

APRESENTAÇÃO DA NORMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ALEMÃ EnEV 2007 E DISCUSSÃO DAS POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES PARA O CASO BRASILEIRO

Eduardo Grala da Cunha (1); Karin Vaupel (2); Rolf-Michael Lüking (3)

(1) Doutor, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Curso de Arquitetura e Urbanismo –
Universidade de Passo Fundo, Brasil – egcunha@upf.br

(2) Doutor, Architekturfakultät, Energie und Umwelt, Universität Kassel, Alemanha – karin@uni-kassel.de

(3) Doutor, Architekturfakultät, Energie und Umwelt, Universität Kassel, Alemanha – lueking@uni-kassel.de

RESUMO

Os primeiros passos brasileiros mais concretos no sentido da normatização do desempenho térmico das edificações foram dados a partir de 2005, com a aprovação e publicação da Norma NBR 15220. Nos próximos meses deverá também ser aprovado o projeto de norma PNBR 02:136.01, o qual regulamentará o desempenho térmico, acústico, entre outros aspectos, de edificações de até 5 pavimentos. Outro importante marco foi a aprovação em 2007 da Regulamentação de eficiência energética para edifícios comerciais e públicos pelo Ministério de Minas e Energia. Indo de encontro à esse contexto de normatização, no trabalho apresenta-se a caracterização da norma de eficiência energética alemã, EnEV, já com as alterações implementadas em 2007, e discutem-se as possíveis contribuições para o caso brasileiro. O artigo é o resultado de uma pesquisa bibliográfica, baseada na análise da prescrição normativa EnEV 2007 e de bibliografias desenvolvidas pela GRE - *Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung* (Sociedade para o uso racional de energia), objetivando o entendimento do cunho de desempenho e não prescritivo das observações normativas alemãs. Inicialmente, apresenta-se a regulamentação com uma abordagem mais generalista, caracterizando o contexto normativo, e posteriormente, são detalhados os conceitos mais importantes. No final do artigo são propostos aspectos que podem ser instrumentos de discussão no âmbito da normatização de desempenho térmico e eficiência energética das edificações brasileiras.

Palavras-chave: normatização, normas de desempenho térmico, normas de eficiência energética, normas DIN, EnEV 2007;

ABSTRACT

The first more concrete steps concerning the standardization of the thermal performance of Brazilian buildings were given in 2005, along with the approval and publishing of the NBR 15220 Standard. In the next few months, the standard project PNBR 02.126.01 should also be approved. It will define the thermal and acoustic performance among other aspects of buildings of up to five floors. Another important moment was the approval in 2007 of the Energetic Efficiency Regulation for commercial and public buildings by the Energy Ministry. Meeting this context of standardization, in this work the characterization of the German energetic efficiency standard EnEV is presented, with the changes that were implemented in 2007, and it is discussed the mainly contributions for the Brazilian case. The paper is the result of a bibliographical research, based on the analysis of the normative prescription EnEV 2007, as well as bibliography developed by GRE, *Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung* (Society for the energy rational use), in order to understand the performance and not prescriptive observations of the German standard. At a first moment, regulations with a generalist approach are presented, characterizing the normative context, and subsequently, more important concepts being detailed. At the end of the paper, some aspects that can be instruments of discussion in

the scope of the thermal performance standardization and energetic efficiency of Brazilian buildings are proposed.

Key-words: standardization, thermal performance standards, energetic efficiency standards, DIN standards, EnEV 2007.

1 INTRODUÇÃO

Dentro do contexto das mudanças climáticas, discute-se na atualidade, a economia de energia das edificações como uma das formas mais efetivas de redução de emissão de CO₂ na atmosfera. Em agosto de 2007 o chefe do secretariado de Mudança Climática da ONU (Organização das Nações Unidas), Sr. Yvo de Boer, afirmou que a eficiência energética é o meio mais promissor de reduzir os gases do efeito estufa a curto prazo (GRE, 2007). O Brasil já iniciou a sua caminhada no sentido da normatização das edificações objetivando um melhor desempenho térmico e por conseguinte uma melhor eficiência energética. Os primeiros passos concretizados com a NBR 15220 e o projeto de norma PNBR 02.126.01 são o início de uma longa jornada. A aprovação recentemente pelo Ministério de Minas e Energia da Regulamentação de eficiência energética para edifícios comerciais e públicos foi também um importante passo no sentido da mudança de paradigma no mercado da construção civil brasileira no que diz respeito à Eficiência Energética. Os exemplos de países da Comunidade Européia como a França e Alemanha por exemplo, podem ser referências para futuros desenvolvimentos da normatização Brasileira. A Alemanha em particular, tem obtido excelentes resultados no que tange a economia de energia proveniente do consumo das edificações. Em torno de 29% do consumo de energia na Alemanha é oriundo do setor de habitação, o qual por sua vez possui 49% do seu consumo caracterizado pelo aquecimento. Entre 1990 e 2004, ou seja, 2 anos posteriores a aprovação da primeira versão da EnEV (Lei de economia de energia) o país reduziu em 15% a emissão de CO₂, entre outras razões também, pelo aumento da eficiência das edificações e dos equipamentos de ventilação, refrigeração e aquecimento. Com a assinatura do Protocolo de Kyoto os países industrializados comprometeram-se em reduzir a suas emissões de CO₂ entre 2008 e 2012 em 5,2%, considerando as emissões de 1990 como referência. O governo alemão definiu como meta a redução em até 2005 de 25% das emissões de CO₂. Apesar do esforço alemão o objetivo não foi alcançado, mas ainda assim os resultados estão bem acima da meta do protocolo de Kyoto. O gráfico 1 apresenta os dados da redução da emissão de poluição na Alemanha relacionada ao consumo energético. No gráfico 2 observa-se o percentual de consumo das edificações com diferentes idades antes e depois da reunificação da Alemanha. Apesar do aumento do número de novas construções verifica-se o maior percentual de consumo de energia nas mais antigas.

