



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



**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](mailto:energia@labeee.ufsc.br)  
Telefones: (48) 331-5184 / 331-5185



**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 Australiana e Discussão Final**

Elaborado por: Solange V. G. Goulart, PhD

Coordenação: Prof. Roberto Lamberts, PhD.

Para: ELETROBRÁS/PROCEL

Florianópolis, 17 de julho de 2007.

*Relatório: LabEEE-200702*

## Sumário

Apresentação .....	3
1. Austrália .....	4
1.1 Território da Capital Australiana (ACT) .....	6
1.2 Sul da Austrália .....	6
1.3 Victória .....	7
1.4 Ferramentas de Classificação .....	7
2. Proposta para emenda do <i>Building Code of Australia</i> para aumentar os requisitos de eficiência energética para residências .....	14
3. Medidas de conservação para prédios públicos e adoção de incentivos fiscais nos Estados Unidos – EPACT 2005 .....	17
4. Discussão Final.....	20
4.1.Quanto ao formato e conteúdo das normas revisadas.....	20
4.2. Métodos de Regulamentação em termos gerais .....	22
4.3. Como atingir Conformidade.....	23
4.4. Banco de Dados do consumo de energia de edifícios .....	25
4.5. Certificação de Edifícios .....	28
4.6. Energia Embutida .....	29
5. Realidade Brasileira.....	30
6. Recomendação para a Regulamentação Brasileira.....	31
7. Referências Bibliográficas.....	32

## **Apresentação:**

Este relatório encerra o levantamento da Experiência Internacional sobre Normas em Eficiência Energética nas edificações.

O primeiro relatório apresentou as normas e sistemas de classificação adotados nos Estados Unidos (Goulart, 2005 - LabEEE-200508). Já o segundo apresentou as Diretrizes Europeias sobre desempenho energético de edifícios e a experiência de dois Estados-Membros (Portugal e Reino Unido) com normalização em eficiência energética (Goulart, 2005 - LabEEE-200520).

O presente trabalho reúne informações sobre o código de edifícios da Austrália e descreve um conjunto de ferramentas para classificação de edifícios, o qual foi desenvolvido para as condições Australianas. Além disso, são descritas as principais medidas do EPACT 2005, lançado em agosto de 2005 nos EUA, como incentivos fiscais e medidas de conservação em prédios públicos.

É apresentada, então, uma discussão final com uma sumarização das principais características dos códigos investigados e os principais pontos a serem considerados para a normalização em eficiência energética no Brasil.



## 1. Austrália:

Na Austrália, o controle da construção é responsabilidade dos oito Estados e Territórios Australianos. Cada Estado e Território possuem seu próprio regulamento do edifício. Estas normas cobrem os requisitos legais e administrativos de controle de obras dentro dos limites daquela respectiva jurisdição. O *Building Code of Australia* (BCA) é referenciado por todas as normas de construção de edifícios. O *Australian Building Codes Board* (ABCB) foi formado em 1994 por um acordo inter-governamental como o corpo representativo de todos os governos e é constituído de representantes dos oito estados e territórios, bem como representantes da indústria.

O *Building Code of Australia* foi introduzido em 1996 e teve adoção nacional em julho de 1997. O BCA96 é um código baseado em desempenho, incorporando *Requisitos de Desempenho* e provisões e métodos de verificação para *Deemed-to-Satisfy* (DTS). O BCA96 possui uma hierarquia de desempenho englobando: Objetivos, Declarações Funcionais, Requisitos de Desempenho e as Provisões prescritivas DTS. As construções devem estar em conformidade com os Requisitos de Desempenho.

O *Objetivo* agrupa os objetivos sociais da comunidade, indicando o que a comunidade em geral espera em relação à segurança, saúde e serviços públicos. A *Declaração Funcional* descreve como um edifício contribui para atingir este Objetivo. Estes dois itens não são obrigatórios e são incluídos somente para explicar as bases dos Requisitos de Desempenho, sendo este o componente obrigatório do BCA.

A solução de projeto pode incorporar ou uma *solução DTS* ou uma *Solução Alternativa* ou a combinação de ambos. Uma solução Alternativa pode ser qualquer solução desde que demonstrado que o mesmo atinge os Requisitos de Desempenho. O BCA especifica quatro Métodos de Avaliação disponíveis para demonstrar conformidade: Método de Verificação; Evidência Documentária; Julgamento de um especialista; Comparação com o DTS. A figura 1 indica as rotas para atingir conformidade com o BCA.

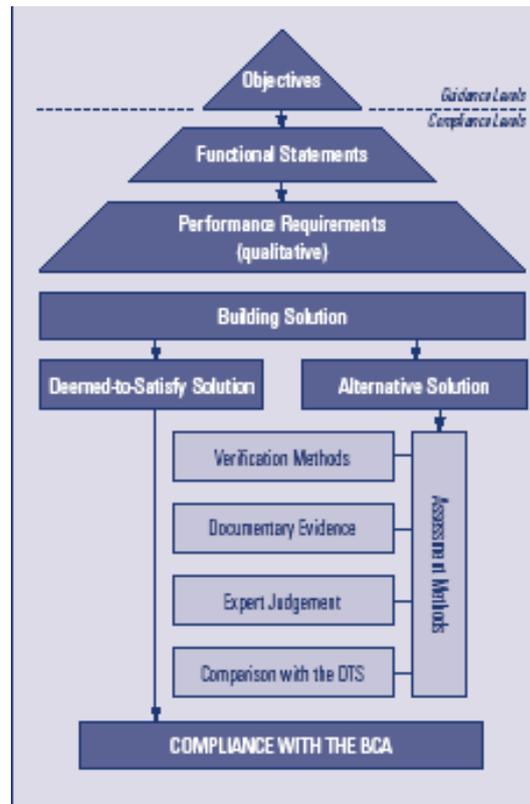


Figura 1 – Esquema do *Building Code of Austrália* – extraído do Office of the Australian Building Codes (2000).

#### Requisitos de Desempenho:

Desempenho pode ser expresso de muitas maneiras. No contexto Australiano, o desempenho do edifício é descrito em termos qualitativos no BCA, enquanto que na Nova Zelândia, por exemplo, o desempenho é quantificado.

Os requisitos limitam as medidas de eficiência energética ao desempenho térmico para aquecimento e resfriamento, basicamente em relação ao envelope do edifício. Estes requisitos não levam em consideração outras medidas de economia de energia vistas em códigos de outros países tais como iluminação e sistemas de água quente, aquecimento e ar condicionado.

Neste relatório serão descritos os requisitos de desempenho incluídos nas provisões dos seguintes estados ou territórios: *Australian Capital Territory (ACT)*, *South Australian e Victorian*.



### 1.1 Território da Capital Australiana (ACT):

Os requisitos para este território se aplicam aos edifícios novos e ampliações de edifícios existentes. O novo edifício deve atingir uma classificação (*House Energy Rating Scheme - ACTHERS*) de 4 estrelas. Esta avaliação deve ser realizada por um assessor oficial creditado. A certificação ACTHERS é baseada no programa de computador NatHERS, o qual é uma ferramenta de classificação de energia que considera o envelope do edifício e foi desenvolvido pelo CSIRO (<http://www.dbce.csiro.au/index.cfm>).

Para ampliações de edifícios, a conformidade pode ser alcançada ou por atingir 4 estrelas com o programa ACTHERS ou por possuir isolamento mínimo requerido no telhado e nas paredes (obtidos em tabelas no apêndice ACT).

### 1.2 Sul da Austrália:

O apêndice do BCA para o Sul da Austrália menciona a Especificação do Ministro (Minister's Specifications SA2.1: "*Energy Efficiency – Thermal Design requirements for residential buildings*") como as provisões DTS para os requisitos de desempenho.

