

## A EVOLUÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ALEMANHA

**Marlon Leão (1); Wolfgang Müsch (2); Manfred N. Fisch (3);  
Érika B. Leão (1); Ernesto Kuchen (4)**

- (1) IGS – Institut für Gebäude- und Solartechnik – Universidade de Braunschweig, Alemanha  
e-mail: leao@igs.bau.tu-bs.de
- (2) IGS – Institut für Gebäude- und Solartechnik – Universidade de Braunschweig, Alemanha  
e-mail: muesch@igs.bau.tu-bs.de
- (3) IGS – Institut für Gebäude- und Solartechnik – Universidade de Braunschweig, Alemanha  
e-mail: fisch@igs.bau.tu-bs.de
- (4) IGS – Institut für Gebäude- und Solartechnik – Universidade de Braunschweig, Alemanha  
e-mail: kuchen@igs.bau.tu-bs.de

### RESUMO

As atuais exigências de eficiência energética em edificações promovem o desenvolvimento de normas e ferramentas que possibilitam a otimização de construções novas ou existentes. Na Alemanha a avaliação da eficiência energética em edificações conduz ao uso do novo regulamento EnEV 2007 pelo qual são emitidos atualmente os Certificados Energéticos. Este artigo tem como objetivo a transferência de conhecimento científico sobre a evolução das normas alemãs de eficiência energética entre 1969 e 2007. Este trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa aprofundada das normas e regulamentos de Eficiência Energética. É demonstrada de forma resumida as principais características e evolução da norma DIN 4108 e os regulamentos WSVO 1977, WSVO 1984, WSVO 1995 e EnEV 2002/2004. Um estudo mais detalhado foi desenvolvido sobre o atual EnEV 2007, destacando as principais alterações, metodologias de cálculo, valores de referência e os aspectos positivos e negativos. A originalidade do artigo está baseada na contribuição com a comunidade científica sul-americana no desenvolvimento das normas em eficiência energética para edifícios residenciais e não residenciais.

**Palavras-chave:** certificado energético; EnEV 2007; balanço de energia

### ABSTRACT

The current requirements on buildings' energy efficiency encourage the production of standards and tools that allow the optimization of new or existing buildings. The energy efficiency assessment in Germany leads to the new ordinance EnEV 2007, which is responsible to issue the actual energy passes. This article aims to transfer the scientific know-how about the evolution of German energy efficiency policies between 1969 and 2007. This paper has been developed by deep research of norms and ordinances of energy efficiency, it shows in brief form the main features and the evolution of norm DIN 4108 and the ordinances WSVO 1977, WSVO 1984, WSVO 1995 and EnEV 2002/2004. A more specific work had been developed in the current EnEV 2007. The paper highlighted the main changes, methodologies, reference values and the positive and negative aspects. The originality of this article is based on the contribution to the South American scientific community in the development of energy efficiency policies for residential and non-residential buildings.

**Keywords:** energy pass; EnEV 2007; energy balance

# 1 INTRODUÇÃO

Inicialmente é feita uma revisão nos conceitos básicos de eficiência energética na Alemanha, cenário energético atual, unidades e métodos gerais utilizados. Em seqüência, é apresentado um resumo sobre a evolução das normas, regulamentos, as respectivas metodologias de cálculo e o impacto destas no consumo de energia no país. Observa-se ainda a introdução das políticas energéticas na UE (União Européia) através do EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*) e sua influência no novo regulamento de eficiência energética EnEV 2007 (*Energieeinsparverordnung*) que utiliza como método de cálculo para edifícios residenciais as normas DIN V 4108-6 (2004), DIN V 4701-10 (2007) e não residenciais a nova DIN V 18599 (2007).

## 1.1 Panorama atual

Como grande consumidor e importador de energia, a Alemanha fechou o ano de 2007 importando 76% da demanda total de energia, entre elas 97% do Petróleo, 82% do gás natural e 66% do carvão mineral (BGR, 2008). Com um consumo anual de 9.299 Penta Joule, os processos industriais, o transporte predominantemente ferroviário e o aquecimento se destacam como principais consumidores. A seguir, uma representação gráfica do consumo de energia por setor (Figura 1).

