



VERIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DE EDIFICAÇÕES EM QUATRO CAPITAIS BRASILEIRAS

Joyce C. Carlo (1); Gisele Tocolini (2) Roberto Lamberts (3)

Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - Centro Tecnológico
Universidade Federal de Santa Catarina, (48) 331-5185 – www.labeee.ufsc.br

(1) joyce@labeee.ufsc.br

(2) gisele@labeee.ufsc.br

(3) lamberts@ecv.ufsc.br

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de um levantamento fotográfico que registrou as características externas de edificações em duas cidades brasileiras: Florianópolis e São Paulo, complementadas ainda com dados registrados em Salvador e Recife. As características analisadas (número de pavimentos, área de janela na fachada, cor dos vidros e existência de proteções solares) são parâmetros relevantes para simulação do desempenho térmico de edificações e compõem a tipologia externa uma edificação. Foram contabilizadas 613 edificações divididas em dez agrupamentos. São mostrados resultados para Florianópolis e resultados gerais para algumas atividades, como escritórios e lojas.

ABSTRACT

This paper presents the results of a photographic survey that collected buildings external characteristics in two Brazilian capital cities: Florianópolis and São Paulo, complemented by data collected in Salvador and Recife. The analyzed characteristics (number of storeys, WWR, color of glasses and solar shading) are parameters used in building simulation. They also are part of the characteristics that define building envelope typologies. 613 buildings divided in ten groups were registered. General results are presented for some activities, such as offices and stores, and also for the city of Florianópolis.

1. INTRODUÇÃO

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, 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, além de quais e quantos são os equipamentos consumidores de energia e como estes equipamentos são usados.

Diversas são as formas de se obter dados para a definição de protótipos de edificações, indo de consultas bibliográficas a levantamentos detalhados promovidos por órgãos governamentais. Este artigo apresenta os resultados de um levantamento fotográfico realizado para caracterizar a tipologia externa de dez atividades comerciais ou institucionais. Estes resultados foram apresentados ao Procel - Eletrobrás, como parte da pesquisa para a Elaboração de Regulamentação e Classificação de Edificações Eficientes, e antecede a etapa complementar de avaliação das características internas. O item dois apresenta a revisão bibliográfica de métodos adotados para obter dados de edificações

visando a prototipificação. O item três apresenta a metodologia adotada para realização do levantamento, e o item quatro apresenta alguns resultados encontrados com o processamento das informações coletadas com as fotografias e uma breve discussão acerca destes resultados. Por fim, a conclusão é mostrada no item cinco.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentre as metodologias utilizadas para obtenção de características físicas de edificações, 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 CBECS apresenta dados como dimensões, ano de construção, ocupação, uso, áreas submetidas a aquecimento e resfriamento mecânicos, uso da energia elétrica, de gás natural e combustíveis. Para realização do levantamento que gerou a base de dados do CBECS, a pesquisa foi dividida em duas etapas: o levantamento das características da edificação e o levantamento dos padrões de consumo dos usuários da edificação. O CBECS tornou-se largamente utilizado para definir protótipos de edificações representativos para diversos fins relacionados ao desempenho térmico ou à eficiência energética das edificações, de seus equipamentos e sistemas.

Por vezes, estudos complementares com objetivos mais específicos foram realizados para complementar as informações. O *Lawrence Berkely National Laboratory*, LBL, procurou estabelecer informações técnicas relacionadas ao setor de energia e construção para estimar tipologias construtivas em edificações comerciais e multi-familiares, gerando 481 modelos relacionados ao uso da energia. Os dados utilizados eram provenientes de 8 fontes diferentes. Como exemplo, do *Non-residential Building Energy Consumption Survey* (NBECS, posteriormente alterado para CBECS) foram recolhidos área de piso, uso final, horas de operação, características da envoltória e usos de combustíveis. Foram também utilizadas informações do censo com projeções populacionais para o futuro [HUANG et al, 1991].

