



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
Campus Universitário – Trindade
Florianópolis – SC – CEP 88040-900
Caixa Postal 476



FEESC

**Fundação de Ensino e Engenharia em
Santa Catarina**

<http://www.feesc.org.br>
Telefone: (48) 331-9553



**Laboratório de Eficiência Energética em
Edificações**

<http://www.labeee.ufsc.br> | e-mail: energia@labeee.ufsc.br
Telefones: (48) 331-5184 / 331-5185

Eletrobrás

Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

<http://www.eletrobras.gov.br>



**Programa Nacional de Conservação de
Energia Elétrica**

<http://www.eletrobras.gov.br/procel>

Convênio ECV-007/2004 Eletrobrás/UFSC

**AET N° 03/04 - LEVANTAMENTO DA EXPERIÊNCIA
INTERNACIONAL**

Experiência nos Estados Unidos

Elaborado por: Solange V. G. Goulart, PhD

Coordenação: Prof. Roberto Lamberts, PhD.

Para: ELETROBRÁS/PROCEL

Florianópolis, 31 de maio de 2005.

Relatório: LabEEE-200508

Sumário

| | |
|---|----|
| 1. Apresentação..... | 2 |
| 2. Introdução | 3 |
| 3. Normas em Eficiência Energética - Estados Unidos | 7 |
| 3.1 Model Energy Code | 12 |
| 3.2 ASHRAE 90.1 e 90.2..... | 20 |
| 3.3 Title 24 – Califórnia..... | 28 |
| 4. Classificação de Edificações Eficientes: programas de incentivo através de pontuações – Estados Unidos | 30 |
| 4.1.Energy Star | 36 |
| 4.2. LEED - Leadership in Energy and Environmental Design..... | 37 |
| 4.3. Cal-Arch..... | 42 |
| 5. Discussão Final | 46 |
| 6. Referências Bibliográficas | 48 |
| 7. Levantamento da Experiência Internacional - Tabelas-Resumo | 51 |



1.Apresentação:

O levantamento da experiência internacional na elaboração, aplicação e fiscalização de Normas em eficiência energética nas edificações visa o aprendizado para o processo de implementação da Lei de Eficiência Energética no Brasil e de desenvolvimento de normas para novas edificações.

O presente trabalho pretende reunir informações sobre normas vigentes em outros países, programas de incentivo através de pontuações, metodologias adotadas na elaboração das normas e o impacto destas no consumo de energia e nos sistemas e tipologias construtivas. Além disso, serão investigados o uso de programas de computadores como ferramentas de concordância e como acontece a aplicação, fiscalização e certificação das normas de eficiência energética nas edificações nesses países.

Este relatório apresenta uma primeira revisão desse processo de levantamento de informações sobre normas em eficiência energética. Neste primeiro relatório, são apresentados as normas e sistemas de classificação adotados nos Estados Unidos.



2. Introdução:

As primeiras normas de eficiência energética em edificações surgiram na década de 70 durante a crise do petróleo. Diversos países lançaram programas de incentivo à redução do consumo de energia, resultando posteriormente na criação de normas de eficiência energética, como a *Standard 90, Energy Conservation in New Building Design* [ASHRAE, 1975] e a norma californiana *Title 24* de 1978.

Atualmente, EUA, Canadá, México, Reino Unido, Portugal, Espanha, Austrália, Nova Zelândia, Singapura, Hong Kong, Filipinas, Chile, dentre outros países, possuem algum tipo de norma ou lei em eficiência energética de edificações. Diversos destes países revisaram ou estão em processo de revisão de suas regulamentações a fim de atender ao Protocolo de Quioto, que regula a emissão de gases na atmosfera, como o CO₂, responsáveis pelo efeito estufa.

Os códigos de eficiência energética têm ajudado muitos estados e países a alcançar maior eficiência em novas construções. O relatório à seguir, apresenta uma primeira revisão de como se dá o processo de implementação de códigos de eficiência energética a experiência vivida por alguns países, começando pelos Estados Unidos.

Definições:

De acordo com Deringer, J. (2001), as definições de código, normas e *ratings*, são as seguintes:

- **Código:** é um conjunto explícito de requerimentos mínimos, faz parte de uma lei (nacional, estadual ou local) e é associado a procedimentos de conformidade.
- **Normas:** são similares a códigos, mas são de cumprimento voluntário (não é lei). São frequentemente desenvolvidas por indústrias ou grupos de profissionais e baseadas em consenso.
- **Diretrizes** (ou guias de procedimento): são menos rigorosos que normas ou códigos e pode conter tanto requerimentos mínimos quanto diretrizes gerais ou guias. Esses guias de procedimento são muito importantes como fonte de informação, podendo ser também mais inovadores, já que não são obrigatórios.



- **Ratings** : são normas e diretrizes com um sistema de pontuação (*scoring*) anexado.

No contexto da **Legislação Brasileira** temos:

- **Regulamentação específica**: O texto do Decreto nº 4059 de 19 de dezembro de 2001, em seu artigo primeiro, afirma que devem ser estabelecidos “indicadores técnicos e **regulamentação específica** a ser fixada nos termos deste Decreto”, indicando então o uso de uma resolução que aprova legalmente a obrigatoriedade dos níveis de eficiência [BRASIL, 2001].
- **Regulamento técnico**: O regulamento técnico estabelece requisitos técnicos obrigatórios de produtos, serviços ou processos, estabelecendo ainda os procedimentos para avaliação da conformidade, como certificação. Visa garantir a saúde e segurança da população envolvida, a proteção do consumidor e do meio ambiente e pode atuar no mercado a fim de assegurar a concorrência justa. São adotados pelo poder público com competência para atuar nas respectivas áreas definidas por lei para o município, estado ou federação, como no caso das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, podendo referenciar normas técnicas.
- **Normas Técnicas**: uma norma técnica é “um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido que fornece, para uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para atividades ou para seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto”. [CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2001]

As normas técnicas podem regular produtos, serviços, processos, sistemas de gestão, dentre outras áreas. Visam a qualidade do produto ou serviço normalizado, a segurança dos envolvidos e a padronização para comercialização ou para quantificação e classificação no mercado brasileiro.



As normas podem ser nacionais, regionais ou internacionais. As normas nacionais são elaboradas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), como exemplo de normas regionais há a Norma Mercosul e como exemplo de normas internacionais, citamos as normas ISO.

- **Plano Diretor:** O Plano Diretor é uma “síntese de uma política urbana voltada para o desenvolvimento sustentável” [IBAM & ELETROBRÁS, 1999]. É um instrumento de política urbana, destacando as intenções para a expansão e o desenvolvimento urbanos sustentáveis, exigido por lei para todos os municípios com mais de vinte mil habitantes.
- **Lei de parcelamento do solo:** Regula o parcelamento de glebas urbanas ou rurais para fins de edificação futura. Regula então a formação de loteamentos, em que novas ruas são abertas e de desmembramentos, em que áreas são divididas em lotes sem que haja formação de novos logradouros (ruas, praças e avenidas) públicos, indicando ainda áreas que não podem ser loteadas ou desmembradas por serem de interesse ambiental ou se caracterizarem como áreas de risco.
- **Lei do Uso e Ocupação do Solo:** Também conhecida como Lei de Zoneamento, regula os parâmetros urbanísticos da cidade, definindo os locais onde devem ser localizadas edificações residenciais, comerciais, industriais, tendendo a afastar do aglomerado urbano as atividades mais impactantes ou que podem ameaçar a saúde ou segurança do cidadão. Define áreas de risco não edificáveis assim como as áreas urbanas de proteção ambiental. Também define como os lotes devem ser ocupados, ou seja, o afastamento das divisas, a taxa de ocupação em relação à área do terreno, número de pavimentos permitidos dependendo da área do terreno e zona em que está localizado, taxa de impermeabilização do terreno, dentre outros temas. A lei de uso e ocupação do solo pode indicar parâmetros que induzam a incidência de sol nas unidades imobiliárias, que controlem a dinâmica dos ventos como desejado, podendo ainda interferir na prevenção dos fenômenos da ilha de calor.
- **Código de Obras:** O código de obras pode interferir diretamente na tipologia e nos materiais dos quais são construídos os edifícios, registrando



nas formas, plantas e fachadas das edificações da cidade características construtivas visualmente identificáveis por observadores. É possível reconhecer parâmetros definidos em códigos de obras a partir das características comuns a edificações de uma mesma cidade. Estas costumam apresentar elementos em comum que as diferenciam de grupos de edificações de cidades distintas, regidas por outros códigos. Define toda parte da edificação que possa ser submetida à inspeção para concessão do *habite-se*, como áreas mínimas dos cômodos, pé direito mínimo, dimensões dos vãos para iluminação e ventilação, dimensões e exigências para escadas de incêndio, instalações para gás, elevadores, elementos e dispositivos para acessibilidade. Pode definir direção da abertura de portas de locais de aglomeração urbana para a segurança dos usuários, permitir ou proibir dutos de ventilação e iluminação para o conforto térmico e luminoso, características dos componentes da edificação para garantir a segurança e qualidade da edificação, bem como interferir na forma da edificação caso seja relevante para o meio urbano. Não faz parte do escopo de um código de obras exigir elementos que não são de instalação permanente, como lâmpadas, luminárias, eletrodomésticos ou sistemas de ar-condicionado. São considerados de instalação permanentes metais e louças sanitárias, esquadrias, maçanetas, puxadores, instalações elétricas e hidráulicas mesmo que estas devam ser substituídas ao longo da vida útil da edificação.

No corpo do relatório aparecerão várias siglas referentes à organizações e sociedades, cujas definições são as seguintes:

O termo '**CABO**' significa *Council of American Building Officials*.

O termo '**ASHRAE**' significa *American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers*.

O termo '**DOE**' significa *Department of Energy*.

O termo '**BOCA**' significa *Building Officials and Code Administrators International, Inc.*

O termo '**ICBO**' significa *International Conference of Building Officials*.

O termo '**SBCCI**' significa *Southern Building Code Congress International, Inc.*



O termo 'ICC' significa *International Code Council* - criado em 1994, tendo como fundadores o BOCA, ICBO e SBCCI. O ICC passou a desenvolver códigos sem limitações regionais – os códigos internacionais, incluindo o *International Energy Conservation Code*.

O termo **NAIMA** significa *North American Insulation Manufacturers Association*.

O termo 'EPA' significa *Environmental Protection Agency*.

O termo **EPACT** significa *Energy Policy Act* de 1992.

O termo **USGBC** significa *United States Green Building Council* (fundado em 1993, mas as primeiras raízes do Conselho foram lançadas em meados dos anos 80).

3. Normas em Eficiência Energética - Estados Unidos:

O *Energy Policy Act* de 1992 foi criado nos EUA para regular o uso de combustíveis fósseis para geração de energia a fim de reduzir a dependência do petróleo internacional. É considerado como a primeira lei em energia e compreende uma variedade de propostas com a intenção de aumentar a segurança em energia dos Estados Unidos, reduzir os efeitos ambientais relacionados com a produção de energia e encorajar o crescimento econômico a longo prazo. As principais provisões do ato incluem normas em eficiência energética, novas opções que regulamentam a geração de eletricidade, mudanças em licenciamento para energia nuclear e uma variedade de incentivos fiscais.

O *Energy Policy Act* de 1992 estabelece que cada Estado deve revisar os códigos em eficiência energética para atender ou exceder as especificações do *Model Energy Code* 1992 para edificações residenciais, e da ASHRAE Standard 90.1-1989 para edificações comerciais.

O texto a seguir reproduz dois parágrafos do *Energy Policy Act* referente à atualização dos códigos de eficiência energética para edificações:

"CONSIDERATION AND DETERMINATION RESPECTING RESIDENTIAL BUILDING ENERGY CODES.-(1) Not later than 2 years after the date of the enactment of the Energy Policy Act of 1992, each State shall certify to the Secretary that it has reviewed the provisions of its residential building code regarding energy efficiency and made a determination as to whether it is appropriate



for such State to revise such residential building code provisions to meet or exceed CABO Model Energy Code, 1992.

CERTIFICATION OF COMMERCIAL BUILDING ENERGY CODE UPDATES.-(1) Not later than 2 years after the date of the enactment of the Energy Policy Act of 1992, each State shall certify to the Secretary that it has reviewed and updated the provisions of its commercial building code regarding energy efficiency. Such certification shall include a demonstration that such State's code provisions meet or exceed the requirements of ASHRAE Standard 90.1-1989.”

O texto completo do *Energy Policy Act* pode ser encontrado em https://energy.navy.mil/publications/law_us/92epact/hr776toc.htm

É importante ressaltar que o *Energy Policy Act* também estabelece o fornecimento de assistência técnica aos Estados para ajudar a implementar os requerimentos da referida sessão e promover o projeto e construção de edifícios eficientes.

