

**ESTUDO DO PERCENTUAL DE ÁREA DE JANELA EM EDIFICAÇÕES BRASILEIRAS
DURANTE O SÉCULO XIX E XX** | Verônica Stefanichen Monteiro, Cláudia Cotrim Pezzuto,
Alexandre de Assis Mota, Lia Toledo Moreira Mota

Graduanda | Pontifícia Universidade Católica de Campinas | Centro de Ciências Exatas Ambientais e de Tecnologia | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Campinas, SP, Brasil

Professora Doutora | Pontifícia Universidade Católica de Campinas | Centro de Ciências Exatas Ambientais e de Tecnologia | Faculdade de Engenharia Civil | Rod. D. Pedro I, km 136, 13086-900, Campinas, SP, Brasil | Correspondência para/Correspondence to: C.C. PEZZUTO | E-mail: *claudiapezzuto@puc-campinas.edu.br*

Professor Doutor | Pontifícia Universidade Católica de Campinas | Centro de Ciências Exatas Ambientais e de Tecnologia | Faculdade de Engenharia Elétrica | Campinas, SP, Brasil

Professora Doutora | Pontifícia Universidade Católica de Campinas | Centro de Ciências Exatas Ambientais e de Tecnologia | Faculdade de Engenharia Elétrica | Campinas, SP, Brasil

| Recebido em 5/12/2011, reapresentado em 8/5/2012 e aceito para publicação em 18/5/2012

ESTUDO DO PERCENTUAL DE ÁREA DE JANELA EM EDIFICAÇÕES BRASILEIRAS DURANTE O SÉCULO XIX E XX

INTRODUÇÃO

Estudos relacionados à origem da janela relatam que ela se vincula à variação posterior ocorrida com o elemento porta: uma redução ou simples diminuição desta última. Essa mudança não é descrita somente pelos seus aspectos físicos, mas principalmente qualitativo, na medida em que a função correspondente ao elemento porta (passagem, deslocamento físico) altera-se para a passagem de luz natural e vista para o exterior (Sardeiro, 2002).

Ao longo da história, surgiram as mais diversas formas de fechamento dessas janelas, que também foram se desenvolvendo através do tempo, desde grades de jacarandá até a utilização de caixilhos de vidro (Rodrigues, 1975). As grandes janelas são incomuns antes do século XIX, pois o vidro não estava disponível em massa nesse período. Desse modo, na maioria das residências tradicionais, as portas mantinham a função de iluminação e ventilação natural. No entanto, pequenas janelas foram encontradas em habitações em climas áridos e janelas maiores foram observadas no clima temperado (Zhai & Prevital, 2010).

Durante séculos, o vidro na janela era um produto de custo elevado, material escasso e, portanto, grandes áreas envidraçadas eram vistas como um indicador visível da riqueza (Sardeiro, 2002). Durante a Revolução Industrial, a disponibilidade de vidro como um produto de massa a um preço acessível e as novas possibilidades de

construção em aço e concreto permitiram a utilização de maiores áreas envidraçadas. No entanto, os edifícios altamente envidraçados, construídos na Europa e na América no Moderno Movimento da Arquitetura no início do século XX, logo revelaram efeitos negativos em termos de conforto térmico (Bahaj *et al.*, 2008).

O presente artigo tem como objetivo investigar o percentual de área de janela envidraçada em edificações brasileiras durante o século XIX e XX. Assim, foi apresentado um histórico das janelas na arquitetura brasileira bem como um panorama geral da relação do consumo de energia e a utilização de janelas nas edificações. Para as análises foi apresentado um estudo comparativo em edificações do século XIX e XX, a partir do parâmetro percentual de área de abertura na fachada total. Para estudo de caso, foram avaliadas duas edificações do século XIX localizadas na cidade de Campinas, e três edificações do século XX localizadas nas cidades do Rio de Janeiro, Campinas e São Paulo.

BREVE HISTÓRICO DAS JANELAS NA ARQUITETURA BRASILEIRA

Na origem da colonização do Brasil, havia, como primeiros sistemas construtivos, a taipa de pilão e a taipa de mão, advindas da grande influência europeia. Foram nessas construções que as aberturas começaram a ganhar expressão e espaço na arquitetura: a dimensão dessas aberturas se dava pela própria estrutura incidente nas paredes (Labaki & Kowaltowski, 1998).