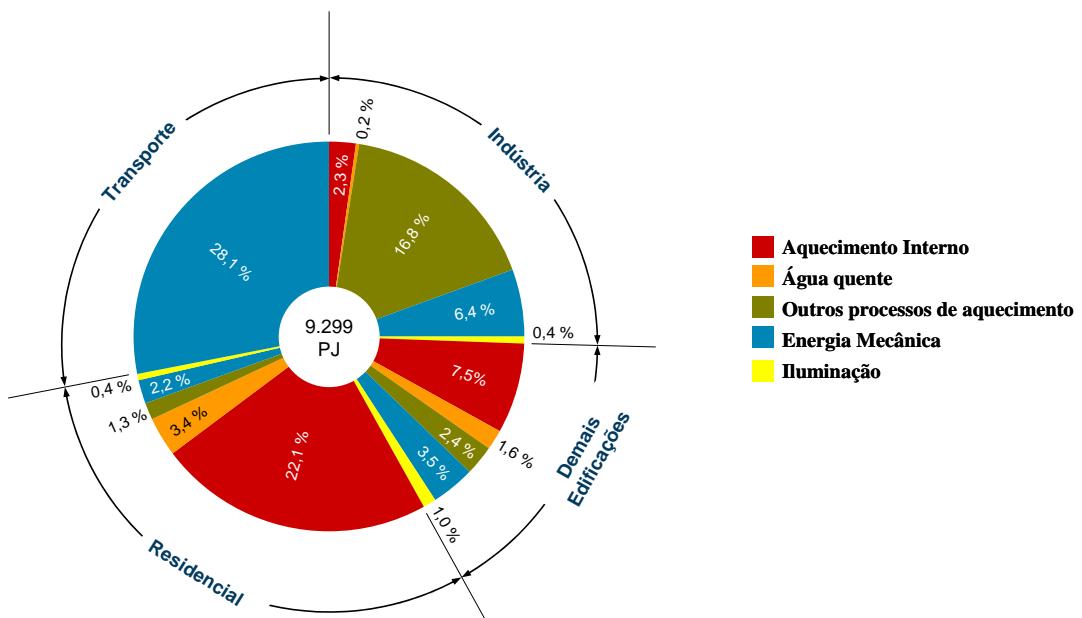


Figura 1 - Consumo de energia por setor (dados do BMWi, 2007)

Depois dos EUA, China, Rússia, Japão e Índia, a Alemanha é o sexto maior emissor de CO<sub>2</sub> (queima de combustíveis) do mundo com 813,48 Mt de CO<sub>2</sub> e 9,87 t CO<sub>2</sub>/pessoa. Como referência, o Brasil ocupa a 18<sup>a</sup> posição neste ranking, emitindo 329,28 Mt de CO<sub>2</sub> e 1.77 t CO<sub>2</sub>/pessoa (IEA, 2007).

Por esse motivo, o país vem desenvolvendo de forma consistente nas últimas décadas, pesquisas na área de eficiência energética, otimizando o consumo e investindo em fontes alternativas de energia.

Desde 2006, na Alemanha e em outros países da UE, os valores dos imóveis estão sendo fortemente influenciados com o início da certificação energética. Pela primeira vez em edifícios já existentes está sendo exigido um certificado do consumo energético no processo de venda, locação ou em reformas de maiores proporções. Com a introdução do certificado energético em todo território nacional, inclusive nos edifícios públicos, inicia-se um controle transparente do consumo energético, desencadeando grandes investimentos em materiais e tecnologia da construção.

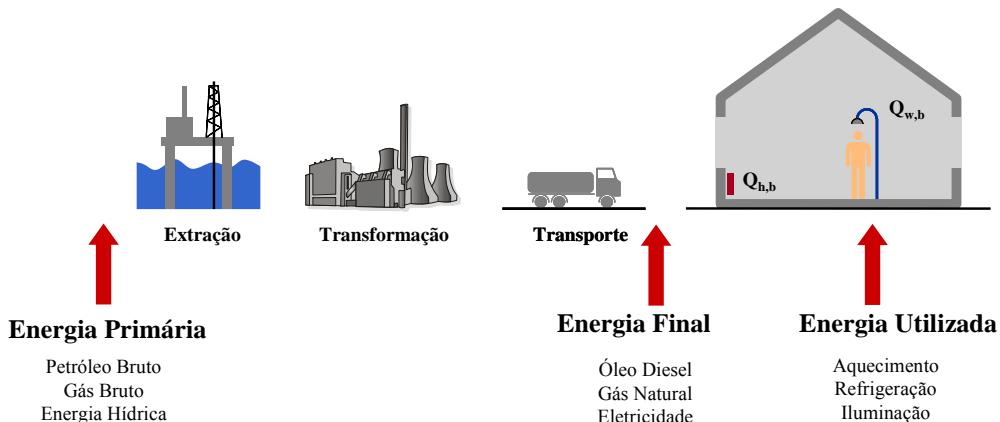
As informações contidas nos certificados informam duas classes de energia, uma de caráter ambiental e a segunda financeira, sendo definidas respectivamente como “Energia Primária” e “Energia Final”.

## 1.2 Observações importantes

Nos cálculos de eficiência energética na Alemanha, as normas DIN V 4108 (2004), DIN V 18599 (2007) e o regulamento EnEV 2007, representam dois instrumentos normativos amplamente utilizados, porém com características distintas. Resumidamente, as normas de caráter instrutivo definem a metodologia de cálculo. Os regulamentos ou legislações, de caráter obrigatório, definem os valores de demanda energética a serem atingidos e determinam quais normas devem ser levadas em consideração nos cálculos.

Alguns conceitos básicos devem ser considerados para se evitar erros na utilização dessas normas. Os cálculos de eficiência energética podem apresentar resultados por demanda e/ou consumo. A primeira é simulada ou calculada a segunda é medida e ambos resultados são demonstrados em kWh/(m<sup>2</sup>·a). Ao contrário do que ocorre no Brasil, a maior demanda energética na Alemanha em edificações destina-se a aquecimento (Figura 1).