Nas tabelas abaixo encontra-se o histórico da evolução dos códigos em eficiência energética para edifícios comerciais e residenciais adotados nos Estados Unidos (fonte:

http://www.energycodes.gov/news/2002_workshop/presentations/codes_101history.doc):

| Tabela 3.1. Códigos de Eficiência Energética - Residencial | |
|---|---|
| Código | Descrição |
| 90-75 | “ <i>Energy Conservation in New Building Design</i> ” - Primeira norma ASHRAE direcionada para projeto e construção de novos edifícios, considerando o ponto de vista da energia. |
| MCEC 77 | “ <i>Code for Energy Conservation in New Building Construction</i> ”. Desenvolvido por BOCA, ICBO, SBCCI, e o <i>National Conference of States on Building Codes and Standards</i> ; baseado na ASHRAE 90-75. |
| ASHRAE 90A-1980 | “ <i>Energy Conservation in New Building Design</i> ”. Atualização da ASHRAE 90-75 |
| MEC 83 | “ <i>Model Energy Code 1983 Edition</i> ” Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Baseada na ASHRAE 90A-1980. |



Tabela 3.1. Códigos de Eficiência Energética - Residencial

| Código | Descrição |
|------------------|--|
| MEC 86 | “ <i>Model Energy Code 1986 Edition</i> ”. Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Baseada na ASHRAE 90A-1980 e MEC 83 com pequenas mudanças. |
| MEC 89 | “ <i>Model Energy Code 1989 Edition</i> ”. Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Baseada na ASHRAE 90A-1980 e MEC 86 com pequenas mudanças |
| 10 CFR 435 | “ <i>Energy Conservation Voluntary Performance Standards for New Buildings; Mandatory for Federal Buildings</i> ” Inclui requerimentos para ambos edifícios: Comerciais Federais e Residenciais Federais. Para os edifícios residenciais o software “ <i>Conservation Optimization Standard for Savings in Federal Residences (COSTSAFR)</i> ” é referenciado. <i>COSTSAF</i> é usado para derivar o consumo de energia pretendido para edifícios residenciais Federais. |
| MEC 92 | “ <i>Model Energy Code 1992 Edition</i> ”. Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Baseada na ASHRAE 90A-1980 e MEC 89 com pequenas mudanças. |
| MEC 93 | “ <i>Model Energy Code 1993 Edition</i> ”. Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Baseada na ASHRAE 90A-1980 e MEC 92 com pequenas mudanças. |
| ASHRAE 90.2-1993 | “ <i>Energy Efficient Design of New Low-Rise Residential Buildings</i> ”. Uma revisão completa das provisões para os edifícios residenciais de baixa altura contidas na ASHRAE 90.A-1980. |
| MEC 95 | “ <i>Model Energy Code 1995 Edition</i> ”. Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Baseada na ASHRAE 90A-1980 e MEC 93 com pequenas mudanças. |
| IECC 98 | “ <i>International Energy Conservation Code 1998</i> ” Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Capítulo 6 “Residential Building Design by Acceptable Practice” foi consolidado no Capítulo 5 de forma re-escrita. |
| IECC 2000 | “ <i>International Energy Conservation Code 2000</i> ”. Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Um novo capítulo foi acrescentado contendo 4 páginas de um método prescritivo de conformação, opcional e individual. O método pode ser usado somente em edifícios uni-familiares com área de janela menor ou igual a 15% ou edifícios multi-familiares com área de janela menor ou igual a 25%. |
| IECC 2001 | “ <i>International Energy Conservation Code 2001 Supplement</i> ”. Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). |
| NFPA 5000 | “ <i>NFPA 5000, Building Code</i> ”. Esta norma é planejada para ser a Associação Nacional de Proteção ao Fogo (National Fire Protection Association’s). É o primeiro código de edifícios completo e irá conter a ANSI/ASHRAE Standard 90.2-2001 como requerimentos de energia para residências. |



Tabela 3.2. Códigos de Eficiência Energética - Comercial

| Código | Descrição |
|--------------------------|--|
| ASHRAE 90-75 | “ <i>Energy Conservation in New Building Design</i> ” - Primeira norma ASHRAE direcionada para projeto e construção de novos edifícios, considerando o ponto de vista da energia. |
| MCEC 77 | “ <i>Model Code for Energy Conservation in New Building Construction</i> ”. Desenvolvido por BOCA, ICBO, SBCCI, e o <i>National Conference of States on Building Codes and Standards</i> ; baseado na ASHRAE 90-75. |
| ASHRAE 90A-1980 | “ <i>Energy Conservation in New Building Design</i> ”. Atualização da ASHRAE 90-75 |
| MEC 83 | “ <i>Model Energy Code 1983 Edition</i> ” Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Baseada na ASHRAE 90A-1980. |
| MEC 86 | “ <i>Model Energy Code 1986 Edition</i> ”. Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Baseada na ASHRAE 90A-1980. |
| MEC 89 | “ <i>Model Energy Code 1989 Edition</i> ”. Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Baseada na ASHRAE 90A-1980. |
| ASHRAE 90.1-1989 | “ <i>Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-Rise Residential Buildings</i> ”. Uma completa revisão da norma ASHRAE anterior para edifícios, excluindo edifícios residenciais de baixa altura. |
| 10 CFR 435 “FEDCOM 0” | “ <i>Energy Conservation Voluntary Performance Standards for New Buildings; Mandatory for Federal Buildings</i> ”. Inclui requerimentos para ambos edifícios: Comerciais Federais e Residenciais Federais. |
| MEC 92 | “ <i>Model Energy Code 1992 Edition</i> ”. Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Baseada na ASHRAE 90A-1980. |
| MEC 93 | “ <i>Model Energy Code 1993 Edition</i> ”. Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Primeira versão do MEC para atender os requerimentos do EPACT, ou seja, atender ou exceder as especificações da ASHRAE 90.1-1989 – o capítulo 7 do MEC 93 adota a 90.1-1989 por referência. |



Tabela 3.2. Códigos de Eficiência Energética - Comercial

| Código | Descrição |
|-------------------------------|--|
| ASHRAE 90.1-1989 Code Version | “ <i>Energy Code for Commercial and High-Rise Residential Buildings</i> ” Publicado em 1993, contém uma versão em linguagem de código da ASHRAE 90.1-1989. É tecnicamente equivalente às provisões obrigatórias mínimas da 90.1-1989. |
| MEC 95 | “ <i>Model Energy Code 1995 Edition</i> ” Mantido pelo Council of American Building Officials (CABO). Mudanças de referência da Standard 90.1-1989 para a versão codificada da 90.1-1989, publicada em 1993. |
| IECC 98 | “ <i>International Energy Conservation Code 1998</i> ” Mantido pelo International Code Council (ICC). A referência da versão codificada da 90.1-1989 foi movida do capítulo 7 para o capítulo 6. Um novo capítulo 7 foi adicionado “ <i>Design by Acceptable Practice for Commercial Buildings</i> ” como um método de conformidade simplificado de acordo com a 90.1, específica para edifícios com não mais que 3 andares com “razoável” área envidraçada e “simplificado” sistema mecânico (Ar condicionado). |
| 10 CFR 434 “FEDCOM I” | “ <i>Energy Conservation Voluntary Performance Standards for New Commercial and Multi-Family High Rise Residential Buildings</i> ”. Com a publicação do 10 CFR 434, os requerimentos para edifícios comerciais federais foram removidos do 10 CFR 435 (o qual é agora somente residencial) e foram atualizados para atender ou exceder a versão codificada da norma 90.1-1989. |
| ASHRAE 90.1-1999 | “ <i>Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings</i> ”. Publicada em 1999, este documento fornece uma revisão completa da norma anterior. É escrita numa linguagem incisiva, obrigatória, adequada para adoção de códigos. |
| IECC 2000 | “ <i>International Energy Conservation Code 2000</i> ” Mantida pelo International Code Council. O capítulo 7 do IECC 98 passou a ser o capítulo 8 do IECC 2000 com várias mudanças já que o código foi ampliado para cobrir virtualmente todos os edifícios comerciais. Algumas mudanças foram feitas na seção de Iluminação para atualizar alguns valores para serem equivalentes a ASHRAE 90.1-1999. |
| IECC 2001 | “ <i>International Energy Conservation Code 2001 Supplement</i> ” Mantida pelo International Code Council. |
| ASHRAE 90.1-2001 | “ <i>Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings</i> ” Publicado em 2001, este documento fornece uma revisão da norma anterior para incluir um adendo aprovado. |
| 10 CFR 434 “FEDCOM II” | “ <i>Energy Code for New Federal Commercial and Multi-Family High-Rise Residential Buildings</i> ”. Esta é uma atualização planejada do FEDCOM I, para atualizar requerimentos para atender a norma 90.1-2001. |
| NFPA 5000 | “ <i>NFPA, 5000 Building Code</i> ” Esta norma é planejada para ser a Associação Nacional de Proteção |



| Tabela 3.2. Códigos de Eficiência Energética - Comercial | |
|---|--|
| Código | Descrição |
| | ao Fogo (National Fire Protection Association's). É o primeiro código de edifícios completo e irá conter a ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2001 como requerimentos de energia para edifícios comerciais. |

A seguir serão descritas as características dos principais códigos de eficiência adotados nos Estados Unidos: Model Energy Code; ASHRAE 90.1 e 90.2; e a norma Californiana Title 24.

3.1. Model Energy Code:

The Model Energy Code (MEC) contém critérios de eficiência energética para edifícios residenciais e comerciais novos e ampliações de edifícios existentes. O código cobre forros, paredes e pisos/fundações dos edifícios; e sistema de iluminação e ar condicionado.

O MEC foi originalmente desenvolvido em conjunto (sob o patrocínio do *Council of American Building Officials, CABO*) pelo *Building Officials and Code Administrators International (BOCA)*, *International Conference of Building Officials (ICBO)*, *National Conference of States on Building Codes and Standards (NCSBCS)*, e *Southern Building Code Congress International, Inc (SBCCI)*, sob um contrato financiado pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE).

Embora muitos estados dos EUA desenvolveram seu próprio código de energia desde a crise de energia dos anos 70, depois que o MEC foi referenciado no *National Affordable Housing Act* de 1990 e no *Energy Policy Act* de 1992, mais e mais estados começaram a usar o código como referência ou passaram a adotá-lo imediatamente. O *Energy Policy Act* de 1992 requisita aos estados considerarem a atualização de seus códigos, se estes não estiverem de acordo com o MEC. (Turchen, S. and C. Conner, 1996).

Enquanto alguns estados adotaram o MEC sem modificações, alguns estados adotam uma das edições do MEC com emendas desenvolvidas para o estado em questão. Outros adotam o MEC como prática recomendada mas não exige que toda nova construção use o código.



O MEC contém exigências relacionadas à energia para edifícios e é aplicado a residências uni e bi-familiares, bem como a edifícios baixos multi-familiares (3 andares ou menos). O MEC se aplica somente a edifícios novos e ampliações de edifícios existentes.

O maior enfoque do MEC se encontra no envelope do edifício, incluindo as janelas. O MEC estabelece isolamento nos forros, paredes (inclusive paredes de subsolo), e pisos, e em torno de lajes. A quantidade de isolamento requerida varia com o clima – quanto mais severo o clima, mais isolamento é exigido. A eficiência energética estabelecida para janelas também aumenta com a severidade do clima. Um Código específico para cada clima (*Climate-Specific Code*) mostra alguns exemplos de níveis de isolamento e janela que estão de acordo com as especificações do MEC.

Muitos construtores e órgãos oficiais de código reclamaram que o MEC é muito difícil de usar. Felizmente, materiais para auxiliar a obter a conformidade com o código estão disponíveis para ajudar os construtores se adequarem ao código. A maioria dos construtores e órgãos oficiais encontrará nesses materiais maior facilidade para usar e entender as medidas, do que no código em si.

Medidas de suporte ao Código:

O departamento de energia dos EUA (DOE) desenvolveu uma linha de materiais chamada *MECcheck* (para facilitar o uso do código), que explica de forma rápida como cumprir com as exigências do MEC, como simplificar ou eliminar cálculos, além de fornecer formulários para submissão ao departamento de edificações. Incluído com os materiais, estão também um manual de conformidade para todas as exigências do código, pacotes de prescrições e um software de fácil utilização. Os pacotes de prescrições oferecem uma escolha de opções listando exigências de isolamento e janelas. Tanto o software como uma tabela manual pode ser usada para facilitar as trocas (variações).

O *MECcheck* pode ser obtido através de uma hotline do Departamento de Energia (DOE) ou pode ser *downloaded* da webpage: www.energycodes.org/resid/resid.htm.

Materiais de treinamento para auxiliar aqueles que desejam treinar no uso do MEC utilizando o *MECcheck* também estão disponíveis.



Além disso, existe um Guia de conformidade para o envelope térmico do MEC, o qual é uma tabela de variações que pode ser obtida através do NAIMA (*North American Insulation Manufacturers Association*).

Existe também o REC/Design, que é um software disponível através da *Architectural Energy Corporation*.

Estes e outros materiais de conformidade geralmente tratam somente com as exigências de janelas e isolamento. Todas as exigências de isolamento e janelas podem ser variadas, desde que o edifício resultante não possua uma perda média de calor (transmitância x área, ou UA) maior do que um edifício similar construído de acordo com os requerimentos do MEC.

Em adição às exigências de isolamento e janelas do MEC, existem critérios básicos que devem ser respeitados, independente de qual conformidade de envelope utilizada. Os critérios incluem:

- Garantir estanqueidade ao envelope do edifício para restringir perda de ar (impermeabilizando, vedando e utilizando proteção contra chuva, neve e frio em todas as juntas e frestas).
- Instalar retardadores de vapor na maioria dos climas.
- Identificar os materiais utilizados para conformidade (tais como valores de resistência térmica R) nos projetos, especificações, e/ou diretamente nos materiais empregados na residência.
- Instalar controles de temperatura (controles separados e ajustáveis para cada sistema de aquecimento ou ar condicionado em residências uni-familiares e para cada unidade de habitação multi-familiar).
- Isolar e vedar dutos em espaços não condicionados.
- Isolar canos utilizados para aquecimento central e sistemas de água quente circulante.
- Instalar medidores elétricos separados para cada unidade em uma habitação multi-familiar.
- Instalar interruptores para aquecedores, coberturas, e *timers* para piscinas.



O modo como o MEC afeta o projeto, a licença para execução e a construção é ilustrado pelas questões e respostas descritas à seguir:

A quem o MEC se aplica?

As exigências do MEC se aplicam à toda nova edificação e ampliações de edifícios existentes (comerciais e residenciais). Nesses casos, os construtores deveriam demonstrar conformidade com o MEC se este código foi adotado pelo seu estado ou jurisdição local. Os construtores também necessitam obedecer ao código se desejam que suas residências possam se qualificar para hipotecas.