Os fechamentos referentes a essas aberturas foram evoluindo e se desenvolvendo a partir da própria necessidade de proteção das intempéries e da própria disponibilidade de matéria-prima. Assim, esses fechamentos se iniciaram por grades de jacarandá — passando pelo escuro, cuja característica principal é vedar completamente o ambiente quando fechado —, e se estruturaram a partir da união de tábuas. Os elementos vazados, caixilhos e treliças, presentes na própria estrutura da janela, partem desse primeiro tipo de fechamento, em que se utiliza a madeira como matéria-prima. É a partir desses elementos vazados que surgem as janelas de rótula e de gelosia, que se diferenciam apenas pelo eixo de rotação de suas folhas (Rodrigues, 1975). As janelas de veneziana também são variações desses elementos vazados na estrutura das janelas, porém aparecem em maior quantidade por volta do século XIX (Vasconcellos, 1973).

Já no final do século XVII, houve a generalização do uso de vidraças em residências. Essas vidraças eram compostas por pequenas áreas envidraçadas alternadas na folha de fechamento da janela (Vasconcellos, 1973).

As dimensões das aberturas, tanto de janelas quanto de portas, nas edificações coloniais eram estabelecidas pelos Códigos de Postura Municipais, que estabeleciam dimensões exatas de largura, altura e peitoril, no caso de janelas. Essas dimensões preconizavam um percentual mínimo referente à área destinada às aberturas nas fachadas: esse percentual era de aproximadamente 20% da área da fachada (Lapa, 1996).

Após esse período, os Códigos de Obras Municipais são aqueles que estabelecem as dimensões das aberturas. Nesse caso, as dimensões são mínimas e variam de acordo com o compartimento em que as aberturas estarão inseridas, sendo proporcionais à metragem e de acordo com sua função: insolação ou arejamento. De qualquer modo, as aberturas teriam sua dimensão mínima de 0,60m² (Brasil, 1992).

Pressupõe-se que, não havendo mais tantas restrições quanto ao dimensionamento das aberturas, inicia-se a construção de edificações com aberturas bem maiores do que as usuais. E é a partir do modernismo que as janelas ganham real expressão nas edificações.

O início dessa modernidade, principalmente nas edificações, deu-se com a propagação de novos materiais construtivos no século XIX, dentre eles o vidro e o ferro, que possibilitaram alterar de forma inusitada as edificações das cidades. Assim, houve importações de diversas tipologias europeias, gerando, em alguns casos, a reinvenção ou reformulação do projeto original para se adaptar às exigências do clima (Francisco, 2009). Para Santos (2008), houve um abraqueiramento do estilo internacional devido à preocupação com o elemento nacional, com uma arquitetura moderna tipicamente brasileira. Após esse período, as edificações com fachadas envidraçadas tornaram-se cada vez mais usuais nas cidades.

A EDIFICAÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA

Os edifícios que apresentam suas fachadas envidraçadas, que têm suas raízes na arquitetura da luz do dia, tornaram-se padrões mundiais para construções de escritórios e hotéis (Bahaj *et al.*, 2008). Entretanto, com a finalidade de compensar os efeitos negativos causados por grandes áreas envidraçadas, houve a utilização extensa de instalações de sistemas de aquecimento e de resfriamento, levando ao aumento do consumo de energia.

Com relação aos fechamentos transparentes, Caram (1998) relata que eles incorporam uma preocupação com relação ao controle do consumo energético; nesse sentido, tanto os estudos quanto os avanços tecnológicos buscam o controle da perda de calor em períodos do frio, como também o bloqueio do calor devido à radiação solar no verão. Em estudos anteriores, Olgyay e Olgyay (1957) consideram o vidro como o elemento mais vulnerável à ação da radiação solar.

Com o intuito de verificar a caracterização e a análise de transmissão da radiação solar através de materiais transparentes, empregados em fachadas de edificações, Caram (1998) estudou vidros metalizados, os policarbonatos, e as películas de controle solar utilizadas sobre o vidro comum. O estudo utilizou-se da técnica de espectrofotometria para análise da composição espectral dos materiais. O trabalho fornece subsídios e indicativos para o emprego adequado de superfícies transparentes quanto a sua especificação, além de preencher dados técnicos não disponíveis no mercado.