A legislação energética classifica a energia em 3 formas: (1) Energia Primária; recurso energético disponível na natureza, como por exemplo, petróleo e gás natural, (2) Energia Final; energia entregue na edificação e (3) Energia Utilizada; energia requerida. Na Figura 2 é demonstrado o processo energético:



**Figura 2** - Formas de energia (dados de ESDORN, 1994)

Entre a extração e a energia final, diferentes formas de energia sofrem perdas durante a extração, transformação e transporte até os edifícios. Para avaliar as reais emissões de CO<sub>2</sub> e as necessidades energéticas, as normas atuais utilizam a energia primária como referência. Para isso, são utilizados para conversão os fatores de energia primária “ $f_p$ ”, com os quais é possível calcular a quantidade de energia primária em relação à energia entregue na edificação.

Existem fatores de conversão diferentes para cada fonte de energia. São exemplos comumente utilizados e seus respectivos fatores (energias de fontes não renováveis): Eletricidade Mix (2,7); gás natural (1,1); carvão Antracito (1,2) e madeira (0,2). Ou seja, na Eletricidade Mix 2,7 kWh de Energia Primária correspondem a 1 kWh de Energia Final (DIN V 18599, 2007). Desta maneira é possível calcular o rendimento individual das fontes de energia e utilizá-las mais eficientemente de acordo com o uso final.

## 2 EVOLUÇÃO DOS REGULAMENTOS

O primeiro regulamento em eficiência energética na Alemanha foi o WSVO 1977. Entretanto a norma DIN 4108 (1969) visando a proteção física da edificação contra a umidade e o surgimento de fungos nas paredes, limitou os valores mínimos de resistência “R” (Tabela 1), contribuindo com a redução da perda de calor e a demanda de aquecimento. Sendo assim, a Tabela 1 inicia com a DIN 4108 (1969), um resumo da evolução técnica das principais normas e regulamentos alemães entre o período de 1969 e 2004.

**Tabela 1 - Evolução entre 1969 - 2004**

| REGULAMENTO/<br>NORMA   | ESQUEMA                                   | EXIGÊNCIAS GERAIS  | EXIGÊNCIAS ESPECÍFICAS  |
|-------------------------|---|--|---|
| DIN 4108<br>(1969)      |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Valores mínimos de “R” visando aspectos financeiros e a proteção física da edificação</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Limites mínimos de resistência térmica “R” (não estão incluídos neste cálculo <math>R_{si} + R_{se}</math>)</li> <li>Valores de referência para os elementos construtivos</li> </ul>   |
| WSVO 1977               |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Limites para transmitância térmica “U<sub>max</sub>” utilizando valores médios</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Limites para transmitância térmica “U<sub>max</sub>” dependente de A/V<sub>e</sub></li> <li>Valores de referência para os elementos construtivos</li> <li>Estanqueidade do envelope</li> </ul>   |
| WSVO 1984               |   | <p>Idem WSVO 1977 com:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20% nos valores requeridos</li> </ul>  | Idem WSVO 1977  |
| WSVO 1995               |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Balanço anual da demanda de aquecimento, a partir do método de balanço em <i>períodos de aquecimento</i></li> <li>De 20 a 30% menos demanda de aquecimento que WSVO 1984</li> <li>Início dos cálculos utilizando kWh/(m<sup>2</sup>·a) como referência</li> <li>Tipo: <b>Energia Utilizada</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Balanço anual da demanda de aquecimento “Q<sub>h</sub>” dependente de A/V<sub>e</sub></li> <li>Valores de referência para os materiais do envelope em edifícios residenciais de pequeno porte</li> <li>Estanqueidade do envelope</li> <li>Proteção térmica no verão</li> <li>Considerações em reformas de edifícios</li> <li>Certificado de demanda para aquecimento</li> </ul>  |
| EnEV 2002               |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Balanço anual da demanda de <b>Energia Primária</b> “Q<sub>p</sub>” a partir do método de balanço <i>mensal</i> ou em <i>períodos de aquecimento</i></li> <li>30% menos demanda de <b>Energia Final</b> que WSVO 1995</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Balanço anual da demanda de aquecimento “Q<sub>h</sub>” dependente de A/V<sub>e</sub></li> <li>Exigências em perdas específicas de calor por transmissão “H’<sub>T</sub>”</li> <li>Estanqueidade do envelope</li> <li>Proteção térmica no verão</li> <li>Considerações em reformas de edifícios</li> <li>Considerações de pontes térmicas</li> <li>Substituição obrigatória de equipamentos em edifícios existentes</li> <li>Exigências em caldeiras, centrais de controle, reservatórios de água quente e isolamento de instalações</li> <li>Certificado energético em demanda</li> </ul> |
| DIN V 4108-6<br>(2000)  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perdas nos Equipamentos “e<sub>p</sub>”</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estanqueidade do envelope</li> <li>Proteção térmica no verão</li> <li>Considerações em reformas de edifícios</li> <li>Considerações de pontes térmicas</li> <li>Substituição obrigatória de equipamentos em edifícios existentes</li> <li>Exigências em caldeiras, centrais de controle, reservatórios de água quente e isolamento de instalações</li> <li>Certificado energético em demanda</li> </ul>  |
| DIN V 4701-10<br>(2001) |   |  |   |
| EnEV 2004               | Água Quente Residencial “Q <sub>w</sub> ” |  |   |
| DIN V 4108-6<br>(2003)  | Perdas nos Equipamentos “e <sub>p</sub> ” |  |   |
| DIN V 4701-10<br>(2003) |   |  |   |

