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
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° 01/04 - DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA CRIAÇÃO DE UM BANCO NACIONAL DE DADOS SOBRE O CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA

Estado da Arte sobre Banco de Dados de Edifícios nos EUA

Elaborado por: Solange V. G. Goulart, PhD

Coordenação: Prof. Roberto Lamberts, PhD.

Para: ELETROBRÁS/PROCEL

Florianópolis, Julho de 2007.

Relatório: LabEEE-200701b

Sumário

1. Apresentação 3
2. Introdução 4
3. CBECS 6
3.1 Histórico 6
3.2 Método utilizado no Levantamento 6
4 RECS 12
4.1 Histórico 13
4.2 Método utilizado no Levantamento 13
5 CEUS 17
6 Discussão Final 19
7 Referências Bibliográficas 23
Anexo I - Dados disponíveis no *website* do EIA 24

1.Apresentação:

Os Bancos de Dados de consumo de energia 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).

O presente estudo, sobre a implantação de um Banco de Dados de Edifícios, tem o objetivo de compilar os métodos utilizados em base de dados existentes nos Estados Unidos e levantar todas as informações necessárias para torná-lo confiável. Entre elas, dar uma idéia do custo para a realização deste tipo de levantamento, número de prédios necessários, período em que a Base de dados deveria ser atualizada, etc.

Dentre as metodologias utilizadas para a obtenção de dados, as mais consolidadas são as bases de dados de edifícios dos Estados Unidos, o CBECS – *Commercial Buildings Energy Consumption Survey* e o RECS – *Residential Energy Consumption Survey*. Além destes, existe o CEUS - *Commercial End Use Survey*, desenvolvido para a Califórnia. As metodologias utilizadas para o levantamento destes Bancos de dados e suas principais características são revisadas e descritas neste estudo.

2. Introdução:

No Brasil, o IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, realiza anualmente a Pesquisa Nacional de Amostras de Domicílio – PNAD (PNAD, 2002) – exceto nos anos de Censo Demográfico. O PNAD informa, entre outros, os dados relativos ao número de domicílios, habitantes por domicílios, número de quartos e principais equipamentos encontrados nas edificações residenciais.

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.

Além destes, existe o Balanço Energético Nacional – BEN, um documento divulgado anualmente pelo Ministério das Minas e Energia que contabiliza o consumo de energia nos principais setores de atividade econômica e a produção de energia por fontes primárias e secundárias.

Alguns sistemas de certificação utilizam Banco de Dados para classificar o edifício. Neste caso, um nível de eficiência é definido através da construção de uma escala do consumo de edificações com atividades em comum, de onde podem ser estabelecidos marcos de eficiência, chamados de *benchmarking*s. Alguns métodos de classificação requerem grande quantidade de dados para produzir uma amostra de tamanho razoável para comparação dos edifícios. Um sistema de classificação ou *energy benchmarking* permite a comparação do uso de energia de um edifício 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.

Nos bancos de dados existentes no Brasil atualmente o uso final não está descriminado como seria necessário para se extrair as informações necessárias.

Um dos trabalhos do Convênio UFSC/Eletrobrás visa desenvolver uma metodologia para criação de um banco de dados – *"DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA CRIAÇÃO DE UMA BASE NACIONAL DE DADOS SOBRE O CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA"*, que contenha informações sobre a tipologia arquitetônica, os componentes construtivos, os tipos de sistema de condicionamento de ar e iluminação; além do consumo de energia mensal de edificações, bem como sobre os seus padrões de uso e usos finais de energia. O banco de dados deve ser representativo do consumo nacional nos setores residencial, comercial e público e segmentado por região bioclimática e ano de construção. A metodologia desenvolvida deverá ser testada para uma zona bioclimática brasileira.

Para dar suporte ao desenvolvimento dessa metodologia, é necessário o levantamento do estado da arte sobre Banco de Dados de consumo de energia de Edifícios. Para isso, o processo de pesquisa para os principais Bancos de Dados de edifícios dos Estados Unidos: CBECS, RECS e CEUS foi revisado e suas principais características descritas.

3. CBECS:

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. No caso dos Estados Unidos, edifícios comerciais incluem todos aqueles nos quais pelo menos a metade da área de piso é usada com finalidade que não a residencial ou industrial, portanto inclui escolas, instituições e edifícios usados para atividades religiosas e para serviços de preparação e venda de alimentos.

3.1 Histórico:

O primeiro CBECS foi conduzido em 1979, e a mais recente pesquisa (o oitavo levantamento) foi conduzida em 2003. O CBECS é atualizado em um período quadrienal e é conduzido pelo *Energy Information Administration* (EIA). De 1979 a 1986, a pesquisa era conhecida como *Nonresidential Buildings Energy Consumption Survey*, ou NBECS.