Gómez e Lamberts (1995) fizeram simulação de várias alternativas de projeto para um edifício de utilização comercial visando ao consumo de energia. Os resultados mostraram que as cargas térmicas e, conseqüentemente, o consumo elétrico são maiores no caso de maior área de janela, para janelas de vidro comum e sem brises. Para uma redução da relação janela/parede de 70% para 30%, o consumo elétrico diminuiu de 15 a 25%, sendo a redução maior nos prédios retangulares.

Santana e Ghisi (2007), através de simulações computacionais no programa *Energy Plus*, avaliam a influência de dois parâmetros construtivos no consumo de energia em edifícios de escritório: percentual de área de janela na fachada e a absorvância de paredes externas. O estudo verificou que o aumento no consumo de energia é mais significativo ao se aumentar o percentual de área de janelas na fachada, com variação aproximada de 41,6%. No quesito absorvância de paredes externas, mantendo o percentual de área de janelas na fachada fixa, a variação no consumo de energia alcançou até 21,6%.

Jaber e Ajib (2011) relatam que o projeto da janela, especialmente as compostas por vidros, é um fator crítico para determinar a eficácia do projeto solar passivo. Em estudos realizados em três diferentes zonas climáticas, os autores estudaram quatro tipos de janelas: janela envidraçada com vidro único, vidros duplos com diferentes alturas e larguras e vidros triplos. Os resultados demonstraram que o aquecimento é altamente sensível ao tamanho e ao tipo de janelas. Além disso, o estudo demonstrou que uma janela envidraçada bem dimensionada pode representar uma economia de energia em torno de 21 a 24% em diferentes zonas climáticas.

Estudos indicam que a economia anual de energia propiciada por uma janela simples com vidros de 6mm depende de vários fatores da própria janela e não apenas das características térmicas dos materiais constituintes da janela, mas também da sua orientação, das condições climáticas do local, dimensões dos edifícios e transmitância térmica das paredes e coberturas (Singh & Garg, 2009).

Nos últimos anos, foram significativos os avanços em tecnologias dos vidros, os quais incluem vidros de controle solar, unidades de vidros isolantes, vidros com baixa emissividade, vidros duplos, com câmara de vácuo interna ou camada de sílica gel, entre outros (Bahaj *et al.*, 2008; Sadineni *et al.*, 2011). Outros autores brasileiros também realizaram estudos com materiais transparentes; dentre esses, destacam-se Caram (1998), Santos (2002), Castro (2006) e Sardeiro (2007).

No Brasil, com o objetivo de promover a eficiência energética em edificações, foi sancionada a Lei nº 10.295/2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências (Brasil, 2001a). O Decreto nº 4.059/2001 (Brasil, 2001b) regulamenta a Lei nº 10.295/2001 e institui que os níveis máximos de consumo de energia ou mínimos de eficiência energética deverão ser estabelecidos com base em indicadores técnicos e regulamentação específica de

edificações construídas e terão a coordenação do Ministério de Minas e Energias. A promulgação da lei gerou uma série de iniciativas, visando a implementar parâmetros de eficiência energética em edificações. Um importante passo foi a aprovação, no ano de 2009, do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Em 2010, foi aprovada sua revisão para Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) (Brasil, 2010). Com o intuito de aumentar a gama de edifícios participantes do processo de etiquetagem e também a eficiência energética nas edificações como um todo, foi também lançado, em 2010, o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (Brasil, 2012).

MÉTODOS

Com a finalidade de atingir o objetivo desta pesquisa, foi feita uma análise em duas edificações do século XIX, localizadas na cidade de Campinas e três edificações do século XX, localizadas nas cidades de Rio de Janeiro, Campinas e São Paulo. A pesquisa apresenta esse recorte pela dificuldade de encontrar projetos arquitetônicos completos e dados técnicos disponíveis de edificações brasileiras.

No período do século XIX, foram realizadas análises em edificações de um período no qual a utilização de elementos transparentes no fechamento de aberturas estava em seu início. As duas edificações de estudo encontram-se na cidade de Campinas (SP): a Sede da Fazenda Mato Dentro — Complexo Arquitetônico Tombado (Figura 1), localizada no Parque Ecológico Monsenhor Emílio José Salim de 1806, e o Palácio dos Azulejos — Museu de Imagem e Som (MIS) de Campinas (Figura 2), localizado no Centro de Campinas de 1878. Essas edificações foram escolhidas para representar o início do século XIX (Sede da Fazenda Mato Dentro) e outra no final do século XIX (Palácio dos



FIGURA 1 – Sede da Fazenda Mato Dentro, Campinas/1806.
Foto: Verônica Stefanichen Monteiro (Julho de 2011).