Na Inglaterra, edificações de uma área geográfica específica foram classificadas para gerar um modelo residencial representativo de uma população, e outro não residencial, para estimativas de consumo de energia. 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 [JONES et al, 2001].

No Brasil, tipologias de edificações já foram levantadas em cidades brasileiras, tais como Salvador (CARLO et al, 2003b) 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: P/J e existência de dispositivos de proteção solar.

Uma pesquisa de mercado sobre o uso da energia reuniu informações sobre os padrões de consumo de domicílios servidos por 18 concessionárias brasileiras de energia. Apresentou valores percentuais e absolutos classificados pelas condições de moradia, condições sócio-econômicas, de fornecimento de energia, iluminação, eletrodomésticos, dentre outros. Entretanto, enfocou o uso da energia, especificando poucos itens relacionados às características externas da fachada [SINPHA, 1999]. Atualmente, está em andamento uma pesquisa mais completa, “Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil”, financiado pelo GEF Procel, em que levanta dados sobre o uso da energia no setor residencial, comercial e industrial, com dados relacionados também às características das edificações. No entanto, não inclui informações importantes para a eficiência energética, como área de vidro na fachada.

Outra pesquisa em andamento, “Impactos da Adequação Climática sobre a Eficiência Energética e o Conforto Térmico de Edifícios de Escritório no Brasil” financiado pelo CNPq Fundo CT-Energ, 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) e visa estabelecer parâmetros de projeto diferenciados para as edificações desta tipologia em função do zoneamento bioclimático e, conseqüentemente, do uso final da energia e conforto térmico. Pretende fornecer informações completas sobre as tipologias de edificações escritórios, porém restritas a este uso.

3. LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO

Pela revisão, observa-se que o levantamento de características relacionadas à eficiência energética da edificação é uma preocupação recente. Estas informações estão, no entanto, disponíveis somente para edificações residenciais, estando ainda em fase de execução para edificações comerciais, e não fornecerão dados completos da envoltória que possam ser utilizados para definição de protótipos para simulações termo-energéticas.

O levantamento fotográfico 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: número de pavimentos; forma, se possível visualizar na fotografia; P/JF, percentual de área de janela na fachada; existência de dispositivos de proteção solar e cor dos vidros das fachadas. As atividades levantadas foram: escritórios (grandes e pequenos), lojas (grandes e pequenas), hotéis e pousadas, supermercados, restaurantes, escolas e hospitais e clínicas.

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. O impacto das propriedades térmicas dos vidros é também significativo no desempenho térmico de edificações cujas fachadas tenham um elevado P/JF. 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.

As cidades escolhidas para realizar o levantamento fotográfico foram Florianópolis e São Paulo, representando as regiões sul e sudeste. 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 (CARLO et al, 2003b) e Recife foram também incluídas, tendo sido as primeiras cidades onde foi realizado o levantamento fotográfico.

O critério para uma edificação ser registrada em foto foi o uso exclusivo de sua atividade na edificação, o que também foi adotado quando ocorreram os levantamentos de Salvador e Recife. 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. Entidades como SINDUSCON, Federação do Comércio, Prefeitura Municipal ou até mesmo IBGE não possuem dados que úteis para

definição do universo a ser amostrado, visto que estes contabilizam ou o número de empresas ou o número de edificações. Dados os critérios citados anteriormente (uso comercial ou institucional exclusivo em uma edificação com identificação de sua atividade), foi necessário partir para uma estimativa independente do universo de edificações com suas respectivas atividades comerciais em Florianópolis.

Na região metropolitana, o número aproximado de edificações comerciais com uso exclusivo de cada atividade citada foi identificado utilizando o catálogo telefônico da região. Este classifica os titulares dos telefones por atividade (lojas, escolas, clínicas, etc...) fornecendo o seu endereço, o que permite verificar quais empresas, ou instituições, funcionam exclusivamente em uma edificação. 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 |

3.1 Definição dos percursos

Os percursos foram definidos qualitativamente, tendo conhecimento da paisagem urbana, 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 que existe 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.