Os requisitos para o Sul Australiano se aplicam somente para residências e as novas edificações devem mostrar conformidade através:

- de um método de verificação para demonstrar que a residência atinge uma classificação de pelo menos 3,5 estrelas usando o sistema NatHERS ou outro sistema aprovado;
- requisitos de isolamento como especificado em "*Thermal Insulation of Dwellings, part 1 – Thermal insulation of roofs/ceilings and walls*". Existem dois métodos para determinar os níveis requeridos de isolamento: níveis de resistência térmica recomendada<sup>1</sup> (contidos em tabelas prescritivas); e um método de cálculo da resistência térmica<sup>2</sup>;
- requisitos de isolamento especificados no *Ministers Guidelines*.

<sup>1</sup> Os valores variam dependendo do clima do local e se a residência é para ser aquecida ou resfriada.

<sup>2</sup> Os cálculos levam em consideração: a severidade do clima; a resistência térmica do material; do custo de combustível; da eficiência do equipamento de aquecimento ou refrigeração; e do custo de instalação do isolamento.



### 1.3 Victoria:

Estes requisitos permitem duas opções para os novos edifícios demonstrarem conformidade com os requerimentos de eficiência energética:

- Pisos, paredes e telhados de acordo com as provisões DTS de isolamento (valores mínimos de resistência especificados em tabelas);
- O edifício deve atingir uma classificação de pelo menos 3 estrelas usando o programa *Victorian House Energy Rating Scheme - FirstRate* (desenvolvido pelo *Sustainable Energy Authority Victoria*). Esta avaliação deve ser feita por um assessor registrado ou pelo Departamento de Energia do Estado de Victoria.

### 1.4 Ferramentas de Classificação:

Um conjunto de ferramentas com o objetivo específico de modelagem e classificação de edifícios foi desenvolvido para as condições Australianas. Estas ferramentas são utilizadas para medir o desempenho desde um elemento específico do edifício, até o desempenho do edifício inteiro. No entanto, ainda não existe uma ferramenta capaz de avaliar o impacto ambiental total de um projeto.

#### **Ferramentas de classificação de eficiência energética do Projeto:**

- *House Energy Rating Schemes (HERS)*: esta ferramenta avalia o desempenho térmico de edifícios residenciais. O objetivo é reduzir o consumo residencial de energia e aumentar o conforto térmico, encorajando a melhora no projeto do envelope do edifício. HERS classifica somente o desempenho térmico do envelope, predizendo a demanda de energia para aquecimento e refrigeração para manter as condições de conforto dentro do edifício. Em muitas regiões, HERS é parte obrigatória do desenvolvimento do processo de aprovação de projeto.
- *NatHERS* é também um software de classificação somente do desempenho de energia do envelope ([www.nathers.gov.au](http://www.nathers.gov.au)). O programa avalia fatores tais como níveis de isolamento, área e orientação de janelas, tipo de parede e ventilação para fornecer uma estimativa da energia requerida para aquecimento ou refrigeração em um período de 12 meses para manter as temperaturas num nível de conforto. O programa pode ainda estimar as temperaturas em uma residência



que não possui sistema de aquecimento e refrigeração. A classificação determina a eficiência energética do projeto e os valores variam de uma a cinco estrelas. Uma baixa classificação da edificação resultará em uma conta de energia alta ou em uma casa relativamente desconfortável. Um projeto classificado com quatro ou cinco estrelas é sinal de uma casa termicamente confortável que minimizará a necessidade de aquecimento ou refrigeração. NatHERS foi desenvolvido pelo CSIRO e é atualmente o mais usado. Esta ferramenta foi bastante testada, calibrada e verificada para fornecer resultados para a maioria das zonas climáticas. Um protocolo de teste nacional permitirá que outras ferramentas sejam calibradas e verificadas no mesmo padrão.

- O pacote *FirstRate House Energy Rating* foi desenvolvido pelo *Sustainable Energy Authority Victoria*. O programa fornece um método simples para avaliar e melhorar a eficiência energética do projeto de uma residência ou uma residência pronta. A classificação usa uma escala de 5 estrelas, sendo cinco a mais eficiente. Fornece uma medida de conforto confiável em 20 diferentes zonas climática Australianas. Existem dois módulos de classificação: o módulo mais amplo FirstRate e o módulo rápido QuickRate. Este último é útil no estágio de ante-projeto.
- O programa BERS (*Building Energy Rating Scheme*) foi desenvolvido pela *Solar Logic* (<http://www.solarlogic.com.au>). É considerada uma ferramenta poderosa capaz de simular e analisar o desempenho térmico de residências Australianas em todos os climas (desde os montanhosos até o tropical). É considerada uma ferramenta similar ao programa NatHERS. Ao contrário do programa HERS, o BERS permite ao usuário selecionar se o sistema mecânico de refrigeração vai ser usado e pode avaliar o desempenho de várias opções de ventilação natural. A aplicação deste programa ocorre mais na região de *Queensland*, mas é igualmente apropriado para outros estados. BERS também fornece um índice de conforto (graus-hora de desconforto) para edifícios que não são aquecidos ou resfriados mecanicamente. Este índice é baseado em temperatura, velocidade do ar, umidade relativa e aclimatação do ocupante. Uma classificação BERS de 3,5 estrelas ou mais, atribuída por um assessor credenciado, é reconhecida pelo *Maroochy Shire Council and Brisbane City*.



Atualmente existem mais de 130 usuários treinados e creditados do BERS em Queensland.

- QRate: Também desenvolvido pela *Solar Logic*, este programa é muito mais rápido e fácil de usar, foi especificamente projetado para uso de construtores, projetistas e proprietários de edificações e requer pouca experiência para conseguir resultados precisos. QRate é atualmente disponível para as regiões costeiras de Queensland e NSW.

NatHERS e BERS simulam o uso da energia operacional em uma residência, isto é, a energia consumida pela edificação em uso. FirstRate, QRate, ACTHERS e Quick Rate são programas de correlação somente.

O uso do software NatHERS durante vários anos levantou algumas limitações no programa. Embora algumas dessas limitações tenham sido melhoradas nas novas versões, fez-se necessário ajustes em ambos os métodos: de entrada de dados e no método de cálculo. Em função disso, uma segunda versão chamada AccuRate, a qual resolve estas questões, foi lançada no final de 2005 para substituir o NatHERS. A nova versão simula o desempenho de energia de forma mais precisa em todas as zonas climáticas. Os melhoramentos incluem: melhor modelagem do efeito de resfriamento do movimento do ar; uma correção na área de piso para que as pequenas residências não sejam penalizadas na classificação; mais zonas internas; uma maior quantidade de materiais de construção; modelagem melhorada de isolamento reflexivo; integração com o WERS (*windows energy rating scheme*); mais estrelas (o sistema de classificação vai agora até 10); uma interface mais fácil de usar e mais adequada aos novos sistemas operacionais dos computadores.