### 3 O EPBD NA UE

O EPBD desenvolve uma nova política energética na Europa focando a redução da emissão de CO<sub>2</sub>, aumento da eficiência energética e a utilização de energias renováveis. Em 2006, o CE (Conselho Europeu), desenvolveu uma nova política energética visando combater as alterações climáticas e reduzir na UE a dependência da importação de energia.

Em seqüência, o CE adotou um plano de ação para Eficiência Energética, seguido por um pacote integrado de energia e alterações climáticas em Janeiro de 2007. Deste modo a UE busca reduzir a

emissão de gases de efeito estufa e o consumo da energia primária global em 20% até 2020 em comparação com 1990 e aumentar os índices de energia renovável dos atuais 7% para 20% até 2020. Com isso, a energia inteligente passou a ocupar o centro dos debates como a energia do futuro e o novo PEE (Programa Energia Inteligente) - Europa (EIE-II), terá um papel primordial neste sentido.

Até Janeiro de 2006 todos os países membros da EU estavam obrigados a adaptar suas normas nacionais de eficiência energética de acordo com a diretriz do EPBD. Esta diretriz comunitária estabelece diversos requisitos, principalmente no contexto das exigências mínimas para desempenho energético em novos edifícios e reformas de maiores proporções. A introdução de um sistema de certificação nos edifícios tem o objetivo de tornar o consumo energético mais transparente a proprietários, locatários e empreendedores.

#### 4 A TRANSPOSIÇÃO DO EPBD PARA ALEMANHA

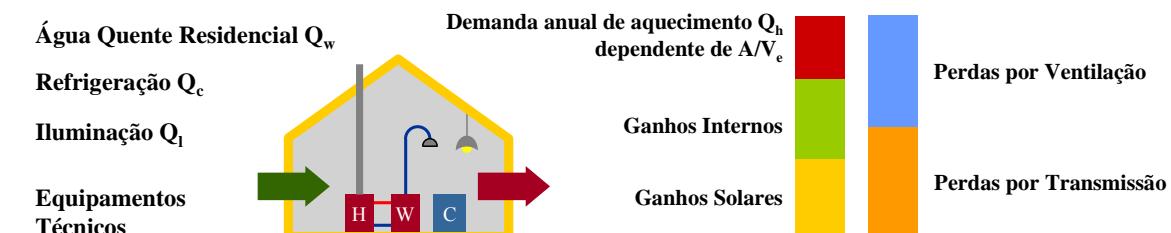
De acordo com o EPBD, a certificação energética deveria ter entrado em vigor até 04/01/2006, ou 04/1/2009 na falta de peritos qualificados. No 1º semestre de 2007, a Dinamarca era o único país na UE onde a certificação energética foi considerada obrigatória em todos os setores (edifícios residenciais ou de serviços, novos ou existentes).

A Alemanha adaptou no novo regulamento nacional EnEV 2007, as orientações do EPBD. A nova legislação alemã foi alterada principalmente em edifícios de serviço, em quesitos como: novos limites na demanda de energia utilizando um sistema de Edifício de Referência (*Referenzgebäude*), certificação do edifício em demanda ou consumo e a inspeção de equipamentos. Entretanto não houve nenhuma mudança significativa para edifícios residenciais. Em relação à norma DIN V 18599 (2007), as alterações ocorreram no método de cálculo para demanda geral de energia em edificações novas e/ou existentes.

#### 5 O REGULAMENTO ENEV 2007

Esta parte do artigo procura explicar de forma sintética através de esquemas e tabelas os pontos mais importantes e os maiores avanços do EnEV 2007. Os capítulos trabalhados neste artigo são os de número 1 a 5. Os capítulos 6 sobre responsabilidades e 7 com as tabelas de referência, podem ser facilmente encontrados no EnEV 2007. O regulamento utiliza como referência de cálculo em edificações não residenciais a norma DIN V 18599 (2007) e para edificações residenciais a norma DIN V 4108-06 (2003) alterada pela DIN V 4108-06 (2004) revisão 1, 2004-3 e DIN 4701-10 (2003) alterada pela DIN 4701-10/A1 (2006).