Qual é a maneira mais fácil de corresponder com as exigências do MEC?

Alguns construtores não têm tempo ou desejo de considerar variações de isolamentos e janelas. Utilizando-se dos materiais em conformidade com o MEC, eles podem escolher à partir de uma lista de diferentes níveis de isolamento e janelas (referidas como “pacotes prescritivos” ou “opções”). Alguns dos materiais em conformidade com o código oferecem uma simples tabela de pacotes prescritivos para a zona climática. O construtor deve obedecer ou exceder todos as exigências listadas para alcançar a conformidade. Para utilização destas tabelas são necessários poucos cálculos.

Como posso demonstrar conformidade com o MEC?

Edifícios comerciais devem usar a ASHRAE 90.1-1989 por referência, a versão codificada da 90.1, ou o capítulo 7 da IECC 1998. O DOE desenvolveu o COMcheck-EZ, um método prescritivo simples para demonstrar conformidade com os códigos de energia para edifícios comerciais. Os métodos para edifícios residenciais incluem o uso de uma ferramenta de simulação de edificação para determinar o uso de energia do projeto proposto; um método componente-a-componente que usa tabelas contidas no anexo do código; e um método de compensações (*trade-off*) para o edifício como um todo.



Como já mencionado, o DOE também desenvolveu o *MECcheck*, uma ferramenta de conformidade, a qual facilita e agiliza para os projetistas e construtores determinar se as edificações atendem aos requerimentos do MEC.

E sobre as variações ou trocas?

Os requerimentos prescritivos podem não ser totalmente apropriados para um projeto em particular, ou pode ser mais barato fazê-lo de uma outra maneira. Nesse caso, os construtores podem demonstrar conformidade com o código utilizando-se das variações disponíveis.

O setor de aprovação de projetos pode especificar uma metodologia para demonstrar conformidade usando o método das variações ou trocas. Várias organizações, tais como o Departamento de Energia dos EUA (DOE) e o *North American Insulation Manufacturers Association* (NAIMA), desenvolveram materiais em conformidade com o código que podem ser usados para fazer os cálculos das variações.

Qual a documentação exigida?

O MEC exige que os materiais utilizados em conformidade com o código (tais como isolamento) sejam anotados nas plantas, especificações, ou outra documentação de conformidade anexada. O setor de aprovação de projetos local pode ter um formulário exigido para a submissão. Tanto o *MECcheck* quanto o Guia de Conformidade Térmica (Thermal Compliance Guide do NAIMA) incluem formulários para esse fim.

Assumindo que (a) o edifício é projetado em acordo com o MEC, (b) as características de projeto relevantes são anotadas adequadamente na documentação submetida para obter a aprovação da obra, e (c) o revisor do projeto validou a declaração de conformidade, o único obstáculo remanescente para construir uma residência de qualidade MEC é construí-la de acordo com os planos aprovados. O setor de aprovação de projeto de edifícios pode inspecionar a obra para verificar as características de conservação de energia. Enquanto o número e tipo de inspeções podem variar de jurisdição para jurisdição, os setores de aprovação de projetos tentam incorporar estas inspeções dentro do regime normal.



A seguinte lista mostra um exemplo de características as quais o inspetor deve verificar:

- Isolamentos de paredes, forros, pisos, e paredes de subsolos: se estão propriamente instalados e de acordo com os requeridos valores de resistência térmica mostrados nas plantas.
- Transmitância térmica de superfícies envidraçadas e portas: se estão de acordo com os valores requeridos mostrados nas plantas.
- Áreas envidraçadas: se estão como mostradas no projeto.
- Juntas e frestas devem estar impermeabilizadas, vedadas e com guarnições para maior proteção das intempéries.
- Isolamentos de dutos instalados e de acordo com o valor de resistência térmica requerida mostrada no projeto.
- Dutos devem estar vedados.
- Retardador de vapor deve estar instalado (onde aplicável).
- Informações de manutenção dos equipamentos de aquecimento de água e sistema de ar condicionado (ou aquecimento) deve ser deixada na edificação.

Como são feitas as mudanças e atualizações para o MEC?

O MEC é revisado em um ciclo regular através de um processo aberto ao público patrocinado pelo ICC. Qualquer pessoa querendo sugerir uma revisão do MEC pode requerer um formulário, preparar uma mudança, e participar do debate público.

A experiência nos EUA com o MEC mostra a importância do tempo e local na implementação de um código. Um novo software de conformidade faz o MEC mais fácil de usar, mas a maneira na qual o código é adotado ainda pode melhorar. O estado de Michigan, por exemplo, adotou o MEC de 1993 efetivamente em julho de 1995; entretanto, os construtores convenceram seus legisladores a revogar o código em dezembro de 1995, substituindo-o por normas desenvolvidas vinte anos atrás. O estado de Ohio tentou seguir o exemplo de Michigan.

Os construtores em Michigan tinham várias queixas contra o MEC: que este era muito complexo e difícil de seguir; que obter a conformidade com o código



aumentaria significativamente o custo de cada residência; e este aumento no custo tornaria as casas impossíveis de serem adquiridas pelos compradores de baixa renda. Além disso, alguns construtores reclamaram que não tiveram aviso suficiente sobre a adoção do código.

A adoção e implementação de qualquer nova regulamentação deve considerar o ciclo típico de um projeto a fim de minimizar o impacto nos construtores e projetistas. Isto inclui desde o projeto inicial até os fornecedores de materiais e subempreiteiros.

A conclusão do artigo (Turchen, S. and C. Conner, 1996) ressalta que adotar um código deveria incluir um planejamento para sua implementação. Isso inclui **aumentar a conscientização** da comunidade dos construtores e projetistas, **disponibilizar materiais em conformidade** com o código, e planejar um **programa de treinamento** para construtores e profissionais ligados ao código de eficiência energética. Somente depois de planejamento e treinamento apropriados, um código deveria se tornar obrigatório. Embora o MEC não seja perfeito, esses passos podem reduzir seu impacto sobre os profissionais da construção civil.

Além disso, melhorar o código fornecendo mais opções para obter a conformidade poderia também ajudar os construtores. Por exemplo, as prescrições do MEC são orientadas para edificações em climas que exigem aquecimento. Em climas quentes, os elementos de projeto tais como sombreamento e beirais, e medidas tais como barreiras radiantes, são mais eficientes e possuem maior custo-benefício do que as prescrições do envelope térmico enfatizados no código. Ainda assim, o MEC é considerado um progresso dentre os muitos códigos existentes.

Em 1998, o Model Energy Code foi ajustado e convertido para o *International Energy Conservation Code* (IECC). Atualmente o *International Energy Conservation Code* é indicado como o sucessor do Model Energy Code pelo *Energy Conservation and Production Act*.

As principais diferenças entre o MEC 1995 e o IECC 1998 são resumidas a seguir, baseado em Lucas and Meyers (2000).



As mudanças significantes do MEC que foram consideradas e aprovadas durante os ciclos de desenvolvimento do código de 1995, 1996 e 1997, e agora incorporadas no IECC de 1998 são as seguintes:

- Os capítulos foram reorganizados para melhorar a utilidade;
- Foram fornecidos alguns acréscimos estabelecendo um coeficiente de ganho de calor solar máximo (SHGC) de 0,4 para aberturas em climas quentes (onde predomina a necessidade de refrigeração – locais com graus-dia para aquecimento < 3.500). O IECC acrescenta uma referência ao *National Fenestration Rating Council* (NFRC) Standard 200-95 para determinar produtos com SHGC (aberturas) e fornece valores *default* para produtos não relacionados nessa norma (Standard NFRC 1995).
- Um novo método de conformidade do envelope térmico usando tabelas prescritivas e especificações-orientadas foi acrescentado.
- Uma nova sessão, “*Referenced Standards*”, foi adicionada ao capítulo 1, estabelecendo que os requerimentos do IECC são precedentes quando entram em conflito com requerimentos de normas referenciadas pelo IECC.
- O IECC agora explicitamente dá autoridade aos órgãos oficiais da edificação para aprovar o uso de ferramentas alternativas de conformidade que facilitam a implementação do IECC, tais como planilhas e softwares.
- Ao incorporar as novas tabelas prescritivas e especificações-orientadas, o IECC agora possui provisões para a conformidade do envelope térmico para adições menores que 500 ft² (46,45m²) com uma área total envidraçada não maior do que 40% da área da parede ou do telhado.
- Tabelas de transmitância U para aberturas envidraçadas foram revisadas de acordo com a ASHRAE Handbook Fundamentals 1997.
- Novos acréscimos definindo variáveis usadas como base para os sistemas de análises de comparações no capítulo 4 foram adicionadas em áreas tais como, *shading coefficient, control system parameters, internal heat gain, air distribution system loss factors e air infiltration*.



- Foram adicionados requerimentos prescritivos para o isolamento de paredes de *skylights* baseados em graus-dia para aquecimento.

3.2 ASHRAE 90.1 e 90.2:

Em 1989, a ASHRAE apresentou sua norma de eficiência energética para edificações exceto para edificações não residenciais, a *Standard 90.1 – Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings* [ASHRAE, 1989], baseada no OTTV (*Overall Thermal Transmittance Value*), um índice de avaliação da transmissão de calor do ambiente externo para o ambiente interno através da envoltória da edificação. Medido em W/m^2 , considera a transmissão térmica através da condução por elementos opacos, como paredes, coberturas e pisos, da condução por elementos transparentes e translúcidos, como policarbonatos e vidros, e da radiação solar que atravessa os elementos transparentes [LAM et al., 1993]. Quanto menor o OTTV, menor a quantidade de calor que a envoltória transmite do ambiente externo para o interno, ou o oposto, no caso de climas frios.

Em 1999, a *Standard 90.1* [ASHRAE, 1999] foi renovada com modificações significativas, abandonando o OTTV e utilizando normas prescritivas, sistema de compensações (*trade off*) e o *Energy Cost Budget*. O método prescritivo indica limites máximos ou mínimos de transmitância térmica de elementos opacos e transparentes, resistência térmica de isolamentos, fator solar de vidros de acordo com a área de janela na fachada e orientação solar, dividindo estes limites ainda em edificações não residenciais e edificações residenciais acima de dois pavimentos. O método de compensações permite que alguns limites exigidos pelo método prescritivo sejam mais rigorosos que o mínimo de eficiência exigido para compensar outros limites de eficiência que tenham ultrapassado seus limites de acordo com o método prescritivo. Apresenta em anexo à norma um programa computacional que auxilia no cálculo do consumo a partir das trocas permitidas pela norma. O *Energy Cost Budget* é um método alternativo para as provisões prescritivas da norma e baseia-se na simulação computacional do consumo de energia de dois modelos, cujos custos relativos ao consumo de energia são comparados. Um modelo deve seguir os parâmetros indicados no método prescritivo e os custos de seu consumo não podem ultrapassar o modelo de projeto, definido de acordo com o projeto de edificação a ser aprovado. O



Energy Cost Budget pode ser empregado para avaliar a conformidade de todos os projetos propostos, com exceção de projetos com nenhum sistema mecânico. A norma observa que o *Energy Cost Budget Method* e os cálculos de custo de energia do projeto são aplicáveis somente para determinar conformidade com a *Standard 90.1*. Estes métodos não podem ser usados para prever o consumo real de energia ou os custos do projeto proposto depois da construção.

Assim como a versão de 1989, a *Standard 90.1* de 1999, bem como a versão mais atual de 2004, aborda a **envoltória da edificação, sistemas de ar condicionado, iluminação artificial e aquecimento de água** incluindo ainda **motores e equipamentos**.

A *Standard 90.1* classifica os climas através do cálculo dos graus dia para resfriamento e aquecimento, relacionando cada clima a uma tabela com as prescrições limites para componentes opacos, como paredes, pisos e coberturas, e componentes transparentes, como vidros e policarbonatos, de edificações residenciais e não residenciais. Além das cidades americanas, classifica cidades internacionais pelos seus climas, incluindo em sua relação oito cidades brasileiras: Porto Alegre, São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Salvador, Recife, Fortaleza e Belém.

A tabela 3.3 mostra o critério térmico para definição das zonas climáticas e as zonas onde as cidades brasileiras estão inseridas.

Tabela 3.3: Zonas Climáticas das cidades Brasileiras

| Número da Zone | Definição | Critério Térmico | Cidade | Zona |
|----------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------|------|
| 1 | Very Hot-Humid (1 A) Dry (1B) * | 5000 < CDD10°C ** | Belém..... | 1 |
| | | | Brasília | 2 |
| | | | Fortaleza | 1 |
| 2 | Hot-Humid (2A) Dry (2B) | 3500 < CDD10°C ≤ 5000 | Porto Alegre..... | 2 |
| | | | Recife..... | 1 |
| | | | Rio de Janeiro..... | 1 |
| | | | Salvador..... | 1 |
| | | | São Paulo..... | 2 |

* Optou-se por usar os termos em inglês para melhor veracidade com a definição;

** CDD10°C significa Graus-Dia para refrigeração (cooling degree-day) com temperatura-base de 10°C.



As transmitâncias térmicas indicadas pela *Standard* 90.1 [ASHRAE, 2004] de alguns componentes construtivos para as cidades brasileiras estão apresentadas na Tabela 3.4. Nesta, percebe-se que não há diferenças entre as transmitâncias para os diversos climas brasileiros, seja em paredes leves compostas de painéis de madeira ou paredes com massa térmica, como a parede de tijolos de 6 furos com revestimento de argamassa. Entretanto, pode-se perceber, na Tabela 3.5, as diferenças entre os valores de fator solar indicados pela *Standard* 90.1 [ASHRAE, 2004] para as cidades brasileiras. A tabela apresenta o fator solar para janelas verticais orientadas a norte, leste e oeste. Já a Tabela 3.6 apresenta o fator solar para as mesmas cidades, mas para janelas verticais orientadas ao sul. Note que, em todos os casos, a prescrição do fator solar é interrompida em uma área de janela equivalente a 50% da fachada. A concordância à *Standard* 90.1 para edificações que ultrapassem um WWR (*Window to Wall Ratio*, ou porcentagem de janela na fachada – PJF) de 50% é realizada através de simulações do *Energy Cost Budget*.

