



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° 02/04 - ELABORAÇÃO DE REGULAMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE EDIFICAÇÕES EFICIENTES

LEVANTAMENTO DE DADOS VISANDO A DEFINIÇÃO DE PROTÓTIPOS DE EDIFICAÇÕES BRASILEIRAS VERSÃO: FEV 2005

Elaborado por: Joyce C. Carlo, MSc. Engenharia Civil.
Gisele Toccolini, Acadêmica Engenharia Civil.

Coordenação: Prof. Roberto Lamberts, PhD.

Para: ELETROBRÁS/PROCEL

Florianópolis, 28 de fevereiro de 2005.

RESUMO

O desenvolvimento de uma regulamentação em eficiência energética de edificações requer um processo baseado na realidade construtiva nacional, em que a tomada de decisões promova resultados efetivos porém com impactos previstos e mensurados. A prototipificação é uma das três partes da primeira etapa da elaboração da regulamentação, sendo as outras duas partes a preparação de arquivos climáticos e treinamento da equipe de simulação. A primeira etapa consiste na preparação para simulação, definindo a metodologia e gerando os dados de entrada a ser inserido no programa Energy Plus. Ela visa a definição de protótipos de edificações representativos da realidade construtiva nacional. Protótipos de edificações foram considerados, para esta pesquisa, um conjunto de características reduzidas (área de vidro, transmitância térmica, densidade de potência interna, etc) a fim de atender um objetivo específico, no caso, a simulação de desempenho termo-energético, baseadas em características de um significativo número de edificações reais. É então um modelo que representa uma população.

A definição de um protótipo pode ser realizada de diversas formas. Pesquisas em diversos países basearam-se em levantamentos de dados por órgãos especializados, como o *Commercial Buildings Energy Consumption Survey* (CBECS, 2003) dos EUA, outras definiram protótipos através de dados fornecidos por empresas de energia. No Brasil, o IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, realizou a Pesquisa Nacional de Amostras de Domicílio (PNAD, 2002) através do Censo 2000. Já foi também realizada a pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso (SINPHA, 1999) para edificações residenciais, porém, pouco se sabe sobre edificações comerciais e institucionais. Atualmente, duas pesquisas de edificações estão em andamento, uma sobre edificações comerciais de escritório, “Impactos da Adequação Climática sobre a Eficiência Energética e o Conforto Térmico de Edifícios de Escritório no Brasil” com financiamento do CNPQ e fundo CT-Energ e a outra, a “Avaliação de Mercado de Eficiência Energética no Brasil”, com financiamento GEF – Procel, abrange diversas atividades comerciais e ramos industriais.

Os protótipos residenciais foram definidos a partir dos protótipos de Tavares (2003) com ajustes em algumas características. Já os protótipos comerciais e institucionais careciam de dados para sua definição. Assim, foi necessário desenvolver uma metodologia de levantamento de dados de edificações para verificar as características mais comuns em edificações comerciais e institucionais, divididas em duas etapas: um levantamento fotográfico e um levantamento *in loco*, ou seja, o levantamento das características das fachadas das edificações no primeiro caso e das características do interior da edificação, tanto as físicas como as de uso.

A princípio, foram definidas as categorias de edificações a serem levantadas, através das atividades nelas exercidas. As atividades comerciais foram: escritórios, hotéis, restaurantes, supermercados e lojas; e as institucionais foram: escolas e hospitais. Os escritórios, lojas e hotéis ainda foram divididos em pequenas e grandes edificações devido à relevância desta variável no desempenho energético.

O levantamento fotográfico foi realizado na cidade de Florianópolis e São Paulo, e foi complementado ainda com outros dois levantamentos fotográficos ocorridos em anos anteriores em Salvador e Recife. A quantidade de amostras obtidas nos levantamentos de Florianópolis e São Paulo foi de aproximadamente 450 edificações, porém divididas por atividade. Os resultados do levantamento indicaram a frequência de ocorrência de números de pavimentos, forma da edificação, percentual de área de janela na fachada e cor dos vidros para cada atividade. Como exemplo, 31% dos grandes escritórios de Florianópolis apresentavam de 5 a 10 pavimentos e 27% dos supermercados tinham 50% da área de suas fachadas principais ocupadas com vidro.

O levantamento *in loco* se caracterizou pela seleção de uma edificação por atividade comercial e institucional dentre as indicadas na listagem de edificações atendidas por alta tensão, fornecida concessionária local de energia, a CELESC, pelo contato com o proprietário ou administrador da edificação e por uma visita acompanhada à edificação, registrando suas características físicas e de uso da energia. Para cada atividade comercial ou institucional, foi selecionada uma edificação atendida por alta tensão e, nos casos em que não havia nenhuma edificação de certa atividade na listagem fornecida pela CELESC, a edificação foi selecionada na amostra fotográfica de Florianópolis.

Quando, ao contatar o responsável, ocorreu recusa de receber os pesquisadores, outra edificação semelhante foi escolhida. Em alguns casos, a recusa demorou a ocorrer, o que atrasou o processo. Outros motivos de atraso foram férias escolares ou férias de funcionários responsáveis por acompanhar os pesquisadores.

Foram elaboradas duas planilhas para a visita: a primeira consistiu de um roteiro com dados a serem preenchidos pelo pesquisador e a segunda, um questionário a ser aplicado aos responsáveis pela edificação ou pela manutenção. A SUSP, Secretaria de Urbanismo e Serviços Públicos do município, forneceu dados arquitetônicos de algumas das edificações a serem visitadas, de forma que fosse possível fazer uma previsão da dimensão de cada levantamento, do tempo gasto e dos ambientes a visitar. Tanto o roteiro, quanto o questionário e a consulta às plantas visaram reduzir ao máximo o tempo despendido pelo responsável pela manutenção da edificação com os pesquisadores. Os dados foram ainda complementados com fotos da edificação, dos equipamentos e dos ambientes internos, quando autorizado.

Foram visitadas seis das dez atividades selecionadas. Os grandes e pequenos escritórios, o pequeno hotel, a grande loja, o restaurante e o supermercado foram concluídos e os protótipos destas atividades foram elaborados. A pequena loja, o hospital, o grande hotel e a escola ainda devem ser visitados. Características como dimensões, propriedades térmicas dos componentes da envoltória, densidades de potência de iluminação e equipamentos, padrões de uso de ocupantes, do sistema de iluminação e de equipamentos, dentre outros, foram organizados para o formato de entrada no programa Energy Plus e compõem os protótipos apresentados nas tabelas do item 7, nos resultados. Percebeu-se uma semelhança nos padrões construtivos das paredes, como esperado, e uma variação nos materiais componentes da cobertura, onde havia soluções com isolamento para

alguns casos, chegando ao uso de laje impermeabilizada sem nenhuma proteção para outros. Os padrões de uso também são diferenciados de acordo com a atividade. O item que mais chamou a atenção é a diversidade de sistemas de ar condicionado encontrado em cada caso, de centrais complexas com torres de condensação até a aparelhos de janela para soluções mais simples, ou até mesmo a inexistência de climatização em ambientes cujo microclima interno não atendia às exigências de conforto.

Com os protótipos definidos, é possível passar para a próxima etapa da AET02, a simulação. Os protótipos serão modelados tais como foram levantados, serão calibrados e, após a calibração, alterações em sua envoltória serão realizadas para verificar os seus desempenhos em funções das medidas de conservação de energia inseridas. Os protótipos podem ser disponibilizados para uso em outras simulações, considerando o universo pesquisado: São Paulo, Florianópolis, Salvador e Recife, com ênfase nas características de uso da energia em Florianópolis. Deve-se atentar para o uso de parâmetros como tipo de cobertura e, principalmente, o padrão de uso do sistema de condicionamento de ar, que podem ser bastante distintos em regiões de climas mais quentes.

Concluindo, nesta etapa foram especificadas as características físicas e de uso da energia de quatro protótipos residenciais, dois unifamiliares e dois multifamiliares, e de seis protótipos comerciais cujas atividades são escritórios (grandes e pequenos), grandes lojas, restaurantes, supermercados e pousadas. Restam ainda definir dois protótipos institucionais, hospitais e escolas, e dois comerciais, pequenas lojas e hotéis, para encerrar a etapa de prototipificação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
4. LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO	8
4.1. DEFINIÇÃO DAS CIDADES	9
4.2. DEFINIÇÃO DOS PERCURSOS	9
4.3. RESULTADOS PARCIAIS	10
5. LEVANTAMENTO <i>IN LOCO</i>	20
5.1. SELEÇÃO DE AMOSTRAS	20
5.2. CONTATOS	20
5.3. LEVANTAMENTO	21
5.4. RESULTADOS PARCIAIS	23
6. DEFINIÇÃO DOS PROTÓTIPOS RESIDENCIAIS	25
7. RESULTADOS	26
8. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXOS	39

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma regulamentação em eficiência energética de edificações requer um processo baseado na realidade construtiva nacional, em que a tomada de decisões promova resultados efetivos porém com impactos previstos e mensurados.

Uma ferramenta utilizada para previsão e quantificação de impactos no consumo de energia de edificações é a simulação computacional. Considerando simulações do consumo de energia que devem indicar resultados para uma população de edificações, é necessário gerar modelos que representem esta população. Estes modelos computacionais representativos de uma população de edificações são denominados protótipos, para fins deste estudo, e consistem em modelos computacionais reduzidos aos fatores que intervêm no consumo de energia de uma edificação.

Para gerar protótipos de edificações para simulação, é necessário que se verifique como são as edificações existentes no Brasil: como são as suas características construtivas que se relacionam ao consumo de energia e à eficiência energética, quais e quantos são os equipamentos consumidores de energia e como estes equipamentos são usados. Após a definição dos protótipos, estas características são exploradas segundo os critérios científicos já estabelecidos visando alcançar os objetivos da simulação.

Deve-se atentar para a diferença entre um modelo real e um protótipo de edificação. O modelo real baseia-se em uma edificação existente única e visa reproduzir o desempenho energético real da edificação. Já o protótipo, por ser baseado em mais de uma edificação, não está passível de ajustes e calibração como o modelo real, mas visa representar as características mais comuns de uma amostra ou grupo, mesmo que não exista uma edificação que possa ser diretamente relacionada com o protótipo.

Diversas são as formas de se obter dados para a definição de protótipos de edificações, indo de consultas bibliográficas a levantamentos já realizados a levantamentos detalhados promovidos por órgãos governamentais. Este relatório apresenta a metodologia adotada para definição de dez protótipos de edificações, baseados em sete atividades comerciais e institucionais, e apresenta quatro protótipos residenciais. O item dois apresenta os objetivos desta etapa, o item três, uma revisão bibliográfica de métodos adotados para obter dados de edificações visando a prototificação. O item quatro inicia a apresentação da metodologia de definição dos protótipos comerciais e institucionais, com o levantamento fotográfico, e no item cinco está contida a segunda parte, o levantamento *in loco*. O item seis apresenta as referências usadas para a definição dos protótipos residenciais. Os resultados são apresentados no item sete e o item oito conclui o relatório da etapa de definição dos protótipos de edificações para simulação.

2 OBJETIVO

2.1 Geral

- Produzir protótipos de edificações de quatro atividades residenciais e de sete atividades comerciais e institucionais para simulação computacional do desempenho energético de edificações: hospital/clínicas, escola, edifício de escritórios (grande e pequeno), edifícios de hospedagem (hotel e pousada), supermercado, lojas (shoppings/galerias e pequenas lojas), restaurante.

2.2 Específicos

- Verificar como são as tipologias arquitetônicas de fachadas segundo as atividades comerciais e institucionais.
- Levantar características físicas e de uso da energia de um exemplo típico de cada atividade comercial e institucional, tais como número de pavimentos, área de vidro nas fachadas, propriedades térmicas das paredes e coberturas, propriedades óticas dos vidros, padrões de uso da energia, padrões de uso de ocupação, densidade de potência dos sistemas de iluminação e equipamentos e tipo e capacidade do sistema de ar-condicionado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Gonçalves e Almeida (1995) definiram a simulação como um processo de *mimesis* de uma situação real, a partir da qual são estimados resultados dadas as características da edificação. Como um dos objetivos da simulação do desempenho térmico de edificações é uma estimativa rápida e confiável, o ponto chave para simular uma edificação que represente um grupo é definir um protótipo.

A definição de protótipos de edificações depende, então, dos dados que se possui de uma população ou da amostra que represente uma população. Dentre as metodologias utilizadas para obtenção de dados, uma das mais conhecidas e consolidadas é a base de dados de edificações do governo dos EUA, o CBECS e o RECS, origem de diversos protótipos já elaborados (Huang et al, 1991 e Huang e Franconi, 1999).

O primeiro CBECS foi realizado em 1979. A sétima atualização foi publicada em 2004. Envolve edificações comerciais cuja área seja maior que 1000 pés quadrados (92,9m²), sendo que mais da metade desta área é voltada a um tipo de atividade comercial. O CBECS apresenta dados como localização, dimensões e ano de construção, ocupação, uso, áreas submetidas a aquecimento e resfriamento mecânicos, uso de equipamentos, uso de energia elétrica, de gás natural e combustíveis. O banco de dados do CBECS lista 4657 edificações comerciais segundo uma das 16 atividades, incluindo edificações não ocupadas. Duas destas atividades estão subdivididas em outras sub-atividades, a hospitalar e a de vendas de mercadorias. As edificações levantadas têm uma área mínima de 1000 pés quadrados (93m²), sem apresentar limite máximo (CBECS, 2005).