- Building Material Ecological Sustainability (BES) Index: O índice BES foi desenvolvido para fornecer aos projetistas uma ferramenta de ajuda na avaliação do impacto ambiental relativo dos materiais de construção. O método considera os tópicos sobre todo o ciclo de vida, mas não é uma avaliação formal de ciclo de vida LCA (*Life Cycle Assessment*). O BES usa valores para classificar os materiais em uma escala de 1 (*best practice*) a 5 (*worst practice*) para cada uma das questões em julgamento. O sistema BES avalia os materiais e produtos de acordo com dezesseis parâmetros ambientais desde a extração na fonte até o



descarte ou reciclagem no fim da vida. Foram atribuídos pesos aos parâmetros cobrindo o Esgotamento de Recursos e a Poluição Inerente. O BES também mede a Energia Embutida. De forma alternativa, partes do edifício são consideradas por multiplicar a classificação BES pela massa do material e/ou produto usado, fornecendo uma pontuação final, ou índice BES para uma parte do edifício em particular. Isto pode ser usado para comparar alternativas de projeto de uma forma fácil e rápida. Como limitação, o índice BES foi baseado principalmente em materiais de construção Australianos e não considera outros aspectos ambientais tais como isolamento, ganhos térmicos e re-radiação ou outros aspectos relacionados a desempenho. Outros sistemas complementares tais como o NatHERS foram projetados para avaliar estas áreas.

Os projetistas ainda necessitam procurar um balanço criativo entre a forma, funcionalidade, custo e impacto ecológico.

#### **Outras ferramentas de avaliação do edifício (para o desempenho ambiental de um edifício com um todo):**

- NABERS: O Departamento do Ambiente do Governo Australiano desenvolveu o primeiro sistema amplo de classificação, cobrindo todos os aspectos do ambiente construído: NABERS (*National Building Environmental Rating Scheme*). NABERS é um sistema de classificação baseado em desempenho que mede o comportamento ambiental como um todo de um edifício existente durante sua vida útil em relação a um grupo chave de categorias de impacto, incluindo energia, gás refrigerante, água, drenagem e poluição, sistema de esgoto, diversidade paisagística, transporte, qualidade interna do ar, satisfação do ocupante, recolhimento do lixo e materiais tóxicos. O sistema pretende ser uma ferramenta voluntária que fornecerá informações sobre a sustentabilidade do estoque de edifícios existentes e promove uma mudança na maneira como o ambiente construído é visto nacionalmente. Em contrapartida, isto deverá proporcionar um maior investimento em alternativas sustentáveis para edificações(<http://www.deh.gov.au/settlements/industry/construction/nabers/index.html>). Este esquema está sendo atualmente comercializado e era esperado estar disponível para uso oficial a partir do final de 2005.



As principais características do sistema NABERS são descritas a seguir (ver <http://www.deh.gov.au/settlements/industry/construction/nabers/overview.html>):

*Quem usará o sistema NABERS?*

Além dos projetistas, construtores e proprietários, as agências e conselhos governamentais, autoridades de planejamento e construção e alguns serviços podem estar interessados nas informações geradas pelo NABERS como um modo de encorajar o melhoramento do ambiente e de fornecer incentivos.

O fato da estrutura do sistema NABERS ser baseada em desempenho e de sofrer influência do comportamento do ocupante faz com que este sistema seja mais apropriado para classificar edifícios existentes, e inapropriado para uso em um contexto de regulamentação para novas construções. O sistema funciona mais como um gerenciador de desempenho do que como uma ferramenta de regulamentação. Este sistema não pretende ser um substituto para os outros sistemas de classificação que focam no estágio de projeto, pelo contrário, a intenção é que o NABERS possa ser usado conjuntamente e de um modo a dar suporte a outros sistemas que existem atualmente no mercado.

*Que tipo de edifícios o NABERS classifica?*

O sistema fornece classificação separadamente para:

Edifícios comerciais de escritórios (propriedade): cobre o impacto ambiental das atividades e serviços tradicionalmente fornecido ou sob o controle de proprietários e operadores destes edifícios.

Edifícios comerciais de escritórios (aluguel): cobre o impacto ambiental das atividades que estão sob o controle dos inquilinos.

Residências: direcionado para ocupantes de residências uni-familiares. No atual estágio, NABERS não foi projetado para edifícios residenciais multi-familiares. Os ocupantes deste tipo de edifício podem, no entanto, escolher certos aspectos do sistema, sob os quais querem classificar sua residência, levando em consideração que as referências e os critérios de classificação foram projetados para edificações individuais e não apartamentos.

Segundo a equipe que desenvolveu o sistema, o NABERS é estruturado dessa maneira porque é importante para um sistema de classificação reconhecer as diferentes áreas de



responsabilidade dos proprietários ou inquilinos de edifícios comerciais e proprietários de residências, além da variedade de questões ambientais chave relevantes aos diferentes tipos de edifícios.

*O que o NABERS mede?*

O sistema mede desempenho ambiental, considerando um grupo chave de categorias de impacto listadas abaixo:

- ✓ Emissão de gases causadores do efeito estufa relacionados ao uso da energia;
- ✓ Uso de gás refrigerante em edifícios comerciais;
- ✓ Uso eficiente da água;
- ✓ Chuva excessiva que não é absorvida pelo solo: o edifício e sua locação podem ser projetados para minimizar a interrupção do fluxo natural da água da chuva;
- ✓ Poluição pela água da chuva: local com pouca manutenção e passível de alagamentos por água da chuva que não consegue ser absorvida pelo solo é uma das principais rotas de poluentes tais como óleos, componentes químicos, etc, e que podem penetrar no sistema de abastecimento de água;
- ✓ Volume na saída de esgoto: o volume de esgoto enviado para fora de um edifício afeta tanto o dimensionamento do serviço de tratamento de água quanto à capacidade da infra-estrutura de esgoto existente;
- ✓ Transporte: o transporte é a maior fonte de emissão de gases causadores do efeito estufa da Austrália. A localização dos edifícios e a escolha do tipo de transporte fazem uma considerável diferença às emissões relacionadas ao transporte associado ao edifício;
- ✓ Diversidade do paisagismo: o paisagismo e uso do solo apropriados podem garantir que o edifício possa contribuir para a biodiversidade local;
- ✓ Materiais Tóxicos: o uso de materiais tóxicos pode ser evitado em muitos casos;
- ✓ Rejeitos: a redução de rejeitos minimiza a área necessária para depósitos e reduz o impacto ambiental;
- ✓ Qualidade do ar interno: é importante para a saúde a longo prazo do ocupante que um edifício forneça um nível satisfatório de qualidade do ar;



- ✓ Satisfação do Ocupante: além de minimizar o impacto para o ambiente, os edifícios devem também fornecer um ambiente de trabalho confortável para aqueles que vivem neles.

A avaliação do sistema NABERS é feita através de planilhas, que permite a entrada de dados requeridos para completar uma avaliação e gerar uma classificação para um edifício em particular. As planilhas explicam e definem os dados de entrada requeridos e fornecem instruções claras para responder todas as questões. O NABERS foi desenvolvido para permitir uma auto-avaliação voluntária, com a opção de procurar por uma classificação certificada, fornecida por um profissional creditado, se desejado.

NABERS usa quantidades medidas como um meio principal para avaliação. Quando a medição não é possível, a pontuação baseada na prática ou *default* é aceitável em algumas categorias. O sistema possui normalização apropriada para fatores tais como o clima e padrão de uso.

- ABGR: o sistema de classificação ABGR classifica edifícios comerciais de escritório somente de acordo com a emissão de gases do efeito estufa, usando 12 meses de dados de energia. O sistema vai até 5 estrelas. Esta ferramenta está disponível para *download* no *website* do Australian Building Greenhouse Rating - ABGR ([www.abgr.com.au](http://www.abgr.com.au)).
- Green Star: foi desenvolvido pelo Green Building Council of Austrália (GBCA) e pode ser usado como uma ferramenta de avaliação do projeto e operacional (durante a vida útil). Este sistema considera uma grande quantidade de categorias ambientais: Qualidade do ar interno; Energia; Transporte; Água; Materiais; Uso do Solo, Escolha do Local e Ecologia; Emissão de Gases; e Gerenciamento. Atualmente este sistema é disponível somente para edifícios comerciais de escritórios, mas pretende ser expandido para avaliação de outros tipos de edifícios. O Green Star pode ser acessado no *website* do Green Building Council ([www.gbcaus.org](http://www.gbcaus.org)).