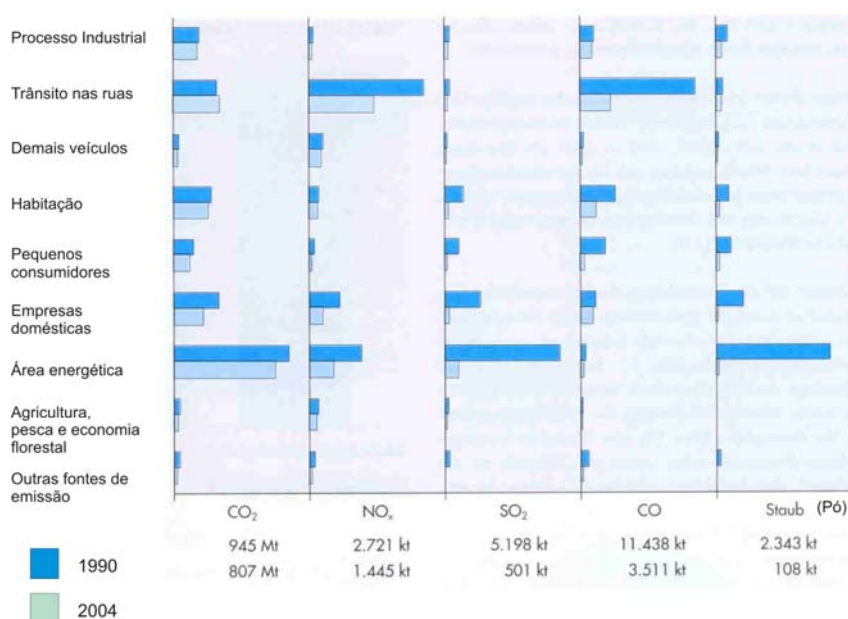


Gráfico 1 – Redução da emissão de poluentes no que diz respeito ao consumo de energia na Alemanha (1990-2004)
Fonte: adaptado e traduzido de GRE (2007)

A prescrição normativa alemã deu um novo e decisivo passo na nova versão de 2007, quando da concretização da certificação energética para todas as novas construções. As edificações mais antigas onde são encontrados os maiores problemas de eficiência energética ao serem alugadas ou vendidas devem ter a certificação digital, ou seja, devem também estar adequadas à prescrição normativa EnEV.

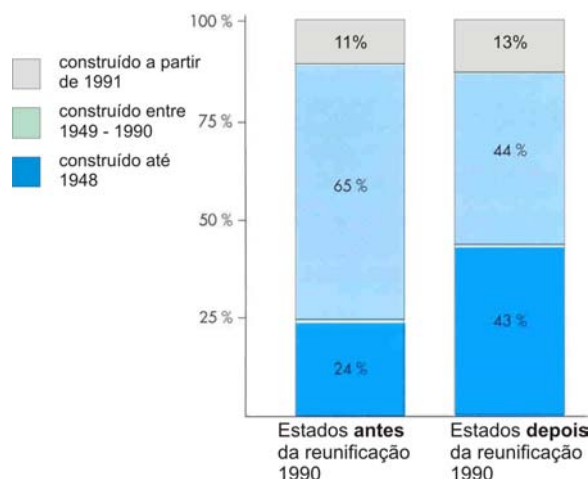


Gráfico 2 – Análise do consumo de energia de edificações com diferentes anos de construção na Alemanha antes e depois de 1990

Fonte: adaptado e traduzido de GRE (2007)

Dentro deste contexto o artigo objetiva analisar a Lei Alemã de Economia de Energia – EnEV 2007, *Energieeinsparverordnung*, e verificar as possíveis contribuições para o caso brasileiro. Inicialmente é caracterizada a metodologia de trabalho, posteriormente, apresentam-se os aspectos gerais da prescrição normativa alemã com ênfase às edificações residenciais.

2 METODOLOGIA

O trabalho apresenta os primeiros resultados de uma pesquisa bibliográfica realizada durante o primeiro mês de estágio Pós-doutoral, dezembro de 2007, no departamento de Energia e Meio Ambiente da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Kassel, Alemanha. O problema de pesquisa é definido pela seguinte questão: como a experiência alemã no que diz respeito à eficiência energética das edificações pode ser aproveitada no caso brasileiro, considerando:

- o contexto social, político e econômico de implantação;
- os aspectos técnicos;
- a implantação da norma.