Para realização do levantamento que gerou a base de dados do CBECS, a edificação foi considerada como uma unidade básica de análise, cuja metodologia de pesquisa é dividida em duas etapas: o levantamento das características da edificação e o levantamento dos padrões de consumo dos usuários da edificação. As etapas da pesquisa consistiram em definição de questionários, treinamento de entrevistadores, entrevista e processamento de dados, dentre outras etapas secundárias. As entrevistas foram realizadas de janeiro a setembro de 2000, conduzidas por telefone e consistiram em identificar uma amostra, identificar um responsável pela edificação que tivesse conhecimentos suficientes sobre suas características e usos, enviar via correio o material com informações necessárias para a condução da entrevista e a entrevista em si, que ocorreria dias após o recebimento do material.

Dois levantamentos foram realizados: um com as características da edificação e outro com os fornecedores de energia. Este último era realizado somente quando o primeiro não fornecia informações suficientes de consumo de energia.

Por fim, foi realizado o processamento estatístico dos dados, cujos resultados foram comparados aos totais de venda de eletricidade, gás natural ou combustível fornecidos pelas concessionárias à EIA.

Já o RECS, o levantamento do consumo de energia em edificações residenciais, ocorreu primeiramente em 1998, sendo o atual de 2001. Como o CBECS, a pesquisa foi dividida em duas etapas: as entrevistas com os moradores das residências e as consultas às fornecedoras de energia (eletricidades, gás natural, etc). O universo estimado foi de 106.989.000 unidades habitacionais, obtido através de um levantamento populacional (*Current Population Survey*). A princípio, a amostra foi definida em 5000 unidades habitacionais e mais outras 500 suplementares. Baseou-se nas estatísticas do censo para definir suas amostras divididas territorialmente em PSU (*Primary Sampling Units*) com cerca de 400 unidades habitacionais que eram divididas em SSU (*Secondary Sampling Units*) com cerca de 50 unidade habitacionais. Visitas *in loco* foram realizadas para avaliar as amostras e recolher os endereços, que por fim foram selecionados aleatoriamente por um programa de computador. Ao contrário do CBECS, as entrevistas foram executadas pessoalmente, já que o entrevistado deveria assinar um documento permitindo que o programa tivesse acesso às suas contas de energia elétrica através da concessionária.

O CBECS e o RECS foram pesquisas que se tornaram largamente utilizadas para definir protótipos de edificações representativos para diversos fins relacionados ao desempenho térmico ou à eficiência energética das edificações, equipamentos e sistemas destas.

Por vezes, estudos complementares com objetivos mais específicos foram realizados para complementar as informações como o que o *Lawrence Berkely National Laboratory* realizou para o *Gas Research Institute*. O LBL procurou estabelecer informações técnicas relacionadas ao setor de energia e construção que afetavam o uso de combustível derivado do petróleo. Visava estimar tipologias construtivas em edificações comerciais e multi-familiares e gerou 481 modelos. Os dados utilizados eram provenientes de 8 fontes diferentes: do *Non-residential Building Energy Consumption Survey* (NBECS, posteriormente alterado para CBECS), foram utilizados dados de área de piso, uso final, horas de operação, características da envoltória e usos de combustíveis de todos as 110 categorias de edificações do levantamento de 1979 e outras 14 mais do levantamento de 1983. Dados setoriais foram provenientes de *American Hospital Association* para hospitais, do *Department of Justice* e *American Correctional Association* para prisões e do *National Center of Educational Statistics* para escolas. Foram também utilizados dados do censo com projeções populacionais para anos futuros. Enfim, os dados foram coletados parcialmente de uma fonte e parcialmente de outra, até formar a base de dados necessária para classificação e posterior modelagem dos protótipos [HUANG et al, 1991].

Akbari et al [1999] utilizaram 11 protótipos de edificações para avaliar a economia de energia ao utilizar telhados claros em larga escala. Para tanto, selecionaram 11 áreas



metropolitanas estatisticamente significativas para representar a população urbana ao incluir todos os climas presentes nos EUA. Modelaram residências unifamiliares (velha e nova), escritórios (velho e novo), lojas (velha e nova), escolas (primária e secundária), hospitais/maternidades e mercados. A base de dados para definir o albedo dos telhados consistiu na coleta de imagens aéreas de três das 11 regiões metropolitanas e assim, comparar casos existentes com os casos simulados com alto e baixo albedo.

Na Inglaterra, edificações de uma área geográfica específica foram classificadas para gerar dois modelos representativos de uma população, um residencial e outro não residencial para estimativas de consumo de energia. As principais características coletadas da amostra de edificações residenciais foram: área de piso aquecido, fachadas, P/JF e era de construção. Também foram observados o número de pavimentos e a área total da fachada. Já as edificações não residenciais foram inicialmente divididas em 13 grupos: alimentação, diversão, indústrias e armazéns, educação de nível superior, saúde, hotéis, museus/bibliotecas/igrejas, correios/bancos, prisões, escolas, lojas, esportes/recreação e escritórios. A base de dados obtida está relacionada com a localização da edificação através do seu código postal, permitindo que, de acordo com a região e o tipo de edificação, seja possível fazer uma previsão do consumo de energia da edificação [JONES et al, 2001].

Em Hong Kong, a implementação de programas para conservação de energia foi avaliada com a simulação de protótipos obtidos através de auditorias energéticas em edificações comerciais e públicas. As auditorias indicaram o tipo de atividade comercial, que poderia ser escritório, hotel, hospital ou lojas de venda de mercadorias; ano de construção; cidade; forma e dimensões, através de croquis e fotografias; orientação de cada fachada; materiais componentes da envoltória; áreas internas condicionadas, não condicionadas e utilizadas para estacionamento; uso da energia; capacidade e componentes do ar-condicionado; COP (*coefficient of performance*) de *chillers*; temperatura e umidade em cada zona térmica; tipo de sistema de iluminação e tipos de equipamentos. Por fim, as auditorias permitiram a modelagem de 4 protótipos de edificações que representam as atividades pesquisadas. Todos os protótipos são retangulares, com as fachadas de menores dimensões orientadas a oeste e leste [CHIRARATTANANON & TAWEEKUN, 2003].

No Brasil, algumas pesquisas já foram realizadas a fim de caracterizar edificações comerciais sob a ótica do consumo de energia elétrica. O relatório sobre a Influência das Curvas de Carga nos Alimentadores de Distribuição de Curitiba, da Companhia Paranaense de Energia Elétrica, apresentou curvas de carga de edificações comerciais da região central de Curitiba que podem ser utilizados para modelagem dos padrões de uso de protótipos de edificações comerciais. Os consumidores e seus usos finais de energia foram identificados e são apresentados, assim como as curvas de carga em dias úteis, no sábado e no domingo para estas edificações. Foram realizadas medições em 33 edificações sendo 12 de uso coletivo e 21 de consumidores individuais.

Além das curvas de carga destas edificações, foram recolhidos históricos de demanda mensal no período de um ano das edificações com consumidores individuais e do consumo mensal no período de um ano de todas as edificações amostradas (COPEL, 1990).

Uma pesquisa mais específica sobre o uso da energia em edificações residenciais foi realizada para o banco de dados SINPHA, que reúne informações sobre os padrões de consumo de domicílios servidos por 18 concessionárias brasileiras de energia: CEAL, CEB, CELB, CELG, CELPE, CEMIG, CERJ, CESP, COELBA, COPEL, COSERN, CPFL, ELEKTRO, ELETROPAULO, ENERSUL, ESCELSA, LIGHT, E SAELPA. Apresenta valores percentuais e absolutos classificados pelas condições de moradia, condições sócio-econômicas, de fornecimento de energia, iluminação, eletrodomésticos, dentre outros. A base de dados permite a análise e combinação destas informações a fim de processar dados conforme o objetivo da pesquisa. É uma base completa para definir padrões de uso residenciais embora apresente poucas características construtivas dos domicílios pesquisados [SINPHA, 1999].

Outras tipologias de edificações já foram levantadas em cidades brasileiras, tais como Salvador (CARLO et al, 2003) e Recife (CARLO et al, 2004). As tipologias de novas edificações foram identificadas através de um levantamento fotográfico, que registrou 46 edificações comerciais e 46 edificações residenciais em Salvador e 100 edificações comerciais e 160 edificações residenciais no Recife. Foram observadas a forma e altura da edificação e duas características das fachadas: PJF e existência de dispositivos de proteção solar. Em Salvador, a maior parte das edificações amostradas eram escritórios e, dentre estes, 74% tinham de 11 a 20 pavimentos e 82% apresentavam um mínimo de 20% e um máximo de 60% de área de janela nas fachadas. Já no Recife, a frequência de ocorrência do número de pavimentos nas edificações comerciais fotografadas estão apresentadas na figura 1. Nesta, percebe-se que 100% das lojas, escolas e restaurantes fotografadas têm menos de 4 pavimentos. 56% dos escritórios têm mais de 10 pavimentos, assim como 80% dos hotéis registrados. Já os hospitais e clínicas são mais variados, mas com um percentual predominante, de 50%, em edificações menores ou iguais a 4 pavimentos.

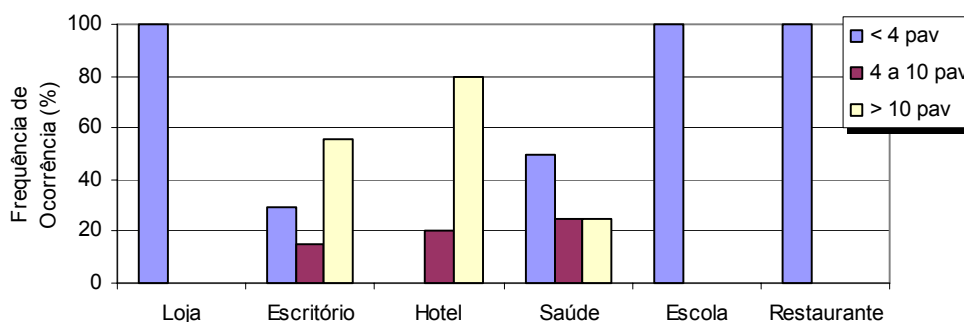


Figura 1. Número de pavimentos nas edificações fotografadas no Recife.

A figura 2 apresenta a frequência de ocorrência do PjF, percentual de área de janela na fachada, destas mesmas edificações comerciais e institucionais do Recife. Poucas edificações apresentam um PjF alto, maior que 80%, e são algumas lojas e escritórios. 40% dos hospitais e 66% dos restaurantes apresentam poucas aberturas, menores que 40% da área da fachada. O restante das atividades são caracterizadas por aberturas de até 60% da área da fachada, com exceção das lojas, que não apresenta nenhuma predominância, variando até um máximo de 80% de área de vidro.

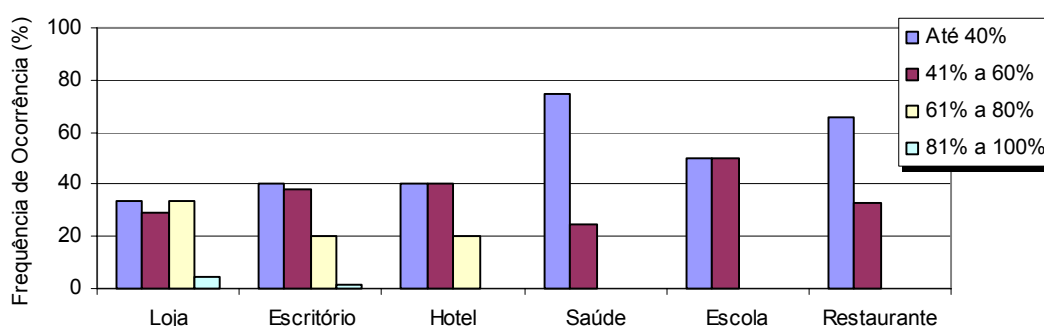


Figura 2. Ocorrência do PjF em edificações comerciais e institucionais no Recife.

Além destas iniciativas de classificação de edificações comerciais, está em andamento o projeto “Impactos da Adequação Climática sobre a Eficiência Energética e o Conforto Térmico de Edifícios de Escritório no Brasil” com financiamento do CNPQ e fundo CT-Energ. Este projeto está levantando características de edificações comerciais empresariais (de escritórios) em uma cidade de cada zona bioclimática brasileira (ABNT, 2003): Curitiba (PR), Santa Maria (RS), Florianópolis (SC), São Carlos (SP), Niterói (RJ), Campo Grande (MS), Mossoró (RN) e Maceió (AL). Visa estabelecer parâmetros de projeto diferenciados para as edificações desta tipologia em função do zoneamento bioclimático e, conseqüentemente, do uso final da energia conforto térmico. Espera-se que os dados levantados na pesquisa sejam somados a outras iniciativas, incluindo a descrita neste relatório, para melhor definir as características físicas e de uso de edificações representativas do cenário nacional.

A “Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil”, financiado pelo GEF Procel é também uma pesquisa em andamento que está levantando dados sobre o uso da energia no setor residencial, comercial, público e industrial, com alguns dados relacionados às edificações, ao uso da energia, aos impactos do racionamento de energia de 2001 e à eficiência energética.

4 LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO

O levantamento fotográfico foi realizado através de percursos por centros urbanos registrando as características exteriores de edificações. Visou reunir uma ampla base de dados com registros fotográficos das fachadas de edificações comerciais e institucionais para caracterização de suas tipologias arquitetônicas ao coletar dados de:

- Número de pavimentos
- Forma, se possível visualizar na fotografia
- P/JF, percentual de área de janela na fachada
- Cor do vidro

O número de pavimentos e a forma, ou as dimensões da edificação, são características básicas para a definição de um protótipo devido à sua significativa influência no desempenho térmico da edificação. São características primárias que podem ser responsáveis pela definição de novos protótipos caso sejam variadas em uma amostra.

Já o P/JF tem elevada influência no consumo de energia, mas de forma secundária. Seu elevado impacto visual na paisagem urbana o torna importante na tipologia da edificação e o potencial de carga térmica que pode penetrar em uma edificação através do vidro o torna relevante na simulação de desempenho térmico.