Iniciou-se com percursos a pé, obtendo-se uma boa qualidade das imagens porém dispensando muito tempo no deslocamento. 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 2 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.

Considerando cinco dias de levantamento, quatro realizados a pé e um de automóvel, foram fotografadas 326 edificações em Florianópolis, não sendo possível alcançar o objetivo de 457 amostras, tampouco distribuídas segundo a Tabela 1. Em São Paulo, foram necessários dois dias de percurso de automóvel para registrar 126 edificações, enquanto, no Recife foram fotografadas 100 edificações em um dia e em Salvador, local do primeiro levantamento, foram fotografadas 46 edificações comerciais (mais outras 46 residenciais, totalizando 92 edificações) também em um dia completo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 326 edificações comerciais e institucionais em Florianópolis e 126 em São Paulo. Foram também incluídas 100 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 atividades de pequenos escritórios e 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.

Tabela 2 – Número total de amostras discriminadas por atividade para cada cidade.

| | 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 |



Figura 1 - Percursos de três dias, marcados em vermelho, azul e verde, realizados a pé no centro de Florianópolis. Mapa Base: Guia Digital de Florianópolis.



Figura 2 - Percurso de um dia, marcado em azul, realizado de automóvel pela Ilha de Santa Catarina, Florianópolis. Os trechos mais urbanizados estão em destaque. Mapa Base: Guia Digital de Florianópolis.

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%.

As fotografias foram reunidas em uma base de dados, CITE – Classificador Inicial de Tipologias de Edificações, 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 extraídos com facilidade e tratados estatisticamente, de forma a obter as características primárias dos protótipos para orientar a segunda parte da etapa de definição dos protótipos, que consistiu em visitas *in loco* para verificar as características físicas internas e de uso da energia, não apresentados neste artigo. Como não é possível apresentar todos os resultados encontrados no levantamento fotográfico, serão enfocados os resultados para as edificações de Florianópolis, por conter o maior número de amostras (326), e os totais para as quatro cidades.

A Tabela 3 apresenta a ocorrência do número de pavimentos das edificações de Florianópolis. O eixo das ordenadas à esquerda indica o número aproximado de pavimentos e o eixo das ordenadas à direita, a maior frequência de ocorrência de cada atividade. Assim, 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.

Tabela 3 – Primeiras e segundas maiores frequências 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 | | | |

Tabela 4 - Frequências de ocorrência dos PJF nas fachadas principais e laterais das edificações de Florianópolis.

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

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. A Tabela 4 apresenta a maior frequência de ocorrência dos PJF das fachadas principal e laterais, e as segundas maiores frequências para as atividades com mais de 30 amostras. Para as maiores frequências, as fachadas principais das 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. Por fim, o PJJ das demais fachadas foi abaixo de 40%. Para as segundas maiores frequências, vale observar que 40% das fachadas laterais de pequenos escritórios não apresentam aberturas, como visto na Tabela 4. É também interessante notar a ocorrência também alta de PJJ ligeiramente menores ou maiores que os primeiros, como no caso das fachadas laterais das pequenas lojas e dos restaurantes, respectivamente.

A Figura 3 apresenta a existência de proteções solares horizontais e verticais nas fachadas principais das edificações de Florianópolis. Considerando que qualquer tipo de proteção foi aceito, 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%).

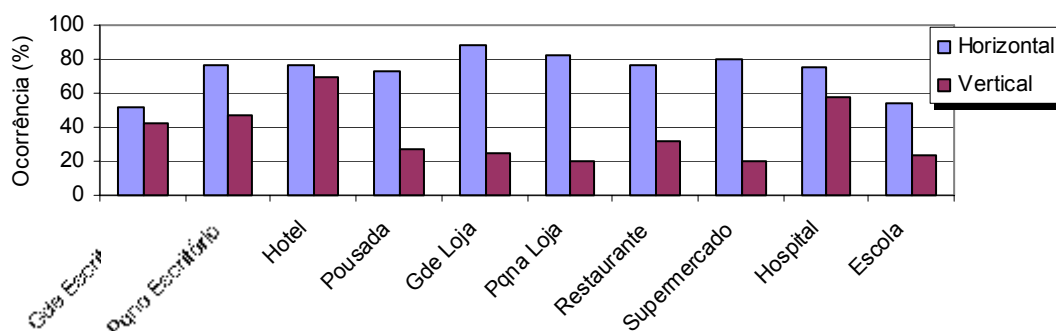


Figura 3 - Frequência de ocorrência de proteções solares horizontais e verticais nas fachadas principais das edificações de Florianópolis.