## **2. Proposta para emenda do *Building Code of Australia* para aumentar os requisitos de eficiência energética para residências:**

O contexto geral para o regulamento é que a Austrália, como parte da Convenção das Nações Unidas sobre Mudança Climática, concordou no Protocolo de Kioto de 1997 em limitar as emissões de gases do efeito estufa. A ação do Governo Australiano para lidar com o problema da emissão de gases foi anunciada na Declaração do primeiro ministro em 1997. Nesta Declaração, o primeiro ministro anunciou um pacote de medidas planejadas para reduzir as emissões de gases, ao mesmo tempo protegendo a economia Australiana. O primeiro ministro salientou que o governo estava procurando reduções realísticas e de custo-benefício em setores chaves onde as emissões são altas ou estão crescendo rapidamente. A Declaração também indicou que o governo trabalharia para desenvolver requisitos de desempenho energético mínimo voluntário para novas residências e edifícios comerciais. Se depois de 12 meses, o governo avaliar que o método voluntário não alcançou progresso aceitável visando padrões mais altos de eficiência energética, requisitos obrigatórios serão implementados através do BCA. O Governo anunciou em julho de 2000 que um acordo foi estabelecido entre a indústria e o governo dos Estados e Territórios australianos para adotar um método para reduzir as emissões de gases do efeito estufa dos edifícios, o qual envolve duas maneiras de atingir o mesmo objetivo: incorporar a introdução dos requisitos obrigatórios no BCA, e o encorajamento de iniciativas voluntárias de boas práticas pela indústria. A indústria, por sua vez, apóia este método, tendo a posição de que os requisitos obrigatórios relacionados a edifícios deveriam ser consolidados no BCA sempre que possível.

Em Janeiro de 2001, um acordo entre o *Australian Greenhouse Office* (AGO) e o *Australian Building Codes Board* (ABCB) estabeleceu o desenvolvimento de medidas de eficiência energética para inclusão no BCA. Mais recentemente, o Conselho Ministerial em Energia (MCE) concordou com um pacote de medidas compreendendo o primeiro estágio da Estrutura Nacional para Eficiência Energética, a qual define futuras direções para política e programas em eficiência energética na Austrália. Um destes objetivos é estabelecer melhores níveis de padrões de projeto mínimos em eficiência energética para novas construções incluindo alterações e ampliações para edifícios residenciais e comerciais, além de garantir informação confiável e prontamente



disponível para os compradores e inquilinos sobre o desempenho de energia dos edifícios.

Uma iniciativa chave para atingir este objetivo é possuir “...padrões 5 estrelas nacionalmente consistente para todas residências e padrões apropriados para edifícios comerciais adotados em todas as jurisdições até Agosto de 2007.”

Em 1 de Janeiro de 2003, foram incluídos requisitos de eficiência energética no BCA para os edifícios das classes 1 e 10, e estes requisitos foram estendidos em maio de 2005 para os edifícios de classe 2, 3 e 4. Estas medidas fornecem ampla cobertura de edifícios do tipo residencial. Esta regulamentação “*Regulatory Impact Statement*” - RIS se direciona a propostas para aumentar a eficiência para edifícios da classe 1 e 10. Uma RIS separada inclui a proposta para estender os requisitos de EE para edifícios da classe 5 a 9, os quais são edificações não residenciais. As classes de edifícios 1 a 10 são definidas no BCA como:

- Classe 1: um ou mais edifícios que constituem uma residência unifamiliar ou uma casa de hóspedes;
- Classe 2: um edifício contendo duas ou mais unidades ocupadas, cada uma sendo uma residência separada (tipo apartamentos, hotéis ou motéis);
- Classe 3: um edifício residencial, outro que os de classe 1 ou 2, o qual é definido como um lugar comum de longa permanência ou espaço transiente para um número de pessoas que não são da mesma família;
- Classe 4: uma residência que fica no interior de um edifício de Classe 5, 6, 7, 8 ou 9, se esta for a única residência no edifício;
- Classe 5: edifícios de escritórios;
- Classe 6: edifícios utilizados para venda de comidas, incluindo restaurantes;
- Classe 7: edifícios de estacionamento ou de armazenagem de produtos para venda;
- Classe 8: edifícios de laboratórios ou fábricas onde um processo de produção é realizado;



- Classe 9: edifícios para uso público, tais como edifícios de saúde ou de cuidados para idosos;
- Classe 10: um edifício ou estrutura não habitável, como garagem, abrigo, ambiente de piscina...

A regulamentação de impacto “*Regulatory Impact Statement*”- RIS de abril de 2005 analisa o provável impacto das mudanças propostas para o Código de Edifício da Austrália (BCA) relativas ao aumento dos requisitos de eficiência energética para residências. Os requisitos propostos se referem ao isolamento e superfície envidraçada do envelope do edifício e é assumido que o tempo de validade desta regulamentação é de um período de 10 anos a partir de 2007, sendo então revisada.

Os principais impactos estimados estão apresentados no *Draft Regulatory Impact Statement* (RIS 2005-02) e alguns dos principais resultados são resumidos a seguir:

- Anualmente o grupo de residências novas e mais eficientes reduz o consumo de gás e eletricidade em aproximadamente 220.000 GJ e 84.000 GJ respectivamente, e reduz a emissão de gases do efeito estufa em 35.000 toneladas. As reduções em emissões aumentariam para 105.000 toneladas/ano no ano final do regulamento.
- O efeito das medidas seria reduzir as emissões associadas às cargas de aquecimento e resfriamento residencial em aproximadamente 1% em 2010, o qual é o ponto médio do período do primeiro comprometimento (2008-12) sob os acordos internacionais para limitar o crescimento das emissões de gases para a atmosfera.

Da mesma forma, o *Regulation Impact Statement* (RIS 2005-01) analisa o provável impacto das mudanças propostas para o Código de Edifício da Austrália (BCA) que impõe requisitos de eficiência energética para os edifícios da Classe 5 a 9. Os requisitos propostos englobam iluminação, área envidraçada, isolamento do envelope do edifício (parede, piso e forro) e ar condicionado. Os requisitos também se



estendem para a vedação do edifício, serviços de movimento do ar e água quente, bem como as provisões de manutenção.