O último fator, a cor do vidro, não fornece nenhuma informação direta que possa ser utilizada em uma simulação de desempenho térmico, mas direciona investigações futuras sobre a qualidade do vidro instalado na edificação. Seu impacto, em fachadas de grande P/JF, percentual de área de janela na fachada, é também significativo para o desempenho térmico da edificação.

Outras informações que porventura podem ser extraídas são o tipo de cobertura e o material das fachadas. No entanto, o primeiro não é possível de ser visualizado em edificações com coberturas não aparentes e o segundo não é relevante para esta etapa da pesquisa, não tendo sido então registrados na base de dados.

O critério para uma edificação ser registrada em foto foi o uso exclusivo de sua atividade na edificação. Assim, uma loja no térreo de uma edificação que tivesse um restaurante no segundo pavimento não se adequava aos objetivos do levantamento, não sendo então fotografada.

Para a região metropolitana de Florianópolis, foi identificado o número aproximado de edificações comerciais com uso exclusivo de cada atividade citada utilizando o catálogo telefônico da região. Este classifica as empresas por atividade fornecendo o seu endereço, o que permite verificar quantas edificações abrigam somente um uso comercial ou institucional. Para este universo, identificado em 1453 edificações, seria necessária uma amostra de 91 edificações considerando

uma margem de erro de 10%. No entanto, o número total de amostras torna-se maior quando o universo é subdividido em categorias, como realizado para as atividades comerciais e institucionais. Foi então definido um alvo de 457 edificações necessárias para gerar uma amostra com erro de 10%, distribuídas por atividades de acordo com a tabela 1.

Tabela 1. Universo de edificações e número de amostras, por atividade, para erro de 10% em Florianópolis.

	Supermercados	Hotéis	Pousadas	Hospitais	Escolas	Lojas	Escritórios	Restaurantes	Total
Universo	78	178	134	105	109	324	172	353	1453
Amostras	43	59	50	50	50	73	59	73	457

4.1 Definição das cidades

As cidades escolhidas para realizar o levantamento fotográfico foram Florianópolis, cidade sede do LabEEE, laboratório responsável pela pesquisa, e São Paulo. A primeira foi escolhida devido à facilidade de se realizar e testar a metodologia e a segunda, devido à sua representatividade em um universo nacional, pelas dimensões de sua área urbana e pela variabilidade de edificações em seu território. Salvador e Recife foram também incluídas por já fazerem parte da base fotográfica do LabEEE, resultados de pesquisas anteriores (CARLO et al, 2003 e CARLO et al, 2004).

4.2 Definição dos percursos

Os percursos foram definidos visando registrar o maior número de edificações dentro do perímetro urbano em um menor tempo. Assim, os centros urbanos foram selecionados e, dentro destes, as ruas e avenidas em que se sabe há um grande número de edificações comerciais e residenciais. Foram incluídas também áreas conhecidas por abrigar um grande número de edificações de uma só atividade, como região de hospitais ou de restaurantes.

Cada área escolhida era mapeada e o percurso definido antes de ir a campo. A princípio, o percurso foi realizado caminhando pelas ruas e avenidas traçadas em um mapa, o que consumia um tempo elevado. Figura 3 apresenta os percursos de três dias realizados no centro de Florianópolis, realizados a pé. Os percursos estão assinalados em vermelho, azul e verde, e consumiram cerca de 3 horas cada, limitados por três fatores: a capacidade física do pesquisador, a disponibilidade de bateria da câmera e o espaço para armazenamento das fotos. Os percursos restantes, cerca de 85% do total, foram realizados de automóvel, o que comprometeu parcialmente a qualidade das fotos mas agilizou significativamente o tempo dispensado no levantamento fotográfico. A figura 4 apresenta os percursos realizados de automóvel, em um dia. Foi possível

cobrir uma área maior pela praticidade do automóvel e por ser possível realizar 8 horas de levantamento, com recarga da bateria no meio do período.

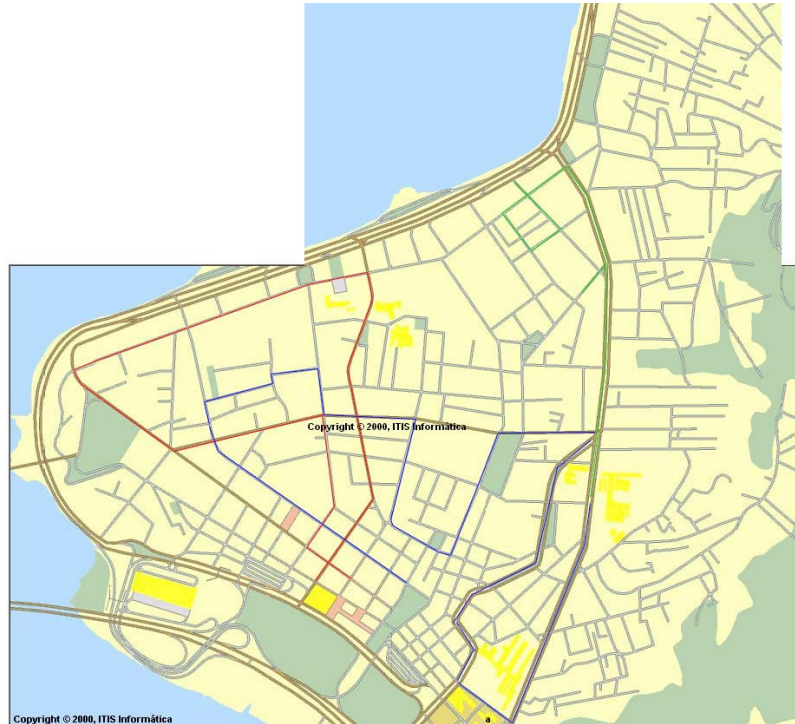


Figura 3. Percursos de três dias, marcados em vermelho, azul e verde, realizados a pé no centro de Florianópolis. Mapa base: Guia Digital de Florianópolis <<http://www.pmf.sc.gov.br>>

4.3 Resultados parciais

Foram registradas 326 edificações comerciais e institucionais em Florianópolis e 126 em São Paulo. Foram também incluídas 115 fotografias de edificações comerciais e institucionais do Recife e 46 de Salvador. A tabela 2 apresenta o número de amostras por atividade coletadas nas cidades onde foram realizados os levantamentos fotográficos. O levantamento mais completo foi realizado na cidade de Florianópolis, envolvendo cinco dias não consecutivos de execução, excluídos os dias em que o levantamento foi postergado por motivos como chuva, por exemplo. Em São Paulo não foram incluídas as pousadas. Apenas 1 hotel foi registrado, sendo a maioria das edificações amostradas, grandes escritórios. Na cidade do Recife, foram fotografadas edificações de grandes escritórios, pequenas lojas, hospitais, grandes hotéis, escolas e restaurantes, sendo excluídas as outras atividades ou subdivisões e em Salvador, grandes e

pequenos escritórios, hotéis, grandes lojas, restaurantes e hospitais. No total, foram fotografadas 613 edificações comerciais e institucionais em quatro cidades brasileiras.

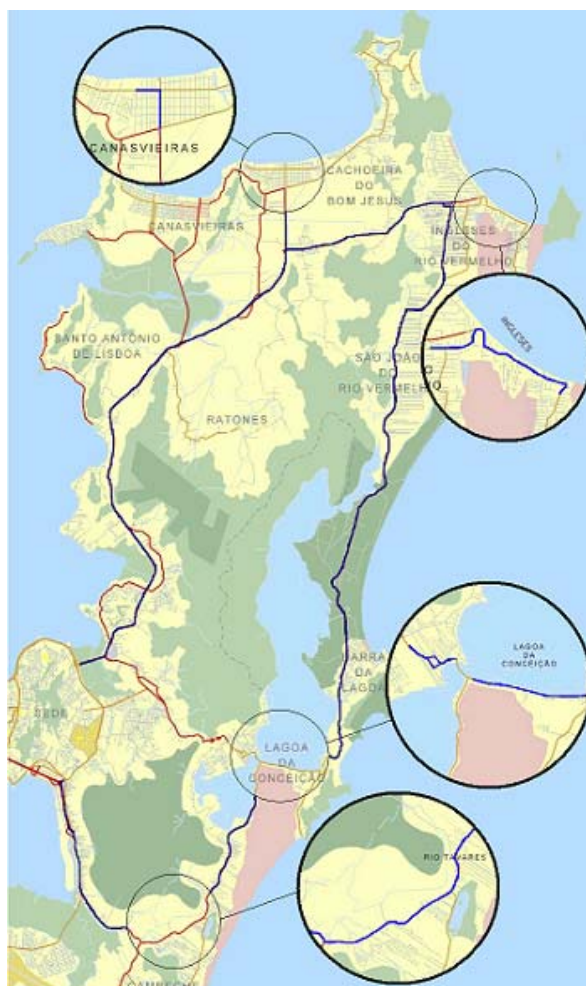


Figura 4. Percurso de um dia, marcado em azul, realizado de automóvel pela Ilha de Santa Catarina, cidade de Florianópolis. O trechos mais urbanizados estão em destaque. Mapa base: Guia Digital de Florianópolis. <<http://www.pmf.sc.gov.br>>

Na cidade de Florianópolis, foram fotografadas edificações suficientes para uma amostragem com margem de erro de 10% para os escritórios e lojas. O número de amostras de restaurantes se aproximou do objetivo, chegando a 50 amostras, enquanto seria necessário 73, de acordo com a tabela 1. As demais atividades não alcançaram uma amostragem significativa para erro de 10%.

Tabela 2. Número de amostras obtidas com o levantamento fotográfico.

	Gde Escritório	Pqno Escritório	Hotel	Pousada	Gde Loja	Pqna Loja	Restaurante	Supermercado	Hospital e Clínica	Escola	Total
Florianópolis	52	39	13	11	33	88	50	15	12	13	326
São Paulo	48	14	1	-	17	11	4	7	8	16	126
Recife	68	-	10	-	-	25	3	-	4	5	115
Salvador	32	3	2	-	4	-	1	-	4	-	46
Total	200	56	24	11	54	124	58	22	28	34	613

As fotografias foram reunidas em uma base de dados, CITE – Classificador Inicial de Tipologias de Edificações (figura 5), onde estão presentes as características de cada fachada possíveis de serem visualizadas e todas as fotos referentes à edificação. O CITE permitiu que os dados fossem exportados com facilidade e tratados estatisticamente em planilhas eletrônicas, de forma a obter as características primárias dos protótipos para orientar a segunda parte da etapa de definição dos protótipos.

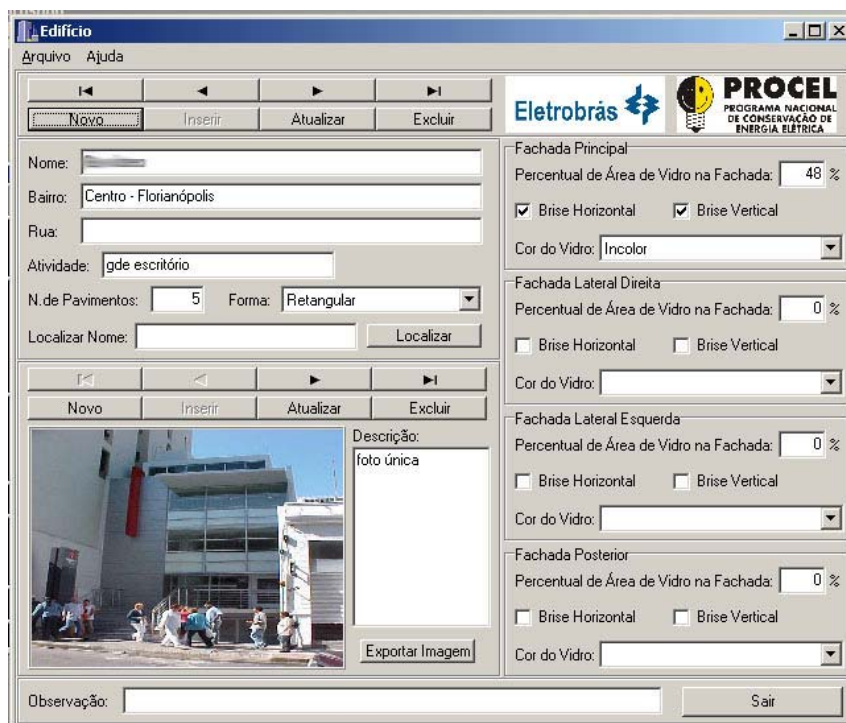


Figura 5. Interface do CITE, Classificador Inicial de Tipologias de Edificações.

A tabela 3 apresenta a ocorrência do número de pavimentos das edificações de Florianópolis. 31% dos grandes escritórios têm de 5 a 10 pavimentos; 59% dos pequenos escritórios têm de 3 a 5 pavimentos; 46% dos grandes hotéis têm de 10 a 15 pavimentos; 36% dos pequenos hotéis, as pousadas, têm até 4 pavimentos; 58% das grandes lojas e centros de compras têm exatamente 2 pavimentos; 55% das pequenas lojas têm exatamente 1 pavimento; 66% dos restaurantes têm 1 pavimento. A segunda maior ocorrência está mostradas na tabela 3 somente para as edificações em que o número de amostras era maior que 30: grandes e pequenos escritórios, grandes e pequenas lojas, e restaurantes.

Tabela 3. Primeiras e segundas maiores freqüências de ocorrência do número de pavimentos nas edificações de Florianópolis.