3.2 Método Utilizado no Levantamento:

O CBECS é conduzido em dois estágios de levantamento de dados: Levantamento das características do Edifício e Levantamento de dados dos Fornecedores de Energia.

Este último somente é iniciado se os respondentes do Levantamento das características do Edifício não conseguem fornecer informação sobre o consumo e custos de energia, ou se há falha na edição da informação fornecida. O Levantamento das Características do Edifício coleta informação sobre edifícios comerciais selecionados através de entrevistas voluntárias com os proprietários, gerentes ou inquilinos do edifício. Em 2003, os dados foram coletados usando técnicas que utilizam ajuda de computadores (*Computer-Assisted Personal Interviewing - CAPI*).

Durante o Levantamento das Características do Edifício, os entrevistados são perguntados sobre o tamanho do edifício, como o edifício é usado, tipos de

equipamentos e medidas de conservação adotadas no edifício, os tipos de fontes de energia usadas e a quantidade e custo da energia utilizada no edifício.

Depois de completo o levantamento das características do edifício, a pesquisa dos dados das concessionárias de energia é iniciado para aqueles casos onde as informações sobre o consumo e o custo de energia não foram satisfatórias. Este levantamento obtém dados reais sobre o consumo e os custos de energia do edifício a partir dos registros mantidos pelos fornecedores de energia. Este levantamento dos dados de contas de energia é coletado pelo correio, conduzido sob a autoridade do EIA. Ambos os levantamentos (entrevistas para o levantamento das características do edifício e a pesquisa pelo correio para o levantamento dos dados das concessionárias de energia) são conduzidos por uma empresa de pesquisa, contratada pelo EIA.

O levantamento visa edifícios maiores do que 100m^2. Em 2003, o tamanho da amostra da pesquisa totalizou 6380 edifícios, dos quais ficou uma amostra de 5736 e uma lista suplementar de 644 edifícios. Detalhes das características do Edifício levantadas podem ser conferidos nas tabelas abaixo.

Tabela 1– Características do Edifício

Principal atividade do Edifício	Categorias Gerais (escritório, shopping center, Laboratório, Serviço…) Tipos de edifícios específicos coletados dentro da categoria geral.
Área de Piso	Metragem quadrada.
Ano de construção	
Ocupação	Edifício propriedade de/ ocupado por: (Governo Federal, Governo Estadual, Governo Local, Companhia, outra corporação, organização religiosa.)
Horas de Operação	Se aberto 24 h, ou se edifício é aberto de Segunda a Sexta, aberto algumas horas do dia.
Número de empregados	Número de trabalhadores
Material predominante da parede externa	Tijolo, pedra, painéis metálicos, painéis de concreto, cortina de vidro.
Material Predominante do Telhado	Madeira, Ardósia, Telha cerâmica, concreto, ou nenhum material predominante
Forma do Prédio	Quadrado, Retângulo, Forma de H, de T, de U.., Quadrada ou retângulo com pátio interno.
Área externa de Vidro	Intervalo descrevendo o percentual de parede

	externa que é vidro: 10% ou menos, de 11 a 25, 26 a 50, 51 a 75, 76 a 100%.
Pisos	Número de pisos na seção mais alta do edifício (incluindo o subsolo e garagens)
Elevadores e Escadas	Presença e número de cada.
Renovação	Para edifícios construídos antes de 1980, se alguma porção do edifício sofreu alguma reforma significativa e que tipo.
Uso do Espaço	Se comercial, preparação de comida, sala de computadores...
Serviços presentes no edifício ou edifício multi-uso	Se o edifício apresenta algum serviço ou facilidades: presença de equipamento que produza água quente, vapor, água gelada, comércio, escola primária ou secundária, universidade, shopping center, vendas de carros, escritórios...

Tabela 2 – Fontes de Energia e Consumo.

Fontes de energia	Fonte de energia usada no edifício: eletricidade, gás natural, diesel, gás engarrafado, madeira, água quente...
Energia e usuários	Energia usada para aquecimento, ar condicionado, água quente, cozinha comercial ou institucional.
Geração de Eletricidade ou Co-geração	Eletricidade gerada do edifício durante o período da pesquisa para: emergência; somente durante as horas de pico; sempre que a eletricidade é usada.
Tecnologias de geração de eletricidade	Células fotovoltaicas, micro turbinas..
Eletricidade comprada	Se comprada de: concessionária local, produtor independente ou concessionária não-local..
Gás Natural	Gás comprado de outra distribuidora, que não a local.
Consumo e Custos	Custo estimado de eletricidade, gás natural, Consumo real do edifício obtido do respondente da pesquisa (quando não disponível, obter o consumo do fornecedor de energia.