FIGURA 2 – Palácio dos Azulejos, Campinas/1878.
Foto: Verônica Stefanichen Monteiro (Julho de 2011).

Azulejos). Foram utilizadas para análise as plantas dos edifícios originais (sem ampliações ou reformulações do projeto) adquiridas no Processo de Tombamento referente a cada uma das edificações (Campinas, 1988, 1995).

A partir de visitas na área, pode-se listar características próprias de cada edificação para efeito das análises dos projetos. A Sede da Fazenda Mato Dentro apresenta a predominância de janelas do tipo guilhotina articulada em duas folhas horizontais, janelas com dimensões menores vedadas por vidro e grade de ferro e portas com fechamento em escuro, assim como algumas janelas. Já no Palácio dos Azulejos, a vedação das janelas se dá através de duas folhas articuladas no eixo vertical, portas com fechamento em escuro e fechamento em vidro com duas folhas articuladas no eixo vertical.

Nas edificações do século XX, período no qual o modernismo começara a se instalar definitivamente nas cidades brasileiras, foram realizadas análises de três edificações: a do Ministério da Educação e Saúde Pública, de 1936 (Figura 3), localizada no Rio de Janeiro; a do edifício Itatiaia, de 1952 (Figura 4), edifício residencial, localizado em Campinas; e a torre Faria Lima de 2004 (Figura 5), parte do complexo Ohtake Cultural, edifício de serviços, localizado em São Paulo. Também as edificações foram escolhidas com o objetivo de representar o final e o início do século. Para buscar uma representatividade das edificações em diferentes regiões metropolitanas, foram escolhidas as edificações na cidade de Campinas, São Paulo e Rio de Janeiro. Para as



FIGURA 3 – Ministério da Saúde e Educação Pública, Rio de Janeiro (1936).
Fonte: Wisnik (2001).



FIGURA 4 – Edifício Itatiaia, Campinas (1952).
Foto: Verônica Stefanichen Monteiro (Agosto de 2011).



FIGURA 5 – Complexo Ohtake Cultural, Torre Faria Lima, São Paulo (2004).
Fonte: Disponível em: <<http://www.wikiarq.com/projetos/21/instituto-cultural-tomie-ohtake>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

análises, foram consultadas pesquisas publicadas, legislação e projetos arquitetônicos dos escritórios responsáveis (Wisnik, 2001; Leme & Salgado, 2009; Campinas, 2010).

No edifício do Ministério da Educação e Saúde Pública, a fachada de vidro é orientada para a face sul, a fachada norte apresenta *brise-soleil* e as fachadas leste e oeste apresentam empenas cegas. O edifício Itatiaia possui as fachadas norte e sul revestidas quase que totalmente com vidro, sendo interrompidas apenas por lajes e as fachadas leste e oeste possuem pequenas aberturas, destinadas à área de serviço, dormitório de empregada e banheiro. No caso da Torre Faria Lima do Complexo Ohtake Cultural, toda a envoltória é recoberta de vidro com três tonalidades diferentes, compostas de maneira regular. Essa edificação possui uma volumetria retangular com suas extremidades arredondadas.

RESULTADOS

O método para avaliar o percentual de área de janela baseou-se nos parâmetros publicados nos Requisitos Técnicos da Qualidade (RTQ-C) para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (Brasil, 2010). Esse requisito cria condições para a etiquetagem do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos. Assim, foram selecionadas as variáveis representativas da envoltória da edificação. Para tanto, as seguintes variáveis foram avaliadas: área total de piso (A_{tot}), área da envoltória (A_{env}), volume total da edificação (V_{tot}), percentual de área de abertura na fachada total (PA_{Ft}) e em suas orientações ($PA_{F-norte}$, PA_{F-sul} , $PA_{F-leste}$, $PA_{F-oeste}$). Nessas análises, a área de janela corresponde à área envidraçada. Assim, para efeito de cálculo foi adotada a definição de abertura de acordo com o RTQ:

Todas as áreas da envoltória do edifício, com fechamento translúcido ou transparente (que permite a entrada da luz), incluindo janelas, painéis plásticos, claraboias, portas de vidro (com mais da metade da área de vidro) e paredes de blocos de vidro. Excluem-se vãos sem fechamentos, elementos vazados como cobogós e caixilhos (Brasil, 2010, p.4).