Tabela 3.4: Transmitâncias de componentes opacos indicados pela Standard 90.1 para cidades brasileiras.

| Cidade brasileira | Tabela da Std 90.1 ASHRAE (v.2004) | Paredes externas Transmitância (W/m ² K) | | | | Coberturas Transmitância (W/m ² K) | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|-------|-------------|-------|--|-------------|----------------|
| | | Não residencial | | Residencial | | Não residencial | Residencial | Tipo |
| | | Wood Framed | Mass | Wood Framed | Mass | | | |
| Belém, Fortaleza, Recife | 5.5-1 | 0,504 | 3,293 | 0,504 | 0,857 | 0,369 | 0,369 | Metal Building |
| | | | | | | 0,192 | 0,153 | Attic |
| Salvador, Rio de Janeiro | 5.5-1 | 0,504 | 3,293 | 0,504 | 0,857 | 0,369 | 0,369 | Metal Building |
| | | | | | | 0,192 | 0,153 | Attic |
| Brasília, São Paulo, Porto Alegre | 5.5-2 | 0,504 | 3,293 | 0,504 | 0,857 | 0,369 | 0,369 | Metal Building |
| | | | | | | 0,192 | 0,153 | Attic |

Obs.: - os termos em inglês foram mantidos para evitar erro de interpretação;

- os dados estão atualizados de acordo com a versão 2004 da ASHRAE;

- “Metal Building” se refere não somente à estrutura metálica, mas toda o envoltório é de metal (paredes e telhados). São prédios típicos de depósitos ou armazéns.



Os exemplos dos componentes construtivos a seguir indicam a relação com a transmitância térmica:

- $U = 3,352$: tijolo cerâmico maciço ($\lambda = 0,9$) de 10cm de espessura e 1cm de reboco ($\lambda = 1,15$) em cada face.
- $U = 0,873$: cobertura de telhas cerâmicas ($\lambda = 0,9$), câmara de ar, 2,9cm de lã de vidro ($\lambda = 0,045$) e laje de concreto de 10cm ($\lambda = 1,75$).
- $U = 0,513$: parede de tijolos maciços ($\lambda = 0,9$) de 10 cm de espessura, 4,9cm de espuma rígida de poliuretano ($\lambda = 0,03$) e 2 cm de reboco ($\lambda = 1,15$) em cada face.
- $U = 0,155$: cobertura de telhas cerâmicas ($\lambda = 0,9$), câmara de ar, 27cm de lã de vidro ($\lambda = 0,045$) e laje de concreto de 10cm ($\lambda = 1,75$).

Tabela 3.5: Fator solar dos componentes transparentes e translúcidos para as orientações norte, leste e oeste indicado pela Standard 90.1 para cidades brasileiras.

| Cidade brasileira | Área de janela na fachada | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------|----------|----------|----------|----------|
| | | 0-10% | 10,1-20% | 20,1-30% | 30,1-40% | 40,1-50% |
| Belém, Fortaleza, Recife | Comercial | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,19 |
| | Residencial | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,19 |
| Salvador, Rio de Janeiro | Comercial | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,19 |
| | Residencial | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,19 |
| Brasília, São Paulo, Porto Alegre | Comercial | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,17 |
| | Residencial | 0,39 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,17 |

Tabela 3.6: Fator solar dos componentes transparentes e translúcidos para a orientação sul indicado pela Standard 90.1 para cidades brasileiras..

| Cidade brasileira | Área de janela na fachada | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------|----------|----------|----------|----------|
| | | 0-10% | 10,1-20% | 20,1-30% | 30,1-40% | 40,1-50% |
| Belém, Fortaleza, Recife | Comercial | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,44 | 0,33 |
| | Residencial | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,44 | 0,33 |
| Salvador, Rio de Janeiro | Comercial | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,44 | 0,33 |
| | Residencial | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,44 | 0,33 |
| Brasília, São Paulo, Porto Alegre | Comercial | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,44 |
| | Residencial | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,43 |



Como exemplo de fator solar:

- 0,61 refere-se a um vidro cinza 6mm,
- 0,25 refere-se a um vidro refletivo CEB 108, prata, de 6mm, com uma face metalizada, e
- 0,17 não foi encontrado nos catálogos de vidros nacionais. Seria necessário utilizar um vidro duplo.

A tabela 3.7 apresenta um resumo das principais características da ASHRAE 90.1.

Tabela 3.7 -Resumo da ASHRAE 90.1.

| | |
|--|--|
| A norma fornece: | |
| - Requerimento Mínimo de eficiência de energia para o projeto e construção de novos edifícios; novas porções de edifícios e seus sistemas e novos sistemas e equipamentos para edifícios existentes; | |
| - Critério para determinar conformidade com essas exigências. | |
| As provisões da norma se aplicam: | |
| Ao envelope do edifício, fornecido que os espaços fechados são: | a) aquecidos por um sistema de aquecimento cuja capacidade seja maior ou igual a 3,4 Btu/h ft ² ou 10,7W/m ² b) refrigerado por um sistema de refrigeração cuja capacidade é maior ou igual a 5 Btu/h ft ² ou 15,8W/m ² . |
| Aos sistemas e equipamentos usados em conjunto com edificações: | a) aquecimento, ventilação e ar cond.; b) água quente; c) distribuição do sistema elétrico e quadro medidor; d) motores elétricos; e) iluminação. |
| Para obter Conformidade: | |
| Envoltória | |
| Paredes e Telhados - Utilizar um dos 2 métodos: | - Valores Mínimos de Resistência Térmica (R-value) para isolamento (resistência térmica do isolamento em cavidades e isolamento contínuo somente); - Valores Máximos de Transmitância Térmica (U-factor), |



| | |
|--|---|
| | Condutância Térmica (C-factor) ou Fator de Perda de Calor pelo perímetro (F-factor - para lajes de térreo) para todo o edifício. |
| Aberturas | <ul style="list-style-type: none">- A área vertical total da abertura deve ser menor que 50% do total da área da parede;- A conformidade com U-factor e SHGC deve ser demonstrado por todas aberturas. SHGC (solar heat gain coefficient) |
| Sistema de Iluminação e equipamentos | |
| Prescritivos – determinar a Densidade de Potência de Iluminação (LPD) com um dos métodos: | <ul style="list-style-type: none">- Método da Área Total: para determinar a potência de iluminação interna permitida;- Método de cálculo por Ambiente: método alternativo que permite maior flexibilidade |
| Obrigatórios | <ul style="list-style-type: none">- Controle automático de iluminação: a iluminação interna em edifícios maiores que 5000ft² (465m²) deve possuir um controle para desligamento automático em todos os espaços;- Iluminação de saída (de emergência);- Iluminação do terreno na área externa do edifício;- Potência de Iluminação para o exterior do edifício. |

Considerações Finais:

De acordo com a ASHRAE, usar a Standard 90.1 juntamente com os materiais de suporte educacional e de conformidade, é a melhor maneira de garantir que edifícios comerciais e residenciais altos atendam ao Energy Policy Act e aos códigos de edifícios.

A ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1 – 1999, *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*, foi estabelecida pelo DOE (Department of Energy) como a norma de referência para edifícios comerciais sob o Energy Policy Act de 1992. Além disso, a Standard 2001 também está incluída no IECC (*International Energy Conservation Code*) de 2003. A 90.1 é referenciada diretamente no capítulo 7 do IECC de 2003, o qual declara que edifícios comerciais e residenciais altos estão em conformidade com o IECC, se em conformidade com a 90.1-2001. O



IECC também permite aos usuários satisfazer os requerimentos do código usando, ou as provisões do capítulo 8 ou as provisões aplicáveis da Standard 90.1.

Como visto nas tabelas 3.1 e 3.2 (Códigos de Eficiência Energética – Residencial e Comercial), a Standard 90 original foi publicada em 1975 e edições revisadas foram publicadas em 1980, 1989 e 1999 usando os procedimentos de manutenção periódica da ASHRAE e ANSI. Baseado nestes procedimentos, a norma completa foi publicamente revisada e publicada inteiramente a cada vez. Entretanto, com a tecnologia e os preços da energia mudando rapidamente, a diretoria da ASHRAE votou em 1999 colocar a norma em manutenção constante, permitindo que a norma fosse atualizada várias vezes cada ano através da publicação de adendas aprovadas. Começando com a edição de 2001, a norma é agora publicada a cada 3 anos e toda adenda aprovada e erratas serão incluídas

ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004, *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*, já está disponível e pode ser obtida pelo site:

<http://resourcecenter.ashrae.org/store/ashrae>

A edição de 2004 possui várias novas características e inclui as mudanças resultantes das contínuas manutenções propostas pelo público. Uma das mudanças inclui a completa reformatação da norma para facilidade de uso e melhor clareza. As zonas climáticas, nesta nova edição, foram reduzidas de 26 para 8 e a parte da Iluminação também foi reduzida. O comitê aceita e encoraja sugestões para melhoria da norma, além disso, os usuários da norma podem receber avisos de todas as revisões, erratas e adendas aprovadas através de uma lista na internet, a qual pode se cadastrar gratuitamente.

ANSI/ASHRAE Standard 90.2-2004, *Energy-Efficient Design of Low-Rise Residential Buildings* também já se encontra disponível. A Standard 90.2 fornece requerimentos mínimos para o projeto energeticamente eficiente de edifícios residenciais. A norma da ASHRAE para edifícios residenciais agora contém somente as informações mínimas necessárias para projetar e reforçar os requerimentos de conservação de energia. As melhorias incluem a redução no número de tabelas necessárias para aplicar os requerimentos do envelope e simplificar sua aplicação.



Além disso, um novo apêndice normativo foi adicionado que permite aos usuários entrar em conformidade com as provisões prescritivas do envelope, aplicando um procedimento de equivalência (*trade off*) como alternativa. Este procedimento fornece a mesma flexibilidade que foi previamente coberta pelo sistema de equivalência existente, mas com um formato mais simples e de mais fácil aplicação.

As tabelas de clima existentes foram removidas e substituídas por um novo mapa e novas tabelas dos Estados Unidos que ilustram as oito zonas consideradas representativas das zonas climáticas mais aplicáveis para as normas de energia. A sessão também foi expandida para incluir dados internacionais.

Outras mudanças dessa nova edição incluem:

- a) Provisões que permitem que o isolamento das bordas das lajes seja omitido em áreas dos Estados Unidos onde é conhecido que infestações de cupins são muito grande. A experiência tem mostrado que material de isolamento colocado na borda externa de lajes em contato com o chão fornece meios para os cupins infestarem o edifício (perfurando o isolamento) sem deixar meios visíveis para detectar sua presença.
- b) Provisões para permitir aos usuários considerar o uso de telhados com alto valor de albedo em climas quente-úmido a fim de reduzir o uso de energia com ar-condicionado. A instalação destes telhados reflexivos permite aos usuários modificar a transmitância térmica do forro como um crédito para seu uso.
- c) Remoção de provisões para residências pré-fabricadas. Conservação de energia para estes tipos de residências já está coberta pelos requerimentos federais, os quais se antecedem (desqualificam) aos códigos de energia e normas tais como a 90.2.

Foi lançado recentemente o COMcheck-Web, um programa de demonstração de conformidade com o código de energia para edifícios comerciais, para ser utilizado pela internet. O programa é baseado na ASHRAE 90.1, IECC e vários outros códigos estaduais e funciona exatamente como o *software* COMcheck-EZ, mas evita a



necessidade de instalação do programa no computador. O programa também inclui um relatório em pdf e opções de *e-mail* com informações sobre a normalização de edifícios. O COMcheck-Web pode ser acessado na página:

<http://energycode.pnl.gov/COMcheckWeb/>

Em maio de 2005 também estará disponível o *REScheck Web-based Training*, o qual é uma demonstração de como usar o programa REScheck, ferramenta de auxílio para obter conformidade com o código de energia para edifícios residenciais. O programa pode ser acessado na página:

www.energycodes.gov/training/webex/rescheck.stm

3.3 Title 24 - Califórnia

A *Title 24, Californian Building Code* (www.energy.ca.gov/title24) faz parte de um dos 26 códigos do *Califórnia Code of Regulations*. A parte 6, *California's Energy Efficiency Standards for Residential and Nonresidential Buildings*, divide o clima do estado em 16 zonas climáticas e as atividades realizadas nas edificações em 8 grupos, sendo uma, residencial. As demais são: montagem, negócios, educacional, industrial, pesado, mercantil e armazenamento. É obrigatório o seu atendimento para todas as edificações condicionadas, seja para aquecimento ou resfriamento. As edificações são classificadas como residenciais horizontais (individuais ou coletivas com no máximo 3 pavimentos), com requisitos específicos para este uso. As demais devem atender a outros requisitos, elaborados para as edificações não residenciais, residenciais verticais e para hospedagem (hotéis e similar).

Uma nova edificação na Califórnia deve atender a requisitos obrigatórios para a **envoltória**, de **aquecimento de água**, de **condicionamento de ar e de iluminação**, seguidos então da opção de utilizar um método prescritivo ou um método de avaliação do desempenho térmico da edificação.

O método prescritivo indica limites máximos ou mínimos de **resistência térmica**, **transmitância térmica** e **fator solar** de materiais ou componentes da envoltória em função da massa do componente ou de sua orientação geográfica.