Tabela 3 - Equipamentos

Pisos (andares) aquecidos	Percentual do total de andares aquecidos
Equipamento de aquecimento	Tipos de equipamento e percentual do espaço aquecido por eles;

Pisos resfriados	Percentual do total de andares resfriados por ar condicionado
Equipamento de resfriamento	Tipo de equipamento e percentual do espaço resfriado por eles
Equipamento de refrigeração	Presença de refrigeradores comerciais ou freezers, e presença de qualquer refrigerador (não especificamente comercial), máquinas de vendas de produtos refrigerados.
Equipamento de aquecimento de água	Sistemas centralizados: com tanque de auto-aquecimento, o qual "puxa" calor do equipamento de aquecimento do ambiente. Outros equipamentos.
Espaço iluminado (por andar)	Percentual do andar/piso iluminado durante as horas de operação. E percentual iluminado durante as horas de não-operação.
Equipamento de iluminação	Tipos de lâmpadas e percentual do espaço iluminado por elas.
Equipamentos de escritório	Número de computadores pessoais, foto copiadoras, fax, impressoras...
Equipamento médico	Equipamento usado para diagnósticos médicos.
Equipamento de laboratório	Presença de equipamentos especializados de laboratório que requerem consumo extra de energia.
Equipamento de máquinas	Presença de máquinas ou equipamentos de loja tais como ferramentas para trabalhos em madeira, metal, ou qualquer outra ferramenta elétrica.
Piscina interna	Presença de piscina interna e se aquecida, por que tipo de fonte de energia.

Tabela 4: Medidas de Conservação

Iluminação	Refletores, controles de luz natural, sensores de presença, dimmers.
Isolamento	Isolamento do forro ou telhado; paredes externas.
Janelas	Janelas com vidro simples, vidro duplo; vidros reflexivos, fume, com filme; brises externos ou beirais.
Sistema de ventilação, aquecimento e ar condicionado.	Volume variável de ar; ciclo economizador, período de manutenção regular.
Gerenciamento de energia e	Presença de sistema de gerenciamento, dando a

sistema de controle	escolha de como o aquecimento ou resfriamento é reduzido quando o edifício não se encontra totalmente em uso.
Redução no uso durante as horas de não funcionamento do prédio	Aquecimento; resfriamento; equipamentos de escritório e computadores.

Um edifício é elegível para a pesquisa CBECS se ele preenche três critérios: se enquadrar na *definição* de edifício (uma estrutura totalmente fechada por paredes desde sua fundação até o telhado, o qual é destinado para acesso humano); *Uso* do edifício (o edifício deve ser usado para algum propósito comercial), e o *tamanho* do edifício (maior do que 93m^2). Determinar sua elegibilidade é um processo de duas etapas: a primeira ocorre durante o desenvolvimento da amostra e a segunda ocorre durante a entrevista.

O Levantamento dos dados engloba várias fases, incluindo: (1) elaboração do questionário, (2) pré-teste do questionário, (3) treinamento dos supervisores e entrevistadores, (4) condução das entrevistas, (5) minimização da falta de respostas, e (6) processamento dos dados.

Embora a base principal do questionário seja mantida de uma versão do CBECS para outra, algumas questões são acrescidas, principalmente tratando com equipamentos especializados usados nos edifícios. Um pré-teste é conduzido para determinar se o questionário programado funciona como pretendido e para testar novos procedimentos. No pré-teste, os entrevistadores administraram 71 questionários em edifícios e estabelecimentos de diferentes tamanhos e atividades.

O treinamento para os entrevistadores da versão 2003 do CBECS incluiu seis dias de treinamento: uma sessão para o escritório, treinadores e supervisores regionais e duas sessões separadas para dois diferentes grupos de entrevistadores. Todos os entrevistadores recebem um pacote de estudo antes das sessões de treinamento, incluindo um vídeo introdutório.