	Gde Escritório	Pqno Escritório	Hotel	Pousada	Gde Loja	Pqna Loja	Restaurante	Supermercado	Hospital	Escola
Pavimentos	5 a 10	3 a 5	10 a 15	1 a 4	2	1	1	1	2	2
1ª Ocorrência (%)	31	59	46	36	58	55	66	57	50	54
Pavimentos	10 a 15	1			3	2	2			
2ª Ocorrência (%)	27	36			24	41	32			

O PJF, percentual de área de janela na fachada, foi classificado por fachada. O número de fotografias de edificações em que as fachadas laterais eram visíveis foi menor, porém ainda significativo. Já o número de fotografias em que foi possível fotografar a fachada posterior foi mínimo e portanto excluído da classificação. As especificações das fachadas laterais deverão ser adotadas para as fachadas posteriores. A figura 6 apresenta o PJF que mais ocorreu nas fachadas principal e laterais. Na principal, as grandes lojas possuem o maior PJF dentre todas as atividades, 21% das lojas pesquisadas tinham 80% de vidro na sua fachada principal, e 22% tinham 60% de vidro nas fachadas laterais. As fachadas principais e laterais das pequenas lojas e as fachadas principais dos grandes escritórios, restaurantes e supermercados apresentaram 50% de sua área com vidro em grande parte das amostras, enquanto as fachadas laterais dos pequenos escritórios e das escolas apresentaram 40% de sua área com vidro. Além destas, o PJF das demais fachadas foi abaixo de 40%, como visto na figura 6.

Estas informações estão também presentes na tabela 4, onde também são mostrados os PJF com a segunda maior freqüência de ocorrência para as atividades com mais de 30 amostras. Vale observar que 40% das fachadas laterais de pequenos escritórios não apresentam aberturas, como visto na tabela. É também interessante notar a ocorrência também alta de PJF ligeiramente menores ou maiores que os primeiros, como no caso das fachadas laterais das pequenas lojas e dos restaurantes, respectivamente.

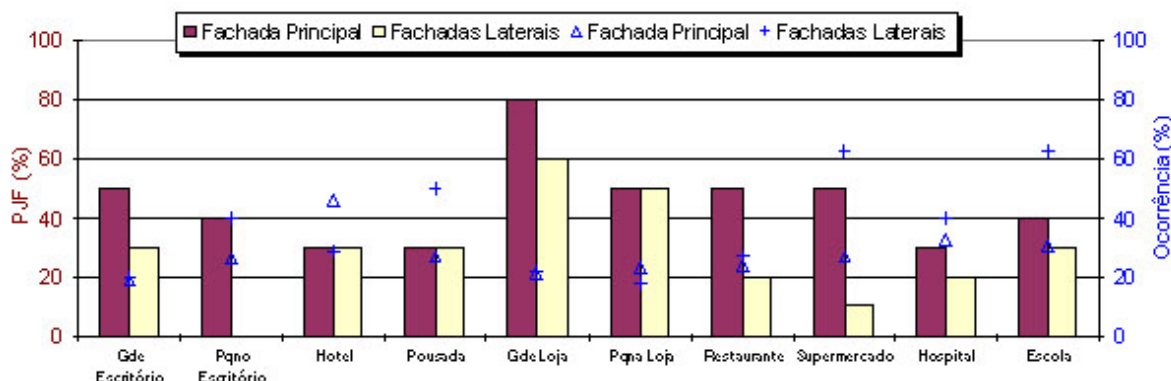


Figura 6. Frequência de ocorrência predominante (pontos) do P.J.F. (colunas) nas fachadas por atividade nas edificações de Florianópolis.

Tabela 4. Frequência de ocorrência dos P.J.F. nas fachadas principais e laterais das edificações amostradas em Florianópolis.

Fachada Principal										
	Gde Escritório	Pqno Escritório	Hotel	Pousada	Gde Loja	Pqna Loja	Restaurante	Supermercado	Hospital	Escola
P.J.F. (%)	50	40	30	30	80	50	50	50	30	40
1ª frequência (%)	19	26	46	27	21	23	24	27	33	31
P.J.F. (%)	40	20			60, 70	40	60			
2ª frequência (%)	13	21			15	18	22			
Fachadas Laterais										
	Gde Escritório	Pqno Escritório	Hotel	Pousada	Gde Loja	Pqna Loja	Restaurante	Supermercado	Hospital	Escola
P.J.F. (%)	30	0	30	30	60	50	20	10	20	30
1ª frequência (%)	20	40	29	50	22	18	27	63	40	63
P.J.F. (%)	10, 20		10, 20						10	
2ª frequência (%)	20		29						40	

A figura 7 apresenta a existência de proteções solares horizontais e verticais nas fachadas principais das edificações de Florianópolis. Considerando que qualquer tipo de projeção foi considerado, independente de serem brises, marquises ou varandas sombreando o pavimento

inferior, a ocorrência de proteções solares horizontais foi alta em todas as atividades, chegando a um máximo de 88% das amostras das grandes lojas e a um mínimo de 52% nas amostras dos grandes escritórios. Já as proteções verticais são mais raras, sendo predominantes somente nas fachadas principais dos hotéis (69%) e dos hospitais (58%).

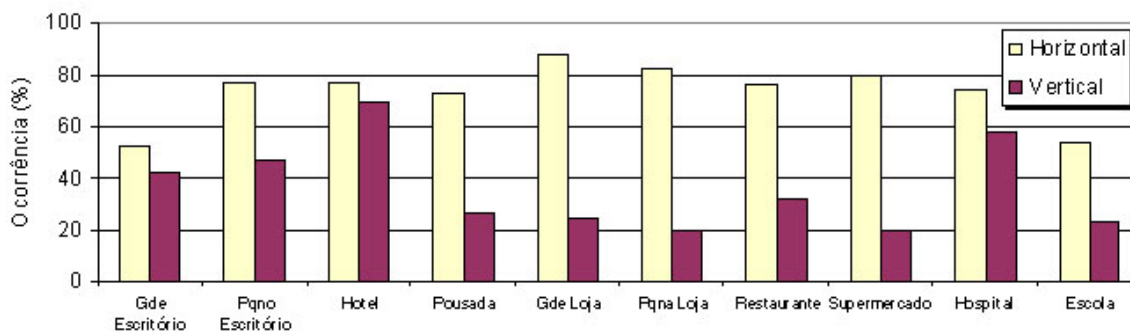


Figura 7. Frequência de ocorrência de proteções solares horizontais e verticais nas fachadas principais das edificações de Florianópolis.

Quanto às fachadas laterais, três atividades apresentaram 100% de ocorrência de proteções horizontais na sua amostra, como visto na figura 8: pequenas lojas, supermercados e hospitais. As proteções solares horizontais predominam nas demais atividades, com exceção dos grandes escritórios. Já as proteções solares verticais não são comuns nas fachadas laterais, sendo que o máximo observado foi uma ocorrência de 40% dos hospitais e clínicas (figura 6).

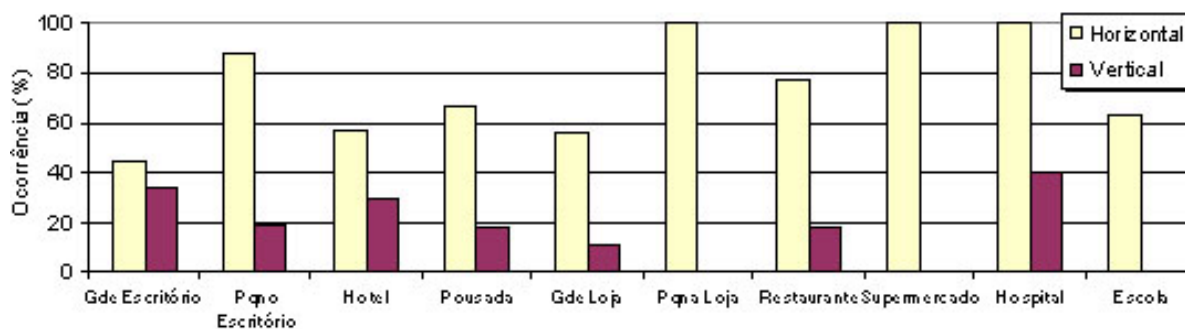


Figura 8. Frequência de ocorrência de proteções solares horizontais e verticais nas fachadas laterais das edificações de Florianópolis.

A figura 9 apresenta a ocorrência mais frequente da cor dos vidros nas fachadas principais e laterais das amostras. Embora a classificação tenha sido realizada utilizando diversas cores (cinza, *champagne*, verde, azul), as cores predominantes foram sem ou incolor ou cinza, como visto na figura 9. Vidros cinza predominaram em grandes escritórios, restaurantes e

supermercados. Vidros incolores predominaram em pequenas lojas. O restante foi dividido entre vidros incolor e cinza, variando de acordo com a fachada e a atividade exercida. Um bom exemplo são as grades lojas, em que o vidro incolor predomina nas fachadas principais, onde são expostas as mercadorias, enquanto o vidro cinza predomina nas fachadas laterais.

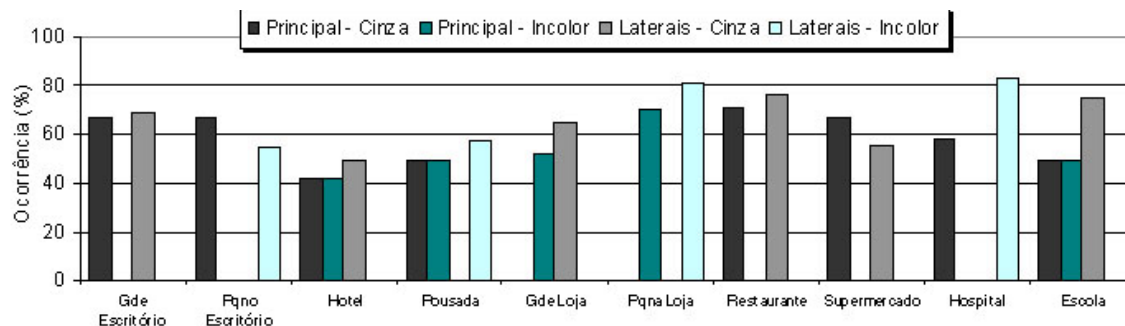


Figura 9. Frequência de ocorrência máxima da cor do vidro por atividade comercial ou institucional nas edificações de Florianópolis.

Os resultados do levantamento fotográfico de São Paulo reuniram um menor número de edificações, sendo que algumas atividades tiveram poucas amostras, como foi mostrado na tabela 2. Sendo assim, são apresentados apenas os resultados para São Paulo cujo número de amostras é maior que dez, ou seja, para as atividades de grandes escritórios, pequenos escritórios, grandes lojas, pequenas lojas e escolas. Destas, são apresentados os resultados referentes ao número de pavimentos e à fachada principal, devido ao mesmo motivo, o reduzido número de fotografias coletadas das fachadas laterais e posterior.

A figura 10 apresenta o número máximo de pavimentos encontrado para esta cidade. O número de pavimentos apresentado para os grandes escritórios varia de 11 a 20 pavimentos para 47% da amostra. Os demais apresentam o número exato, sendo 2 pavimentos para pequenos escritórios (71%), grandes lojas (41%) e escolas (53%) e 1 pavimento para pequenas lojas (77%).

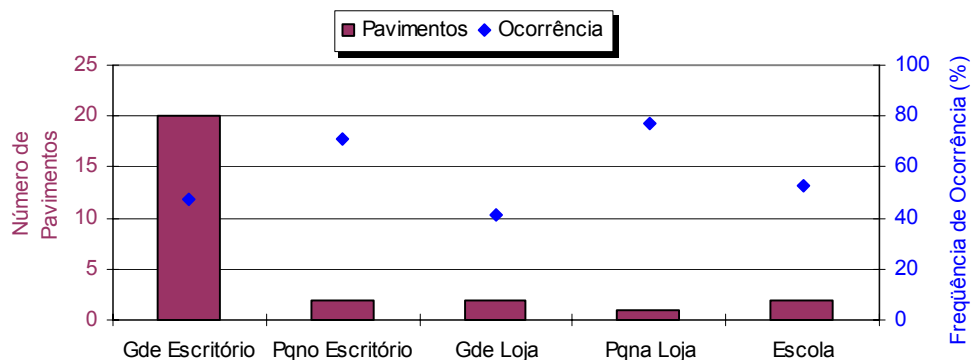


Figura 10. Máximo de pavimentos para algumas atividades amostradas em São Paulo.

Na figura 11, onde são mostrados o PJF máximo, de intervalos de 10% em 10%, das fachadas principais das mesmas atividades da figura 10, percebe-se os PJF mais comuns não ultrapassam o intervalo de 60% a 70% da amostra, chegando a este valor em 17% das edificações de grandes escritórios. As demais atividades apresentam, como PJF predominante em suas fachadas principais, um PJF de 50% para 29% dos pequenos escritórios e, coincidentemente, os mesmos valores para grandes lojas, PJF de 30% para 23% das pequenas lojas e PJF também de 30% para 41% das escolas amostradas.

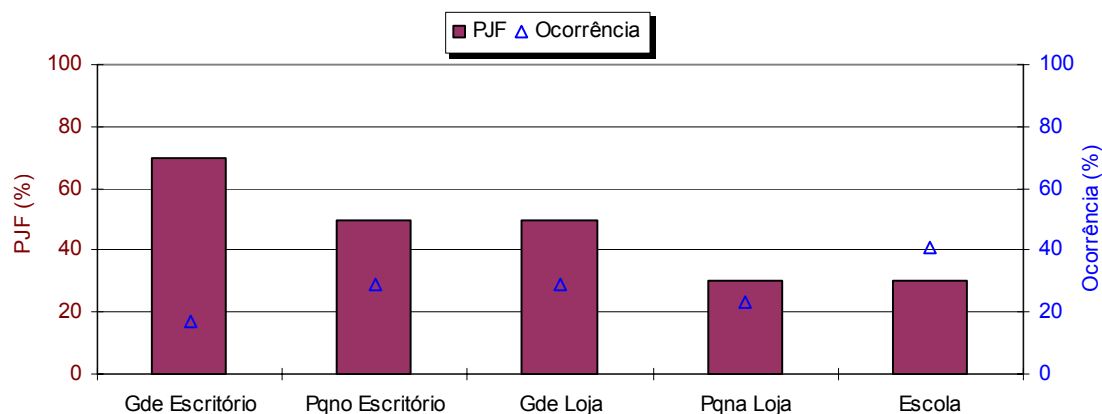


Figura 11. PJF para 4 atividades comerciais e uma institucional de edificações de São Paulo.