Já o método de avaliação do desempenho compara o desempenho da edificação proposta com o de uma edificação similar cujas características atendem aos métodos prescritivos através de cálculos ou de simulação computacional. Equipamentos e sistemas de condicionamento de ar também devem ser selecionados e projetados através de cálculos ou de um programa computacional. Já o sistema de iluminação artificial deve ter uma densidade de potência de iluminação que não ultrapasse um máximo estabelecido, e deve ser calculada através de um dos três métodos: uma densidade para a edificação inteira, uma densidade ponderada por pesos de acordo com a área de densidades secundárias de potência de iluminação ou por ambiente de acordo com as iluminâncias necessárias para a atividade desenvolvida em cada ambiente. [OFFICE OF THE AUSTRALIAN BUILDING CODES, 2000]

O “*Energy Efficiency Standards for Residential and Nonresidential Buildings*” foi estabelecido em 1978 em resposta ao mandato legislativo para reduzir o consumo de energia da Califórnia. A *Title 24* é revisada periodicamente para permitir considerações e possíveis incorporações de novas tecnologias em eficiência energética e novos métodos. Sua última edição é de 2001, porém já existe uma versão mais atualizada para ter efeito em outubro de 2005, aprovada no final do ano de 2003.

Após 24 anos de atuação, a última versão atingiu um estágio que exige que edificações não residenciais instalem [NATIONAL ENVIRONMENTAL EDUCATION & TRAINING FOUNDATION, 2003]:

- coberturas “frias”, ou seja, de alta reflexão e com isolamento térmico, a fim reduzir em 10^oC a temperatura de superfície da cobertura e em 20% os custos com o ar-condicionado.
- controle de liga-desliga na iluminação artificial em ambientes atendidos por iluminação zenital
- sistema de iluminação artificial mais eficiente

A norma de eficiência energética para edifícios da Califórnia permitiu economizar mais do que 36 bilhões de dólares em custos com eletricidade e gás natural desde 1978.



A nova norma tem por objetivo economizar mais 180 MW da carga de pico anual em relação à de 2001. Vale lembrar que em 1998 foi expedido um alerta energético para redução do consumo de energia pelos grandes consumidores sob risco de um colapso no sistema energético do estado [CALIFORNIA ENERGY COMMISSION STAFF, 1999].

4. Classificação de Edificações Eficientes: programas de incentivo através de pontuações.

Classificar o desempenho energético de edifícios está se tornando um aspecto de extrema importância do edifício em operação. Um edifício com uma alta classificação pode ser elegível para um reconhecimento especial através de um programa obrigatório ou voluntário. Este reconhecimento valoriza o imóvel, aumentando seu valor de venda ou de aluguel. Além disso, os sistemas de classificação também ajudam a identificar edifícios que consomem muita energia, fornecendo, então, oportunidade para que medidas de conservação energética serem tomadas. O sistema de classificação de edifícios é um fenômeno crescente e usado por vários países (Olofsson et al, 2004).

O primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios veio com a constatação que, mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de projeto ecológico, não possuíam meios de verificar o quanto seus edifícios eram sustentáveis. Muitas vezes, edifícios projetados utilizando conceitos ecológicos consumiam ainda mais energia que aqueles resultantes de práticas comuns de construção. O segundo grande impulso no interesse pela avaliação ambiental de edifícios veio com o consenso entre pesquisadores e agências governamentais quanto à classificação de desempenho atrelada aos sistemas de certificação ser um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental tanto do estoque construído quanto de novas edificações (Silva, 2003).

Verifica-se, por experiências, que o aumento nos níveis mínimos de desempenho aceitáveis dependem necessariamente de alterações nas demandas do mercado, sejam elas voluntárias ou originadas de exigências normativas. Especificamente sobre o desempenho ambiental, estas alterações não serão possíveis



até que os empreendedores da construção civil e os usuários dos edifícios tenham acesso a métodos relativamente simples que lhes permitam identificar aqueles edifícios com melhor desempenho (NRCan/CANMET, 1998 apud Silva, 2003). Sob este aspecto, o alcance das exigências normativas é limitado à garantia de atender um desempenho mínimo, não havendo incentivo para procurar atender a patamares superiores. Os sistemas de classificação, de adoção voluntária, por outro lado, pretendem que o próprio mercado impulse a elevação do padrão ambiental, seja por comprometimento ambiental ou por questão de competitividade e diferenciação de mercado.

Atualmente, praticamente todos os países da Europa, além de Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong, possuem um sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios (ver tabela 4.1).

A maioria dos programas de classificação têm tido pequena repercussão, atingindo menos que um por cento dos edifícios construídos. Entretanto, recentemente programas maiores têm sido lançados. A *Environmental Protection Agency* (EPA) dos Estados Unidos possui programas para edifícios comerciais e residenciais, os quais já envolvem mais de mil edifícios. A União Européia propôs medidas para promover eficiência energética de edifícios (Diretrizes Européias de 2001 e 2002), as quais incluem métodos para estimar o consumo de energia de edifícios, limites de máximo uso de energia em edifícios novos e reformados, além de classificação de energia e inspeções regulares de *boilers* e sistemas de ar condicionado.



Tabela 4.1 - Sistemas de Avaliação e Classificação de desempenho ambiental de edifícios e programas de incentivo utilizados em diversos países.

| País | Sistema | Comentários |
|----------------|---|--|
| Reino Unido | BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) | Sistema com base em critérios e benchmarkings. Um terço dos itens avaliados são parte de um bloco opcional de avaliação de gestão e operação para edifícios em uso. Os créditos são ponderados para gerar um índice de desempenho ambiental do edifício. O sistema é atualizado regularmente. |
| | PROBE (Post-occupancy Review of Building Engineering) | Projeto de pesquisa para melhorar a retro-alimentação sobre desempenho de edifícios, através de avaliações pós-ocupação (com base em entrevistas técnicas e com os usuários) e de método publicado de avaliação e relato de energia. |
| Estados Unidos | LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) | Inspirado no BREEAM. O sistema é atualizado regularmente e versões para outras tipologias estão em estágio piloto. (www.usgbc.org) |
| | MSDG (Minnesota Sustainable Design Guide) | Sistema com base em critérios (emprego de estratégias de projeto ambientalmente responsável) Ferramenta de auxílio ao projeto |
| | Energy Star (*) | Programa do governo que fornece soluções custo-efetivas, ajudando a indústria/comércio e indivíduos a protegerem o ambiente através da eficiência energética. Estabelecido pelo Environmental Protection Agency (EPA) em 1992 e engloba mais de 35 produtos para residências e escritórios, edifícios novos e organizações. (www.energystar.gov) |
| | Cal-Arch (*) | Sistema de classificação para edifícios comerciais desenvolvido para a Califórnia. (http://poet.lbl.gov/cal-arch) |
| Internacional | GBC (Green Building Challenge) | Sistema com base em critérios e benchmarks hierárquicos. Ponderação ajustável ao contexto de avaliação. |
| Hong Kong | HK-BEAM (Hong Kong Building Environmental | Adaptação do BREEAM 93 para Hong Kong, em versões para edifícios de escritórios novos ou em uso, e residenciais. Não pondera. |



**Laboratório de Eficiência Energética em
Edificações
Engenharia Civil - UFSC**

www.labeee.ufsc.br
Fone: (48) 331-5184 / 5185

energia@labeee.ufsc.br
Fax: (48) 331-5191



| | Assessment Method) | |
|-----------|--|--|
| Alemanha | EPIQR | Avaliação de edifícios existentes para fins de melhoria ou reparo. |
| Suécia | EcoEffect | Método de LCA (Life-cycle analysis) para calcular e avaliar cargas ambientais causadas por um edifício ao longo de uma vida útil assumida. Avalia uso de energia, uso de materiais, ambiente interno, ambiente externo e custos ao longo do ciclo de vida. |
| | Environmental Status of Buildings | Sistema com base em critérios e benchmarks, modificado segundo as necessidades dos membros. |
| Dinamarca | BEAT 2002 | Método de LCA (Life-cycle analysis), que trata os efeitos ambientais da perspectiva do uso de energia e materiais. |
| Noruega | EcoProfile | Sistema com base em critérios e benchmarks hierárquicos, influenciado pelo BREEAM. Possui duas versões: edifícios comerciais e residenciais. |
| Finlândia | PromisE Environmental Classification System for Buildings | Sistema com base em critérios e benchmarks, com ponderação fixa para quatro categorias: saúde humana (25%), recursos naturais (15%), consequências ecológicas (40%) e gestão de risco (20%). |
| Canadá | BEPAC (Building Environmental Performance Assessment Criteria) | Inspirado no BREEAM e dedicado a edifícios comerciais novos ou existentes. O sistema é orientado a incentivos, e distingue critérios de projeto e de gestão separados para o edifício-base e para as formas de ocupação que ele abriga. |
| | BREEAM Canada | Adaptação do BREEAM |
| Áustria | Comprehensive Renovation | Sistema com base em critérios e benchmarks para residências para estimular renovações abrangentes em vez de parciais. |
| França | ESCALE | Sistema com base em critérios e benchmarks. Pondera apenas os itens nos níveis inferiores. O resultado é um perfil de desempenho global, detalhado por sub-perfis. |



**Laboratório de Eficiência Energética em
Edificações
Engenharia Civil - UFSC**

www.labeee.ufsc.br
Fone: (48) 331-5184 / 5185

energia@laabeee.ufsc.br
Fax: (48) 331-5191



| | | |
|--------------------------------|--|---|
| Japão | CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) | Sistema com base em critérios e benchmarks. Composto por várias ferramentas para diferentes estágios do ciclo de vida. |
| | BEAT (Building Environmental Assessment Tool) | Ferramenta LCA (Life-cycle analysis). |
| Austrália | NABERS (National Australian Building Environment Rating Scheme) | Sistema com base em critérios e benchmarks para edifícios novos e existentes. Atribui uma classificação única, a partir de critérios diferentes para proprietários e usuários. Em estágio piloto. |
| Fonte: Silva (2003) exceto (*) | | |



Os sistemas de classificação ou “*benchmarking*” podem ser categorizados pelo método no qual a informação do sistema de classificação ou referência é fornecida. Existem 4 tipos de técnicas de determinação de *benchmarking*: Análise estatística (também conhecida como Modelo baseado na Regressão); sistema de classificação baseado em Pontos; sistema de classificação baseado em Modelo de Simulação; e sistemas de Hierarquia e Medida de Uso-Final. (Kinney, S. and M. Piette, 2002)

Como exemplo de sistema de classificação baseado em Pontos temos o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design do USGBC). Nesse caso, o sistema não permite comparação com outros edifícios, e sim, fornece padrões e guias de projeto para medir o quanto eficiente e ambientalmente amigável é um edifício, além de compará-lo com os padrões de “boa prática” de projeto. A contagem do LEED é feita de créditos atribuídos por satisfazer diferentes critérios, incluindo eficiência energética e outros fatores ambientais.

Sistemas de Hierarquia e Medida de Uso-Final se refere à geração de marca de referência (*benchmark*) que faz a ligação do uso de energia com o clima e requerimentos funcionais. Este método é útil por levar mais em consideração as diferenças nas características que afetam o uso de energia, entretanto o tipo de dados requeridos não é facilmente disponível.

No método de Análise estatística, valores estatísticos para uma população de edifícios similares são usados para gerar uma marca de referência contra o qual a medida EUI (*Energy Use Intensity*) de um edifício é comparada. Este método requer grande quantidade de dados para produzir uma amostra de tamanho razoável para comparação dos edifícios. Cal-Arch pede à sua base de dados por edifícios similares e fornece um histograma e valores estatísticos para a distribuição dos resultados. O sistema Energy Star possui um método diferente, na tentativa de levar mais em conta as diferenças entre edifícios através do uso de modelos e métodos de normalização que são usados para gerar uma pontuação eficiente.

Sistemas de classificação baseado em Modelo de Simulação calcula a marca de referência baseado em um modelo idealizado de desempenho de edifício, tal como DOE-2. Os modelos têm muitos usos em sistemas de classificação e têm a vantagem que eles podem ser adaptados / refinados para levar em conta um grande intervalo de fatores que contribuem para a variação no uso de energia. Eles também podem ser



usados para gerar metas e comparar alternativas de projeto. Uma desvantagem para muitos usuários é que eles são, de fato, modelos de simulação, e marcas de referências baseadas em modelos podem não estar bem calibrados ao banco de dados de edifícios reais. (Kinney, S. and M. Piette, 2002)

Os principais sistemas e programas de classificação de edifícios utilizados nos Estados Unidos serão descritos a seguir:

4.1 Energy Star:

Energy-Star é um programa governamental que ajuda indivíduos e empresas a proteger o ambiente através da eficiência energética. *EnergyStar* é uma parceria dinâmica entre governo e indústria que oferece soluções aos consumidores e empresas, tornando mais fácil economizar dinheiro ao mesmo tempo em que protege o ambiente para futuras gerações (www.energystar.gov).

Em 1992, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA - Environmental Protection Agency) introduziu o *label Energy Star* como um programa de classificação voluntária projetada para identificar produtos energeticamente eficientes para reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa. Computadores e monitores foram os primeiros produtos a utilizar o *label*. A partir de 1995, o EPA expandiu o *label EnergyStar* para outros produtos de escritório e equipamentos de aquecimento e refrigeração para residências. Em 1996, o EPA em parceria com o *Department of Energy* (DOE), expandiram o *label* para produtos de outras categorias. *EnergyStar* está agora na maioria dos eletrodomésticos, equipamentos de escritórios, iluminação, aparelhos eletrônicos e outros. Além disso, o EPA também levou o sistema de classificação *EnergyStar* para novos edifícios residenciais e comerciais, bem como para edifícios industriais. Através das suas parcerias, o programa distribui informações técnicas e ferramentas que as organizações e os consumidores necessitam para escolher soluções eficientes em termos de energia. A implementação do programa tem representado uma economia para as organizações, empresas e para consumidores dos Estados Unidos da ordem de 8 bilhões de dólares por ano.