Para a análise do contexto social, político e econômico de implantação foram utilizadas as bibliografias da GRE, caracterizada como uma das principais instituições que conduz as discussões sobre o tema Eficiência Energética na Alemanha.

Para a análise dos aspectos técnicos foram consultadas a própria prescrição normativa *Energieeinsparverordnung* EnEV 2007, algumas normas DIN caracterizadas nas referências bibliográficas, como também o material didático do curso de Especialização *Rationelleenergienutzung* (uso racional de energia), ministrado na Uni-Kassel, que objetiva a formação de consultores na área de eficiência energética das edificações.

3 ENERGIEEINSPARVERORDNUNG (PRESCRIÇÃO DE ECONOMIA DE ENERGIA)- ENEV 2007 – ASPECTOS GERAIS

3.1 Aspectos históricos das normativas de eficiência enegética na Alemanha

Em 1976 foi aprovada a primeira prescrição normativa alemã de desempenho térmico das edificações, caracterizada como “Lei de economia de energia”. A proposta inicial foi definida com base na relação entre a área útil e o volume da edificação, caracterizando o índice de compacidade (A/V). Definido o índice de compacidade caracterizava-se o coeficiente global de transmissão térmica máximo na envolvente da edificação.

As alterações normativas de 1982, 1989 e 1994, foram consecutivamente trazendo um aumento de performance para o desempenho térmico das edificações. A partir de 1982 a norma passa a ser de desempenho, caracterizando-se a necessidade de aquecimento - energia necessária para aquecer o ambiente e a água para consumo. Nas prescrições normativas de 1982, 1989 e 1994 tornaram-se mais rigorosas as exigências quanto às características de isolamento da envolvente como também foram determinadas as características necessárias para os sistemas de aquecimento: dimensionamento dos equipamentos segundo as necessidades; isolamento térmico para aquecedores, caldeiras, e tubulação; e instalação de controle e regulação térmica. Os gráficos 3 e 4 apresentam uma análise comparativa entre as normas de 76, 82 e 94.

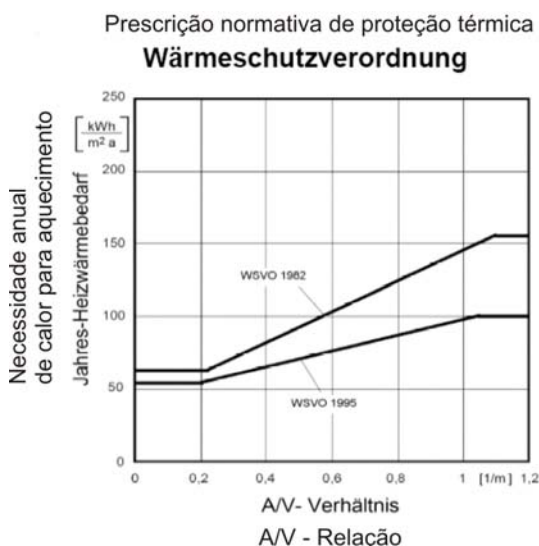


Gráfico 3 – Análise das prescrições normativas alemãs de 1982 e 1994 – aumento da eficiência
Fonte: adaptado e traduzido de MAAS (2007)

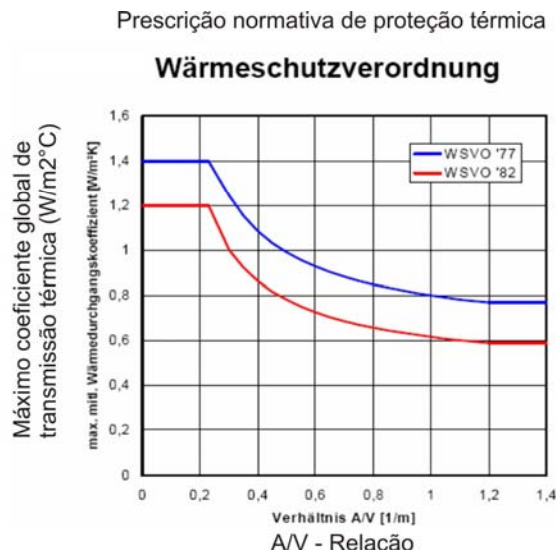


Gráfico 4 – Análise das prescrições normativas alemãs de 1976, 1982 – aumento da eficiência
Fonte: adaptado e traduzido de MAAS (2007)

Em 1994 a Comunidade Européia fixou aspectos de economia de energia a serem seguidos, os quais norteariam as novas normas européias, caracterizadas como “Eficiência energética plena nas edificações”. Os aspectos considerados foram os seguintes: método de cálculo totalmente otimizado para a quantificação energética dos edifícios; definições de padrões energéticos nacionais mínimos para as novas construções; definições de padrões para áreas existentes e processos de modernização; inspeções regulares em aquecedores e aparelhos de ar condicionado; e comprovação energética (etapa de execução e também para edifícios existentes).