Para ter uma idéia do período que consome as entrevistas, o ultimo levantamento do CBECS começou no começo de agosto de 2003, e fechou no final de janeiro de 2004. O pessoal contratado que realizou as entrevistas consistiu de 208 entrevistadores ao longo dos Estados Unidos, sob a supervisão de 13 supervisores regionais, três

gerentes de campo e um diretor de campo e um diretor assistente de campo, estes últimos dando apoio a partir do escritório. Cada edifício da amostra começa a ser examinado com um processo denominado *screener* – os entrevistadores visitam o edifício para localizar o edifício, determinar se a estrutura se encontra dentro do critério de elegibilidade e para determinar as condições limites do edifício que está sendo sujeito à entrevista. Posteriormente, o processo continua com a *entrevista longa* – depois de permitir tempo para o respondente olhar o material da pesquisa e completar as planilhas, o entrevistador retorna ao edifício para conduzir a entrevista. O tempo médio para obter uma entrevista completa, incluindo a preparação do entrevistador, tempo de deslocamento, tempo para a primeira visita, tempo da entrevista, retornos e transmissão dos dados para o escritório foi aproximadamente de 11 horas e meia.

Existe ainda a supervisão do entrevistador, realizado através de um procedimento denominado validação, usado para garantir que as entrevistas foram conduzidas no edifício correto e acordo com os procedimentos especificados. Para isto, dez por cento da amostra foi selecionada para a validação. A maioria foi realizada por telefone e é verificado se a entrevista aconteceu no determinado edifício e se foram seguidos os procedimentos do CBECS. Além disso, algumas perguntas do questionário são refeitas. Algumas validações foram realizadas pessoalmente. As discrepâncias encontradas são então passadas para o diretor de campo revisar.

Para minimizar a falta de respostas, a cada semana os supervisores revisam com cada um de seus entrevistadores todos os casos pendentes para monitorar o progresso da entrevista. As razões das recusas pelos respondentes são discutidas ao longo dos contatos realizados. Cada esforço é feito para garantir que se obtenham os resultados: cartas são enviadas pelos supervisores, pelo diretor de campo, pelo diretor do projeto e, ocasionalmente, por funcionários do EIA, sempre que apropriado, para encorajar a participação e a responder as questões.

Mesmo com estes esforços, foi confirmado um total de 1.438 casos de falta de respostas. Eles foram divididos em duas categorias: (1) recusas, e (2) casos onde uma entrevista não pode ser obtida por alguma outra razão. A maior categoria de falta de respostas foi ocasionada por recusas. Foram ainda realizadas tentativas de re-contactar os proprietários ou responsáveis pelos edifícios que se recusaram a responder o

questionário para obter consentimento para realizar a entrevista. Dos casos inicialmente recusados, cerca de 25% conseguiram ser realizados.

O processamento dos dados engloba a edição dos questionários e o cálculo do peso da pesquisa para cada edifício. Inicialmente este processo é feito tanto no EIA quanto no escritório contratado para a realização da pesquisa. A preparação final dos dados ocorre no EIA e consiste na checagem dos dados para verificação de consistência, checagem com resultados de prévias pesquisas, condução de procedimentos de preenchimento de dados perdidos, e preparação das tabelas para liberação para o público.

É importante ressaltar a confidencialidade da informação contida na pesquisa. Os nomes ou endereços dos respondentes individuais ou qualquer outro dado identificável individualmente que poderia ser ligado especificamente a uma amostra individual de edifício ou a um respondente são vistos somente pelos funcionários do IEA , pelos contratados para realizar a pesquisa e agentes aprovados pelo IEA.

4. RECS

O Banco de Dados RECS – *Residential Energy Consumption Survey* – fornece informações sobre o uso de energia no setor residencial nos Estados Unidos. Esta informação inclui:

a) características físicas das unidades residenciais;

b) os equipamentos utilizados incluindo equipamentos de aquecimento e resfriamento de ambientes;

c) características demográficas dos residentes;

d) os tipos de fontes de energia usados, e

e) outras informações relacionadas com o uso de energia.

O RECS também fornece dados de consumo e custos de energia para: gás natural, eletricidade, óleo combustível, gás GLP e querosene.

4.1 Histórico:

O RECS é um levantamento estatístico nacional que coleta dados relacionados a energia para unidades residenciais primárias. O primeiro RECS foi conduzido em 1978, seguidos dos levantamentos de 1979, 1980, 1981, 1982, 1984, 1987, 1990, 1993, 1997, e o levantamento mais recente é o de 2001 (11°). Neste último levantamento, foram coletados dados de 4822 unidades residenciais, estatisticamente selecionadas para representar os 107 milhões de residências dos Estados Unidos.

4.2 Método Utilizado no Levantamento:

Os dados para o Levantamento RECS são obtidos de três fontes diferentes:

- Entrevistas pessoais no local, conduzidas na residência. Esta entrevista leva 45 minutos;

- Entrevista pessoal ou por telefone com o agente imobiliário daquelas residências alugadas que possuem qualquer de seu uso de energia incluído no aluguel;

- Questionários enviados pelo correio para os fornecedores de energia das residências, pedindo a eles para fornecer o consumo e custos de energia das residências.