Alguns dos principais resultados são resumidos a seguir:

- A economia anual de energia crescerá de 919 milhões MJ/ano em 2007 para 9.885 milhões MJ/ano em 2016, à medida que o estoque de edifícios mais eficientes energeticamente acumula. A economia de emissões anuais de gases do efeito estufa aumenta de 0,3 Mt CO<sub>2</sub> em 2007 para 3,2 Mt CO<sub>2</sub> em 2016;
- Em 2010, que representa o ponto médio do período de compromisso sob os acordos internacionais para limitar o crescimento de emissão de CO<sub>2</sub>, as medidas reduzirão as emissões anuais em aproximadamente 1,2 Mt CO<sub>2</sub>;

### **3. Medidas de conservação para prédios públicos e adoção de incentivos fiscais nos Estados Unidos – EPACT 2005:**

Em oito de agosto de 2005, o presidente Bush assinou o Energy Policy Act de 2005, cujas medidas passaram a valer em primeiro de janeiro de 2006. Entre as muitas medidas (o documento possui 1724 páginas) destacam-se as de eficiência energética, a seguir:

- Inclui a ementa que atualiza as provisões para atender ou exceder as normas de eficiência energética em edifícios, substituindo “CABO Model Energy Code, 1992” (no caso de edifícios residenciais) por International Energy Conservation Code de 2004; e a “ASHRAE Standard 90.1–1989” (no caso de edifícios comerciais) pela versão de 2004.
- Estabelece requisitos para economia de energia e água em edifícios do Congresso;
- Requisita redução anual no consumo de energia em edifícios públicos (federais), incluindo requisitos para exceder a ASHRAE 90.1 em 30%;
- Reforça requisitos para que gerentes de prédios públicos procurem produtos energeticamente eficientes;
- Estende o *Energy Savings Performance Contracts*, um programa o qual fornece incentivos para melhoramentos em economia de energia em edifícios federais;



- Encoraja o comércio e a indústria para entrar em programas voluntários com o Departamento de Energia para reduzir o consumo de energia em não menos que 2,5% anualmente;
- Estabelece padrões de eficiência energética para edifícios federais;
- Encoraja o Estado a revisar e atualizar periodicamente seus planos de conservação de energia;
- Autoriza o gasto de até 250 milhões de dólares no período de cinco anos para fornecer desconto aos consumidores que compram equipamentos eficientes energeticamente;
- Cria um programa de subsídio para ajudar o Estado e os Governos Locais a encorajar a construção de edifícios públicos eficientes em termos de energia e aumentar a conformidade com os códigos/normas de edifícios;
- Estabelece um programa de conformidade com um código de energia modelo para edifícios;
- Estabelece programas educacionais para aumentar a consciência do consumidor sobre os benefícios da eficiência energética e conservação de energia;
- Estabelece padrões de conservação de energia para um número de produtos incluindo: refrigeradores comerciais, *freezers*, refrigeradores-freezers, carregadores de bateria, transformadores de distribuição, máquinas de lavar roupas comerciais, desumidificadores, máquinas de fazer gelo comercial, e sistema de ar condicionado e equipamentos de aquecimento;
- Encoraja o uso de serviços (fornecido pelas concessionárias) de gás natural e elétrico para reduzir o consumo de energia;
- Estende o período de horário de verão por quatro semanas.

O EPACT 2005 também cria programas ambiciosos de conservação e eficiência através de normas para 14 grandes equipamentos e aumenta o padrão de eficiência de outros; fornece bilhões de dólares em incentivos fiscais para incentivar a eficiência e conservação de energia. Empresas são elegíveis para até 30% de crédito fiscal na instalação de equipamento solar de qualidade em edifícios. As companhias que constroem residências altamente eficientes em termos de energia ou produzem



equipamentos eficientes energeticamente podem também ganhar redução nos impostos. Os incentivos fiscais encorajam maior produção, conservação e o uso de tecnologia para estabilizar os preços de energia e proteger o meio ambiente. Os incentivos fiscais incluem:

- Permite ao contribuinte deduzir, nos impostos, o custo de equipamentos eficientes energeticamente instalados em edifícios comerciais. A quantidade dedutível pode chegar a \$1,80 (dólares) por pé quadrado de área de piso (\$19,35 por m<sup>2</sup>) para edifícios que atinjam uma meta de 50% de economia de energia. Aqueles edifícios que atingirem uma economia de energia abaixo de 50%, podem se qualificar para uma dedução de até 60 centavos de dólar por pé quadrado de área de piso. Antes de solicitar a dedução, o contribuinte deve obter um certificado de que a economia de energia requerida será atingida.
- Incentivos fiscais para eficiência e conservação de energia encorajam a construção de residências e escritórios eficientes energeticamente, e a compra de sistemas de aquecimento e resfriamento, assim como equipamentos eficientes energeticamente.
- Expande um incentivo fiscal existente para negócios com energia solar de 10% (atual) para 30% para a compra de equipamento solar.
- Uma dedução de imposto igual ao custo do equipamento instalado eficiente energeticamente se o equipamento reduz a energia e consumo de um edifício comercial por 50%.
- Redução de imposto para os construtores de novas residências eficientes energeticamente, se estas atingem uma economia de energia de 50% ou mais, acima das prescrições mínimas do *International Energy Conservation Code*.
- Crédito fiscal para a compra de aquecedores de água, bombas de calor, ar condicionado, caldeiras e outros equipamentos que atingem certos níveis de eficiência quando comprados para propriedades residenciais.
- Um novo crédito fiscal para fabricantes que produzem máquinas de lavar roupas, lavadoras de prato e refrigeradores eficientes.



- Trinta por cento de incentivo fiscal para a compra de coletores solares, painéis fotovoltaicos para geração de energia para uso em residências.
- Incentivos fiscais para expandir a produção de energia a partir de fontes tais como eólica, carvão refinado, *fuel cells*, hidroelétricas, geotérmica e biomassa.
- Expande o crédito fiscal para aqueles que compram veículos que usam combustível alternativo.

#### **4. Discussão Final**

Os códigos e normas revisadas contêm muitas similaridades, particularmente as Norte-Americanas. A seguir são apresentados os principais pontos considerados em uma regulamentação / norma de eficiência energética, baseados no Levantamento da Experiência Internacional. Serão discutidos também alguns aspectos relevantes para a implantação de uma normalização brasileira em eficiência energética.

##### 4.1 - Quanto ao formato e conteúdo das normas revisadas:

Geralmente estão divididas em duas categorias: edifícios residenciais e outros edifícios (comerciais, públicos, etc). Todos os códigos e normas revisados possuem uma estrutura muito similar para ambas categorias, com diferentes requisitos específicos.

Estrutura das principais normas:

- MEC/IECC: cobre o envelope: coberturas, paredes e pisos/fundações; além dos sistemas de iluminação, ar condicionado e sistema elétrico.
- ASHRAE 90.1: cobre o envelope; o sistema de aquecimento, condicionamento de ar e ventilação mecânica; serviço de água quente; sistema de iluminação; sistema elétrico e outros equipamentos;
- Title 24 – California: deve atender a requisitos obrigatórios para a envoltória, sistema de aquecimento de água, de condicionamento de ar e de iluminação.
- Austrália: Cada Estado e Território possuem seu próprio regulamento do edifício. Estas normas cobrem os requisitos legais e administrativos de controle de obras dentro dos limites daquela respectiva jurisdição. Os requisitos limitam



as medidas de eficiência energética ao desempenho térmico para aquecimento e resfriamento, basicamente em relação ao envelope do edifício.

Extensão das Zonas Geográficas utilizadas nas normas:

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.

A extensão das zonas climáticas usualmente depende do tamanho ou diversidade climática do país. O IECC dos Estados Unidos possui 38 zonas para edifícios comerciais e um sistema de *degree-days* para edifícios residenciais. A ASHRAE, versão 2004 reduziu as zonas climáticas de 26 para 8. A Califórnia sozinha possui 16 zonas climáticas. Reino Unido tem somente uma. Na Austrália, o controle da construção é responsabilidade dos oito Estados e Territórios Australianos. Cada Estado e Território possuem seu próprio regulamento do edifício. Estas normas cobrem os requisitos legais e administrativos de controle de obras dentro dos limites daquela respectiva jurisdição. 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. As cidades mencionadas na ASHRAE e classificadas nas zonas acima são: Belém, Brasília, Fortaleza, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo. Isto pode ser demonstrado pelos valores de transmitância térmica recomendados pela norma (tabela 5.5-1 e 5.5-2 da ASHRAE 90.1- 2004) que não apresentam variação de uma cidade para outra.