O EnEV 2002 e 2004 considerava no balanço energético apenas aquecimento, ventilação e água quente residencial. Com a inclusão de equipamentos de ar condicionado e iluminação, o novo EnEV 2007 determina o cálculo integral da demanda de aquecimento, refrigeração e eletricidade (Figura 3). O balanço geral da eficiência energética é realizado em edifícios residenciais e não residenciais a partir do método de balanço mensal ou em períodos de aquecimento no inverno, controlando os limites anuais de demanda de Energia Primária.



**Figura 3 – Esquema de balanço integral do EnEV 2007**  
**Legenda –** **H:** Aquecimento, **W:** Água Quente Residencial, **C:** Refrigeração

Levando em consideração a maior demanda de energia em aquecimento (Figura 1) o EnEV 2007 mantém o balanço anual da demanda de aquecimento “ $Q_h$ ” dependente da relação A/V<sub>e</sub>, porém com valores mais rígidos. Outros pontos importantes abordados no EnEV 2007 que tiveram origem no regulamento de 2002 e que se encontram com limites mais rígidos: (1) As perdas específicas de calor por transmissão “ $H'_T$ ”, (2) Exigências de estanqueidade da fachada e pontes térmicas para evitar perdas de calor, (3) Proteção solar no período de verão para evitar aquecimento excessivo, (4) Considerações em reformas de edifícios e (5) Exigências em caldeiras, centrais de controle, reservatórios de água quente e isolamento de instalações.

## 5.1 Instruções gerais – Capítulo 1. EnEV 2007

Os edifícios que não necessitam seguir o regulamento podem ser divididos em 3 categorias, utilização/tipo, tempo de uso e tempo de aquecimento/refrigeração. Por utilização estão isentos da norma, por exemplo, edifícios industriais para criação de animais ou cultivo de plantas, grandes indústrias ou setores atacadistas na área de logística, construções subterrâneas, edifícios de coberturas infláveis e tendas. Por tempo de uso e de aquecimento/refrigeração, estão isentas da norma edificações provisórias com utilização inferior a dois anos, igrejas com uso de aquecimento inferior a 4 meses, residências com uso inferior a quatro meses e edifícios industriais com temperatura de trabalho  $< 12^\circ\text{C}$  ou aquecimento anual  $< 4$  meses combinado com refrigeração  $< 2$  meses.

## 5.2 Construções de edifícios novos – Capítulo 2. EnEV 2007

O capítulo 2 faz referência a edificações novas com áreas superiores a  $50\text{m}^2$  e informa os métodos de cálculo do Edifício de Referência. O manuseio do EnEV 2007 para edifícios residenciais funciona através de valores limites e para edifícios não residenciais por um sistema denominado Edifício de Referência (*Referenzgebäude*), no qual de acordo com o uso, tamanho e outros parâmetros, um sistema de tabelas fornece ao projetista informações sobre os valores de referência que devem ser utilizados para os cálculos de eficiência energética, o mesmo procedimento é aplicado para determinar os equipamentos (Figura 4). Resumidamente, em edifícios residenciais (exceto edifícios com ar condicionado) a demanda de energia primária “ $Q_p$ ” e as perdas específicas de calor por transmissão “ $H'_T$ ”, são utilizadas como valores limite para o envelope e equipamentos, sendo  $Q_p$  Residencial  $\leq Q_p$  Limite e  $H'_T$  Residencial  $\leq H'_T$  Limite. Em edifícios não residenciais, calcula-se a partir da DIN V 18599 (2007) utilizando o método do Edifício de Referência onde  $Q_p$  Não residencial  $\leq Q_p$  Edifício de Referência. e  $H'_T \leq H'_T$  Limite.