Dois grupos de tabelas com dados detalhados estão disponíveis. Um grupo descreve as características das residências dos Estados Unidos e o outro grupo descreve os dados de consumo de energia e os custos relacionados à energia.

As tabelas das características das residências são organizadas em sete tópicos e cada tópico é ainda organizado em outras onze tabelas adicionais. Cada tabela é disponível por número de unidades residenciais ou em percentual de unidades de residências. O conteúdo principal das tabelas é demonstrado a seguir:

Características das Residências - Tópicos

Características da unidade	Localização, tipo, proprietário, idade, tamanho, metragem quadrada e ano de construção.
Características do proprietário	Características das pessoas que vivem na residência

	em relação à idade, sexo, se casadas ou não, e renda.
Aquecimento	Tipo de combustível usado para aquecimento e tipo de equipamento, principal e secundário, usado para aquecer o espaço.
Ar Condicionado	Tipo de equipamento, localização, número de salas refrigeradas e uso.
Equipamentos	Freqüência e características de equipamentos que usam energia.
Indicadores de Uso	O uso de equipamentos de aquecimento e refrigeração, incluindo *setups* de temperatura em vários horários do dia, equipamentos que usam água quente e outros equipamentos.
Equipamento de escritório doméstico	Presença de equipamento de escritório e tipo de equipamentos.

As tabelas de Consumo e Custos são organizadas em 5 tópicos e cada tópico é então organizado em outras 13 tabelas adicionais. Cada tabela é disponível por dados de consumo e de custos.

Tabelas de Consumo e Custos - Tópicos

Energia Total	Consumo total e por unidade dos principais combustíveis utilizados, por Btu e unidades físicas e uso final. Dados de custos incluem custos totais e por unidade para cada principal combustível, o custo de cada um destes combustíveis utilizados por milhões de Btu e unidades físicas, e o custo total e custo por unidade por uso-final.
Aquecimento	Consumo total e consumo por unidade da principal fonte de energia usada para aquecimento de ambientes em Btu e unidades físicas, e por uso-final. Também são apresentado graus-dia para aquecimento e dados da metragem quadrada do espaço aquecido, ambos determinantes de consumo e custo.
Ar condicionado elétrico	Consumo do ar condicionado elétrico total e por unidade em kWh e Btu. Dados de custos incluem custo total e por unidade. Graus-dia para resfriamento e dados da metragem quadrada do espaço resfriado são incluídos.
Aquecimento de água	Consumo total e consumo por unidade da principal fonte de energia usada para aquecimento de água em Btu e unidades físicas. Dados de custos incluem custo total e por unidade para cada fonte principal de energia usada.

Equipamentos	Consumo total e por unidade de eletricidade para refrigeradores e iluminação, e da principal fonte de energia para todos os outros equipamentos, em Btu e unidades físicas. Dados de custo incluem custos totais e por unidade.

O Banco de Dados RECS foi desenvolvido pelo *Energy Information Administration* (EIA) para fornecer informação sobre o consumo de energia dentro do setor residencial e foi conduzida em duas partes principais: Levantamento através dos proprietários e o levantamento a partir dos fornecedores de energia. O primeiro coleta informação sobre a unidade residencial através de entrevistas pessoais com uma amostra nacional representativa de proprietários. No levantamento a partir dos fornecedores de energia, os dados relativos ao consumo foram obtidos dos registros das contas de energia dos proprietários, mantidos pelos fornecedores de energia. Os dados são coletados através de questionários enviados pelo correio para todos os fornecedores de energia. O RECS não inclui unidades residenciais vazias, ou sazonais, nem casas usadas de forma secundária (segunda residência). Residências em instalações militares são incluídas.

Uma entrevista completa consiste de dados para um questionário completo e um formulário de autorização assinado. A maioria das entrevistas foi completada via um sistema computadorizado (*Computer Assisted Personal Interviewing* - CAPI). Quando houve problemas técnicos, as entrevistas foram terminadas usando uma versão impressa (em papel) do questionário. No final de cada entrevista, foi pedido ao proprietário respondente para assinar o formulário de autorização. Este formulário autoriza ao EIA obter as contas de energia da residência de cada fornecedor.