#### 4.2 – Métodos de Regulamentação em termos gerais:

A maioria dos países especifica um ou mais métodos. Além disso, existem alternativas tabuladas ou *trade-offs* dentro de um procedimento. Entretanto, na maioria, os métodos e procedimentos adotados são:

a) Método de avaliação de desempenho: compara o desempenho da edificação proposta com uma edificação similar cujas características atendem ao método prescritivo através de cálculo ou simulação. A avaliação por desempenho é baseada na premissa de que o edifício não precisa estar em conformidade com os requisitos prescritivos desde que possa ser mostrado, usando um software aprovado, que o edifício não usará mais energia num ano típico do que se ele estivesse em conformidade com todos os requisitos prescritivos. Este método permite cada edifício ter sua própria meta de consumo de energia. O programa de simulação utilizado para este método deve atender a várias especificações e ser aprovado por norma ou órgão oficial. A ASHRAE 90.1 (USA) utiliza o método Energy Cost Budget.

b) Método Prescritivo: Indica limites máximos ou mínimos de transmitância térmica de elementos opacos e transparentes, resistência térmica de isolamentos, fator solar, etc. Usualmente usa formato tabular. É um método simples de usar, entretanto não é muito flexível.

c) Método das compensações (ou *trade-off*): este método compara um edifício de referência, o qual está em conformidade com as prescrições, com um edifício proposto. O método usualmente troca valores de resistência ou U-values do envelope, mas algumas vezes pode permitir trocas/compensações levando em conta os sistemas de aquecimento e resfriamento. É um pouco mais flexível. Apesar da vantagem de possibilitar um projeto mais flexível, o método das compensações entre os sistemas do edifício pode levar a soluções que envolvam um alto custo e a um envelope não eficiente em termos de transmitância térmica ou do ponto de vista da sustentabilidade dos materiais e custo operacional. Utilizar um equipamento de refrigeração super-eficiente leva a uma redução considerável no consumo de energia, mas em



compensação o edifício pode ter uma solução de fachada que utiliza muita área envidraçada, desperdiçando a oportunidade de ser mais eficiente no envelope, (pela ASHRAE 90.1 a área de janela pode atingir até 50% da área da fachada).

#### 4.3 – Como atingir Conformidade:

A avaliação da conformidade envolve atividades que buscam demonstrar o atendimento aos requisitos exigidos nas normas ou outros documentos normativos internacionais, regionais ou nacionais. Alguns códigos fornecem métodos alternativos para atingir conformidade para o edifício como um todo, ou para algum elemento específico. Ex. *Australian Code*. Aqueles que são baseados em desempenho oferecem métodos prescritivos e alternativos ou opções de compensações (*trade-off*). Estas compensações frequentemente se relacionam ao envelope do edifício e aos sistemas principais. Como mencionado anteriormente, a ASHRAE 90.1 utiliza o método de conformidade que envolve comparar o custo do consumo do edifício proposto com o de um edifício similar (Energy Cost Budget - ECB) o qual atende aos requisitos normativos. Ambos os modelos devem ter características similares tais como dimensões, localização, fontes de energia e tipo de uso. Isto permite comparação de características únicas e *trade-offs* entre propriedades que proporcionam economia de energia. Como a análise do consumo de energia é a comparação do edifício proposto com o edifício modelo, qualquer suposição feita nos cálculos que possa afetar os resultados, será incorporada em ambos os edifícios e então minimizar qualquer impacto. Isto é importante quando se utiliza softwares computacionais. O método ECB é necessário, mas não é suficiente para atingir conformidade com a norma. É necessário também que o edifício seja construído de acordo com os níveis de eficiência modelados pelo projeto proposto. Isto significa que o nível de eficiência dos componentes individuais, a operação dos controles, e todo o projeto do edifício devem estar de acordo com o projeto proposto, o mesmo usado para calcular o custo de energia do projeto. Para isto, os projetistas devem transferir precisamente as suposições de energia usada no cálculo do custo de energia do projeto para as plantas e especificações usadas para construir o edifício. O profissional responsável pela inspeção verificará se o edifício foi construído de acordo com aquelas especificações.



Alguns códigos possuem requisitos obrigatórios, o que significa que estes requisitos em particular não podem ser trocados.

A documentação exigida para atingir conformidade com as normas da ASHRAE compreende: *Detalhes Construtivos* (características do edifício, equipamentos e sistemas); *Informações Suplementares* (cálculos, formulários, planilhas, catálogos de materiais); *Manuais* (informações de operação e manutenção devem ser fornecidas ao proprietário); *Selos* (de equipamentos e materiais empregados); e *Inspeções* (todo edifício construído, ampliações ou alterações estão sujeitas a inspeções pelo inspetor dos órgãos oficiais).

O MEC exige que os materiais utilizados em conformidade com o código (tais como isolamento) sejam anotados nas plantas, nas especificações, ou outra documentação de conformidade anexada. O setor de aprovação de projetos local pode ter um formulário exigido para submissão. Toda construção deve estar de acordo com os planos aprovados. O setor de aprovação de projetos de edifícios pode inspecionar a obra para verificar as características de conservação de energia. Enquanto o número de inspeções podem variar de acordo com cada jurisdição, os setores de aprovação de projetos tentam incorporar estas inspeções dentro do regime normal.

Para edifícios não-residenciais, Canadá e Estados Unidos referenciam a ASHRAE 90.1, e o Reino Unido o *Approved Document L*. De acordo com a ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 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.

Para o envelope, todos os países vistos utilizam um ou mais dos seguintes métodos para atingir conformidade: pacote prescritivo (tabelas..), método das trocas, e software para análise de desempenho.

Os códigos Americanos para edifícios comercial e público, tais como a ASHRAE e o IECC, possuem múltiplas maneiras para atingir conformidade e são muitos complexos. Eles requisitam especialistas em energia para usá-los e para analisar os resultados. Em função disso, pequenos edifícios utilizam um método mais simples.

A ASHRAE 90.1 é considerada de difícil interpretação devido ao tamanho (contém cerca de 190 páginas) e complexidade.



Uma norma deve atender os requisitos de todos os pretendentes a usuários do documento, de modo que os processos requeridos para mostrar conformidade deveriam ser acessíveis ao usuário, e se possível com todos os elementos da norma contido em uma só publicação.

A publicação de um número de normas individuais pertinentes a vários elementos do edifício, como envelope, ventilação, iluminação, etc, e depois se referir a uma norma de apoio para obter a medida total do desempenho, deveria ser evitado. O principal é que todos os aspectos técnicos sejam cobertos por regulamentos funcionais e estes devem ser escritos de maneira a ajudar e não impedir o uso de projetos e sistemas inovativos no edifício.

#### 4.4 - Banco de Dados do consumo de energia de edifícios:

Os Bancos de Dados de Edifícios representam uma amostra estatisticamente representativa, a nível nacional, em relação ao uso de energia dos edifícios em cada um dos segmentos (residencial, comercial e industrial).

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 pode ser baixo porque o edifício está vazio na maior parte do tempo, ou por não fornecer certos serviços que tornariam o lugar mais agradável.

A existência de Base de Dados de edifícios é fundamental para se ter conhecimento de como o mercado está evoluindo em termos de consumo e acompanhamento do impacto de uma norma em eficiência energética.

Nos Estados Unidos, os principais Bancos de Dados do consumo de energia de Edifícios são: CBECS , RECS e CEUS. O *Commercial Buildings Energy Consumption Survey* - CBECS é uma pesquisa da amostra nacional que coleta informações no estoque de edifícios comerciais dos Estados Unidos, suas características construtivas relacionadas à energia, e seu consumo e custos de energia. O Banco de Dados RECS – *Residential Energy Consumption Survey* – fornece informações sobre o uso de energia no setor residencial. Um terceiro Banco de Dados existente nos Estados Unidos, o *California Commercial End-Use Survey* – CEUS - envolve pesquisa in loco de uma amostra representativa de estabelecimentos comerciais somente para o Estado da Califórnia (Goulart, 2007 – LabEEE-200701b).