Por fim, a figura 12 apresenta a cor dos vidros mais freqüente nas fachadas principais das edificações amostradas. A predominância é cinza para os escritórios, 65% para os grandes e 67% para os pequenos e vidro incolor para as grandes lojas (52%), pequenas lojas (92%) e escolas (47%). Também mostraram ser significativos 35% de ocorrência de vidros cinza para grandes lojas e 40% para as escolas e, curiosamente, vidros cor *champagne* são os segundos mais freqüentes nos grandes escritórios, estando presente em 17% das fachadas principais destas edificações.

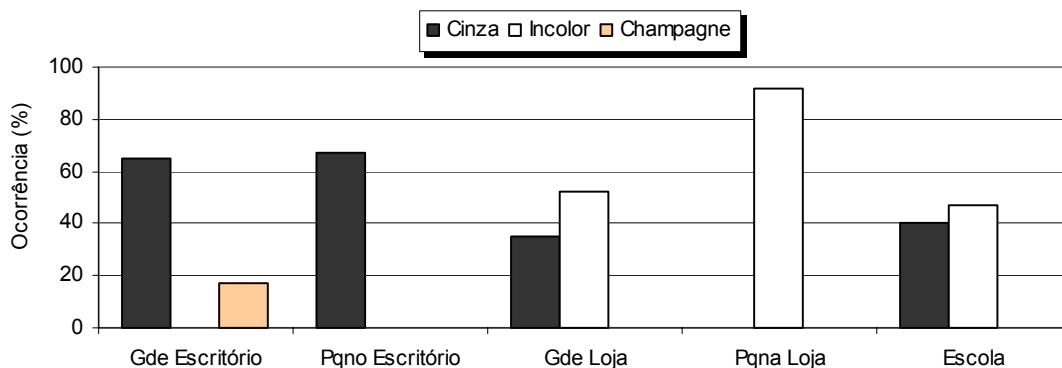


Figura 12. Cores mais freqüentes nos vidros das fachadas principais das edificações de São Paulo.

Totalizando os resultados das 4 cidades, tem-se a frequência de ocorrência do número de pavimentos por atividade. A figura 13 apresenta a ocorrência do número de pavimentos para duas atividades comerciais, grandes escritórios e grandes lojas. Nos grandes escritórios, a distribuição é uniforme para edificações com até 20 pavimentos, com uma ocorrência média de 23%. A partir de 21 pavimentos, até 30, a ocorrência cai para 7%. Há uma ligeira predominância de edificações com um mínimo de 11 pavimentos e um máximo de 15 pavimentos (28%). Já nas grandes lojas, há uma visível predominância de edificações de dois pavimentos (49%), seguida por edificações de 3 pavimentos (25,5%).

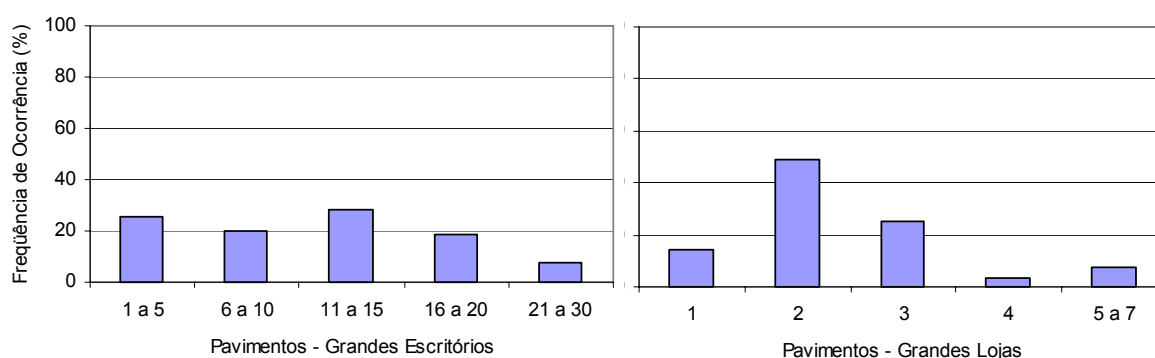


Figura 13. Ocorrência total do número de pavimentos de grandes escritórios e grandes lojas.

A figura 14 apresenta os totais do percentual de área de janela na fachada, PJF, das fachadas principais de grandes escritórios e grandes lojas. As maiores ocorrências são de 33% de edificações com PJF, nas fachadas principais, de 41% a 60% em grandes escritórios e de 31% de edificações com PJF de 61% a 80% em grandes lojas. Nos dois casos, a segunda maior ocorrência é o intervalo seguinte cujo PJF é mais baixo, de 26% em grandes escritórios (21% a 40%) e de 30% em grandes lojas (41% a 60%), ambos igualmente significativos.

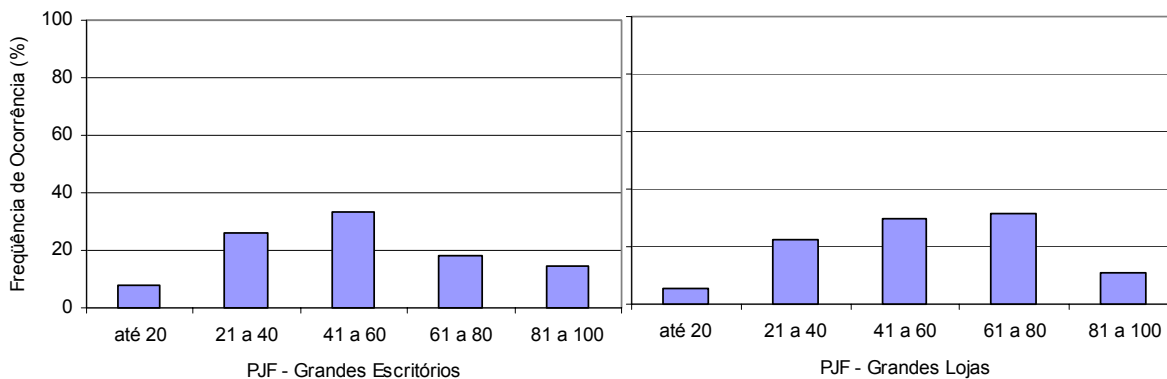


Figura 14. Ocorrência total do PJF de grandes escritórios e de grandes lojas.

A cor dos vidros dos grandes escritórios está classificada na figura 15. A predominância é de vidros cinza nas 3 cidades amostradas: Recife, São Paulo e Florianópolis. As imagens das edificações de Salvador não foram incluídas, pois este parâmetro não havia sido analisado na época, estando previsto de ser incluído em versão complementar a este relatório. Percebe-se, pela figura, a predominância do uso da cor cinza na maior parte dos vidros dos grandes escritórios (69%) e dos vidros incolores nas grandes lojas (54%), seguidos do inverso na segunda maior ocorrência: vidros incolores (16%) em grandes escritórios e vidros cinza nas grandes lojas (42%).

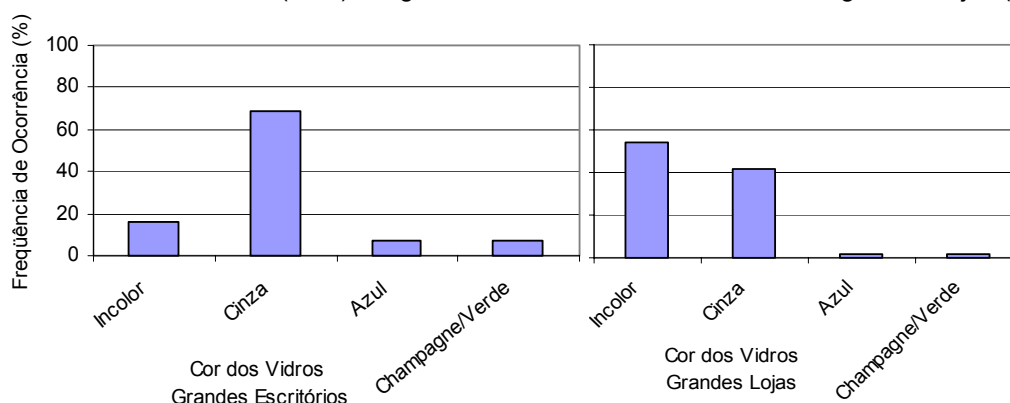


Figura 15. Ocorrência total da cor dos vidros nas fachadas de grandes escritórios e grandes lojas em três das cidades amostradas.

Para escolas e hospitais, a figura 16 mostra que o PjF tende a ser pequeno, abaixo de 40%. Como Carlo et al (2003a) verificou que os impactos na carga térmica são poucos significativos em edificações com PjF abaixo de 40%, as edificações amostradas destas atividades apresentam parâmetros adequados para minimizar os ganhos térmicos no ambientes internos com um menor custo, já que o uso de vidros especiais pode onerar a obra. Vale lembrar que o tamanho destas aberturas não determina a distribuição da luz natural nos ambientes internos.

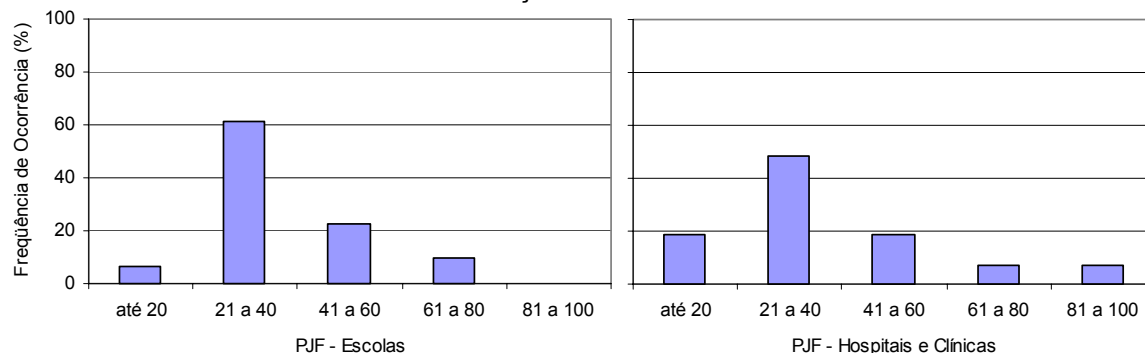


Figura 16. Ocorrência total do PjF de escolas e hospitais/clínicas.

5 LEVANTAMENTO IN LOCO

O levantamento *in loco* foi realizado na cidade de Florianópolis e visou reunir dados complementares ao aspecto físico da edificação e referentes ao uso da edificação por atividade comercial ou institucional. Estes dados visam originar os modelos computacionais básicos em que será simulada a influência de medidas de conservação de energia, MCE.

5.1 Seleção de amostras

Após os aspectos básicos de altura e forma terem sido definidos, partiu-se para a seleção das amostras de edificações que forneceriam as demais características físicas e informações sobre o uso da energia. A concessionária de energia local, CELESC, selecionou aleatoriamente algumas edificações abastecidas por alta tensão, grupo tarifário horosazonal azul ou verde, para o Consórcio PUCRio/Ecoluz Avaliação do Mercado de Eficiência Energética do Brasil, que foram fornecidas para esta pesquisa. Dentre estas edificações, foram selecionados 3 exemplos de cada atividade comercial ou institucional (hotel, escola, grande escritório, grande loja, supermercado e hospital) cujas características concordam com as características mais freqüentes encontradas nos levantamentos fotográficos. Destas, as que mais interessam são o número de pavimentos e a forma da edificação, por serem características que muito diferenciam o consumo da energia por área (CARLO et al, 2003). São também consequência do porte da empresa, assim como o é o uso da energia. A dimensões da edificação são, então, características primárias da edificação através das quais é possível caracterizar outros aspectos.

Como a lista da concessionária não incluiu todas as atividades observadas nos levantamentos fotográficos, as pequenas edificações: pequena loja, pequeno escritório, restaurante e pousada foram selecionadas através das fotografias, resultando em uma lista com dez atividades.

5.2 Contatos

Os contatos com os proprietários ou administradores das edificações foram realizados com auxílio da CELESC, que assinou uma carta de apresentação para o primeiro contato. Diversos contatos foram realizados por telefone e, quando algum não se mostrava disponível para receber a equipe responsável pelo levantamento, a segunda opção da lista da CELESC era escolhida e um novo contato, via telefone e pessoalmente, era realizado. Era solicitada uma visita acompanhada por algum responsável envolvido com a manutenção da edificação.

Em diversos casos, houve atrasos devido à indisponibilidade do responsável em atender os pesquisadores, por simples recusas ou devido ao período de férias já que as visitas ocorreram no mês de janeiro. O hotel selecionado, assim como a pousada, solicitou que a visita fosse realizada após o período de temporada devido ao grande número de hóspedes. A escola não

funciona neste período, razão pela qual a visita, embora autorizada, foi postergada para março e o pequeno escritório recusou atender a solicitação de levantamento. O escritório foi posteriormente substituído por um banco de pequeno porte, visto que a categoria de uso “bancos” foi incluída como atividade de escritórios.