No quesito das orientações das fachadas foram adotados os padrões do RTQ-C (Brasil, 2010), o qual especifica a orientação oeste às fachadas cuja normal à superfície está voltada para a direção de 270° em sentido horário a partir do norte geográfico ou às orientações que variarem entre $+45^\circ$ ou -45° em relação a essa orientação.

A Tabela 1 mostra as análises das cinco edificações analisadas e suas respectivas áreas de janelas nas fachadas correspondentes.

Percebe-se que, nas edificações do século XIX, a taxa de $1/5$ da área da fachada destinada às aberturas, posta em vigor pelos Códigos de Posturas Municipais, man-

TABELA 1 – Análise de edificações dos séculos XIX e XX.

PARÂMETROS	SÉCULO XIX		SÉCULO XX		
	SEDE DA FAZENDA MATO DENTRO CAMPINAS/1806	PALÁCIO DOS AZULEJOS CAMPINAS/1878	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E SAÚDE PÚBLICA RI/1936	EDIFÍCIO ITATIAIA CAMPINAS/1952	TORRE FARIA LIMA SÃO PAULO/2000-2004
Atot	1.987,81m ²	1.173,80m ²	19.180m ²	8.493,75m ²	14.260m ²
Aenv	2.129,72m ²	1.615,90m ²	12.432,50m ²	5.635,55m ²	12.320m ²
Vtot	6.957,33m ³	4.108,20m ³	85.625m ³	25.481,25m ³	72.600m ³
PAFt	13,30%	21,30%	66,00%	48,00%	99,56%
PAFn	10,80%	26,70%	76,00%	64,80%	100,00%
PAFs	18,70%	9,80%	94,20%	63,90%	98,36%
PAFI	13,40%	32,20%	0%	18,00%	100,00%
PAFo	11,70%	18,80%	0%	22,10%	100,00%

Atot: área total do piso; Aenv: área da envoltória; Vtot: volume total da edificação; PAFt: percentual de área de abertura na fachada total; PAFn: percentual de área de abertura na fachada norte; PAFs: percentual de área de abertura na fachada sul; PAFI: percentual de área de abertura na fachada leste; PAFo: percentual de área de abertura na fachada oeste.

tém-se de maneira geral nas duas edificações. No Palácio dos Azulejos, esse percentual já é alcançado pelo PAFt, devido ao fato de a edificação não apresentar significativa quantidade de aberturas com fechamento em escuro. Já na sede da fazenda Mato Dentro, o percentual apresentado pelo PAFt não são os exatos 20%, pois a edificação apresenta significativa quantidade de aberturas com fechamento em escuro que não foram computadas como áreas de abertura, por não apresentarem vidro em sua estrutura.

Já nas edificações do século XX, percebe-se nitidamente a evolução desse percentual na envoltória e o aumento do uso de elementos transparentes como fechamento. A partir da análise dos dois primeiros casos, percebe-se que o maior e mais significativo percentual de abertura encontra-se nas fachadas norte e sul, sendo as fachadas leste e oeste destinadas apenas a aberturas secundárias (edifício Itatiaia) ou empenas cegas (Ministério da Educação e Saúde Pública). Já no último caso analisado, a Torre Faria Lima do Complexo Ohtake Cultural, esse significativo percentual de abertura está presente na envoltória em sua totalidade, aproximando o valor do PAFt dos 100%. Isso retrata os padrões comumente encontrados dos edifícios de escritórios nas grandes cidades.

A Figura 6 demonstra graficamente o aumento desse percentual de área de janela ao longo do período analisado, século XIX e XX. Verifica-se que as edificações do século XX apresentaram um expressivo percentual de área de abertura (área envidraçada) na fachada total com percentual de 99,56%, 48,00% e 66,00% — edificações de estudo

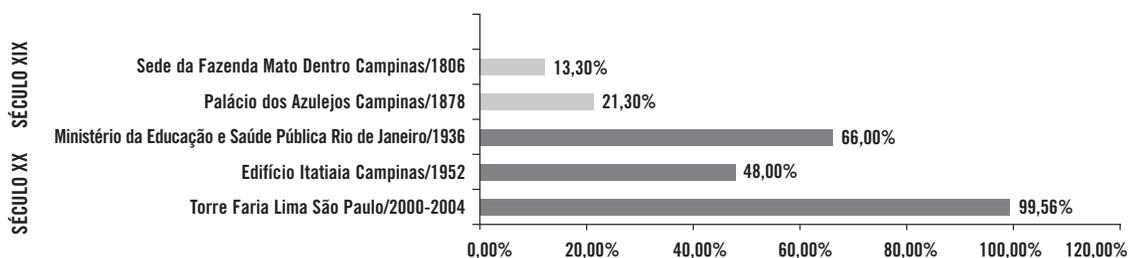


FIGURA 6 – Percentual de área de abertura na fachada total (PAFt). Edificações de estudo.