No caso do CBECS e do RECS, a grande vantagem destas pesquisas é que todos os resultados e relatórios são disponibilizados para o público na página eletrônica do EIA (*Energy Information Administration*), na forma de tabelas detalhadas, dados para uso público e relatórios especiais (<http://www.eia.doe.gov>).

Alguns sistemas de certificação utilizam Banco de Dados do consumo de energia para classificar o edifício (*benchmarking*). Nos sistemas estudados no levantamento da experiência internacional, o Cal-Arch (Califórnia) compara um edifício de referência ao edifício proposto, mas do ponto de vista do uso de energia, consumo ou custo. O Cal-Arch fornece 3 tipos de desdobramentos de consumo: *Whole Building Energy Use Intensity*; *Electricity Energy Use Intensity*; *Gas Energy Use Intensity*.

No Brasil são publicados:

- O Balanço Energético Nacional – BEN é um documento divulgado pelo Ministério das Minas e Energia, o qual contabiliza o consumo de energia nos principais setores de atividade econômica e a produção de energia por fontes primárias e secundárias;
- A Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios PNAD, realizada pelo IBGE, informa, entre outros os dados relativos ao número de domicílios, habitantes por domicílios, número de quartos e principais equipamentos encontrados nas edificações residenciais.
- Pesquisa de Posses de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo – realizado pela Eletrobrás, PROCEL e PUC-RJ.

A primeira pesquisa de campo, quantitativa, denominada “Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo” (PPH), na classe residencial, em âmbito nacional, teve a coordenação da Eletrobrás, por meio do Procel, e foi realizada em 1988. Foram entrevistados 10.818 consumidores, em 291 municípios, de 23 estados e o Distrito Federal, abrangendo todas as regiões do país e contou com a participação de 27 concessionárias. Em 1997/98, outra pesquisa foi coordenada pela Eletrobrás, por intermédio do Procel, e executada pela Puc-Rio, também no segmento residencial, em 15 estados e o Distrito Federal, com a colaboração de 20 concessionárias. De 2004 a 2006, tal pesquisa ocorreu com as mesmas coordenação e execução da anterior, porém com um escopo mais amplo, abrangendo os seguintes segmentos de consumo:



residencial, comercial/industrial (baixa tensão), comercial/industrial (alta tensão) e poderes públicos (alta tensão). Foram contemplados 17 estados e o Distrito Federal, com a participação de 21 empresas.

Embora bastante abrangente, a pesquisa do PPH não informa dados detalhados sobre as características físicas das edificações como: tipos de alvenarias, espessura e revestimentos das paredes; existência de forro na cobertura e isolamento térmico; número e características das janelas; orientação das fachadas da edificação. Segundo os resultados de um trabalho realizado no âmbito do convênio Eletrobrás/UFSC (Tavares, 2007 – LabEEE-200701a), a principal questão, entretanto, diz respeito ao consumo por equipamentos. Foram observados problemas metodológicos e de interpretação de resultados nos seguintes tópicos:

- As posses de equipamentos são informadas a partir de uma média da concessionária, e não estratificadas por faixas de consumo, o que dificulta interpretar a importância de cada equipamento no consumo final.

- Para o cálculo do consumo dos equipamentos a potência destes não é informada na base; são tomados valores de planilhas externas, baseadas em dados do PROCEL. Em equipamentos como geladeiras e freezers são considerados regimes de funcionamento de 24 h, não observando efetivamente o tempo real de funcionamento dos compressores.

- As curvas de carga são comuns para todas as concessionárias e definidas por uma média do consumo final dos equipamentos.

Embora de grande valia para o conhecimento do perfil de consumo nas edificações brasileiras pelas concessionárias de energia elétrica são necessários ajustes na coleta dos dados e interpretação destes para que a pesquisa possa subsidiar mais efetivamente programas de eficiência energética.

O Sistema de Informação de Posses e Hábitos de Uso de Aparelhos Elétricos – SINPHA, foi desenvolvido para apresentar os indicadores obtidos a partir dos dados das Pesquisas de Posse e Hábitos de Consumo de Energia – PPH, e possibilitar cruzamentos desses dados, simulações da curva de carga e do impacto de projetos de substituição de lâmpadas. Estão disponíveis no SINPHA indicadores do segmento residencial baixa tensão das pesquisas realizadas pela Eletrobrás/Procel nos anos de 1997 e 2006. As informações são exibidas em termos absolutos e percentuais e, sempre que possível, é



feita a expansão para a população correspondente. Os resultados podem ser visualizados em gráficos e tabelas. Os dados agregados em regiões e Total Brasil, são de livre acesso para todos os usuários cadastrados. Porém, diferentemente do CBECS e RECS, os dados específicos das concessionárias de distribuição de energia, só são acessados por pessoas autorizadas pelas mesmas através do link disponível nas respectivas páginas (<http://www.eletronbras.com/pci/sinpha>).

#### 4.5 – Certificação de Edifícios:

A certificação energética de edifícios é medida obrigatória nas Diretrizes Europeias relativa ao desempenho energético de edifícios publicada em dezembro de 2002 (Diretrizes, 2002), ou do inglês EPBD – *Directive on the Energy Performance of Buildings*. De acordo com as Diretrizes, o processo de certificação pode ser apoiado por programas com o objectivo de facilitar um acesso equitativo ao aumento do desempenho energético. Os Estados-Membros devem assegurar que, quando da construção, da venda e do arrendamento de um edifício, seja fornecido um certificado de desempenho energético ao proprietário, ou por este ao potencia comprador ou arrendatário, conforme o caso. Os edifícios públicos e os edifícios frequentemente visitados pelo público devem dar o exemplo de levar em conta as considerações ambientais e energéticas, pelo que devem ser regularmente sujeitos à certificação energética. O artigo 7 das Diretrizes estabelece que: “O certificado de desempenho energético de um edifício deve incluir valores de referência, como valores regulamentares legais e marcos comparativos, para que os consumidores possam comparar e avaliar o desempenho energético do edifício.” O conteúdo indicativo do certificado de desempenho energético é definido na Norma prEN 15217.

O selo utilizado por Portugal deverá incluir: 1) classificação A, B, C, D e E; 2) consumo energético (kWh/m<sup>2</sup>.ano); 3) emissões de CO<sub>2</sub> (ton/ano).

Nos Estados Unidos, os programas de certificação e normas não incluem emissões de CO<sub>2</sub>. O LEED tem uma categoria referente as emissões de CFCs somente, para reduzir a destruição da camada de ozônio.

A classificação de energia de um edifício pode ser realizada utilizando-se um *benchmarking* (o qual exige um banco de dados com as características de edifícios) ou por certificação (selo).



- Método de classificação de energia (*benchmarking*): compara um edifício de referência ao edifício proposto, mas do ponto de vista do uso de energia, consumo ou custo. Ex. Cal-Arch
- Certificações de edifícios (selo): classifica o edifício em função de algum indicador de eficiência energética;

Existe também a Certificação Verde, quando é considerado o impacto energético do edifício além de sua energia operacional consumida, afetando parcialmente outros setores como demanda de energia para transporte de materiais e refugos, escolha do local da obra, etc. Isto é reconhecido em algumas certificações de edifícios tais como o LEED (Estados Unidos), BREEAM (Reino Unido), no qual o edifício recebe uma classificação (selo), através de pontuação depois de avaliados vários critérios estabelecidos no método.