É interessante notar algumas diferenças entre as proteções solares de cada cidade. Salvador, apesar de ter uma maior incidência de radiação solar do que Florianópolis (COLLE e PEREIRA, 1998), apresenta menor ocorrência de proteções solares nas suas edificações comerciais. 72% das edificações comerciais de Salvador não apresentam qualquer tipo de proteção solar (CARLO et al, 2003b), enquanto 77% das edificações de Florianópolis apresentam proteções solares horizontais em suas fachadas principais. Estes resultados indicaram a necessidade de uma re-avaliação para quantificação da projeção destas proteções solares, e identificação do tipo de proteção para cada atividade. Quanto às fachadas laterais, três atividades apresentaram 100% de ocorrência de proteções horizontais na sua amostra: pequenas lojas, supermercados e hospitais. As proteções solares horizontais predominam nas demais atividades, com um mínimo de 52% de ocorrência nos 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 e o mínimo, 20% de ocorrência em supermercados e pequenas lojas.

A Figura 4 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. 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 grandes lojas, em que o vidro incolor predomina nas fachadas principais, onde são expostas as mercadorias, enquanto o vidro cinza predomina nas fachadas laterais.

Totalizando os resultados das 4 cidades, tem-se a frequência de ocorrência do número de pavimentos por atividade. A Figura 5 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%)

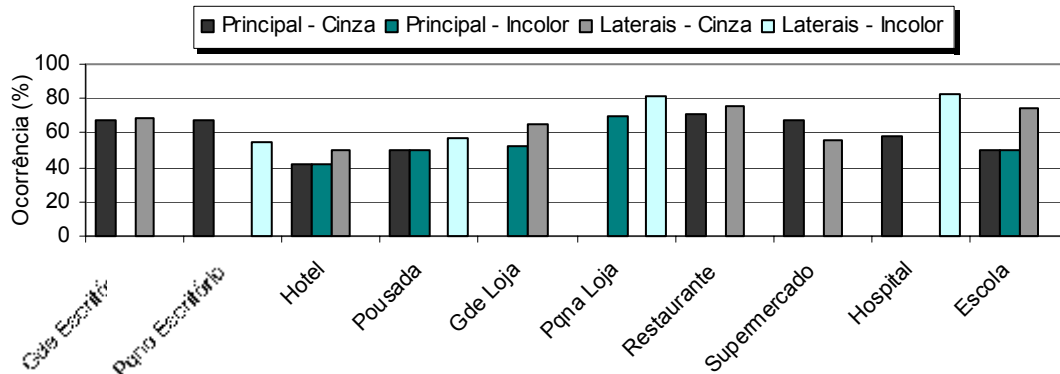


Figura 4 - Frequência de ocorrência máxima da cor do vidro por atividade comercial ou institucional nas edificações de Florianópolis.

A Figura 6 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.

