥ 0,9	-	-	-	-
Espanha (sist K <sub>G</sub> )	1,8	-	-	≥ 200	1,4	-	-	-	-	-
	1,2	-	-	≤ 200	1,4	-	-	-	-	-
	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E.U.A	2,32	-	-	-	0,45	-	-	-	-	0,7 (SC)
Inglaterra	0,45	-	-	-	0,25	-	-	-	0,45	-
Portugal	1,4	-	-	≥ 300	1,1	Clara; ≤ 0,7	-	≥ 150	-	4,2 W/m <sup>2</sup> °C
IPT	5,0	0,5	1,3	95	2,0	-	≥ 3,6	≥ 95	-	-
Finep	3,6	refletora	≤ 4,3	-	2,0	-(FCS)	≤ 3,3	-	-	-

Para a proposição dos E.U.A os valores são determinados a partir do arquivo climático TRY de 80/90 de Porto Alegre e as demais estrangeira que fazem distinção climática foi adotada a opção mais branda. As proposições nacionais já estabelecem valores mínimos juntamente com a zona climática e bioclimática. Os valores obtidos apresentam uma diferença do U nas paredes da edificação na ordem de 900% e para a cobertura uma diferença de aproximadamente 700%. Enquanto a maioria das normas não impõem limites de I para as paredes externas e forro/cobertura, as normas de Portugal, Espanha e IPT fixam valores mínimos e Finep-COBRACOM e África do Sul, por sua vez, fixam limites máximos sendo que Finep-COBRACOM o faz de forma indireta com a limitação do  $\phi$ . O quadro mostra, ainda, que somente as proposições nacionais e a argentina fazem exigências para as cores da paredes verticais externas e, para a cor da cobertura, somente a portuguesa e a argentina fazem referencias. A norma do Reino Unido é a única a fazer exigências quanto ao valor do U do piso e Alemanha, Portugal e E.U.A são as únicas que fazem restrições para as características térmicas das janelas.

#### 4 CONCLUSÃO

As diversas normas revisadas mostram suas grandes variações, tanto nos procedimentos para cumprimento quanto nos valores característicos (U, I e sombreamento) dos envelopes quando aplicadas para a condição climática da cidade de Porto Alegre - RS. Simulações computacionais de uma edificação padrão com as características determinadas pelo método prescritivo de cada uma das normas para a cidade de Porto Alegre poderão ajudar a apontar características que devem ou não ser observados para um bom desempenho térmico.



## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSA, *Agremens Board of South Africa (s/data)*: Performance Criterial and Minimum Requeriments. Pretoria, South Africa.

ASHRAE, 1997, *Ashrae Industrial Advertising Policy on Standards (1997)*: Energy-Efficient Design of New Low-Rise Residencial Buildings. Atlanta.

BRER, 1990, *Build. Research Establishment Report, Building Reg.(1990): Cons. of Fuel and Power-the Energy Target' Method of Compl. for Dwellings*. Glasgow.

COBRACOM 1998, *Comitê Brasileiro de Constr. Civil/Comissão de Est. de Desemp. Térm. de Ed.(1998): Desempenho. Térmico de Edificações - Parte 1,2e3*. Florianópolis, UFSC/ABNT.

Ehm, H. (1995): *Wärmeschutz-verordnung'95 (Der Weg zu Niedrigenergiehäusern)*. Berlin, Bauverlag GmbH.

IRAM, 1995, *Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (1995)*: Acondicionamiento Térmico de Edifícios. – condiciones de habitabilidad en edificios. Buenos Aires

IPT (s/data), *Instituto de Pesquisas Tecnológicas: Critérios Mínimos de Desempenho para Habitações Térreas de Interesse Social*. SP, IPT, Finep/PBQP.

MOPTC, 1991, *Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações: Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*. Lisboa.

MOPU, 1979, Ministério de Obras Públ. e Urbanismo: *Real Decreto 2.429/79, de 6 de Julho/79. Normas Básicas sobre Condiciones Térmicas en los Edifícios*. Madrid.