Segundo a GRE (2002, p.15) o próximo passo foi considerar mais aprofundadamente a influência dos equipamentos no cálculo da necessidade de energia como também a incorporação no processo de quantificação energética da definição do conceito de energia primária – por intermédio da qual passou-se a considerar a extração, transformação e transporte da energia no balanço energético das edificações. A nova normativa EnEV 2002 passou a ser um instrumento de projeto, não mais apenas um processo de comprovação. O novo ponto principal da EnEV 2007 foi a comprovação energética, que deixou de ser apenas para novas edificações, e passou a ser cobrada também para edificações existentes, segundo um cronograma relacionado à idade das edificações como também à venda e ao aluguel das mesmas. Um segundo aspecto inovativo da EnEV 2007 foi o balanço energético também para edificações não residenciais, considerando mais aprofundadamente as diferentes condições de uso, observando a iluminação, refrigeração e aquecimento, como também as condições microclimáticas desejadas no espaço interior.

3.2 Conceitos básicos da norma EnEV 2007

Para entender a prescrição normativa é necessário inicialmente compreender as variáveis presentes no balanço energético da edificação. A prescrição normativa define a energia primária máxima anual por unidade de área para as edificações residenciais e não residenciais, apresenta o processo de cálculo e exigências construtivas a serem respeitadas. A energia primária (Q_p) é caracterizada como energia necessária para manter a ambiência do espaço interior compatível com as condições de conforto

prescritos na norma e caracterizadas mais a frente, somada à energia perdida considerando o funcionamento dos sistemas, mais a energia necessária para o aquecimento da água de consumo (cozinha e banheiro), mais as perdas pela ventilação e transmissão, considerando ainda, os ganhos provenientes da radiação solar e do uso do ambiente, somada à energia necessária para o ganho, transformação e transmissão da fonte energética. A equação 5 exemplifica a definição apresentada.

Dentro do contexto da energia primária estão presentes a necessidade de aquecimento no inverno e de refrigeração no verão. A variável calor necessário para o aquecimento é caracterizada como a energia necessária para manter a temperatura desejada do ar interior no período de inverno (Q_h). A variável energia necessária para o aquecimento de água destina-se ao aquecimento da água de consumo (Q_w). A necessidade de energia final é definida como a soma de Q_w , Q_h e da energia perdida no funcionamento do sistema (aquecimento e manutenção). Dentro do balanço energético estão ainda presentes os ganhos de calor considerando o uso do ambiente, iluminação artificial, equipamentos (Q_i) e a radiação solar direta (Q_s). As perdas de calor por transmissão e ventilação são caracterizadas por H_T e H_V . A figura 1 apresenta esquematicamente as variáveis descritas.

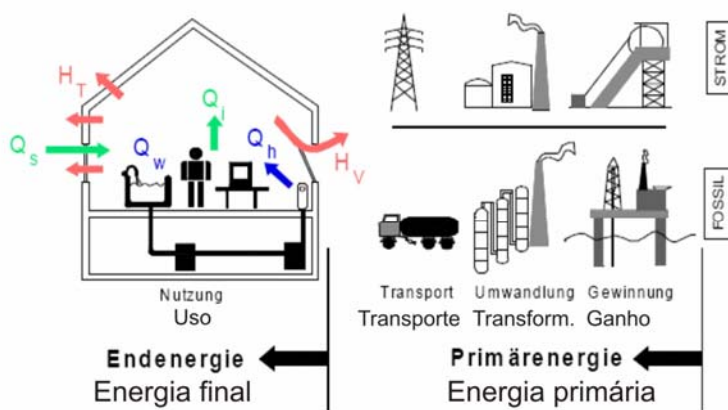


Figura 1 – Variáveis presentes no balanço energético da edificação
Fonte: adaptado e traduzido de Maas (2007)

3.3 Energia final e energia primária

3.3.1 Calor necessário para o aquecimento

Neste item é apresentado de forma resumida o processo de cálculo, objetivando possibilitar a compreensão geral da prescrição normativa. A primeira etapa na definição da energia final é o cálculo do calor necessário para manter a ambiência do espaço interior compatível com a prescrição normativa. Para isso utiliza-se o chamado processo de balanço mensal, indicado quando a superfície transparente é inferior a 30% da fachada. A equação 01 caracteriza o balanço mensal, que nada mais é do que a diferença entre as perdas por transmissão e ventilação e os ganhos pelo uso do espaço interior e pela radiação solar direta. Na equação 1 observa-se também a variável fator grau-dia, caracterizada como o produto entre o número de horas em que a temperatura está abaixo do limite de 20°C e a diferença de temperatura considerando as médias-horárias e a temperatura limite interna desejada (20°C).

$$Q_h, H_P = F_{GT} (H_T + H_V) - \eta_{HP} (Q_s + Q_i) \quad (\text{eq. 1})$$

Q_h, H_P ; necessidade de calor para aquecimento;

F_{GT} ; fator grau-dia ($F_{GT}=66 \text{ kWh}$);

H_T ; perdas de calor específicas por transmissão;

H_V ; perdas de calor pela ventilação;

η_{HP} ; grau de utilização para ganhos térmicos ($\eta_{HP}=0,95$);

Q_s ; ganho solar;

Q_i ; ganho térmico interno.