Como funciona o programa:



a) Para residências:

O programa ajuda o consumidor a fazer a escolha de produtos energeticamente eficientes, o que representa uma economia de energia para as famílias de aproximadamente um terço nas suas contas de eletricidade.

Ao procurar por novos produtos domésticos, o programa incentiva as pessoas a procurar aqueles que possuem a marca ENERGY STAR. Estes produtos atendem as estritas diretrizes de eficiência energética estabelecidos pela agência EPA e pelo DOE.

Se o consumidor está procurando por uma nova casa, o programa orienta para procurar por aquelas que tenham sido contempladas com a marca ENERGY STAR. Além disso, se o indivíduo deseja fazer algum melhoramento ou grande reforma na sua residência, o EPA oferece algumas ferramentas e recursos para ajudar no planejamento e execução do projeto com o objetivo de reduzir as contas de energia e melhorar o conforto.

b) Para empresas:

Através das parcerias, o programa oferece uma estratégia de gerenciamento de energia que ajuda na medição do desempenho da energia atual, estabelecer metas, perseguir medidas de economia, e fazer melhorias gratificantes.

A EPA também reconhece os edifícios com desempenho superior, atribuindo o selo ENERGY STAR.

Ver maiores detalhes do sistema de classificação Energy Star na seção 4.3, ao se comparar seus principais atributos com o Cal-Arch.

4.2 LEED:

O sistema LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é uma norma nacional voluntária, baseada em consenso, criada para o desenvolvimento de edifícios de alta performance e sustentáveis. O sistema LEED foi desenvolvido pelos membros do *U.S. Green Building Council*, representando todos segmentos da indústria da construção civil. O LEED se encontra atualmente disponível ou sob desenvolvimento para os seguintes setores:



- Novos Edifícios Comerciais e grandes projetos de renovação (LEED-NC);
- Edifícios Existentes (LEED-EB);
- Projetos de interiores de edifícios comerciais (LEED-CI);
- Projetos da Envoltória e da parte central do edifício (LEED-CS);
- Residências (LEED-H);
- Desenvolvimento do Bairro (localidade) (LEED-ND).

Os principais objetivos do sistema LEED são:

- Definir “*green building*” por estabelecer um padrão comum de medição;
- Promover a prática de projeto integrado, do edifício como um todo;
- Reconhecer a liderança ambiental na indústria da construção;
- Estimular a competição na construção sustentável;
- Aumentar a consciência nos consumidores dos benefícios de edificações sustentáveis;
- Transformar o mercado da construção.

O programa fornece uma estrutura completa para acessar o desempenho do edifício e atender as metas de sustentabilidade. Baseado em padrões científicos bem fundamentados, o LEED enfatiza estratégias para o desenvolvimento sustentável local, aproveitamento de água, eficiência energética, seleção de materiais e qualidade ambiental interna. O programa reconhece os sucessos alcançados e promove o conhecimento em edifícios sustentáveis através de um sistema amplo, oferecendo certificação de projeto, suporte profissional, treinamento e recursos práticos (www.usgbc.org).

Histórico:

O *US Green Building Council* (USGBC) foi fundado em 1993 e a nova organização tinha como sua primeira meta a criação de um sistema de classificação em sustentabilidade, através da *American Society of Testing and Materials* (ASTM). Por volta de 1995, o esforço da ASTM declinou em favor de criar um sistema de classificação independente sob a bandeira da USGBC. Rob Watson tornou-se o representante do comitê responsável por formular o LEED - o sistema de classificação “*Leadership in Energy and Environment Design*”. Pelos próximos 3 anos o comitê



considerou e então rejeitou vários modelos de sistemas de classificação, incluindo *Austin, Texas, Green Builder program*, um modelo canadense (BEPAC) e o *Green Building Challenge*. O candidato mais óbvio era o sistema britânico BREEAM, mas este também foi rejeitado. Primeiramente porque o sistema se apóia no desenvolvimento de uma elaborada infraestrutura, essencialmente um grupo nacional de órgãos oficiais de códigos; e segundo, porque o BREEAM era visto como focando primariamente na redução de emissão de dióxido de carbono, enquanto o comitê do LEED queria se direcionar a um grupo mais amplo de impacto de energia (White Paper on Sustainability Report, 2003).

A versão-piloto (LEEDTM 1.0) foi aprovada pelos membros do USGBC e lançada em janeiro de 1999. O desempenho ambiental do edifício é avaliado de forma global, ao longo de todo o seu ciclo de vida, numa tentativa de considerar os preceitos essenciais do que constituiria um “*green building*”.

Na versão piloto, os créditos relacionados à energia não eram suficientemente relacionados ao desempenho. O resultado foi a versão 2.0, a qual foi aprovada em março de 2000. O LEED 2.0 expandiu os créditos para um máximo de 69 pontos. Os intervalos limites das várias categorias - Bronze (agora transformado em Certified), Silver, Gold e Platinum - foram expandidos. O guia de recursos foi revisado e atualizado.

Com refinamentos adicionais, lançado em 2003, o LEED 2.1 começou, em poucos anos, a transformar a indústria de projeto e construção (que corresponde a 315 bilhões de dólares americanos). Em setembro de 2003, 948 projetos, representando aproximadamente 13 milhões de metros quadrados, foram registrados no programa. O sistema de classificação LEED tem se expandido internacionalmente com a aprovação do LEED no Canadá, e outros países estão olhando para esse programa como um possível modelo de sustentabilidade.

Os Princípios Básicos do LEED:

O programa *Leadership in Energy and Environmental Design* é, nas palavras do conselho USGBC, “um sistema de classificação de desempenho consensual e orientado para o mercado, visando acelerar o desenvolvimento e a implementação de práticas de projeto e construção ambientalmente responsáveis”. Acreditava-se que, enquanto os



métodos tradicionais de regulamentação ajudaram a melhorar as condições, a eficiência energética e o desempenho ambiental dos edifícios, programas voluntários permitiriam estimular o mercado para acelerar o alcance das metas estabelecidas, ou mesmo ultrapassa-las (USGBC, 2001).

O LEED é dividido em 7 categorias: *siting* (desenvolvimento sustentável local); *water conservation* (uso eficiente da água); *energy* (energia); *materials* (materiais); *indoor environmental quality* (qualidade ambiental interna); *innovation* (inovação) e *design* (processo de projeto). Cada categoria contém um número de créditos específico; cada crédito corresponde a um ou mais pontos possíveis (ver tabela 4.2).

Tabela 4.2: Estrutura de Avaliação do LEED

| Categoria | Pontos Possíveis (% do total) |
|---------------------------|-------------------------------|
| Sustainable sites | 14 (20%) |
| Water Efficiency | 5 (7%) |
| Energy/ atmosphere | 17 (25%) |
| Materials/ resources | 13 (19%) |
| Indoor Evaluation Quality | 15 (22%) |
| Innovation | 4 (6%) |
| Accredited professional | 1 (1%) |
| Total | 69 (100%) |

(fonte: USGBC)

Um projeto que ganha pontos suficientes (26) pode tornar-se “LEED Certified”, atingindo 33 pontos ganha a classificação Silver, 39 pontos - Gold e 52 pontos ou mais - Platinum.

Tabela 4.3: Níveis de classificação do LEED

| Níveis de classificação | Pontos |
|-------------------------|---------|
| LEED Certified | 26 a 32 |
| Silver | 33 a 38 |
| Gold | 39 a 51 |
| Platinum | 52 a 69 |

(fonte: USGBC)

O critério mínimo de nivelamento exigido para avaliação de um edifício pelo LEED é o cumprimento de uma série de pré-requisitos. Satisfeitos todos estes pré-requisitos, o edifício torna-se elegível a passar para a etapa de análise e classificação de desempenho, dada pelo número de créditos obtidos.

As categorias que estão diretamente relacionadas ao consumo de energia são: *Water efficiency*; *Energy and Atmosphere*, e *Indoor environmental quality*.



Para garantir pontos na categoria **do uso eficiente da água**, deve-se: reduzir o consumo para irrigação em 50%; usar somente água da chuva para irrigação, ou não instalar sistemas de irrigação no local; reduzir o uso da água para o esgoto local em 50%, ou tratar 100% da água residual no local para uso terciário; usar 20% ou 30% menos água (não incluindo água para irrigação) comparado com os requerimentos de desempenho fixados pelo *Energy Policy Act*.

Para ganhar pontos na categoria de **energia**, o projeto precisa usar procedimentos de “boa prática”. Deve-se projetar em conformidade com a ASHRAE/IESNA 90.1 – 1999 ou de acordo com código local mais rigoroso. Não usar refrigerantes CFCs nos sistemas de refrigeração ou aquecimento artificial. Pontos para: reduzir os custos com o projeto da energia em 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, ou 60%; suprir 5%, 10%, ou 20% do uso total de energia via sistemas locais renováveis; fornecer 50% da eletricidade a partir de fontes renováveis sob um contrato de dois anos.

Em termos de **qualidade ambiental interna**, os pontos relacionados com a eficiência energética são adquiridos com as seguintes medidas: projetar em conformidade com a ASHRAE 55-1992, Adenda 1995, para padrões de conforto térmico; instalar um sistema permanente de monitoramento de temperatura/umidade; atingir um *Daylight factor* de 2% (excluindo penetração solar direta) em 75% ou 90% de todo o espaço ocupado para tarefas críticas.

De acordo com (White Paper on Sustainability Report, 2003), enquanto se supõe produzir edifícios melhores e mais sustentáveis através do programa LEED, o processo por si só não garante ótimos resultados. Um estudo da Universidade de Michigan concluiu que enquanto o LEED parece estar alcançando seus objetivos de *eco-labeling* como ferramenta política e de mercado, o programa não é tão bem sucedido como sendo uma metodologia ampla para avaliação de impacto ambiental.

Obviamente, para criar um edifício bem projetado e totalmente sustentável, é muito mais complexo do que seguir uma *checklist*.

Um número de questões mais substantivas e complexas que estão sendo discutidas pelos membros do comitê do programa e do USGBC inclui o seguinte:

- Como considerar diferenças regionais (clima, água, sol, fontes de energia) no contexto de um programa nacional;



- Como estabelecer (se necessário), um “peso” de pontos mais racional. Um relatório do *Federal Environmental Executive* declara que, enquanto o LEED tem certos pré-requisitos, estes são freqüentemente de condições mínimas. Como resultado, é possível ter um desempenho fraco ou relativamente na média em algumas áreas e mesmo assim obter a classificação “certified”;
- Introduzir avaliação do ciclo de vida na estrutura do LEED, de maneira que o desempenho dos componentes e da estrutura do edifício a longo prazo seja dada maior consideração do que na versão atual do método.

4.3 Cal-Arch:

Um sistema de classificação ou *energy benchmarking* permite a comparação do uso de energia de um edifício como um todo com o uso de energia de um grupo de edifícios similares. Esta classificação fornece um ponto de partida útil para auditorias de energia individuais e para estabelecer metas de conservação de energia em edifícios.

Cal-Arch é um “*building energy benchmarking database*” desenvolvido para a Califórnia (<http://poet.lbl.gov/cal-arch/>). Atualmente, Cal-Arch usa dados existentes de uma pesquisa desenvolvida na Califórnia CEUS (*Commercial End Use Survey*). Cal-Arch é baseado no programa Arch, o qual foi desenvolvido como uma ferramenta de demonstração simplificada, que usa o CBECS (*Commercial Building Energy Consumption Survey*, desenvolvido pelo DOE). Com exceção do Cal-Arch, todas as ferramentas disponíveis na internet utilizadas nos EUA são baseadas no CBECS. Futuras versões do Arch/Cal-Arch pretendem usar fontes de dados adicionais. Cal-Arch pretende fornecer informações mais apropriadas para edifícios da Califórnia. Este sistema de classificação não fornece um *score*, mas fornece a intensidade do uso de energia (EUI – energy use intensity) para todos edifícios similares no banco de dados, com as informações estatísticas relevantes. EUI é o sistema de medida mais comum do uso de energia, usualmente medido em kBtu anual ou watts por pé quadrado por ano. (Kinney, S. and M. Piette, 2002)

O uso de modelos de simulação em conjunto com os dados reais está sendo explorado no desenvolvimento do Cal-Arch. Enquanto a informação das características do edifício da lista CEUS é muito detalhada, algumas seções do banco de dados não contém informações completas do uso de energia, incluindo somente o uso final de



energia, coletados através de entrevistas no local. Então, para a maioria dos edifícios do banco de dados CEUS somente o uso de energia elétrica fornecido pelo levantamento *in loco* pode ser usada para classificação, sem a ajuda de dados modelados. (Kinney, S. and M. Piette, 2002)

Características dos sistemas Energy Star e Cal-Arch:

É importante esclarecer sobre os prós e contras de um modelo de *benchmarking* baseado em regressão comparado com uma simples visualização de dados fornecido pelas ferramentas Arch e Cal-Arch. A vantagem maior do sistema de classificação Energy Star é que este sistema vai mais longe ao fornecer um “*ranking*” de eficiência – a pontuação. Um edifício recebe uma pontuação entre 1 e 100 pontos; uma pontuação de ao menos 75 é requerida para adquirir o *label* Energy Star. Esta avaliação fornece ao usuário um método claro de análise, o que encoraja aos proprietários de edifícios a desempenhar reformas ou melhorar o sistema de operação para garantir que o edifício alcance a meta de eficiência.