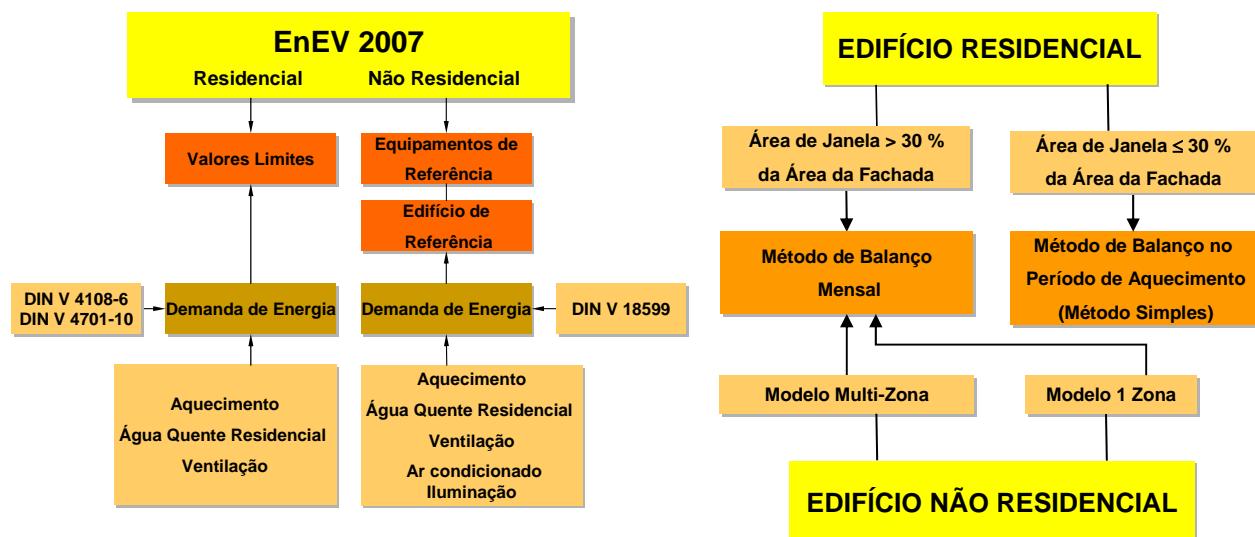


Figura 4 – Esquema geral de utilização do EnEV 2007

Figura 5 – Método de cálculo do EnEV 2007

### 5.3 Edifícios e equipamentos existentes – Capítulo 3. EnEV 2007

São realizadas considerações importantes em reformas de grandes proporções. Em reformas de edifícios residenciais, não se permite que os valores máximos de “ $Q_p$ ” e “ $H'_T$ ” ultrapassem 40%. Em reformas de edifícios não residenciais, não se permite que a demanda de energia primária do edifício de referência e o coeficiente específico de transmissão térmica se excedam em 40%. As reformas não podem sob hipótese alguma reduzir a qualidade da eficiência térmica do edifício através de alterações dos elementos construtivos, sistemas e equipamentos. São adotadas inspeções rigorosas no sistema de ar condicionado, resultando desde a indicação de melhorias até a substituição total do equipamento. A periodicidade das inspeções depende da idade do equipamento com inspeções mínimas a cada 10 anos.

### 5.4 Equipamentos de aquecimento, refrigeração, ventilação e água quente – Capítulo 4. EnEV 2007

Os sistemas de refrigeração obrigados a atender essa parte da norma devem ter potência instalada  $> 12$  kW e volume de insuflamento  $> 4000$  m<sup>3</sup>/h. Em construções novas ou *retrofit* no sistema de refrigeração, devem ser utilizados equipamentos com umidificação e sistemas automatizados de funcionamento. Alguns equipamentos de acordo com DIN EN 13779 (2007) podem continuar com os respectivos valores limites como: ventiladores individuais e todos equipamentos de insuflamento e exaustão de ar (renovação de ar) respeitando determinados valores médio de potência.

### 5.5 A certificação energética – Capítulo 5. EnEV 2007

Um edifício pode receber apenas um certificado energético com validade de 10 anos, os certificados por setor só podem ser emitidos quando estes apresentarem ocupações diferentes. O certificado pode ser emitido por dois métodos, um calculado por demanda através dos dados do edifício e o segundo por consumo através do histórico de consumo de energia dos últimos anos. A figura 6 mostra quais são os critérios para que o certificado energético seja emitido por demanda ou consumo.

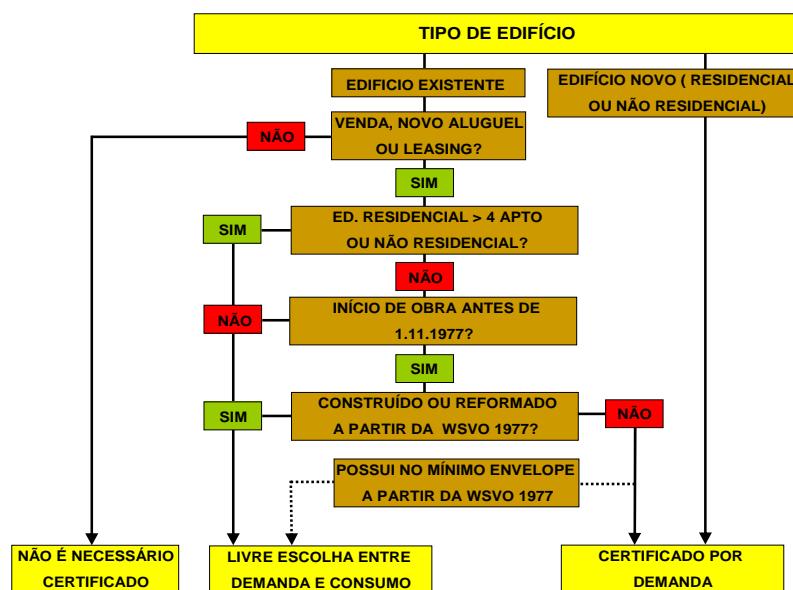


Figura 6 – Esquema de certificação por demanda x consumo

Definido quais são os edifícios com certificação obrigatória, o regulamento estipulou prazos para que os certificados fossem emitidos. Os edifícios residenciais construídos antes de 1965 devem possuir os certificados a partir de 01.07.2008. Os edifícios construídos após 1965 devem possuir os certificados a partir 01.01.2009. Para edifícios não residenciais, a certificação inicia em 01.07.2009.