As perdas de calor por transmissão (H_T) são calculadas por intermédio da equação 2.

$$H_T = \Sigma (F_{x,i} \cdot U_i \cdot A_i) + \Delta U_{WB} \cdot A \quad (\text{eq.2})$$

F_x ; fator de correção da temperatura (varia de 0,5 a 1; relacionado às diferentes superfícies da edificação);

U_i ; coeficiente global de transmissão térmica;

A_i ; área da superfície;

ΔU_{WB} ; pontes de calor (partes da edificação em contato com o contexto exterior sem isolamento adequado; $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sem comprovação, $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ com comprovação segundo a DIN 4108, parte 2 e $\Delta U_{WB} < 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ com comprovação detalhada).

As perdas pela ventilação natural (H_V) são caracterizadas pela equação 3.

$$H_V = 0,34 \cdot n \cdot V \quad (\text{eq.3})$$

n ; índice de troca de ar ($n = 0,7 \text{ h}^{-1}$ sem comprovação, $n = 0,6 \text{ h}^{-1}$ com comprovação da estanqueidade do edifício; ventilação da janela (insulflamento e exaustão), $n = 0,55 \text{ h}^{-1}$ com comprovação da estanqueidade da edificação com exaustão do ar);

V ; volume do local.

O limite para a taxa de ventilação natural é de 3 e para ventilação mecânica é de 1,5.

O ganho solar (Q_S) e o ganho pela utilização do espaço são caracterizados pelas equações 4 e 5.

$$Q_S = \Sigma (I_j \cdot 0,567 \cdot A_{W,i} \cdot g_i) \quad (\text{eq.4})$$

I_j ; radiação solar;

- sul: 270 kWh/(m²ano); leste e oeste: 155 kWh/(m²ano); norte: 100 kWh/(m²ano);

- telhado (inclinação < 30°: 225 kWh/(m²ano));

$A_{W,i}$; área da janela;

g_i ; fator solar do vidro.

$$Q_i = 22 \cdot A_N \quad (\text{eq.4})$$

A_N ; área útil da edificação.

Com base na definição do calor necessário para o aquecimento dos espaços interiores é possível calcular o calor necessário para o aquecimento da água de consumo, como também a necessidade de energia primária, caracterizada na equação 5.

$$Q_P = (Q_h + Q_{tw}) \cdot e_p \quad (\text{eq.5})$$

Q_P ; necessidade de energia primária;

Q_h ; necessidade de calor de aquecimento;

Q_{tw} ; necessidade de calor para água quente de consumo ($Q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$);

e_p ; coeficiente empregado para caracterizar a eficiência do equipamento de aquecimento;

Existem três possibilidades para calcular a energia primária, considerando neste momento a influência dos equipamentos de aquecimento (caldeiras) no processo de cálculo: processo com diagrama, com tabela e completo. O processo com diagrama utiliza um valor padrão para analisar a influência dos equipamentos e tubulações no processo; o com a tabela possibilita a utilização de alguns dados do fabricante – produto *standard*; já o processo completo permite a utilização de todos os dados do equipamento segundo o fabricante (geração de calor, tamanho das tubulações,...). O gráfico 5 apresenta a definição do coeficiente dos equipamentos. De posse da área útil a ser aquecida (abscissas), conjuntamente com a necessidade de calor para o aquecimento do espaço interior (ordenadas), é possível determinar o coeficiente dos equipamentos, e por conseguinte, determinar o valor da necessidade de energia primária. O valor encontrado é comparado com o valor máximo permitido para determinada edificação com compactidade “x”, conforme tabela 2, (relação A/V ; área sobre volume).

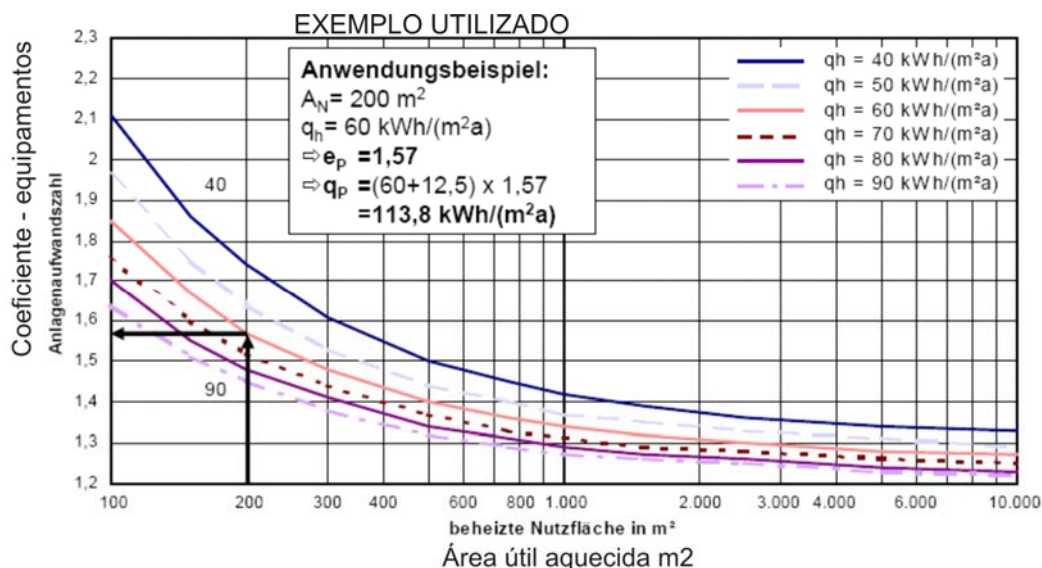


Gráfico 5 – Determinação do coeficiente dos equipamentos

Fonte: adaptado e traduzido de MAAS (2007)

Os princípios básicos de cálculo da prescrição de eficiência energética para edifícios residenciais são definidos pelas normas DIN 4108 parte 6, assim como DIN 4701 partes 10 e 12. De acordo com a DIN 4108 parte 6 são calculadas as perdas por ventilação e transmissão, como também os ganhos solares passivos e o devido às fontes internas de calor. Desta análise resulta a necessidade de aquecimento (Q_h). A necessidade de aquecimento para a água potável é fixada em $12,5 \text{ kWh}/\text{m}^2$.