No desenvolvimento do Cal-arch, estão sendo examinados como os edifícios da Califórnia se comparam com o estoque nacional de edifícios. A questão levantada é se os edifícios da Califórnia são mais eficientes dentro do método de classificação do Energy Star. Recentes trabalhos sugerem que sim. O EPA identificou 128 edifícios de escritório da Califórnia dentro do CBECS. Enquanto os edifícios de escritório do CBECS (um total de 776) recebem uma pontuação média de 50, os edifícios comerciais da Califórnia da mesma lista recebem uma média 60, ou 10 pontos a mais, o que vem a ser estatisticamente significativo.

Há muitas possíveis explicações para o fato de edifícios da Califórnia receberem pontuações mais altas. Uma delas pode ser em relação as variáveis climáticas consideradas no modelo do sistema Energy Star. A variável climática considerada no modelo para edifícios de escritórios é graus-dia para refrigeração (CDD- *cooling degree days*), enquanto que para edifícios escolares, a variável considerada no modelo de regressão é graus-dia para aquecimento (HDD – *heating degree days*). Os dados de HDD e CDD para a maioria dos estados dos EUA estão correlacionados, entretanto para alguns estados, incluindo a Califórnia, não há correlação entre os dados. Então, existe a possibilidade de que para um dado edifício de escritório da Califórnia, o



modelo utilizado pelo Energy Star prediz um EUI mais alto, e conseqüentemente o desempenho do edifício resulta melhor do que os dados de comparação. Este exemplo não demonstra a magnitude do efeito, mas é usado para ilustrar alguns dos desafios técnicos no desenvolvimento de modelos baseado em regressão para classificação de edifícios. (Kinney, S. and M. Piette, 2002)

Os sistemas de classificação Energy Star e Cal-Arch são, ambos, baseados em banco de dados contendo características de edifícios e dados de consumo de energia. Estes bancos de dados são montados através de pesquisas e entrevistas *in loco*. O Energy Star é baseado no banco de dados nacional desenvolvido pelo DOE/EIA em edifícios comerciais, o CBECS. O Cal-Arch utiliza dados de uma pesquisa desenvolvida em 1992 em edifícios comerciais da Califórnia – CEUS. Todas estas pesquisas são baseadas em questionários. (Matson and Piette, 2005)

O CBECS e o CEUS são, portanto, banco de dados originados de pesquisas em edifícios que incluem numerosas questões sobre dimensões e tamanho de edifícios, ocupação e fatores operacionais, sistemas e equipamentos, além do consumo de energia.

Os dois fatores mais importantes afetando o *benchmarking* do edifício em relação à energia são a área de piso e o consumo de energia anual. A precisão destes valores é essencial para o cálculo realístico da pontuação para o Energy Star e para a comparação do EUI (intensidade do uso de energia) do edifício com aquele de edifícios similares do sistema Cal-Arch.

A tabela 4.4 fornece um sumário das características dos sistemas de classificação Energy Star e Cal-Arch. Estes sistemas podem ser usados separadamente ou juntos para avaliar o desempenho de energia de um edifício específico. Ambos modelos são altamente dependentes da precisão da área de piso e consumo de energia – valores os quais são usados para derivar a intensidade do uso de energia do edifício (EUI).



Tabela 4.4 – Características do Energy Star e Cal-Arch

| | Energy Star | Cal-Arch |
|--|--|--|
| Fonte dos dados | | |
| Fonte | CBECS – Commercial Building Energy Consumption Survey | CEUS – California Commercial End-Use Survey |
| Cobertura Geográfica | Nacional | Estado da Califórnia |
| Tipo de Pesquisa | Por telefone, assistida por computador | Pesquisa <i>in loco</i> |
| Tipo de questões | Características do edifício e tipo de ocupação, dados do consumo de energia | |
| Qualidade dos dados | Área de piso e dados de consumo de energia para observações individuais podem ser estimados | |
| Tipo de Modelo Estatístico | Regressão | De distribuição |
| Nível de detalhe requerido dos dados de entrada | Localização, tipo de edifício, características do edifício e de ocupação, dados do consumo de energia. | Localização, tipo de edifício, área de piso, dados do consumo de energia. |
| Normalização | - Consumo de energia por pé quadrado por ano; - Normalização climática dos dados de consumo de energia | - Consumo de energia por pé quadrado por ano; - Nenhuma Normalização climática dos dados de consumo de energia; - Comparação da intensidade do uso de energia para edifícios similares em zonas climáticas similares ou do estado. |
| Medidas de Saída | | |
| Gráficas | Portfólio com base na <i>web</i> com telas de entrada e resultados de desempenho de edifícios sumarizados. | Ferramenta com base na <i>web</i> com telas de entrada e histogramas de distribuição, percentagens acumuladas e resultados estatísticos. |
| Pontuação | 1 – 100, comparado com o banco de dados nacional (75+ pode solicitar o <i>label</i> Energy Star. | Porcentagem de edifícios com intensidades de uso de energia EUIs mais baixo. |
| Fonte de energia (primária)vs. Energia Local | - Dados de entrada de energia local - Fonte de energia usada para cálculos de pontuação. | - Dados de entrada de energia local - Resultados de energia local ou da fonte de energia disponíveis. |

Fonte: (Matson and Piette, 2005)



5. Discussão Final:

O Governo dos Estados Unidos possui uma política rigorosa de Códigos de Energia. O Governo exige que os estados tenham esses códigos iguais ou melhores do que a ASHRAE, inclusive para receber ajuda financeira do governo federal dos EUA o estado deve possuir um Código em adoção. Muitos estados possuem seus códigos baseados em alguma versão da ASHRAE/IESNA 90.1.

Através do levantamento da experiência em normalização em Eficiência Energética nos EUA, alguns aspectos importantes podem ser ressaltados. Para adoção de um código, deve-se primeiramente fazer um planejamento para sua implementação. Isso inclui:

- **Aumentar a conscientização** da comunidade dos construtores e projetistas, através de campanhas e incentivos do governo;
- **Disponibilizar materiais em conformidade** com o código, desenvolver manuais e ferramentas de apoio;
- Planejar um **programa de treinamento** para construtores e profissionais da área.
- Prever um **tempo de adaptação** para os construtores na adoção e implementação de qualquer nova regulamentação.

No Brasil, para se desenvolver um sistema de classificação baseado num método de Análise Estatística é necessário o **desenvolvimento de um Banco de Dados** com as características de edifícios e dados de consumo de energia nas várias regiões do país. Estes bancos de dados são montados através de levantamento de informações e entrevistas *in loco*. Entretanto, é importante ter em mente que, sob a perspectiva de um sistema de classificação baseado somente em banco de dados do uso de energia, não existe garantia que o edifício com baixo consumo é necessariamente eficiente. O consumo de energia pode ser baixo somente porque o edifício está vazio na maior parte do tempo ou por não fornecer certos serviços que tornariam o lugar mais agradável. Já o método baseado em simulação revela o comportamento ideal de um edifício ou seu comportamento com condições padronizadas de operação e clima. Através da simulação, variáveis tais como *schedules* e *set points* podem ser controladas. Embora as



simulações são limitadas às avaliações do sistema do envelope, equipamentos, clima e *schedules* de ocupação, também podem ser calibradas para avaliar a influência dos usuários. Porém, se o sistema de classificação almeja refletir a relativa eficiência energética de edifícios ocupados, a real influência dos usuários deve ser levado em consideração. Esta avaliação deve ser baseada em estatísticas de energia de edifícios ocupados. Olofsson et al (2004) sugere que as simulações são úteis para acessar se a energia é utilizada eficientemente, bem como para descobrir melhoramentos em termos de eficiência energética para o edifício investigado, entretanto para encontrar o nível de eficiência energética relativo, será necessário se ter acesso ao real impacto dos usuários e dados estatísticos de edifícios ocupados.. O uso de modelos juntamente com dados reais (estatísticas) já está sendo explorado no desenvolvimento do sistema de classificação Cal-Arch (Kinney and Piette, 2002).

O princípio básico para obter edifícios eficientes em termos de energia é fazer o melhor uso de recursos climáticos locais para, então, fornecer condições internas confortáveis. Portanto, a **classificação de regiões climáticas** e o **estudo do efeito dos diferentes climas no projeto** são os principais fatores para a implementação e aplicação de um código de energia em edifícios. Como visto, as normas de energia fornecem as estratégias e os requerimentos prescritivos de acordo com as regiões climáticas.

No Brasil, recentemente novas publicações da ABNT/CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil incluem a ABNT NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: “*Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social*”. Esta norma estabelece um zoneamento bioclimático brasileiro, abrangendo um conjunto de recomendações e estratégias construtivas destinadas às habitações unifamiliares de interesse social. A divisão do território brasileiro considerou oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima. A definição das zonas climáticas pela ASHRAE classifica oito cidades brasileiras apenas em duas zonas: (Very Hot-Humid e Hot-Humid), o que não corresponde a realidade. Isto pode ser demonstrado pelos valores de transmitância térmica recomendados na tabela 3.4 que não apresentam variação de uma cidade para outra.



Baseado na experiência dos Estados Unidos, outras questões importantes que devem ser incorporadas tanto no desenvolvimento de normas em eficiência energética, como na criação de um sistema de classificação inclui o seguinte:

- considerar as **diferenças regionais** (clima, água, sol, fontes de energia) no contexto de um programa nacional;
- introduzir **avaliação do ciclo de vida**, de maneira que o desempenho dos componentes e da estrutura do edifício a longo prazo seja considerada.

6. Referências Bibliográficas:

ASHRAE, 1975. **Energy Conservation in New Building Design**. ASHRAE Standard 90 –1975. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, 1975.

ASHRAE, 1989. **Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. ASHRAE Standard 90.1 –1989. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, 1989.

ASHRAE, 1999. **Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. ASHRAE Standard 90.1 –1999. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, 1999.

ASHRAE, 2001. **Energy-efficient Design of Low-Rise Residential Buildings**. ASHRAE Standard 90.2 –2001. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, 2001.

ASHRAE, 2004. **Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. ASHRAE Standard 90.1 –2004. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, 2004.

BRASIL, 2001. Decreto n. 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001. Disponível em: <www.mme.gov.br/ministerio/legislacao/decretos/Decreto%20n%204.059-2001.html>. Acesso em: 17/03/03

California Energy Commission Staff, 1999. **High temperatures and electricity demand: an assessment of supply adequacy in California**. Report. Sacramento: California Energy Commission, 1999. p. 76



Confederação Nacional da Indústria, 2001. **Normalização metrologia e avaliação da conformidade, ferramentas de competitividade**. 2001. Disponível em: <<http://www.normalizacao.cni.org.br>>. Acesso em: 26/02/03

Deringer, Joseph J. ,2001. **Green Building Codes, Standards, Ratings**. Green Building Congress 2001. Apresentação em slides.

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal, ELETROBRÁS – Centrais Elétricas brasileiras, 1999. **Planejamento urbano e o uso eficiente da energia elétrica; plano diretor, perímetro urbano, uso do solo, parcelamento**. Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 1999. 83 p.

Kinney, S. and M. Piette, 2002. **Development of a California Commercial Building Energy Benchmarking Database**. In: Proceedings from the ACEEE 2002 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. May 2002. (disponível em <http://buildings.lbl.gov/hpcbs/pubs.html>)

Lam, J. C., Hui, S. C. M., Chan, A. L. S, 1993. **Overall Thermal Transfer Value Control of Building Envelope Design Part 2 – OTTV parameters**. Hong Kong Engineer, 1993. pp 40-44.

Lucas, R. G., Meyers, D. B., 2000. **Differences between CABO Model Energy Code and 1988 ICC International Energy Conservation Code**. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy – US Department of Energy, April, 2000.

Matson, N. and M. Piette, 2005. **Review of California and National Benchmarking Methods - Working Draft**. Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-57364. April, 2005. (disponível em <http://poet.lbl.gov/cal-arch/>)

National Environmental Education & Training Foundation, 2003. **California Energy Commission OK's New Building Standards to Cut State Energy Use**. Green BIZ.com, Disponível em: <http://www.greenbiz.com/index.cfm> Acesso em: 20/11/2003

Office of the Australian Building Codes, 2000. **International survey of building energy codes**. Canberra: 2000. 88 p.

Olofsson, T; A. Meier; R. Lamberts, 2004. **Rating the Energy Performance of Buildings**. In International Journal of Low Energy and Sustainable Buildings, vol. 3, 2004. (disponível em: www.byv.kth.se/avd/byte/leas)

Silva, V. G., 2003. **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo, 2003.

Turchen, S. and C. Conner, 1996. **Making Sense of the Model Energy Code**. Home Energy Magazine Online March/April 1996. Acesso em 22/11/2004



USGBC. **LEED Green Building Rating System 2.0TM**, 2001. (Site: www.usgbc.org,
consultado em....)

White Paper on Sustainability – A Report on the Green Building Movement.
Building Design & Construction, November, 2003. (www.bdcmag.com).