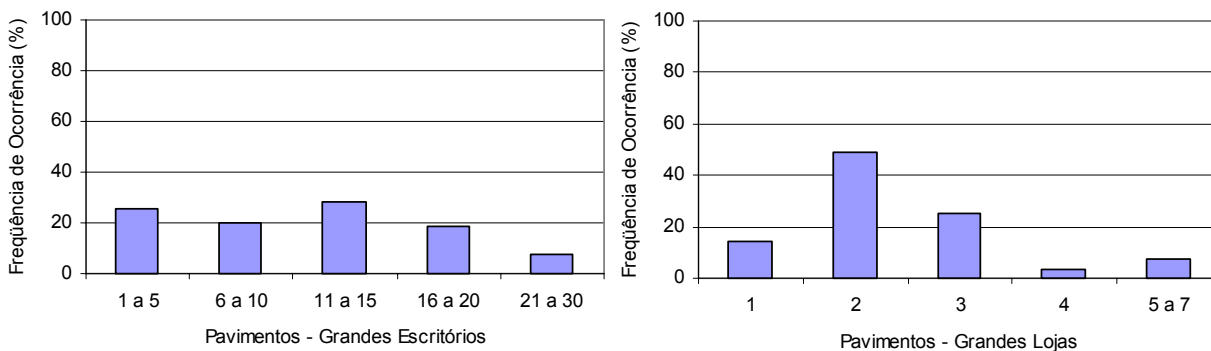


Figura 5 - Ocorrência total do número de pavimentos de grandes escritórios e grandes lojas.

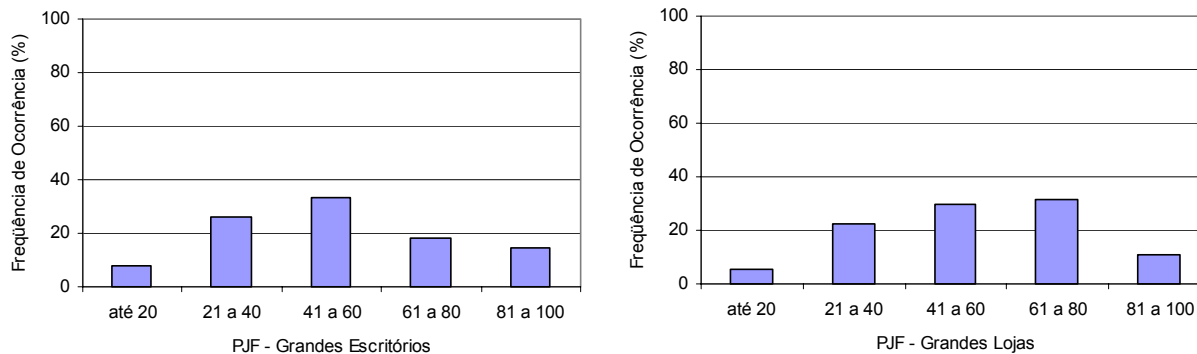


Figura 6 - Ocorrência total do PJF de grandes escritórios e de grandes lojas.

A cor dos vidros dos grandes escritórios está classificada na Figura 7. 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. 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%).

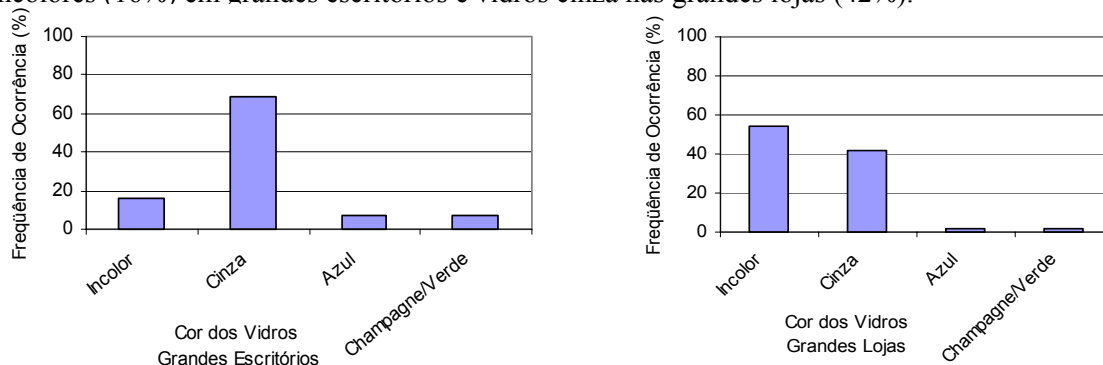


Figura 7 - Ocorrência total da cor dos vidros nas fachadas principais de grandes escritórios e de grandes lojas em três das cidades amostradas.