Fonte: Campinas, 1988, 1995; Wisnik, 2001; adaptada de Leme, 2009.

de São Paulo, Campinas e Rio de Janeiro, respectivamente. Em contrapartida, as edificações do século XIX apresentaram percentual de 13,30% e 21,30% nas edificações de estudo na cidade de Campinas.

Sobre o enfoque das aberturas, Ghisi *et al.* (2005) relatam que as janelas podem ser responsáveis por grande parte dos ganhos ou perdas de calor em edificações. Ou seja, quando as dimensões das aberturas não são criteriosamente estudadas, as janelas contribuem para o aumento significativo no consumo de energia da edificação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do início da colonização até fins do século XIX, encontra-se uma proporção das janelas bem definidas nas edificações. Durante o período em que os Códigos de Posturas Municipais estavam em vigor (até meados do século XIX), percebe-se certa constância de um valor de 20% nos percentuais de aberturas em relação às fachadas, principalmente quando analisados no total da edificação. Isso se dava pelas exigências que os códigos impunham de dimensões exatas destas janelas e percentuais mínimos das áreas destas aberturas em relação à fachada total. Assim, com o fim dos Códigos de Posturas Municipais e o início dos Códigos de Obras, que impõem apenas uma área mínima de abertura, as janelas ganham real expressão nestas novas edificações. Com a evolução dos materiais e técnicas construtivas, as janelas também foram se aperfeiçoando e ganharam significativa importância nas fachadas das edificações.

Esse aumento expressivo no percentual de área de janela (área envidraçada) foi evidenciado nas análises das duas edificações do século XIX e três do século XX. Conclui-se que, com o aumento das dimensões das aberturas durante o período estudado, foi se tornando cada vez mais comum a utilização do vidro como elemento de fechamento. Verificou-se que as edificações do século XX apresentaram um expressivo percentual de área de abertura (área envidraçada) na fachada total com percentual entre 48,00% a 99,56%. Em contrapartida, as edificações do século XIX apresentaram percentual de 13,30% a 21,30%. Vale ressaltar que a edificação de estudo do final do século XX (Torre Faria Lima) apresentou um percentual de área de abertura nas fachadas norte, sul, leste e oeste com variações entre 98,36%

a 100,00%. Já a edificação de estudo do final do século XIX (Palácio dos Azulejos) apresentou uma percentual significativamente reduzido nas fachadas norte, sul, leste e oeste, de 9,80% a 32,20%.

Assim, verificou-se uma expressiva mudança nas características das edificações. Estudos relatam que, junto com essa mudança, surgiram as dificuldades relacionadas ao aumento no consumo energético das edificações. Assim, é importante minimizar os aspectos negativos das janelas, como o ofuscamento e ganho solar passivo, através de um projeto eficiente e dimensionamento correto.

AGRADECIMENTOS

À Pontifícia Universidade Católica de Campinas pela bolsa de Iniciação Científica concedida pelo Fundo de Apoio à Iniciação Científica/Reitoria.