Para conduzir as entrevistas, os entrevistadores devem freqüentar um treinamento. Este treinamento foi realizado em duas sessões principais, cada uma delas durando 4 dias e meio e realizadas em cidades diferentes. Para compensar a perda de pessoal e fornecer uma cobertura extra para áreas de baixa-resposta, uma terceira sessão de treinamento foi realizada. Aproximadamente 190 entrevistadores atenderam ao treinamento. Cada sessão foi liderada por um grupo de treinadores, que por sua vez já tinham atendido a um workshop de 3 dias. Funcionários do DOE (*Department of*

Energy), que também participaram do workshop, monitoraram todas as sessões de treinamento.

Os entrevistadores completaram uma média de 29 entrevistas. Quarenta entrevistadores completaram menos do que 10 entrevistas cada, e vinte e cinco completaram 50 ou mais entrevistas cada. Trinta e dois por cento das entrevistas pessoais foram verificadas por telefone ou correio para garantir que as entrevistas fossem conduzidas como pretendidas.

Para minimizar a falta de resposta e, conseqüentemente, maximizar a validade dos dados, um método de "multi-contato" foi empregado. Antes do contato pessoal inicial, foi enviada uma carta salientando a proposta e a importância da pesquisa para cada proprietário com endereço. Os entrevistadores fizeram várias chamadas em diferentes horas do dia e em dias diferentes da semana, num esforço de minimizar o número de residências não-contatadas. Os entrevistadores também questionaram os vizinhos em relação à hora mais oportuna para contatar um determinado respondente. Depois que estas tentativas iniciais de completar as entrevistas em determinadas residências foram esgotadas, supervisores de campo determinaram quais casos deveriam ser relocados para um outro entrevistador. Estes casos incluíram onde os proprietários se recusaram a participar e casos onde os proprietários não estavam disponíveis ou não se encontravam em casa. Os casos em que os proprietários que não responderam não foram relocados incluíram aqueles onde os proprietários foram incapazes de completar o questionário durante o período do levantamento devido a doença ou a ausência, ou casos de mudança depois do primeiro contato.

O período de coleta dos dados durou 6 meses. Aproximadamente ¾ das entrevistas foram completadas em 15 semanas. A maioria, 99% das entrevistas foram completadas em aproximadamente 26 semanas. Em poucos locais, com uma baixa taxa de falta de respostas, as entrevistas continuaram por mais uma semana.

Para aqueles proprietários que não completaram a entrevista, foi enviado pelo correio uma versão abreviada do questionário e fornecido um envelope para resposta. A correspondência também incluía uma cópia do formulário de autorização para os respondentes assinarem. O questionário enviado pelo correio foi considerado útil se o respondente completou a maioria das questões e o formulário foi assinado. Também foi dada a opção de completar o questionário via internet.

Depois de feitas todas as tentativas para a coleta dos dados, o RECS de 2001 contabilizou 4.822 questionários completos através de entrevista pessoal, 241 completos e enviados pelo correio, e sete questionários respondidos via internet.

Os dados foram então transmitidos para o escritório do contratante via modem. Todas as entrevistas foram combinadas em uma base de dados *Blaise* para processamento. Todo o material em papel, os quais incluíam o formulário de autorização, e listas de endereços foram enviadas pelo correio para o escritório central. Todos os dados foram revisados para garantir que cada um tenha sido completado corretamente e que a correta unidade residencial tenha sido entrevistada. O contratante tentou resolver dados inconsistentes ou ambíguos nas notas dos entrevistadores e outras partes do questionário. Quando não era possível resolver um problema importante de inconsistência de dados, foi realizado um contato por telefone com o proprietário em questão.

Em adição, 401 contatos foram conduzidos com os agentes de unidades residenciais alugadas, as quais não pagaram por sua energia, e com aqueles que alugam suas casas ou são proprietários e ocupam casas em condomínios ou comunidades.

Além disso, um levantamento suplementar foi realizado em residências de baixa renda a qual incluiu 840 unidades, com o objetivo de completar 500 entrevistas. A proposta desta amostra suplementar foi obter estimativa de energia estatisticamente confiável para estas residências de baixa renda.

A confidencialidade das informações obtidas no RECS é tratada da mesma forma que no CBECS.

5. CEUS

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.

Os dados coletados incluem características do edifício, operação de equipamentos e consumo de energia de edifícios comerciais na Califórnia. Os dados

serão usados para apoiar o projeto e planejamento de programas de eficiência energética. Além disso, o Banco de Dados CEUS possui como objetivos: (a) o desenvolvimento de estimativas de saturação de uso final, uso de energia por uso-final e perfis horários de carga para segmentos de mercado comercial; (b) a construção de um modelo flexível de análise de demanda de energia de edifícios para apoiar a estimativa de impactos horários, medidas de eficiência energética, estratégias de gerenciamento de cargas, normas de edifícios, projetos de taxa alternativa e outros programas.