5.3 Levantamento

Antes de se realizar a visita à edificação, informações sobre o projeto de arquitetura das edificações selecionadas foram coletadas na Secretaria de Urbanismo e Serviços Públicos, SUSP, da Prefeitura Municipal de Florianópolis. Este procedimento, assim como o levantamento fotográfico, permitiu a previsão do tipo de ambientes que seriam visitados. Eliminou também a necessidade de solicitar a planta de todas as edificações visitadas.

O levantamento consistiu na visita e registro das características de interesse para o desempenho energético de uma edificação de todos os ambientes. Dois materiais foram preparados: uma planilha a ser preenchida pelo pesquisador e um questionário com informações mínimas para ser aplicado ao responsável pela edificação. Ambos são apresentados no anexo 1.

A planilha continha um roteiro dos procedimentos básicos a serem seguidos no levantamento *in loco* e foi preenchida ao se avistar a edificação externamente e à medida que se passava por cada ambiente interno. Foi dividida em informações gerais e por ambiente, contendo ainda espaços para croquis a fim de identificar o ambiente visitado. O questionário continha somente informações que não eram possíveis de ser observadas a olho nu pelo pesquisador, como material das paredes internas e especificação dos vidros das janelas.

As características levantadas estão mostradas na tabela 3, sendo que as duas primeiras colunas mostram a lista dos itens na forma em que foram adquiridas no local. Alguns dados foram substituídos por outros quando não era possível obtê-los, como nas paredes externas, em que o material das camadas internas não era visível a olho nu e foi observada sua espessura para avaliar sua provável composição, ou nos vidros, em que a existência de película, a espessura e a cor foram usadas para estimar um fator solar. Nestes casos, os materiais mais comuns usados na indústria da construção eram adotados. Posteriormente, os dados da terceira coluna da tabela 3 foram generalizados ao serem transformados em indicadores para a simulação. Estes dados constituem o protótipo e são apresentados nos resultados, no item 7.

O roteiro e o questionário foram complementados com fotografias dos ambientes internos e equipamentos quando autorizadas e com a solicitação das plantas da edificação caso não tenham sido encontradas no SUSP.

Procurou-se otimizar ao máximo o tempo do levantamento, reduzindo o questionário às informações estritamente necessárias e inacessíveis por outras fontes. Quando a planta não era possível de ser adquirida por nenhuma fonte, foram realizadas medições externas da edificação,

confirmando as estimativas das dimensões dos ambientes internos observados no momento da visita.

Tabela 3. Lista de características físicas e de uso da edificação registrados no levantamento.

Tema		Unidade ou tipo de resposta	Variável obtida
Ano de construção da edificação		número	
Dimensões		m	$A_{\text{fac}}/A_{\text{tot}}$
Forma da edificação		retangular, em H, circular, etc	
Área da edificação		m ²	
Número de pavimentos		número	$A_{\text{cob}}/A_{\text{tot}}$
Percentual de área de janela na fachada		%	PJF
Vidro	Cor	incolor, verde, azul, cinza, etc	Fator solar
	Espessura	mm	
	Película refletora	Sim ou não	
	Fator solar	adimensional	
Parede	Camada externa	Material 1	Transmitância térmica (U_{par})
	Camada 2*	Material 2	
	Camada 3*	Material 3	
	Camada interna	Material 4	
	Cor	Cor	Absortância (α_{par})
Cobertura	Camada externa	Material 1	Transmitância térmica (U_{cob})
	Camada 2*	Material 2	
	Camada 3*	Material 3	
	Camada interna	Material 4	
	Cor	Cor	Absortância (α_{cob})
Ocupação média		pessoas/m ²	Densidade de carga interna
Horas de funcionamento	Dias úteis	horas	Padrão de uso
	Fim de semana	horas	
Densidade de carga média	Equipamentos	W/m ²	Densidade de carga interna

	Iluminação	W/m ²	
Total de horas de uso	Equipamentos	horas	Padrão de uso
	Iluminação	horas	
Sistema de condicionamento de ar	Resfriamento	tipo	Características do ar-condicionado
	Capacidade	Btu	
	Aquecimento	tipo	
	Capacidade	Btu	
Sistema de aquecimento de água		tipo	Elétrico, gás, solar

5.4 Resultados Parciais

5.4.1 Alcançados

Foram levantadas as características físicas e de uso da energia de 6 edificações: um supermercado, uma loja de grande porte, um escritório de grande porte, um restaurante, uma pousada e uma pequena agência bancária, considerando suas dimensões físicas e número de funcionários, que representa a atividade de pequenos escritórios em substituição à primeira edificação escolhida, onde ocorreu recusa em receber os pesquisadores.

Algumas justificativas são interessantes de ressaltar. Pelo levantamento fotográfico de Florianópolis, as características das edificações visitadas e dos resultados estatísticos ocorreram, em especial nos grandes escritórios, em que os resultados estatísticos indicaram ser comum de 5 a 10 pavimentos. Já pelo levantamento realizado em São Paulo, as edificações de grandes escritórios amostradas apresentavam-se em maior número quando eram de 11 a 20 pavimentos. As edificações próximas de 10 pavimentos, ou acima disto, costumam abrigar escritórios distintos, cada qual com sua conta de energia diferenciada. Como a metodologia de simulação exige a calibração do modelo em função do consumo de energia e é inviável recolher contas de energia de diversos pequenos escritórios que formam os edifícios empresariais, optou-se por selecionar uma edificação onde uma única empresa seja usuária. Assim, o protótipo de grandes escritórios representa uma edificação de 5 pavimentos onde a pessoa jurídica é apenas uma, embora sejam mais comuns grandes edificações de escritórios que abrigam diversas pessoas jurídicas.

Outra observação que vale ressaltar é que nem todas as edificações visitadas apresentavam climatização artificial. Foi interessante notar que as condições de conforto não eram adequadas nestes ambientes, com exceção da pousada. Foi comentado, nestes locais, que o condicionamento artificial já estava sendo providenciado. Para a simulação, ajustes deverão ser



realizados nestes modelos após a calibração. Para definição do protótipo, no entanto, as características da edificação serão apresentadas conforme a realidade.

5.4.2 Futuros

Espera-se obter as características das demais edificações ainda não visitadas. Estas são: hospital, hotel, pequena loja e escola. O contato já foi estabelecido e a visita agendada para o mês de março, para o hotel e a escola. Os demais aguardam o estabelecimento do contato com os administradores das edificações.

6 DEFINIÇÃO DOS PROTÓTIPOS RESIDENCIAIS

Os protótipos residenciais foram selecionados dentre os protótipos definidos por Tavares (2003) que, por sua vez, baseou-se em dados de órgãos oficiais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o IBGE e a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. A NBR-12721 (ABNT, 1999) estabelece os padrões para o cálculo do CUB e indica os padrões construtivos a serem adotados. O Censo 2000, dados da Pesquisa Nacional de Amostras de Domicílio (PNAD 2002) e do Sistema de Informações de Posses de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo (SINPHA, 1999) fornecem dados referentes às características das edificações, dos equipamentos consumidores de energia e da forma de uso destes equipamentos.

Inicialmente, seriam definidos dois protótipos residenciais, um unifamiliar e outro multifamiliar. Entretanto, analisando os casos, percebeu-se a necessidade de especificar quatro protótipos, dois unifamiliares e dois multifamiliares. Foram então selecionados quatro protótipos de Tavares (2003), apresentadas no item 7 deste relatório. Estas edificações, diferenciadas pela renda média familiar, tiveram alguns parâmetros traduzidos para a linguagem da simulação, como os equipamentos mais comuns convertidos em densidade de potência de equipamentos.

Os dados não existentes nos protótipos de Tavares (2003) foram ainda complementados com dados estatísticos do levantamento fotográfico de edificações residenciais multifamiliares realizado em Salvador por Carlo et al (2003) e por decisões baseadas no julgamento e experiência da equipe.

A parte 3 do projeto de norma 02 135 – Desempenho Térmico de Edificações, Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social (ABNT, 2003), que apresenta especificações visando o desempenho térmico minimamente adequado para residências de baixa renda, deverá implementar um novo padrão para este tipo de edificação. O protótipo residencial de baixa renda deverá ser atualizado após a implementação da norma, prevista para 2005, ser seguida de sua aplicação na construção civil nos anos subsequentes. Este novo padrão construtivo será diferenciado por zona bioclimática, em que tamanhos distintos de aberturas para ventilação e tipos de paredes e coberturas (leves ou pesadas) são especificados de acordo com as necessidades bioclimáticas de cada zona.

7 RESULTADOS

Quatro protótipos residenciais e seis protótipos comerciais foram definidos baseado no levantamento fotográfico e nos levantamentos *in loco*. A tabela 4 apresenta as características dos protótipos residenciais unifamiliar e multifamiliar, já com os dados de entrada no formato de modelagem do programa Energy Plus. Os protótipos unifamiliares são de baixa renda, com dois quartos, e de renda média, com casa de 3 quartos. A ocupação do protótipo unifamiliar de baixa renda considera a existência de família composta por um casal e dois filhos que freqüentam a escola no período da manhã, permanecendo na residência durante a tarde, motivo pelo qual o padrão de uso apresenta descontinuidades, com três diferentes períodos de ocupação. A ocupação do protótipo unifamiliar de média renda é semelhante, porém inclui uma empregada doméstica.

Tabela 4. Parâmetros que caracterizam os protótipos residenciais.

Parâmetros		Unifamiliares		Multifamiliares	
Dimensões retangulares (m)		8x8	10x14	15,7x15,7	20x22,5
Número de pavimentos		1	1	4	8
Percentual de área de janela na fachada (%)		15	15	25	25
Ocupação média (m ² /pessoas/pavimento)		16	28	30	34
Densidade de Carga Interna (W/m ²)	Iluminação	5,9	6,7	6,8	5,3
	Equipamentos	1,5; 2,5; 8,5	9,7; 5,1; 4,8	0,8; 2,2	0,1; 0,1; 3,7
Padrão de Uso (horas)	Ocupação	0-7; 11-18; 18-22	0-7; 11-18; 18-22;	0-7; 18-22	0-7; 11-18; 18-22;
	Iluminação	11-22	11-22	18-22	11-22
	Equipamentos	0-7; 11-18; 18-22	0-7; 11-18; 18-22	0-7; 18-22	0-7; 11-18; 18-22;
Transmitância térmica (W/m ² K)	Paredes externas	2,48	2,51	1,62	1,62
	Cobertura	1,93	1,92	1,93	1,93
Capacidade térmica (J/m ² K)	Paredes externas	192	202	307	307
	Cobertura	106	113	106	106
Vidros		Incolor, 3mm	Incolor, 3mm	Incolor, 3mm	Incolor, 3mm

Os protótipos multifamiliares são compostos de quatro unidades habitacionais por pavimento, totalizando 16 unidades no primeiro, de 2 quartos, e 32 unidades no segundo, de três quartos. No protótipo residencial multifamiliar com apartamentos de dois quartos, considera-se que os habitantes da unidade permanecem fora de sua residência durante o horário comercial, enquanto no segundo, há ocupação no período da tarde. Os demais dados apresentam as propriedades térmicas dos componentes especificados por Tavares (2003).

Tabela 5. Características do protótipo dos grandes escritórios.

Parâmetros		Variáveis
Dimensões retangulares (m)		27x7,8
Número de pavimentos		5
Percentual de área de janela na fachada (%)		46
Vidro	cor	incolor
	espessura	3mm
	película refletora	Fachadas laterais
Transmitância térmica (W/m ² K)	Paredes	2,39
	Cobertura	1,17
Absortância	Paredes	0,35
	Cobertura	0,6
Ocupação média (m ² /pessoa)		19,57
Densidade de carga interna (W/m ²)	Iluminação	6,7
	Equipamentos	9,6
Padrão de uso (horas)	Ocupação	8-12; 14-18
	Iluminação	8-22
	Equipamentos	8-18; 19
Características do sistema de condicionamento de ar	Tipo	<i>self</i>
	Capacidade (TR)	7,5
	Observação	Condensador a água



A tabela 5 apresenta as características do protótipo dos grandes escritórios. Algumas características o diferenciam de um modelo mais comum, como existência de película refletora apenas nas fachadas laterais, sendo que a fachada principal possui vidro com propriedades óticas específicas. As paredes são de alvenaria de blocos de 25cm e a cobertura é formada por um sanduíche de fibrocimento com poliestireno expandido. O sistema de ar condicionado é formado por um *self* em cada andar, atendidos por um condensador na cobertura para a água gelada. O padrão de uso inclui o horário da faxina após o expediente de escritório.

O número de pavimentos deve ser corrigido para 10 de acordo com os objetivos de uso dos protótipos. Em caso de uso para caracterização de tipologias, aconselha-se adotar 10 pavimentos devido ao observado nos levantamentos fotográficos. Entretanto, caso o protótipo seja utilizado para simulações ou para quaisquer outros processos em que o tipo de ar-condicionado é relevante, como neste caso, não é aconselhável alterar o número de pavimentos pois, com certeza, o sistema de condicionamento de ar seria distinto ao especificado na tabela 5.

A tabela 6 apresenta as características do protótipo das grandes lojas, representado por uma loja de departamentos. O protótipo é basicamente formado por um grande ambiente onde são vendidos todos os produtos iluminados com lâmpadas fluorescentes sem refletores e área de vidro somente na fachada principal. A área da loja, onde estão expostas as mercadorias, é atendida por um sistema central de condicionamento de ar que funciona plenamente no verão, e somente com os *fan-coils* durante o inverno. Deve-se lembrar do clima onde se encontra a loja visitada para entender o funcionamento do sistema de ar-condicionado: Florianópolis é quente no verão e frio no inverno. EM outros climas, este padrão de uso tende a ser diferenciado. Há também funcionamento exclusivo dos *fan-coils* durante as primeiras horas de funcionamento, quando a loja não está aberta ao público. Um ar-condicionado do tipo *self* de 7,5TR atende a área administrativa, sendo que as demais circulações de serviço não são condicionadas, incluindo os elevadores de carga e o elevador a serviço do público.