Os formulários dos certificados energéticos são divididos em duas categorias distintas, uma para edifícios residenciais (Figura 7) e outra não residenciais (Figura 8). Neste pequeno memorial constam

informações detalhadas do edifício como cálculos realizados e tipos de energia. Para edifícios não residenciais existem dois tipos de formulários utilizados para exposição obrigatória em local público. Estes dois se diferem nos fundamentos utilizados, um calculado por demanda energética (Figura 9) e o outro por consumo (Figura 10). Este último formulário é destinado para as edificações existentes, no qual são indicadas as melhorias a serem realizadas.

Este formulário mostra a demanda energética calculada (Berechneter Energiebedarf) para um edifício residencial (Wohngebäude). A demanda é dividida em uso interno (Wohngebäude) e uso externo (Wohngebäude). A demanda total é de 250 kWh/m²a. A seção "Vergleichenergiebedarf" mostra a demanda energética de referência (DIN 4108) de 350 kWh/m²a. A seção "Energiebilanz" mostra a estrutura da demanda energética.

Este formulário mostra a demanda energética calculada (Berechneter Energiebedarf) para um edifício não residencial (Nichtwohngebäude). A demanda é dividida em uso interno (Nichtwohngebäude) e uso externo (Nichtwohngebäude). A demanda total é de 250 kWh/m²a. A seção "Vergleichenergiebedarf" mostra a demanda energética de referência (DIN 4108) de 350 kWh/m²a. A seção "Energiebilanz" mostra a estrutura da demanda energética.

Este formulário mostra a demanda energética calculada (Berechneter Energiebedarf) para um edifício não residencial (Nichtwohngebäude). A demanda é dividida em uso interno (Nichtwohngebäude) e uso externo (Nichtwohngebäude). A demanda total é de 250 kWh/m²a. A seção "Vergleichenergiebedarf" mostra a demanda energética de referência (DIN 4108) de 350 kWh/m²a. A seção "Energiebilanz" mostra a estrutura da demanda energética.

Este formulário mostra a demanda energética calculada (Berechneter Energiebedarf) para um edifício não residencial (Nichtwohngebäude). A demanda é dividida em uso interno (Nichtwohngebäude) e uso externo (Nichtwohngebäude). A demanda total é de 250 kWh/m²a. A seção "Vergleichenergiebedarf" mostra a demanda energética de referência (DIN 4108) de 350 kWh/m²a. A seção "Energiebilanz" mostra a estrutura da demanda energética.

Figura 7

Figura 8

Figura 9

Figura 10

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as duas grandes crises do petróleo e a guerra do Golfo, uma Alemanha fortemente dependente da importação energética, busca de forma consistente a redução da demanda de energia através de normas e regulamentos mais rigorosos. A Figura 11 demonstra o aumento da eficiência energética com a otimização de equipamentos e principalmente através de exigências mínimas de isolamento térmico. Nos últimos 40 anos a demanda de energia para aquecimento foi reduzida de 300 kWh/(m<sup>2</sup>·a) para 50 kWh/(m<sup>2</sup>·a) em novos edifícios (WILLEMS; SCHILD, 2004).

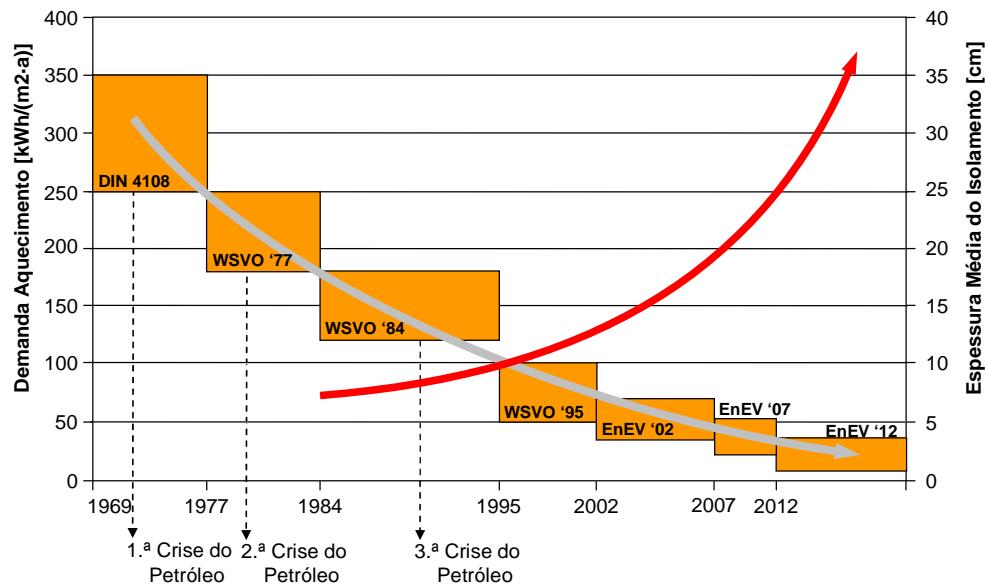


Figura 11 – Evolução da eficiência energética alemã, redução da demanda de aquecimento e respectivo aumento na espessura do isolamento térmico (dados de WILLEMS; SCHILD, 2004)

Entretanto, o uso de envelopes muito isolados em países de clima mais quente da Europa como Portugal, sul da França e Grécia, está gerando discussões na transposição das diretrizes da UE que apresenta exigências em envelopes bem isolados. Pesquisas realizadas recentemente (CHVATAL, 2007) mostram que envelopes muito densos com deficiência em sombreamento dificultam a

dissipação dos ganhos solares e internos durante o verão, anulando a economia de energia acumulada durante o período de inverno.