Coleta de Dados e Análises:

A *California Energy Commission* (http://www.energy.ca.gov/), em cooperação com as quatro companhias fornecedoras de energia da Califórnia, conduziu o levantamento in loco de 2800 edifícios comerciais. A amostra foi baseada nas contas de energia destas companhias. Os dados do levantamento são usados para montar um banco de dados com as características detalhadas dos edifícios e modelos do uso de energia elétrica e a gás. Da mesma forma que no CBECS, os dados levantados incluem: as características da envoltória do edifício, inventário dos equipamentos, rotinas de operação, medidores instalados de eletricidade e gás. Além disso, a pesquisa reuniu dados sobre a atividade de cada área (escritório, cozinha, sala de conferência, etc) e informação detalhada do uso final de eletricidade e gás, tais como aquecimento, resfriamento, ventilação, aquecimento de água, refrigeração, iluminação, equipamentos de escritórios, motores e compressores.

Uma análise estatística dos dados foi desenvolvida para estimar as características do edifício e dos equipamentos incluindo as fontes de energia e saturação do uso final.

Com os dados do levantamento, foi desenvolvido um software para simulação do consumo de eletricidade e gás (DrCEUS *simulation Model*). O modelo inclui intensidade de energia elétrica e a gás para o edifício inteiro e por uso final, perfis de carga horária por setor ou por premissa, perfis de uso diário de gás e análise de impacto para as medidas de eficiência energética e demanda futura. O DrCEUS pode ser usado para estrategicamente direcionar programas e avaliar resultados por região, segmento comercial, ou uso final de equipamentos.

Outro programa, o Cal-Arch, usa os dados existentes do levantamento desenvolvido na Califórnia - CEUS. Cal-Arch é um "*building energy benchmarking database*" desenvolvido para a Califórnia (**http://poet.lbl.gov/cal-arch/**). 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.

6. Discussão Final

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 confortável.

Por outro lado, a existência de uma Base de Dados 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. Ao entender como os usuários/ clientes usam a energia não somente melhora a previsão de demandas de energias futuras, como também é crítico para o desenvolvimento da eficiência energética e de programas de retorno de demanda que podem encorajar a participação do usuário.

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 do trabalho realizado no âmbito do convênio Eletrobrás/UFSC (*Desenvolvimento de uma Metodologia para Criação de uma Base Nacional de Dados sobre o Consumo Específico de Energia – LabEEE-Relatório Interno*), 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.eletrobras.com/pci/sinpha).

Conforme demonstrado pela descrição dos Bancos de Dados CBECS, RECS e CEUS, o desenvolvimento de um banco relativo ao consumo de energia de edifícios envolve tempo, treinamento e muito trabalho de compilação.

O Levantamento dos dados dos Bancos dos EUA engloba várias fases, incluindo: (1) elaboração do questionário, (2) pré-teste do questionário, (3) treinamento dos supervisores e entrevistadores, (4) condução das entrevistas, (5) minimização da falta de respostas, e (6) processamento dos dados.

O levantamento cobriu cerca de 6.380 edifícios comerciais (CBECS) e 4.822 residências (RECS).

Este tipo de levantamento exigiu um período de treinamento dos entrevistadores de 6 dias para o CBECS e cerca de 9 dias para o RECS para garantir o procedimento correto das entrevistas. O último CBECS contou com 208 entrevistadores trabalhando em todo o território dos EUA e 13 supervisores regionais. Para o levantamento RECS de 2001, um total de 158 entrevistadores completaram uma ou mais entrevistas.

Foi necessário um período de 6 meses para a coleta dos dados e realização das entrevistas.

Existe ainda a supervisão do entrevistador, realizado através de um procedimento denominado validação, usado para garantir que as entrevistas foram conduzidas no edifício correto e acordo com os procedimentos especificados. Para isto, dez por cento da amostra foi selecionada para a validação, realizada através de checagem dessas entrevistas por telefone ou, em alguns casos, pessoalmente.

Por fim, o processamento dos dados engloba a edição dos questionários e o cálculo do peso da pesquisa para cada edifício. A preparação final dos dados consiste na checagem dos dados para verificação de consistência, checagem com resultados de prévias pesquisas, condução de procedimentos de preenchimento de dados perdidos, e preparação das tabelas para liberação para o público.

Nos EUA este tipo de levantamento é realizado por uma empresa especializada sob a supervisão do EIA (*Energy Information Administration*) no caso do CBECS/RECS e *California Energy Commission* no caso do CEUS. Os Bancos de Dados CBECS e RECS são atualmente atualizados de quatro em quatro anos.