É interessante ressaltar a ocupação da loja. O número médio de pessoas foi ajustado para se ter uma ocupação máxima por hora, visto que a simulação do protótipo será horária. No entanto, não foram contabilizadas as pessoas que entram em grupos na loja, por falta de meios de se realizar uma contagem. Procurou-se repetir o mesmo procedimento nas edificações com grande afluxo de público, como no caso de supermercados, outro local de compras em que é comum estar acompanhado.

Tabela 6. Parâmetros do protótipo das grandes lojas.

Parâmetros		Variáveis	
Dimensões retangulares (m)		66x44,5	
Número de pavimentos		2	
Percentual de área de janela na fachada principal (%)		75	
Vidro	cor	incolor	
	espessura	3mm	
	película refletora	não	
Transmitância térmica (W/m ² K)	Paredes	2,39	
	Cobertura	2,04	
Absortância	Paredes	0,4	
	Cobertura	0,8	
Ocupação média (m ² /pessoa)		8,82	
Densidade de carga interna (W/m ²)	Iluminação	8,3	
	Equipamentos	2,7	
Padrão de uso (horas)	Ocupação	7-21	
	Iluminação	7-21	
	Equipamentos	9-20	
Características do sistema de condicionamento de ar	1	Tipo	central
		Capacidade (TR)	160
		Observação	Condensador a água. Atende a loja
	2	Tipo	<i>self</i>
		Capacidade (TR)	5
		Observação	Atende a área administrativa

Tabela 7. Parâmetros que caracterizam o protótipo de supermercados.

Parâmetros		Variáveis
Dimensões retangulares (m)		25x34
Número de pavimentos		1
Percentual de área de janela na fachada principal (%)		43
Vidro	cor	incolor
	espessura	3mm
	película refletora	não
Transmitância térmica (W/m ² K)	Paredes	2,39
	Cobertura	2,38
Absortância	Paredes	0,4
	Cobertura	0,8
Ocupação média (m ² /pessoa)		3,86
Densidade de carga interna (W/m ²)	Iluminação	17,5
	Equipamentos	1,1
Padrão de uso (horas)	Ocupação	7-18:30
	Iluminação	8-22
	Equipamentos	8-22
Características do sistema de condicionamento de ar	inexistente	

Na tabela 7, onde estão as características do protótipo dos supermercados, percebe-se que a ocupação horária é mais baixa do que no protótipo da grande loja. Sua cobertura de alumínio sem isolamento não está afastada do forro da área de loja por 3 metros, aproximadamente, mas esta câmara de ar não ventilada não garante conforto, especialmente por não haver sistema de condicionamento de ar. O supermercado contém padaria e açougue. O primeiro teve seus fornos elétricos convertidos para fornos a lenha, o segundo é atendido por 2

câmaras resfriadas e uma frigorífica (congelamento). Os equipamentos de refrigeração têm um padrão de uso contínuo, pois armazenam produtos perecíveis. O supermercado apresenta pouco vidro nas suas fachadas, a maior parte concentrada na fachada principal.

O protótipo dos restaurantes, por sua vez, é apresentado na tabela 8. Neste, deve-se ressaltar as altas transmitâncias térmica, em comparação com os demais protótipos, das paredes externas, de $2,45\text{W/m}^2\text{K}$ e, principalmente da cobertura, de $3,22\text{W/m}^2\text{K}$, composta por uma laje impermeabilizada. A área de janela na fachada principal é grande na recepção e no salão de refeições, sendo compensada pela parede cega da cozinha. De cores fortes, apresenta também alta absorvância. O condicionamento de ar é executado por três aparelhos de 10.000BTU/h que, de acordo com o proprietário, não garantem conforto no verão caso a ocupação seja máxima, fato raro de ocorrer. A maior parte dos equipamentos se encontram na cozinha ou na recepção (refrigeradores para bebidas), sendo que a carga térmica do salão de refeições se resume aos clientes e à iluminação.

O protótipo de pequenos escritórios é apresentado na tabela 9. É formado por uma edificação de dois pavimentos, onde trabalham oito funcionários em período integral, mas também com atendimento ao público em parte do dia. A cobertura é pintada de branco, sendo as paredes em cores médias. O P_{JF} de 42% foi observado em duas fachadas. O primeiro pavimento, onde funciona a área de escritório propriamente dita, é servido por dois sistemas centrais de ar-condicionado. Caso o primeiro não consiga atender as exigências de conforto, a segunda central é acionada manualmente. Os ar-condicionados tipo *split* atendem à CPD no segundo pavimento, onde também funcionam cozinha, banheiros e depósitos, porém não condicionados.

Tabela 8. Características do protótipo de restaurantes.

Parâmetros		Variáveis
Dimensões retangulares (m)		18x14
Número de pavimentos		1
Percentual de área de janela na fachada principal (%)		55
Vidro	cor	cinza
	espessura	4mm
	película refletora	não
Transmitância térmica (W/m ² K)	Paredes	2,45
	Cobertura	3,22
Absortância	Paredes	0,6
	Cobertura	0,75
Ocupação média (m ² /pessoa)		5,4
Densidade de carga interna (W/m ²)	Iluminação	6,3
	Equipamentos	9,6
Padrão de uso (horas)	Ocupação	14-24
	Iluminação	18-24
	Equipamentos	18-24
Características do sistema de condicionamento de ar	Tipo	Janela
	Capacidade (BTU)	10000
	Observação	2 em refeições; 1 na recepção

Tabela 9. Características do protótipo de pequenos escritórios.

Parâmetros		Variáveis	
Dimensões retangulares (m)		11x32	
Número de pavimentos		2	
Percentual de área de janela na fachada (%)		42	
Vidro	cor	incolor	
	espessura	3mm	
	película refletora	Sim, fachada principal	
Transmitância térmica (W/m ² K)	Paredes	2,39	
	Cobertura	2,04	
Absortância	Paredes	0,5	
	Cobertura	0,3	
Ocupação média (m ² /pessoa)		8,19	
Densidade de carga interna (W/m ²)	Iluminação	36,7	
	Equipamentos	17,3	
Padrão de uso (horas)	Ocupação	9-18; 18-22	
	Iluminação	9-18; 18-22	
	Equipamentos	9-18; 18-22	
Características do sistema de condicionamento de ar	1	Tipo	central
		Capacidade (TR)	12,5 e 10
		Observação	2 centrais
	2	Tipo	<i>Split</i>
		Capacidade (BTU)	12000
		Tipo	2 no CPD

Por fim, a tabela 10 apresenta as características do protótipo de pequenos hotéis, ou pousadas. Deve-se ressaltar a alta densidade de potência de equipamentos, o que não implica em acionamento da carga total no mesmo instante. A pousada é formada por pequenos apartamentos contendo de chuveiro elétrico a microondas. Há ainda máquinas de lavar louças e roupas, todas estas com potência nominal alta, porém alguns equipamentos, como a máquina de lavar louças, são utilizados eventualmente. Não há sistema de condicionamento de ar na edificação. Deve-se observar também que a pousada encontra-se protegida pela vegetação, o que não é considerado para a definição do protótipo, mas faz parte da concepção dos empreendimentos hoteleiros desta categoria.

Tabela 10. Parâmetros do protótipo de pequenos hotéis (pousadas).

Parâmetros		Variáveis
Dimensões retangulares (m)		11x32
Número de pavimentos		2
Percentual de área de janela na fachada (%)		22
Vidro	cor	incolor
	espessura	3mm
	película refletora	não
Transmitância térmica (W/m^2K)	Paredes	2,39
	Cobertura	2,04
Absortância	Paredes	0,35
	Cobertura	0,45
Ocupação média (m^2 /pessoa)		1,7
Densidade de carga interna (W/m^2)	Iluminação	7,9
	Equipamentos	163,7
Padrão de uso (horas)	Ocupação	0-7; 19-23
	Iluminação	18-22
	Equipamentos	8-18; 18-22
Características do sistema de condicionamento de ar	Inexistente	

8 CONCLUSÃO

A definição de protótipos para simulação do desempenho térmico e energético de modelos de edificações foi um processo variado, onde informações e dados foram coletados de todas as formas disponíveis. Os protótipos residenciais foram selecionados de protótipos definidos em literatura existente, que se baseou em dados estatísticos de órgãos oficiais como o IBGE (PNAD, 2002) e de bases de dados de uso da energia como o SINPHA (1999). Os protótipos comerciais e institucionais, carentes de dados, foram definidos com base em dois levantamentos, um fotográfico e outro *in loco*.

O levantamento fotográfico registrou 452 edificações nas cidades de Florianópolis e São Paulo. Ele foi ainda complementado com levantamentos fotográficos já realizados em Salvador e em Recife, totalizando 613 edificações registradas em quatro capitais estaduais. Características tipológicas como número de pavimentos, P/JF, existência de proteções solares nas fachadas e cor dos vidros foram verificadas por atividade comercial quando o número de amostras era significativo.

No levantamento *in loco*, as características das edificações visitadas foram coletadas através de um questionário e um roteiro para o pesquisador a fim de reduzir ao máximo o tempo de visita. Para tanto, foi realizado um contato com a Secretaria de Urbanismo e Serviços Públicos de Florianópolis, que permitiu a consulta dos projetos arquitetônicos de algumas edificações, antecipando informações que seriam coletadas na visita. Dos dez protótipos previstos para serem fornecidos, houve atraso em quatro, principalmente devido ao período em que a pesquisa foi realizada: o mês de janeiro, período de férias, impossibilitou o contato com os responsáveis por algumas edificações, como escola, ou atrasou a visita devido ao funcionamento excessivo do empreendimento, como no caso dos hotéis. As seis edificações comerciais e as duas residenciais apresentaram algumas variações no material das paredes e na cobertura, mas principalmente no uso da energia. A maior edificação visitada foram os grandes escritórios, porém as edificações residenciais apresentaram maior densidade de potência instalada de equipamentos, principalmente. Os sistemas de condicionamento de ar variaram, havendo sistemas de condicionamento central até a ausência de climatização na edificação, embora todas as edificações apresentaram, no mínimo, a área de circulação sem climatização.

Estas características, peculiares a cada uso, estão relacionadas à atividade exercida na edificação, e foram usadas para compor protótipos diferenciados que serão simulados em programa específico, o Energy Plus. Primeiramente, programa irá reproduzir o consumo de energia das edificações visitadas e, após calibrados os protótipos, estes serão ajustados para investigar o seu desempenho térmico perante alterações na sua envoltória.



Os protótipos cujas características foram disponibilizadas na primeira etapa da pesquisa serão ainda úteis para outros usuários que porventura necessitem de protótipos representativos de atividades variadas para suas simulações.

Para finalizar a etapa do levantamento de dados para simulação, resta realizar o levantamento *in loco* de quatro atividades: escola, hospital, pequena loja e hotel. Também deverá incluir-se no CITE as fotografias das cidades de Salvador e Recife, que fazem parte do banco de imagens do LabEEE. Por fim, as informações extraídas do levantamento fotográfico serão ainda complementadas com as dimensões dos brises, informação necessária após verificar a grande ocorrência de proteções solares em Florianópolis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721**: Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio – Procedimento. Rio de Janeiro. 1999

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de Norma 02-135**: Desempenho Térmico de Edificações. Rio de Janeiro. 2003

AKBARI, H., KNOPACKI, S., POMERANTZ, M. Cooling energy savings potential of reflective roofs for residential and commercial buildings in the United States. In: **Energy and Buildings**. Oxford: Elsevier, 1999. pp 391-407

CARLO, J., LAMBERTS, R., GHISI, E. Energy Efficiency Building Code of Salvador, Brazil. In: The 20th Conference on Passive Low Energy Architecture, Santiago, 2003. **Proceedings...** Santiago: PLEA, 2003. *Documento Eletrônico*

CARLO, J., PEREIRA, F. O. R, LAMBERTS, R. Iluminação Natural para Redução do Consumo de Energia de Edificações de Escritório Aplicando Propostas de Eficiência Energética para o Código de Obras do Recife. In: Encontro Nacional de tecnologia no Ambiente Construído. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004. Documento Eletrônico

CBECs, **Commercial Buildings Energy Consumption Survey**. Information on the Commercial Building Sector. Disponível em: < <http://www.eia.doe.gov/emeu/cbecs/contents.html> >. Acesso em: 8 de julho de 2003.

CHIRARATTANANON, S., TAWEEKUN, J. A technical review of energy conservation programs for commercial and government buildings in Thailand. In: **Energy Conversion and Management**. Oxford: Pergamon, 2003. v. 44 pp. 743-762

COPEL. **Projeto 5.1.3: Curva de carga de consumidores e sua influência os alimentadores de distribuição**. Relatório do Desenvolvimento do Projeto na Área da Rede Subterrânea de Curitiba. Curitiba: COPEL, 1990.

GONÇALVES, H., ALMEIDA, F. O uso de programas de simulação dinâmica de edifícios em estudos de sensibilidades. In: Encontro Nacional de Modelos de Simulação de Ambientes, São Paulo, 1995. **Anais...** São Paulo: ENMSA, 1995. pp. 231-245.

HUANG, J., AKBARI, H., RAINER, L., RITSCHARD, R. **481 Prototypical commercial buildings for 20 urban market areas**. Berkeley: LBNL. 1991 Technical Report.

HUANG, J., FRANCONI, E. **Commercial Heating and Cooling Loads Component Analysis**. Berkeley: LBNL. 1999 Technical Report

JONES, P. J., LANNON, S., WILLIAMS, J. Modeling Building Energy use at Urban Scale. Seventh IBPSA International Conference: Building Simulation. **Proceedings...** Rio de Janeiro: 2001 V. 1. pp. 175-180

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

TAVARES, S. F. **Metodologia para análise energética do ciclo de vida de blocos cerâmicos vermelhos**. Documento para qualificação (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.