Este artigo não estimula a importação, cópia ou tradução de métodos estrangeiros existentes para dentro do cenário energético brasileiro. As normas de conforto e eficiência energética devem resultar de um processo de conscientização e amadurecimento, sendo desenvolvidas de acordo com as condições, prioridades e limitações brasileiras. Este trabalho é apresentado com objetivo de informar os métodos e conceitos mais desenvolvidos na longa experiência alemã na área de eficiência energética, criticando e elogiando a seguir os principais aspectos de sua nova legislação que podem ser interessantes ao Brasil.

## 6.1 Aspectos positivos

- No cálculo é considerada a energia total do edifício (aquecimento, refrigeração, água quente residencial, ventilação, iluminação e equipamentos auxiliares como bombas e controles).
- O resultado final é verificado através de um certificado energético obrigatório, informando consumidores e pressionando os empreendedores (transparência no mercado imobiliário).
- Viabilidade de sistemas alternativos de fornecimento de energia (fontes renováveis de energia, cogeração, aquecimento e refrigeração originado de processos industriais, bombas de calor e etc).
- Edifícios que tenham recebido certificado energético recebem adicionalmente recomendações técnicas que podem ser implementadas numa futura reforma.
- A utilização da energia primária na certificação conduz ao uso correto da fonte energética de acordo com o uso final. Isso evita, por exemplo, o uso de energia elétrica em processos para aquecimento de água em edificações, situação esta amplamente observada no Brasil.

## 6.2 Aspectos negativos

- O cálculo realizado por consumo e não por demanda, sofre influencia direta do usuário, dificultando a análise dos resultados.
- O procedimento de cálculo necessita profissionais qualificados, é complexo, demorado e caro.
- A formação de pessoas qualificadas para a emissão dos certificados energéticos é um processo de longo prazo.
- No Brasil, a diversidade climática conduz ao uso de vários edifícios de referência para diminuir a diferença entre a demanda e o consumo, aumentando a complexidade do procedimento.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BGR. **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.** Disponível em: <http://www.bgr.bund.de>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2008.

BMWi. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. **Energiedaten: Zahlen und Fakten. Nationale und Internationale Entwicklung.** Berlin, 11/2007.

CHVATAL, K. M. S. Relação entre o nível de isolamento térmico da envolvente dos edifícios e o potencial de sobreaquecimento no verão. 2007. **Tese.** (Doutorado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto, Portugal. 252 p.

**DIN 4108** - Wärmeschutz im Hochbau. Berlin: Beuth, 1969-08.

**DIN V 4108-6** - Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs. Berlin: Beuth, 2000-11.

**DIN V 4108-6** - Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs. Berlin: Beuth, 2003-06.

**DIN V 4108-6** - Ber. 1: Berichtigung zu DIN V 4108-6:2003-06. Berlin: Beuth, 2004-3.

**DIN V 4701-10** - Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung. Berlin: Beuth, 2001-02.

**DIN V 4701-10** - Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung. Berlin: Beuth, 2003-8.

**DIN V 4701-10/A1** - Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung. Berlin: Beuth, 2006-12.

**DIN V 4701-10** - Bbl. 1: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung; Beiblatt 1: Anlagenbeispiele. Berlin: Beuth, 2007-02.

**DIN EN 13779** - Lüftung von Nichtwohngebäuden – allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlagen und Raumkühlsysteme. Berlin: Beuth, 2007-09.

**DIN V 18599** - Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Berlin: Beuth, 2007-02.

Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – EU – **Richtlinie**. 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. 16.12.2002, 04.01.2003.ABI. L 001.

**EnEV 2002** - Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV). 16.11.2001, BGBl. I 3085.

**EnEV 2004** - Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV). 02.12.2004, BGBl. I 3146.

**EnEV 2007** - Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV). 24.07.2007, BGBl. I 1519.

ESDORN, H. **Rietschel Raumklimatechnik. Band 1 Grundlagen**. 16. Auftrag. Berlin, Heidelberg. Spring, 1994. 730 p.

IEA. **Key World Energy Statistics**. International Energy Agency. Paris, 2007.

**WärmeschutzV 1977** - Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung - WärmeschutzV). 11.08.1977, BGBl. I 1554.

**WärmeschutzV 1984** - Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung - WärmeschutzV). 24.02.1982, BGBl. I 209.

**WärmeschutzV 1995** - Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung - WärmeschutzV). 16.08.1994, BGBl. I 2121.

WILLEMS, W; SCHILD, K. **Vakuumdämmung: schlanke Wände – warme Zimmer**. Revista Rubin. Bochum, 2004. p. 45-51.