REFERÊNCIAS

- BAHAJ, A.S.; JAMES, P.A.B.; JENTSCH, M.F. Potential of emerging glazing technologies for highly glazed buildings in hot arid climates. *Energy and Buildings*, v.40, n.5, p.720-731, 2008.
- BRASIL. Lei nº 7.413, de 30 de dezembro de 1992. Dispõe sobre o código de projeto e execução de obras e edificações do município de Campinas. *Diário Oficial do Município*, 30 dez. 1992. Disponível em: <<http://sapl.camaracampinas.sp.gov.br>>. Acesso em: 23 jul. 2011.
- BRASIL. Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 18 out. 2001a. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 23 jul. 2011.
- BRASIL. Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a obra política nacional de conservação e uso racional de energia, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 20 dez. 2001b. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 23 jul. 2011.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010. Requisitos técnicos da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos. *Diário Oficial da União*, 22 set. 2010. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: 2 jul. 2011.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012. Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética de edificações residenciais. *Diário Oficial da União*, 19 jan. 2012. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: 2 jul. 2011.
- CAMPINAS. Secretaria da Cultura. Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural de Campinas. Bens Tombados. *Processo 004/88*: Solar do Barão de Itatiba — Palácio dos Azulejos. Campinas: Prefeitura Municipal de Campinas, 1988. Disponível em: <http://2009.campinas.sp.gov.br/cultura/patrimonio/bens_tombados/>. Acesso em: 2 jul. 2011.
- CAMPINAS. Secretaria da Cultura. Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural de Campinas. Bens Tombado. *Processo nº 006/95*: Parque Ecológico Monsenhor Emílio José Salim. Campinas: Prefeitura Municipal de Campinas, 1995. Disponível em: <http://2009.campinas.sp.gov.br/cultura/patrimonio/bens_tombados/>. Acesso em: 2 jul. 2011.
- CAMPINAS. Secretaria da Cultura. Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural de Campinas: Bens Tombados. *Processo 003/10*: Edifício Itatiaia. Campinas: Prefeitura Municipal de Campinas, 2010. Disponível em: <http://2009.campinas.sp.gov.br/cultura/patrimonio/bens_tombados/>. Acesso em: 2 jul. 2011.
- CARAM, R.M. *Caracterização ótica de materiais transparentes e sua relação com o conforto ambiental em edificações*. 1998. Tese (Doutorado) — Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.
- CASTRO, A.P.A.S. *Desempenho térmico de vidros utilizados na construção civil: estudo em células-teste*. 2006. Tese (Doutorado) — Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

- FRANCISCO, R.C. Construtores anônimos em Campinas (1892-1929): reflexões sobre o estudo da história da arquitetura. *Oculum Ensaios: Revista de Arquitetura e Urbanismo*, v.9-10, p.42-50, 2009.
- GHISI, E.; TINKER, J.A.; IBRAHIM, S.H. Área de janela e dimensões de ambientes para iluminação natural e eficiência energética: literatura versus simulação computacional. *Ambiente Construído*, v.5, n.4, p.81-93, 2005.
- GÓMEZ, L.A.; LAMBERTS, R. Simulação da influência de algumas variáveis arquitetônicas no consumo de energia em edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL, 3., e ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Gramado. *Anais...* Gramado: Antac, 1995. p.415-420.
- JABER, S.; AJIB, S. Thermal and economic windows design for different climate zones. *Energy and Buildings*. v.43, p.3208-3215, 2011.
- LABAKI, L.C.; KOWALTOWSKI, D.C.C.K. Bioclimatic and vernacular design in urban settlements of Brazil. *Building and Environment*, v.33, n.1, p.63-77, 1998.
- LAPA, J.R.A. *Cidade: os cantos e os antros* — Campinas 1850-1900. São Paulo: Edusp, 1996.
- LEME, R.S.; SALGADO, I. Arquitetura Moderna em Campinas: o edifício Itatiaia. *Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo*, v.9, n.1, p.22-34, 2009.
- OLGYAY, V.; OLGAY, A. *Solar control and shading devices*. Princeton: Princeton University, 1957.
- RODRIGUES, J.W. *Arquitetura civil I: a casa de moradia no Brasil antigo*. São Paulo: USP, 1975.
- SADINENI, S.B.; MADALA, S.; BOEHM R.F. Passive building energy savings: a review of building envelope components. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.15, n.8, p.3617-3631, 2011.
- SANTANA, M.V.; GHISI, E. Influência do percentual de área de janela na fachada e da absorvância de paredes externas no consumo de energia em edifícios de escritório da cidade de Florianópolis-SC. In: ENCONTRO NACIONAL, 9., e LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 2007, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: Antac, 2007. p.1668-1676.
- SANTOS, J.C.P. *Avaliação do desempenho térmico e visual de elementos transparentes frente à radiação solar*. 2002. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.
- SANTOS, M.A. A arena cultural paulista: um olhar sobre as condições de implementação do Modernismo na São Paulo do início do século XX. *Oculum Ensaios: Revista de Arquitetura e Urbanismo*, v.7-8, p.14-23, 2008.
- SARDEIRO, P.S. *Estudo das janelas laterais e a iluminação natural: estudo de caso*. 2002. Dissertação (Mestrado) — Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.
- SARDEIRO, P.S. *Parâmetros para a escolha de superfícies translúcidas, visando o conforto térmico e visual na edificação*. 2007. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- SINGH, M.C.; GARG, S.N. Energy rating of different glazings for Indian climates. *Energy*, v.34, p.1986-1992, 2009.
- VASCONCELLOS, S. *Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos*. 5.ed. São Paulo: UFMG, 1973.
- WISNIK, G. *Lucio Costa*. São Paulo: Cosac & Naify, 2001.
- ZHAI Z.J.; PREVITAL J.M. Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation. *Energy and Buildings*. v.42, n.3, p.357-365, 2010.