ANEXOS

ROTEIRO PARA LEVANTAMENTO *IN LOCO*

1. IDENTIFICAÇÃO

1.1 – EDIFICAÇÃO: _____

1.2 – CONTATO: _____

1.3 – ENDEREÇO: _____

1.4 – BAIRRO/CIDADE: _____

1.5 – DATA DA VISITA: ____/____/____

1.6 – QUAL O TIPO DE ATIVIDADE DESTE ESTABELECIMENTO:

1. ESCOLA
2. HOSPITAL
3. SUPERMERCADO
4. RESTAURANTE
5. POUSADA
6. HOTEL
7. PQNA LOJA
8. GDE LOJA (DE DEPARTAMENTO OU SHOPPING)
9. ESCRITÓRIO PEQUENO
10. ESCRITÓRIO GRANDE
11. BANCO

1.7 – FOTOS DAS FACHADAS:

CORES EXTERNAS, ABERTURAS, APARELHOS DE AR CONDICIONADO, ENTORNO

1.8 – CROQUI DA PLANTA (diferenciar área condicionada e não condicionada)

2. AO CHEGAR NA EDIFICAÇÃO, VERIFICAR

2.1 – NÚMERO DE PAVIMENTOS: _____

2.2 – ACABAMENTO DAS PAREDES EXTERNAS:

1. REBOCO
2. MADEIRA
3. MÁRMORE OU GRANITO
4. CERÂMICA
5. GESSO
6. OUTRO _____

2.3 - ACABAMENTO DIFERENCIADO DE ALGUMA PAREDE EXTERNA (IDENTIFICAR PAREDE):

1. ACABAMENTO _____

2. PAREDE: _____

2.4 – COR DOS VIDROS:

1. INCOLOR
2. CINZA
3. VERDE
4. CHAMPAGNE, BRONZE
5. AZUL
6. OUTRO _____
7. NÃO É POSSÍVEL VISUALIZAR

3. AO PASSAR PELO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO, VERIFICAR A EXISTÊNCIA DOS SEGUINTE COMPONENTES

3.1. FORRO

1. SIM, em todos os ambientes
2. NÃO, em todos os ambientes
3. SIM, nos ambientes: _____

3.2. PAREDES INTERNAS

1. DIVISÓRIAS DE MADEIRA
2. PAREDES DE ALVENARIA
3. OUTROS: _____

3.3. ESPESSURA DA PAREDE EXTERNA (verificar através do peitoril de uma janela)

1. _____
2. NÃO É POSSÍVEL ACESSAR A JANELA

3.4. ACABAMENTO DO PISO

1. CERÂMICA
2. MADEIRA
3. MÁRMORE OU GRANITO
4. CIMENTO
5. PISO EMBORRACHADO
6. OUTRO _____

3.5. ACABAMENTO DA FACE INTERNA DAS PAREDES EXTERNAS

1. REBOCO
2. MADEIRA
3. MÁRMORE OU GRANITO
4. CERÂMICA
5. GESSO
6. OUTRO _____

3.6. ACABAMENTO DAS PAREDES INTERNAS

1. REBOCO
2. MADEIRA
3. MÁRMORE OU GRANITO
4. CERÂMICA
5. GESSO
6. OUTRO _____

3.7. FOTOS DOS AMBIENTES INTERNOS:

3.7.1 – OBJETIVO:

CORES

DENSIDADE DE OCUPAÇÃO

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO (tipos de luminárias e lâmpadas, incluindo panorâmicas)

EQUIPAMENTOS (computadores, geladeiras, refrigeradores, etc)

APARELHOS DE AR CONDICIONADO CENTRAL (chillers, bombas, fan-coils)

3.7.2 – AMBIENTES:

ESCOLA – ADMINISTRAÇÃO OU SECRETARIA, SALAS DE AULA, CANTINA OU LANCHONETE, CIRCULAÇÃO

SUPERMERCADO – ÁREA DE GÔNDOLAS, ADMINISTRAÇÃO, DEPÓSITO, CENTRAL DE AR CONDICIONADO, ESTACIONAMENTO (SE COBERTO)

RESTAURANTE – COZINHA, SALÃO PARA O PÚBLICO

POUSADA – RECEPÇÃO, REFEIÇÕES, QUARTOS, CIRCULAÇÃO

HOTEL – RECEPÇÃO/HALL, REFEIÇÕES, QUARTOS, CENTRAL DE AR CONDICIONADO, CIRCULAÇÃO

PQNA LOJA – ÁREA DE GÔNDOLAS

GDE LOJA (DE DEPARTAMENTO OU SHOPPING) – ÁREA DE GÔNDOLAS, ADMINISTRAÇÃO, DEPÓSITO, CENTRAL DE AR CONDICIONADO, ESTACIONAMENTO (SE COBERTO)

ESCRITÓRIO PEQUENO – SALAS, CIRCULAÇÃO, CENTRAL DE AR CONDICIONADO

ESCRITÓRIO GRANDE – SALAS, CIRCULAÇÃO, CENTRAL DE AR CONDICIONADO

BANCO – ATENDIMENTO AO PÚBLICO, ADMINISTRAÇÃO, CENTRAL DE AR CONDICIONADO

TIPOS DE SISTEMA DE AR-CONDICIONADO:

1. APARELHO DE JANELA
2. SPLIT
3. SELF-CONTAINED (ESPECIFICAR O TIPO DE CONDENSAÇÃO, SE POSSÍVEL:)
 - A. CONDENSAÇÃO A AR
 - B. CONDENSAÇÃO A ÁGUA
4. CENTRAL DE ÁGUA GELADA

4. VISITA A AMBIENTES (LISTADOS NO ITEM 3.7.2)

4.1. AMBIENTE _____

4.2. ILUMINAÇÃO

4.2.1. TIPO DE LUMINÁRIA E LÂMPADA: _____

4.2.2. CROQUI DO PERFIL

4.2.3. REATOR: _____

4.2.4. QDADE: _____

4.2.5. PADRÃO DE USO (UTEIS/SAB/DOM_FER):

_____/_____/_____

4.3. EQUIPAMENTOS

4.3.1. DESCRIÇÃO: _____ **QDADE:** _____

PADRÃO DE USO: _____/_____/_____

4.3.2. DESCRIÇÃO: _____ **QDADE:** _____

PADRÃO DE USO: _____/_____/_____

4.3.3. DESCRIÇÃO: _____ **QDADE:** _____

PADRÃO DE USO: _____/_____/_____

4.4. AR-CONDICIONADO

4.4.1. TIPO: _____

CAPACIDADE (BTU/h ou TR): _____ **QDADE:** _____

PADRÃO DE USO: _____/_____/_____

4.4.2. TIPO: _____

CAPACIDADE (BTU/h ou TR): _____ **QDADE:** _____

PADRÃO DE USO: _____/_____/_____

4.5. OCUPAÇÃO

4.4.1. FUNCIONÁRIOS-PÚBLICO: _____ - _____

PADRÃO DE USO: _____ - _____/_____ - _____/_____

_____ - _____

ELETROBRÁS / PROCEL - LABEEE**QUESTIONÁRIO: COMERCIAL/INSTITUCIONAL – 1ª visita****1. IDENTIFICAÇÃO**

1.1 – ESTABELECIMENTO: _____

1.2 – ENTREVISTADO: _____

1.3 – CARGO: _____

1.4 – TELEFONE: _____

1.5 – DATA DA ENTREVISTA: ____/____/____

2. CARACTERIZAÇÃO COMPLEMENTAR DA EDIFICAÇÃO

2.1 – QUAL O ANO DE CONSTRUÇÃO DA EDIFICAÇÃO? _____

2.2 – A EDIFICAÇÃO POSSUI SUBSOLO? 1. SIM 2. NÃO

2.3 – QUANTOS PAVIMENTOS COMPÕEM O SUBSOLO? _____

2.4 – QUAL A ÁREA CONDICIONADA DA EDIFICAÇÃO (SE NÃO O SOUBER A METRAGEM QUADRADA, INSERIR PERCENTUAL)? _____

Observação: pode ser preenchido no croqui da planta, indicando os ambientes condicionados e não condicionados

2.6 – O TETO DO ÚLTIMO PAVIMENTO É COMPOSTO POR (*permite múltiplas respostas*):

1. FORRO DE MADEIRA
2. FORRO DE PVC
3. OUTRO TIPO DE FORRO: _____
4. LAJE
5. NÃO SEI

2.7 – QUAL O TIPO DE TELHA DA COBERTURA?

1. CERÂMICA
2. FIBROCIMENTO (AMIANTO)
3. METÁLICA
4. OUTRA: _____
5. NÃO SEI

2.8 – QUAL A COR DA COBERTURA? 1. _____ 2. NÃO SEI

2.9 – A COBERTURA DO SEU ESTABELECIMENTO TEM ISOLAMENTO TÉRMICO?

1. SIM 2. NÃO 3. NÃO SEI

2.10 – QUAL O TIPO DE ISOLAMENTO TÉRMICO?

1. LÃ DE VIDRO
2. LÃ DE ROCHA
3. POLIURETANO
4. POLIESTIRENO
5. OUTRO: _____
6. NÃO SEI

2.11 – O MATERIAL DA BASE DO PISO QUE PREDOMINA NO SEU ESTABELECIMENTO:

1. LAJE DE CONCRETO
2. LAJE NERVURADA
3. MADEIRA
4. PAINEL METÁLICO
5. OUTRO: _____
6. NÃO SEI

2.12 – QUAL A ESPESSURA DOS VIDROS (EM MM)?

1. 3
2. 4
3. 6
4. 8
5. 12
6. OUTRO _____
7. NÃO SEI

2.13 – OS VIDROS TÊM PELÍCULA?

1. SIM 2. NÃO 3. NÃO SEI

3. INFORMAÇÕES SOBRE O USO

3.1. QUANTAS PESSOAS TRABALHAM NO ESTABELECIMENTO? _____

3.2. E POR PAVIMENTO? (PARA OCUPAÇÃO DIFERENCIADA)

1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____

6. _____ 7. _____ 8. _____ 9. _____ 10. _____

11. _____ 12. _____ 13. _____ 14. _____ 15. _____

16. _____ 17. _____ 18. _____ 19. _____ 20. _____

3.3. PARA LOJAS, SUPERMERCADOS RESTAURANTES, BANCOS, ESCOLAS: QUANTAS PESSOAS SÃO ATENDIDAS POR DIA (OU ESTUDAM) NO ESTABELECIMENTO?

3.4. QUAL O HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO DO ESTABELECIMENTO?

DIAS ÚTEIS

3.4.1. PARA FUNCIONÁRIOS? _____

3.4.2. PARA O PÚBLICO? (LOJAS, SUPERMERCADOS RESTAURANTES, BANCOS, ESCOLAS) _____

SÁBADOS

3.4.3. PARA FUNCIONÁRIOS? _____

3.4.4. PARA O PÚBLICO? (LOJAS, SUPERMERCADOS RESTAURANTES, BANCOS, ESCOLAS) _____

DOMINGOS E FERIADOS

3.4.5. PARA FUNCIONÁRIOS? _____

3.4.6. PARA O PÚBLICO? (LOJAS, SUPERMERCADOS RESTAURANTES, BANCOS, ESCOLAS) _____

3.5. QUAL O HORÁRIO DE ACIONAMENTO DAS CARGAS PRINCIPAIS?

DIAS ÚTEIS

3.5.1. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

3.5.2. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

3.5.3. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

3.5.4. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

SÁBADOS

3.5.5. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

3.5.6. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

3.5.7. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

3.5.8. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

DOMINGOS E FERIADOS

3.5.9. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

3.5.10. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

3.5.11. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

3.5.12. TIPO DE CARGA: _____ HORA: _____

3.6. QUE TIPO DE CARGA FICA LIGADA À NOITE E FINAIS DE SEMANA? _____

Ilmo XXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Prezado Sr.,

O Procel/Eletróbrás está realizando, através do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC, uma pesquisa a fim de propor uma regulamentação para edificações com um mínimo de eficiência energética. A iniciativa surgiu após a publicação da Lei nº 10295 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, regulamentada pelo Decreto nº 4059 de 19 de dezembro de 2001. O decreto estabeleceu que “níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados (...), bem como as edificações construídas” fossem desenvolvidos pelo “Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País”. Este grupo foi criado pelo Ministério das Minas e Energia e delegou ao Procel a responsabilidade pela execução de diversas ações relacionadas à eficiência energética, como o Programa Procel – Edifica: Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações.

O primeiro passo para estabelecer indicadores referenciais tanto para a regulamentação é conhecer as edificações atualmente construídas no país, através de um levantamento de edificações representativas em diversas cidades brasileiras. A metodologia está sendo desenvolvida com a região metropolitana de Florianópolis como piloto, e engloba identificar as características físicas da edificação (paredes, cobertura, janelas, etc) e o uso da energia em edificações comerciais e residenciais.

A CELESC está apoiando este trabalho, e o endereço do seu estabelecimento foi sorteado para avaliação. Solicitamos a sua colaboração ao projeto, respondendo a um questionário apresentado por um entrevistador devidamente credenciado e identificado. Solicitamos ainda a sua colaboração permitindo a identificação dos equipamentos consumidores de energia de seu estabelecimento, ressaltando que toda e qualquer informação obtida será classificada como confidencial, não sendo divulgados os dados referentes à identificação de seu estabelecimento.

Este trabalho é importante para regular o futuro consumo de energia de novas edificações, evitando o desperdício através de medidas arquitetônicas simples de serem previstas em projeto. Contamos com sua colaboração para executar a pesquisa, certos de sua compreensão sobre a importância do trabalho.

Atenciosamente,

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

CELESC