3.3.2 Energia necessária para a refrigeração

É importante ressaltar que a prescrição normativa considera ainda, para o período de verão, um adicional para o cálculo do valor da necessidade de energia primária. Para as edificações residenciais com mais de 30% da área da fachada com superfície transparente é necessária também a comprovação detalhada do desempenho no verão. Para as demais edificações residenciais a energia primária necessária varia de $2,7$ a $18,9 \text{ kWh}/\text{m}^2$. Considera-se para efeitos de cálculo o valor de $16,2 \text{ kWh}/\text{m}^2$ como necessidade de energia primária anual para o resfriamento do ar interior no período de verão.

3.4 Exigências para edificações residenciais novas e existentes

As exigências presentes na prescrição normativa EnEV 2007 são diferenciadas para edificações residenciais e não residenciais, como também para edificações novas e existentes. Em todos os casos é necessária a apresentação da comprovação energética, definida por um formulário com as especificações das características da edificação e o desempenho energético. Os itens 3.4.1 e 3.4.2 apresentam as exigências normativas para edificações residenciais, novas e existentes.

3.4.1 Novas edificações residenciais

O gráfico 5 apresenta de forma esquemática as exigências e a comprovação necessária para edificações residenciais a serem construídas. A necessidade de energia primária é definida por um processo simplificado, ou balanço mensal, quando a superfície de janelas é inferior a 30% da área da fachada. Além disto, são calculadas as perdas por transmissão, as quais são limitadas pela tabela 2. Como exigências caracterizam-se o cálculo da necessidade de energia primária anual, o cálculo das perdas térmicas por transmissão e a proteção térmica de verão. São exigidas também a verificação da estanqueidade da envolvente e da troca de ar mínima nos ambientes, a minimização e a consideração das pontes de calor no processo de cálculo.

Os valores de referência para o coeficiente global de transmissão térmica para as diferentes partes da construção são caracterizados na tabela 1. Dependendo do uso das edificações é possível definir como temperatura interna permissível valores entre 12°C e 19°C , e superiores a 19°C . A tabela 2 apresenta a definição dos valores máximos da necessidade de energia primária definidos a partir da compactidade do edifício, ou seja, relação A/V (área/volume).

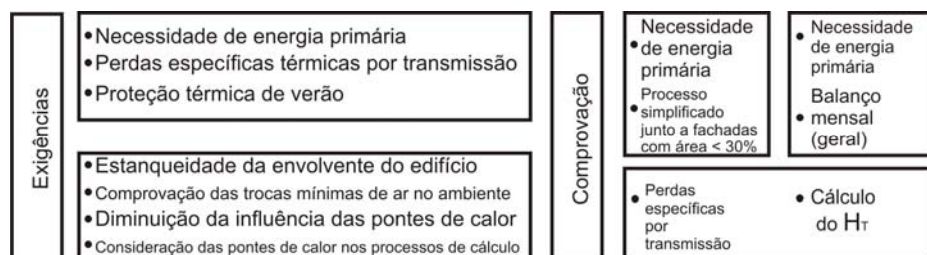


Gráfico 5 – Caracterização das exigências e comprovação da EnEV 2007 para novas edificações residenciais

Fonte: adaptado e traduzido de MAAS (2007)

Tabela 1 - Valores permissíveis dos coeficientes globais de transmissão térmica

Partes da construção	Edifícios residenciais e zonas de edifícios não residenciais com temperaturas $\geq 19^\circ\text{C}$ - U_{max} em $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	Zonas de edifícios não residenciais com temperatura $\geq 12^\circ\text{C}$ e $\leq 19^\circ\text{C}$ - U_{max} em $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$
Paredes externas	$U_{\text{AW}} \leq 0,35$ até $0,45$	$U_{\text{AW}} \leq 0,75$
Janelas e superfícies envidraçadas	$U_{\text{W}} \leq 1,7$ $U_{\text{R}} \leq 1,5$	$U_{\text{W}} \leq 2,8$
Porta exterior	$U_{\text{T}} \leq 2,9$	$U_{\text{T}} \leq 2,9$
Forros e telhados	$U_{\text{D}} \leq 0,25$ até $0,30$	$U_{\text{D}} \leq 0,40$
Forros e paredes em contato com ambientes aquecidos ou com o solo	$U_{\text{U}}, U_{\text{G}} \leq 0,40$ até $0,50$	Nenhuma exigência

Fonte: traduzido da EnEV (2007)