RESUMO

O consumo de energia para refrigeração residencial, comercial e de serviço tem demonstrado um crescimento em todo o mundo. Nesse sentido, a envoltória do edifício tem um papel importante na medida em que separa o ambiente interno do ambiente externo de uma edificação. Estudos relatam que as janelas contribuem significativamente para os ganhos e as perdas de calor pela envoltória. Portanto, as janelas têm um grande impacto não só sobre o consumo energético no ambiente construído, mas também na qualidade do conforto térmico. Desse modo, este trabalho tem como objetivo principal investigar o percentual de área de janela (área envidraçada) em edificações brasileiras durante o século XIX e XX. A primeira parte deste artigo aborda um breve histórico das janelas na arquitetura brasileira e um panorama geral da relação do consumo de energia e a utilização de janelas nas edificações. A segunda parte apresenta uma análise comparativa em

edificações do século XIX e XX, a partir do parâmetro percentual de área de abertura na fachada total. As análises foram realizadas em duas edificações do século XIX, localizadas na cidade de Campinas, e em três edificações do século XX, localizadas nas cidades do Rio de Janeiro, Campinas e São Paulo. Para tanto, foram consultadas pesquisas publicadas, legislação e projetos arquitetônicos dos escritórios responsáveis. Conclui-se que, com o aumento das dimensões das aberturas durante o período estudado, foi-se tornando cada vez mais comum a utilização do vidro como elemento de fechamento. Observou-se que as edificações do século XX apresentaram um expressivo percentual de área de abertura (área envidraçada) na fachada total: índice de 99,56% (edificação São Paulo — 2000), 48,00% (edificação Campinas — 1956) e 66,00% (edificação Rio de Janeiro — 1936), em relação às edificações do século XIX, com 13,30% (edificação Campinas — 1806) e 21,30% (edificação Campinas — 1878). Assim, verificou-se uma expressiva mudança nas tipologias das edificações e um aumento considerável no percentual de área de janela nas fachadas no que diz respeito ao período analisado.

PALAVRAS-CHAVE: Área de janela. Fachadas envidraçadas. Janela.

ASSESSMENT OF PERCENTAGE OF WINDOWS AREA FROM TOTAL FACADE AREA IN BRAZILIAN BUILDINGS ON THE CENTURIES XIX AND XX

ABSTRACT

The energy consumption associated with residential and commercial cooling devices is increasing all around the world. In this context, the building envelope plays a critical role since it separates the internal and external parts of a building. Studies have reported that windows contribute significantly to heat losses and gains through the envelope. Therefore, windows have great impact on not only energy consumption in the constructed environment, but also on the quality of thermal comfort. With a view to this context, the main objective of this study was to investigate the percentage of window area from total facade area (glazed areas) in Brazilian buildings during the XIXth and XXth Centuries. The first part of this article is a brief historical approach to windows in Brazilian architecture and a general panorama of the relationship between energy consumption and the use of windows in buildings. The second part presents a comparative analysis of XIXth and XXth century buildings, considering the parameter of percentage of window area from total facade area (glazed areas). Analyses were made of two XIXth century buildings, located in the city of Campinas, and in three XXth century buildings located in the cities of Rio de Janeiro, Campinas and São Paulo. For this purpose, published researches, legislation and architectural projects of the offices in charge were consulted. It was concluded that with the increase in size of openings during the studied period, the use of glass as a closing element became increasingly common. It was observed that XXth century buildings presented a significant

percentage of window area from total facade area (glazed areas): rate of 99.56% (building in São Paulo — 2000), 48.00% (building in Campinas — 1956) and 66.00% (building in Rio de Janeiro — 1936), as opposed to XIXth century buildings with 13.30% (building in Campinas — 1806) and 21.30% (building in Campinas — 1878). Therefore, a significant change was verified in the typology of buildings and a considerable increase in the window glass in facades during the analyzed period

KEYWORDS: *Window area. Glazed facades. Window.*