#### 4.6 - Energia Embutida:

Energia embutida e análise do ciclo de vida são elementos importantes em avaliação energética de edifícios, embora estes pontos ainda são deixados de fora de propostas de certificação e regulamentos (Casals, 2006).

A energia embutida não é considerada na maioria dos métodos e programas de certificação energética revisados:

- BREEAM possui um item que considera o total de emissão de CO<sub>2</sub> para a contagem de pontos. As normas do Reino Unido (partes L1 e L2) também se referem a emissões de CO<sub>2</sub> e questões relacionadas ao consumo de energia (energia operacional), não fazendo referência a energia embutida (etapa pré-operacional do edifício);
- Item Materiais do BREEAM – faz referência a implicação ambiental dos materiais de construção quanto ao impacto no ciclo de vida útil – etapa operacional;
- BES Index (Austrália) – é um índice usado na escala do material somente, o qual fornece um índice de sustentabilidade para materiais de construção baseado em 3 classes de variáveis: redução dos recursos



naturais (*resource depletion*), poluição inerente (*inherent pollution*) e energia embutida (*embodied energy*).

## **5 – Realidade Brasileira:**

No Brasil, o primeiro passo em medidas de eficiência energética foi dado pela Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e que foi regulamentada pelo Decreto n. 4.059 de dezembro de 2001, o qual estabeleceu que deveriam ser criados “*níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, bem como as edificações construídas*”. Indicou também a necessidade de “*indicadores técnicos e regulamentação específica*” para estabelecer a obrigatoriedade dos níveis de eficiência no país (Brasil, 2001).

Em junho de 2004, foi assinado o Convênio ECV 007/2004 PROCEL / UFSC para desenvolvimento da base técnica para uma regulamentação da eficiência energética de edificações. Nas discussões geradas a partir dos estudos desenvolvidos no âmbito desse projeto, verificou-se que as várias soluções eficientes de projeto (envoltória) em conjunto com o uso de equipamentos eficientes podem levar estas soluções para diferentes níveis de classificação de eficiência do edifício. É possível, portanto, ter uma classificação que incentive a construção de edificações cuja eficiência esteja acima do mínimo requerido por uma norma. Diante desse quadro, o Grupo de Trabalho para Eficientização de Energia nas Edificações no País (GT – MME criado no âmbito do Decreto 4.059) optou por desenvolver uma regulamentação para etiquetagem de edifícios, em vez de uma norma de prescrições mínimas, pois pode trazer um diferencial de mercado para edificações mais eficientes.

A dificuldade de se desenvolver uma base de dados com todas as informações de consumo de energia e o custo para manter estes bancos atualizados, faz com que a simulação se torne indispensável para se criar a Certificação de Edifícios no Brasil. 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. Permite comparar um projeto com um modelo de edifício ideal em termos de eficiência.



## **6. Recomendação para Regulamentação Brasileira**

A adoção de uma normalização com Prescrições Mínimas de eficiência para edifícios e a cobrança da conformidade, no Brasil, envolve uma série de questões:

- A necessidade de se ter profissionais capacitados nas prefeituras para a cobrança de conformidade com as exigências mínimas da norma;
- A necessidade de se ter material de apoio e treinamento para construtores e profissionais da área;
- Nas práticas construtivas da realidade brasileira, geralmente para pequenos empreendimentos, os sistemas de A.C. e iluminação são instalados depois da obra entregue. Esta cultura faz com que seja difícil a implementação de uma norma obrigatória com recomendações mínimas.

Foi decidido, então, começar com a implementação de uma regulamentação voluntária para classificar a eficiência de edifícios comerciais e públicos, realizar testes e treinamento na metodologia e, aos poucos, aumentar a complexidade do Regulamento Brasileiro em eficiência energética.

A regulamentação proposta é dividida em três requisitos principais: Sistema de Iluminação; Sistema de Condicionamento de Ar e características da Envoltória.

Existem duas maneiras para atingir conformidade: através de uma Equação Geral, desenvolvida baseada no uso final de eletricidade de edifícios comerciais, a qual foca nos três principais grupos: sistema de iluminação, condicionamento de ar e envoltória; ou usando Simulação para comparar o consumo do edifício proposto com o consumo do edifício de referência. Os métodos de trocas não serão adotados neste regulamento.

As prescrições para o sistema de iluminação objetiva limitar a densidade de potência instalada de acordo com as características do ambiente e nível de iluminância desejado. Os requisitos do sistema de condicionamento de ar são baseados no Programa Brasileiro de Etiquetagem para aparelhos de janela ou *split*, e nos requisitos de eficiência mínima definidos na ASHRAE 90.1 para centrais de ar condicionado. A eficiência da envoltória é estabelecida através de um indicador de consumo calculado



através de equações de regressão definidas a partir de simulações de protótipos para cada zona bioclimática brasileira.

Uma proposta de Regulamentação de Eficiência Energética para Edifícios Residenciais também será desenvolvida, a qual deverá cobrir sistemas de iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água.

A criação de uma etiqueta com um nível de eficiência a ser usada em novas edificações é uma iniciativa que pode auxiliar os consumidores a exigirem edificações com maior eficiência energética do que o mínimo exigido por uma regulamentação de prescrições mínimas e trazer mais economia com seus custos operacionais (redução do consumo de energia).

Além dos benefícios ambientais, a certificação pode ser utilizada como estratégia de mercado para promover as vendas e aluguéis. Grandes empreendedores podem se utilizar do conceito "leadership by example", tornando seus edifícios um marco na cidade.

## **7. Referências Bibliográficas:**

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 no10.295, 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](http://www.mme.gov.br/ministerio/legislacao/decretos/Decreto%20n%204.059-2001.html)>. Acesso em: 17/03/03

Casals, X. G., 2006. **Analysis of Building Energy Regulation and Certification in Europe: Their role, limitations and differences**. Energy and Buildings, 38, pp.381-392.

Diretrizes, 2002. **Directiva 2002/91/CE** do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2002 relativa ao desempenho energético dos edifícios. Jornal Oficial das Comunidades Europeias.

EPACT, 2005. Energy Police Act of 2005 – Conference Report, July 2005. Disponível em <http://energy.senate.gov/public/>.



Goulart, S., 2005. **Levantamento da Experiência Internacional - Experiência nos Estados Unidos - Relatório n 200508**, Labeee/UFSC, maio de 2005. Disponível em [www.labeee.ufsc.br](http://www.labeee.ufsc.br).

Goulart, S., 2005. **Levantamento da Experiência Internacional - Experiência Européia - Relatório n 200520**, Labeee/UFSC, dezembro de 2005. Disponível em [www.labeee.ufsc.br](http://www.labeee.ufsc.br).

Goulart, S., 2007. **Estado da Arte sobre Banco de Dados de Edifícios nos EUA - Relatório n 200701b**, Labeee/UFSC, julho de 2007.

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

Regulation Impact Statement (RIS 2005-01). **Proposal to amend the Building Code of Australia to include Energy Efficiency Requirements for Class 5 to 9 buildings**. March 2005. Disponível em [www.abcb.gov.au](http://www.abcb.gov.au).

Regulation Impact Statement (RIS 2005-02). **Proposal to amend the Building Code of Australia to increase the Energy Efficiency Requirements for Houses**. April 2005. Disponível em [www.abcb.gov.au](http://www.abcb.gov.au).

Tavares, S., 2007. **Desenvolvimento de uma Metodologia para Criação de uma Base Nacional de Dados sobre o Consumo Específico de Energia - Relatório n 200701a**, Labeee/UFSC, maio de 2007.