No Brasil, o banco de dados pode ser criado e mantido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que já apresenta algumas informações habitacionais provenientes do Censo 2000.

A grande vantagem dos levantamentos dos EUA é que todos os resultados e relatórios são disponibilizados para o público no *website* do EIA, na forma de tabelas detalhadas, dados para uso público e relatórios especiais. Ver http://www.eia.doe.gov/emeu/recs/contents.html para o RECS e http://www.eia.doe.gov/emeu/cbecs/contents.html para o CBECS. Os tópicos dos dados disponibilizados se encontram no anexo I.

Os dados para uso público (***Public Use Microdata***) são arquivos que contém os registros representando os edifícios comerciais e residenciais e podem ser trabalhados, gerando informações estatísticas e de interesse de todo tipo de público. Estes arquivos são construídos em dois formatos: *ASCII* e *Microsoft ACCESS*. Ambos os formatos contém os mesmos detalhes de informação, com exceção de que a base de dados *ACCESS* substituiu todos os códigos alfa-numéricos com um identificador em inglês. Muitos dados estão disponíveis por região dos EUA.

A legislação fornece ao EIA a autoridade e a responsabilidade para proteger os dados identificáveis. Foi prometida a confidencialidade destes dados aos respondentes e que estes seriam usados exclusivamente para propósitos de estudos estatísticos.

A coleta de dados do levantamento RECS 2005 foi concluída em Julho de 2006. As tabelas com os dados das características das residências estarão disponíveis no final do ano de 2006 e as tabelas com os dados de consumo de energia e custos estarão disponíveis no final da primavera (hemisfério norte) de 2007. O próximo levantamento CBECS será conduzido em 2007.

7. Referências Bibliográficas

CBECS - Commercial Buildings Energy Consumption Survey – Disponível em: http://www.eia.doe.gov/emeu/cbecs/contents.html - acesso em: junho/2006.

CEUS - California Commercial End-Use Survey – Disponível em: http://www.energy.ca.gov - acesso em: julho de 2006.

RECS - Residential Energy Consumption Survey – Disponível em: http://www.eia.doe.gov/emeu/recs/contents.html - acesso em: junho de 2006.

PNAD, 2002. PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de Indicadores 2001. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Departamento de Empregos e Rendimento. Rio de Janeiro: 2002. 205 p.

SINPHA, 1999. SINPHA - Sistema de Informações de Posses de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo. Núcleo de Estatística Computacional, PUC/Rio. Rio de janeiro, 1999. CD-ROM

Anexo I - Dados disponíveis no *website* do Energy Information Administration:

CBECS	RECS
Data Tables Building Characteristics 2003 1999 1995 Consumption & Expenditures 2003 1999 1995 previous years 1992 **Public Use Microdata** 2003 1999 1995 1992 **Methodology** Survey Methods 2003 1999 1995 Building Types Definitions Data Collection Forms Survey Background & Technical Information Comparison Between Years Glossary Census Map US Climate Zones **Special Topics** 2003 Building Characteristics Overview 1999 Preliminary End Use Estimates A Look at Principal Building Activities 1999 Building Characteristics Overview Trends in the Commercial Buildings Sector Computers and Photocopiers in Commercial Buildings more... **Archived Publications** A Look at Commercial Buildings in 1995, PDF 1992 Buildings Characteristics 1992 Consumption & Expenditures Buildings and Energy in the 1980's	**Data Tables** Housing Characteristics 2001 1997 1993 Consumption & Expenditures 2001 1997 1993 Residential Fuel Use 2001 1997 Most Populated State Estimates 1997 End Use Electricity 2001 Median Values and Precentiles 1997 **Public Use Microdata** 2001 1997 1993 Other **Data Query** Housing Characteristics 2001 1997 Consumption and Expenditures 2001 1997 **Methodology** Survey Methods 2001 1997 Data Quality 2001 1997 1993 Survey Forms 2001 1997 Glossary 2001 1997 1993 Census Map US Climate Zones **Special Topics** Trend Analysis Housing Unit Size Household Members and Buildings Origin of Householder Fax/Copier Lighting Appliances Cooking Trends Heating Oil Natural Gas Fuel Oil Trends Thermostat Settings Air Conditioning Trends Air Conditioning Facts Ceiling Fans Insulation **Regional Profiles** Data Abstracts Energy Maps Appliance Reports Renewable Maps **Archived Publications** Residential Energy Consumption 1997 Housing Characteristics 1993

	Consumption and Expenditures 1993 Lighting 1996 Buildings in the '80's 1995