Tabela 2 - Valores máximos permissíveis para a necessidade de energia primária

Relação A/V_e	Necessidade de energia primária anual Q_p em $\text{kWh}/(\text{m}^2)$ Relacionada à área útil da edificação		Perdas específicas por transmissão relacionadas à envolvente da construção H_T em $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ Edifícios residenciais
	Edificações residenciais com exceção das com aquecimento da água com fonte elétrica	Edificações residenciais com aquecimento da água com fonte elétrica	
1	2	3	4
$\leq 0,2$	$66,00 + \Delta Q_{\text{TW}}$	83,80	1,05
0,3	$73,53 + \Delta Q_{\text{TW}}$	91,33	0,80
0,4	$81,06 + \Delta Q_{\text{TW}}$	98,86	0,68
0,5	$88,58 + \Delta Q_{\text{TW}}$	106,39	0,60
0,6	$96,11 + \Delta Q_{\text{TW}}$	113,91	0,55
0,7	$103,64 + \Delta Q_{\text{TW}}$	121,44	0,51
0,8	$111,17 + \Delta Q_{\text{TW}}$	128,97	0,49
0,9	$118,70 + \Delta Q_{\text{TW}}$	135,50	0,47
1	$126,23 + \Delta Q_{\text{TW}}$	144,03	0,45
$\geq 1,05$	$130,00 + \Delta Q_{\text{TW}}$	147,79	0,44

$$\Delta Q_{\text{TW}} = 2600 / (100 + A_N)$$

Fonte: traduzido da EnEV (2007)

Os estudos realizados pela GRE 2002 e 2007, caracterizados no gráfico 6, apresentam a necessidade de energia primária para diferentes configurações arquitetônicas, obviamente, seguindo as prescrições normativas da EnEV 2007. Os edifícios em altura com um índice de compactidade entre 0,2 e 0,5 apresentam uma necessidade de energia primária anual (Q_p) entre 70 e 90 kWh/m^2 . Para residências unifamiliares geminadas, normalmente com 2 pavimentos, a Q_p varia entre 90 e 110 kWh/m^2 . Para residências unifamiliares isoladas a Q_p varia entre 130 e 145 kWh/m^2 .

3.4.2 Edificações existentes

Para edificações já construídas quando da presença de renovações e reformas, e a área modificada, renovada ou substituída ultrapassar 20% da área útil, deverá ser apresentado a certificação energética, e nestes casos, valem as recomendações para novas edificações. Junto a aluguéis e venda de imóveis existentes a necessidade de energia primária anual tem como valor limite 1,4 Q_p das novas edificações.

A EnEV 2007 define também um cronograma de modernização de aquecedores presentes em edificações existentes. É definido também o isolamento das canalizações de água quente.

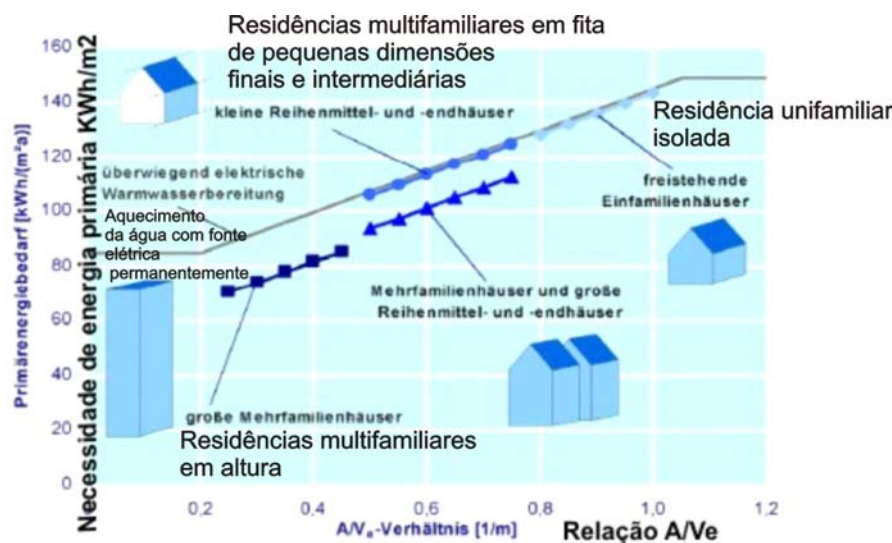


Gráfico 6 – Necessidade de energia primária de diferentes configurações arquitetônicas
Fonte: GRE (2007)

3.5 Comprovação energética

Como já colocado anteriormente, a partir 1/10/2007 todas as novas construções na Alemanha devem apresentar a comprovação energética. A partir 1/10/2008 para edificações com menos de 5 unidades residenciais com data de solicitação de construção anterior a 1/11/1977 deverá ser apresentada a certificação energética. A partir 1/1/2009 deverá ser apresentada a certificação energética para edificações construídas a partir de 1965. As certificações energéticas providas da EnEV 2002/2004 e da WsVO 1995 validam-se por 10 anos a partir da apresentação como comprovação energética no senso da EnEV 2007.