Para escolas e hospitais, a Figura 8 mostra que o PJJ 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 PJJ 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.

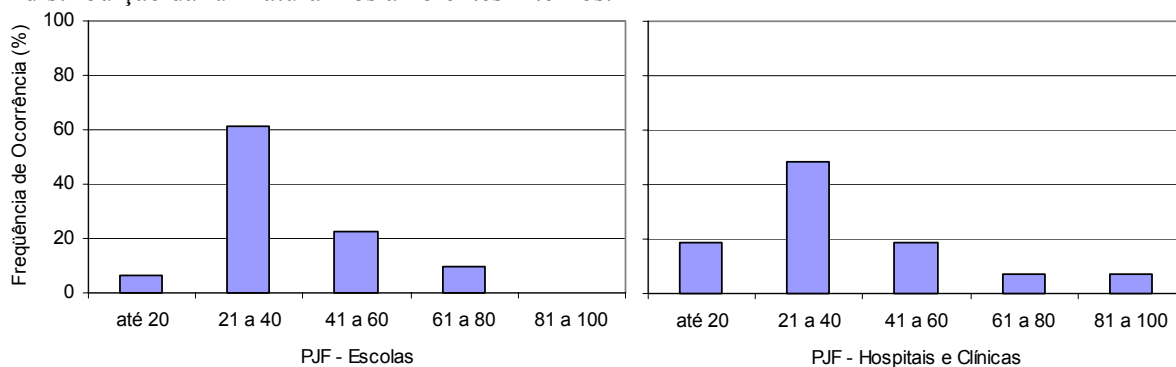


Figura 8 - Ocorrência total do PJJ de escolas e hospitais/clínicas.

5. CONCLUSÃO

Este artigo mostrou algumas características externas que definem a tipologia de edificações localizadas em quatro cidades brasileiras. Estas características foram obtidas através de um levantamento fotográfico que, após a definição da tipologia externa, ajudará a definir os protótipos de edificações comerciais para simulação termo-energética, o que inclui o uso da energia elétrica, dentre outras características internas.

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, PJJ, existência de proteções solares nas fachadas e cor dos vidros foram verificadas por atividade comercial quando o número de amostras era significativo. Para os totais por

atividade comercial ou institucional, foram contabilizadas todas as amostras, mesmo que somente uma edificação de uma certa atividade tenha sido registrada em alguma cidade, como ocorreu com atividade de hotel em São Paulo.

Dentre os resultados, observou-se que o número de pavimentos predominante em grandes escritórios é de 10 a 15, enquanto em grandes lojas são 2 pavimentos. A cor de vidros predominante para grandes escritórios é cinza, e tendem a ocupar de 41% a 60% da área da fachada principal. Para grandes lojas, são vidros incolores que ocupam de 41% a 80% da área da fachada principal. Edificações institucionais como escolas e hospitais tendem a apresentar menor área de janela na fachada, o que implica em menor carga térmica, porém não implica diretamente na qualidade da iluminação natural.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Procel/Eletrobrás, financiador da pesquisa Elaboração de Regulamentação e Classificação de Edificações Eficientes, executada pelo LabEEE/UFSC.

Às acadêmicas Tatiana Souza e Fernanda Marques, colaboradoras no levantamento de São Paulo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CARLO, J. C., GHISI, E., LAMBERTS, R (2003). “The use of computer simulation to establish energy efficiency parameters for a building code of a city in Brazil”. Eighth International IBPSA Conference, Eindhoven. Proceedings... Eindhoven: IBPSA. 2003a. pp 131-138.

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

CARLO, J., PEREIRA, F. O. R, LAMBERTS, R (2004). *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. Documento Eletrônico

CB ECS (2003), “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.

COLLE, S. e PEREIRA, E (1998). *Atlas de Irradiação solar do Brasil*. 1^a versão. Brasília: INMET,. Documento eletrônico.

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

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

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

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