7. Levantamento da Experiência Internacional – Tabelas-Resumo:

A seguir são apresentadas tabelas-resumo do material pesquisado até o momento. A primeira tabela apresenta o levantamento das publicações referentes a normalização internacional disponíveis até o momento. As demais tabelas mostram websites referentes a Grupos de Discussão, páginas Governamentais e páginas que dão acesso a Códigos e Softwares disponíveis nos Estados Unidos

Levantamento das Publicações disponíveis até o presente referentes às Normas Internacionais visando a eficiência energética em edificações:

| Título / País | Ref. | Tipo | Formato | Comentários |
|---|---|----------|----------|--|
| Standard 90.1 (Estados Unidos) | ASHRAE | norma | impresso | |
| Standard 90.2 (Estados Unidos) | ASHRAE / IES | norma | impresso | |
| Title 24 (California - Estados Unidos) | California Energy Comission | norma | digital | |
| NOM 008 – Eficiencia Energetica Integral em edificios no residenciales (México) | Comision Nacional para el ahorro de energia | norma | impresso | |
| NBE-CT-79 Condiciones Térmicas em los Edificios (Espanha) | | norma | impresso | |
| British Standard: Thermal performance of buildings – calculation of energy use for heating –Residential Buildings (Reino Unido) | BSI Standard | norma | digital | |
| Eficiência Energética nos Edifícios, E4 (Portugal) | Direcção Geral de Energia | programa | digital | |
| The design of A Codes and Standards programs: the Australian experience (Austrália) | | artigo | digital | |
| Building Code of Austrália | Australian Building Codes Board | | digital | Disponível em: http://www.abcb.gov.au/content/whatsnew/ |

| | | | | |
|---|---|-----------|----------|---|
| ECM44A (Tailândia) | | norma | impresso | |
| Making Sense of MEC (Estados Unidos) | Home Energy Magazine online (1996) | artigo | digital | |
| Diferences between 1995 MEC and 1998 IECC (Estados Unidos) | Office of BuildingTechnology | artigo | digital | |
| Diretriz para melhoria do rendimento econômico dos edifícios na Comunidade Européia | Jornal Oficial das Comunidades Européias | artigo | digital | |
| International survey of building energy codes | OFFICE OF THE AUSTRALIAN BUILDING CODES | artigo | digital | |
| OTTV Building (Energy Efficiency) Regulation (Hong Kong) | HONG KONG GOVERNMENT | norma | digital | Disponível em: http://www.arch.hku.hk/research/BEER/besc.htm |
| White Paper in Sustainability – A report on the green building movement | Building Design & Construction (www.bdcmag.com) | artigo | digital | O artigo possui 4 principais elementos. O primeiro é um breve histórico resumido sobre “green building”. A segunda parte apresenta os resultados de uma pesquisa de leitores desta publicação. A terceira parte é uma análise de tendências e publicações e o quarto e final elemento é um conjunto de recomendações. |
| Review of California and National Benchmarking Methods – Working Draft | Lawrence Berkeley National Laboratory | relatório | digital | Disponível em: http://poet.lbl.gov/cal-arch/ |

Grupos de Discussão nos Estados Unidos

| Nome do Site na Internet | Patrocinador/ Organização responsável | Endereço HTML | Descrição |
|---|--|---|--|
| Earthfriendly and Self-Sufficient Architecture (ESSA) | Communications for a Sustainable Future | csf.colorado.edu/forums/essa/ essa@csf.colorado.edu | Um animado grupo de discussão de proprietários-construtores, cobrindo todos os tipos de edifícios, materiais, métodos, e fontes para produtos e materiais reciclados. |
| EE-Building Discussion E-mail List | Energy & Environmental Building Association (EEBA) | www.eeba.org (clique no link para "Communications") building-request@eeba.org . | EEBA é uma organização educacional internacional, sem fins lucrativos com sede em Minnesota. O grupo de discussão foca em eficiência energética em residências. |
| Energy Star Lighting Program | Northwest Energy Efficiency Alliance | www.lightsite.net/listadd.html | Esse novo e-mail informativo irá regularmente salientar atividades correntes do programa Energy Star Lighting, bem como informações sobre as atividades nacionais do programa. |
| GreenYes. | Grass Roots Recycling Network (GRRN) | www.grrn.org (veja link à esquerda para "search" e "listserv") greenyes@earthsystem | Uma lista de discussão para informação sobre reciclagem, produtos reciclados, materiais de construção e resíduos de construção e demolição. |

| | | | |
|---|---|--|---|
| Greenbuilding-digest | Environmental Building News (EBN), Center for Renewable Energy and Sustainable Technology (CREST) | www.buildinggreen.com Greenbuilding@crest.org | Esta lista focaliza em edifícios sustentáveis e é direcionada para construções residenciais. |
| BigGreen | EBN and CREST | BigGreen@crest.org | Para edifícios comerciais. |
| Architects/Designers/Planners for Social Responsibility (ADPSR) | NorCal Chapter, ADPSR | www.adpsr-norcal.org Ver link "Members" para inscrever para o e-mail listserv | ADPSR é uma organização arquitetônica dedicada à práticas ecológicas e sustentáveis no ambiente construído. |

Sites Governamentais (Estados Unidos)

| Nome do Site na Internet | Patrocinador/ Organização responsável | Endereço HTML | Descrição |
|--|--|--|--|
| Center of Excellence for Sustainable Development | U.S. Department of Energy (DOE) | www.sustainable.doe.gov | Há um link para estudos de caso de edifícios exemplo, informação sobre “green buildings” acessíveis economicamente, fontes de fundos, programas e sistemas de pontuações, organizações e conferências. Também contém outras informações como planejamento de uso da terra e conservação de água. |
| U.S. Environmental Protection Agency | EPA | www.epa.gov | EPA é uma agência governamental federal cuja missão é proteger a saúde humana e defender o ambiente natural (ar, água e terra). |
| Efficient Windows Collaborative (EWC) | DOE's Windows and Glazing program and industry members | www.efficientwindows.org | Auxilia, através de um processo passo a passo, a selecionar janelas eficientes energeticamente de acordo com as regiões geográficas dos EUA, baseado em 3 diferentes zonas climáticas. Possui links excelentes para mais informações no assunto de janelas energeticamente eficientes no link “Resources”. |

| | | | |
|---|---|--|--|
| Residential Energy Efficient Database | REED Information Technology Specialists, Incorporated | www.its-canada.com/reed/eehp/index.htm | Projetos de casas energeticamente eficientes, principalmente para climas frios. Também possui informações gerais em teorias por trás de projetos de casas energeticamente eficientes e planejamento de espaços. |
| Center of Excellence for Sustainable Development-Materials Efficiency | DOE | www.sustainable.doe.gov/efficiency/reintro.shtml | Informações em programas de reciclagem e resíduos sólidos, incluindo reciclagem de resíduos de construção e demolição. Ver link “Materials”, então “Articles and Publications” para bons links em informações sobre reciclagem, incluindo listas de produtos reciclados. Ver também “ Codes /Ordinances” para info sobre reciclagem de resíduos de construção e demolição. |
| Energy Star Homes Program | U.S. Environmental Protection Agency (EPA) e DOE | http://yosemite.epa.gov/appd/eshomes/eshomes.nsf | Possui informações para auxiliary construtores a incluir suas casas no Programa “Energy Star” e ajudar futuros proprietários a comprar casas com a certificação do programa. |
| Comprehensive Procurement Guidelines | EPA | www.epa.gov/cpg | Lista recomendações mínimas de conteúdo reciclado para produtos de construção, de paisagismo e de |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | | parques e recreação. Possui um guia de compras e recomendados níveis de conteúdo de materiais reciclados para determinados itens. |
| Partnership for Advancing Technology in Housing (PATH) | U.S. Department of Housing and Urban Development | www.pathnet.org | Ver links para “Results” e “PATH Chat” para uma discussão e “Technology Inventory”- uma fonte única em informações de inovações tecnológicas na indústria da construção. O ”Inventory” foca em tecnologias emergentes e o “PATH” é uma iniciativa no setor público/privado que procura expandir o desenvolvimento e utilização de novas tecnologias que ajudem a fazer edificações melhores. |
| Environmental Energy Technologies Division (Lawrence Berkeley National Laboratory) | DOE | http://eande.lbl.gov/EETD/TOC.html | Escritório dentro do Departamento de Energia (DOE) que desempenha pesquisa e desenvolvimento visando melhorar tecnologias relacionadas a energia e reduzir o impacto ambiental. O site inclui informações sobre as pesquisas desenvolvidas. |
| Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) Crossroads | DOE | http://eande.lbl.gov/CBS/eXroads | Uma ampla seleção de indicadores para recursos em eficiência energética na internet (world wide) |

| | | | |
|---------------------------------------|--|--|---|
| | | | web). |
| National Renewable Energy Labs (NREL) | DOE | www.nrel.gov | Desde a inauguração em 1977, a missão do NREL têm sido desenvolver tecnologias de energia renováveis e transferir essas tecnologias para o setor privado. O NREL é agora o líder mundial nesse campo. |
| Forest Products Laboratory | U.S. Department of Agriculture Forest Service | www.fpl.fs.fed.us | O Laboratório de Produtos Florestais é o instituto líder de pesquisa em Madeira para o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente amigáveis, reciclagem e gerenciamento de florestas. |

Websites que dão acesso a Códigos e *Softwares* utilizados nos Estados Unidos

| Nome do Site na Internet | Patrocinador/ Organização responsável | Endereço HTML | Descrição |
|--|---|--|--|
| American Society for Testing and Materials (ASTM) | ASTM | www.astm.org | A ASTM oferece normas técnicas para indústrias pelo mundo inteiro |
| American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) | ASHRAE | www.ashrae.org | A ASHRAE é uma organização internacional de 50.000 membros. A organização avança/investe na arte e ciência de sistemas de ar condicionado, através de pesquisa, escrevendo normas e contínuas publicações e educação na área. |
| Building Standards Online | International Conference of Building Officials (ICBO) | www.icbo.org/Building_Standards_Online | É uma fonte de códigos de construção, e produtos e serviços relacionados a edificações. |
| Enviro-source.com | Putney Press | www.enviro-source.com | Este site possui links para recursos/fontes em normas ambientais. |
| United States Green Building Council (USGBC) | Online Programs USGBC | www.usgbc.org/programs/index.htm | Este site disponibiliza o software de avaliação LEED, o qual avalia o desempenho ambiental do edifício inteiro dentro do seu ciclo de vida. Pretende ser uma norma definitiva para o que constitui um edifício ambientalmente correto (green |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | | building). |
| BREbookshop.com | Building Research Establishment (BRE) | www.brebookshop.com | A ferramenta BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) permite aos usuários e projetistas revisar e melhorar o desempenho ambiental durante todo ciclo de vida de um edifício. |
| Building Design Advisor | Lawrence Berkeley National Laboratory | http://kmp.lbl.gov/bda | <i>Softwares</i> para análises de projeto, disponíveis gratuitamente para <i>download</i> , especialmente útil nos estágios iniciais de projeto. |
| Building for Environmental and Economic Sustainability (BEES) | National Institute of Standards and Technology Office of Applied Economics | www.bfrl.nist.gov/oe/software/bees.html | BEES oferece um software de suporte para ajudar na decisão dos produtos utilizados nos edifícios com dados de performance ambientais e econômico baseados na análise do ciclo de vida útil; e avalia os relativos impactos ambiental e econômico dos materiais de construção. |
| Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) | Energy and Environment Canada | www.breeamcanada.ca e www.ecde.demon.co.uk/breeam.htm | O método BREEAM é amplamente aceito no Reino Unido e Canadá como uma parte importante da política ambiental dos muitos dos maiores negócios voltados a projeto, operação, manutenção e gerenciamento. |

| | | | |
|--|--|--|---|
| Tools Directory | USDOE Office of Building Technology State and Community Programs | www.eren.doe.gov/buildings/tools_directory | Dá acesso a uma grande lista de links a inúmeras ferramentas/software, relacionados a energia, para edifícios, com ênfase em utilizar energia renovável e alcançar eficiência energética e sustentabilidade. |
| United States Green Building Council (USGBC) | USGBC | www.usgbc.org | USGBC desenvolveu o sistema de pontuação LEED, ferramenta de avaliação do edifício como um todo; para edifícios comerciais e residências. |
| Minnesota Sustainable Design Guidelines | University of Minnesota, Twin Cities Campus | www.sustainabledesignguide.umn.edu | Um guia de projeto para edifícios sustentáveis (green buildings) e um sistema de gerenciamento de projeto foi desenvolvido para uso do governo local e estadual. Bom para auxiliar os grupos de projeto a desenvolverem e perseguirem desempenho em estratégias energeticamente eficientes. |
| Summary of Architectural Coatings Rules For California | California Air Resources Board | www.arb.ca.gov/arch/rules/summary.html | A organização governamental estadual fornece regras para coberturas arquitetônicas com compostos orgânicos voláteis. |
| Building Codes Assistance Project | Building Codes Assistance | www.crest.org/efficiency/bcap/welcome.html | Programas gratuitos disponíveis |

| | | | |
|---|---|--|--|
| (BCAP) | Project (BCAP) | | para estados e municípios; inclui suporte para adotar e implementar códigos de energia, apoio para esforços voluntários, e informação e disseminação. BCAP trabalha para conservar energia em residências e outros edifícios promovendo a adoção e a implementação de códigos de energia para edificações. |
| Building Energy Codes Program | Department of Energy (DOE) | www.energycodes.gov | O Programa de Códigos de Energia para Edificações do DOE é uma fonte de informação em códigos nacionais de energia. O Programa trabalha com outras agências governamentais, estado e jurisdições locais. |
| EERE:Building Energy Efficiency – Building Energy Codes | Energy Efficiency and Renewable energy (eere) | www.eere.energy.gov/EE/buildings_energy_codes.html | Contém informações de Códigos de Eficiência energética em edificações. |
| California Code of Regulations | | www.energy.ca.gov/title24 | Norma de Eficiência Energética para Edifícios Residenciais e Não-residenciais do Estado da Califórnia. |
| ICC Evaluation Service, Inc | International Code Council- ICC | http://www.icc-es.org/ | Fonte de informações técnicas em códigos, produtos e tecnologia relacionados à edificações. |

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>ICC - International Code Council Setting the Standard for Building Safety</p> | <p>ICC</p> | <p>www.iccsafe.org</p> | <p>Fornece códigos de qualidade, normas, produtos e serviços para todos envolvidos com a segurança e desempenho do ambiente construído.</p> |
| <p>Energy Efficiency Page</p> | <p>Energy Information Administration (EIA)/ DOE</p> | <p>http://www.eia.doe.gov/emeu/efficiency/</p> | <p>Fonte de informação em eficiência energética e a relação da energia com o efeito estufa. Possui links para outros sites em eficiência energética.</p> |