4 CONCLUSÕES PRELIMINARES: POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES DA NORMA ENEV 2007 PARA O CASO BRASILEIRO

Nesta primeira análise da norma foi focado o contexto social-político-econômico, como também a forma continuada de implantação da prescrição normativa EnEV 2007. No que tange à *implementação da política de eficiência energética*, verifica-se que a partir da publicação da prescrição legal em 1976, houve um desenvolvimento progressivo das normas DIN e das próprias prescrições subsequentes, culminando com a EnEV 2007, na qual a certificação energética, que já era obrigatória para novas edificações e reformas superiores a 20% da área total construída da edificação, passou a ser necessária segundo um cronograma de implantação para edificações construídas a partir de 1965. O processo de implantação e desenvolvimento normativo não é estanque. E no caso brasileiro, com a recente aprovação pelo Ministério de Minas e Energia da Regulamentação de eficiência energética para edifícios comerciais e públicos com um prazo de definição de caráter obrigatório para novas edificações em 5 anos, foi dado um importante passo na consolidação da implementação de um novo paradigma. Ainda no que tange à implementação, um interessante aspecto no caso alemão é a possibilidade da certificação energética ser explorada como variável mercadológica, já que o consumo energético da edificação também passa a ser uma importante variável na escolha da edificação. É possível verificar o contexto do consumo energético da edificação comparando-a com uma *passive House*, ou com o limite máximo de consumo segundo a EnEV 2007. A certificação energética como ferramenta de educação ambiental é uma outra interessante possibilidade a ser explorada no caso brasileiro. Edificações públicas com mais de 1000 m² devem apresentar a certificação energética nas dependências da edificação para que os usuários possam observá-la. A exigência da certificação energética emitida por consultor habilitado na área de eficiência energética das edificações é outro aspecto que deve ser observado. A necessidade da emissão da certificação, e do cumprimento das exigências técnicas e construtivas, faz com que o consultor seja parte do processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico, ou seja, a certificação energética passa a ser um instrumento de transformação e melhora da qualidade do projeto, e não apenas de análise do contexto existente. Com relação aos aspectos técnicos da prescrição EnEV 2007, mesmo que o contexto físico apresente

condições culturais e climáticas complementamente diferenciadas, observa-se que o conceito da necessidade de energia primária anual é uma estratégia muito interessante já que, a partir da definição da variável é possível um entendimento do consumo da edificação analisada e a sua inserção no contexto geral construído. Dentre as alterações previstas para a EnEV nos próximos anos está a consideração das peculiaridades dos diferentes fornecedores de energia, os quais apresentam características específicas quanto aos processos de ganho, transformação e transporte da energia. A consideração da energia final e do fornecimento de energia no cálculo da energia primária é também uma característica positiva do contexto alemão. Obviamente, que o processo de cálculo no caso brasileiro deveria enfatizar o contexto da estação quente. Para que fosse possível uma melhor compreensão do processo, seria necessário um estudo mais aprofundado para a definição dos valores de referência e do processo de cálculo da necessidade de energia primária anual. No que tange a *conjuntura de implantação da norma de eficiência energética* na Alemanha, verifica-se uma relação direta entre a política nacional de economia de energia e a compatibilização com a iniciativa privada. A modernização das edificações alemãs a partir das sucessivas normatizações, considerando 1976 como marco inicial, fez com que uma série de acontecimentos positivos colaborassem para o êxito da implementação da Eficiência Energética nas edificações. A modernização das edificações, dos equipamentos de refrigeração e aquecimento, o aumento do isolamento térmico das partes construtivas, a maior estanqueidade das edificações, considerando o novo padrão desejado de esquadrias, a maior preocupação com a compactidade das edificações e o uso de estratégias passivas geraram os aspectos mencionados a seguir: menor necessidade de importação de energia; aumento do PIB (modernização de equipamentos de aquecimento e refrigeração); geração de 300.000 novos empregos; e investimentos de mais 25 milhões de euros entre 2006 e 2009. O resultado destas medidas aponta para um novo paradigma de implementação de eficiência energética nas edificações, um modelo pautado na economia de energia, aliada à geração de empregos e à sustentabilidade física, social e econômica.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIN 4108-2 - Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Berlin: 2003.

DIN V 18599 – Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwasser und Beleuchtung (Teil 1 bis 10). Berlin: 2005.

DIN V 4108-6 - Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarf. Berlin: 2003.

DIN V 4701-10 – Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen – Teil 10: Diagramme und Planungshilfen für ausgewählte Anlagensysteme mit Standardkomponenten. Berlin: 2003.

DIN V 4701-12 – Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen – Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung. Berlin: 2004.

Energiepass für Gebäude Ziele, Erfahrungen und Perspektiven. Disponível em <http://www.gre-online.de/download_center.php>. Acesso em 20 dez. 2007.

GRE. Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung E.V. **Energieeinsparung im Wohngebäudebestand. Bauliche und anlagentechnische.** Kassel, Berlin: GRE, 2007.

GRE. Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung E.V. **Energieeinsparung 2002.** Kassel, Berlin: GRE, 2002.

MAAS, Anton. Vorlesungsskript. **Die Energieeinsparungsverordnung EnEV 2007 – Wohngebäude.** Kassel, 2007.

Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 24.7.2007, Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2007, Teil 1, Nr. 34, S. 1519-1563.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq, que apoiou a realização da pesquisa com uma bolsa de estágio Pós-doutoral no departamento de Energia e Meio Ambiente, da Universidade de Kassel, Alemanha.