

## A evolução da janela e sua interferência em ambiente de edificações multifamiliares

Edna Aparecida Nico-Rodrigues

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Vitória, Espírito Santo, Brasil  
[edna.rodrigues@ufes.br](mailto:edna.rodrigues@ufes.br)

Cristina Engel de Alvarez

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Vitória, Espírito Santo, Brasil  
[cristinaengel@ufes.br](mailto:cristinaengel@ufes.br)

Maria Beatriz Piderit

Universidad del Bío-Bío, Departamento Diseño y Teoría de la Arquitectura, Concepción, Chile  
[mpiderit@ubiobio.cl](mailto:mpiderit@ubiobio.cl)

Artur Moreira Rodrigues

Faculdade Multivix, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Vitória, Espírito Santo, Brasil  
[artmr@terra.com.br](mailto:artmr@terra.com.br)

**ABSTRACT:** The technological innovations of materials and construction systems allowed in the course of human evolution, adaptations of housing in search of greater efficiency in relation to environmental characteristics of the place. Among the constructive elements, the window, evolved linked to the need to improve habitability. The research aimed to demonstrate the evolution of the window and the interference in the built environment, emphasizing the solution with the greatest potential for environmental compliance in multifamily residential buildings in the city of Vitória, Brazil. The methodological procedures were: 1 survey data and information demonstrative of the evolution of the window; 2 characterize the usual windows in multi-family buildings; 3 analysis of changes in windows and its implications for environmental sustainability. As a result, we identified the types of windows of multifamily buildings in Vitória / ES have not recommended specific standards in features, as well as factors that influenced their evolution to improve the quality of life.

**Keywords:** types of windows, windows evolution, environmental adaptation

**RESUMO:** As inovações tecnológicas dos materiais e sistemas construtivos permitiram, no decorrer da evolução da humanidade, adequações da moradia na busca por maior eficiência em relação às características ambientais. Dentre os elementos construtivos, a janela, evoluiu vinculada à necessidade de melhoria na qualidade de vida do usuário. A pesquisa objetivou demonstrar a evolução da janela e a interferência no ambiente construído, enfatizando a solução com maior potencial de adequação ambiental em edificações residenciais multifamiliares, em Vitória, ES, Brasil. Os procedimentos metodológicos foram: 1. levantamento dos dados e informações demonstrativas da evolução da janela; 2. caracterização das janelas usuais nas edificações multifamiliares; 3. análise das alterações das janelas e suas implicações na sustentabilidade ambiental. Como resultado, identificou-se que as janelas das edificações multifamiliares de Vitória não possuem as características físicas e os elementos recomendados nas normas específicas, assim como, os componentes que influenciaram sua evolução para a melhoria da habitabilidade.

**Palavras-chave:** tipos de janelas, evolução das janelas, adequação ambiental.

## 1 INTRODUÇÃO

A adoção de diretrizes que consideram adequada relação entre o clima e os seres humanos são ações importantes na definição de ambientes termicamente confortáveis e coerentes com os conceitos gerais da sustentabilidade nas edificações. As inovações tecnológicas dos materiais e sistemas construtivos permitiram, no decorrer da evolução da humanidade, melhores adequações da moradia às características climáticas e construtivas e, conseqüentemente, possibilitando uma melhor qualidade de vida.

Das soluções atribuídas às inovações, alguns elementos construtivos primordiais para a habitabilidade tiveram suas funções condicionadas a determinantes arquitetônicos conduzidos pela adoção de componentes de apelo estético. Para Roaf et al. (2006) a história registrou que os processos tecnológicos conduziram a eliminação de elementos das janelas, tais como as venezianas, persianas, composição de sistemas de aberturas, aberturas maiores, entre outros, que outrora foram criados pela necessidade de promover à renovação do ar interior através do aproveitamento da ventilação natural.

A janela evoluiu na tipologia e na tecnologia construtiva, vinculada a necessidade do homem de integrar o ambiente externo ao interno, estabelecendo relações de trocas térmicas, acústicas e luminosas e desempenhando papel fundamental na qualidade estética do edifício. Como componente da edificação, as janelas representam, em muitos casos, a parte da envoltória que mais interfere nas condições térmicas internas e, portanto, um elemento-chave para o alcance do menor consumo de energia em edifícios, sendo também as responsáveis por grande parte das perdas e ganhos de calor no ambiente (Jonsson & Roos 2010).

Para Nicol & Humphreys (2002), a qualidade do ambiente interior nas edificações é fator importante no consumo de energia, na qualidade de vida do ocupante e na sustentabilidade, principalmente quando se analisa sob o enfoque da energia para o uso e operação da edificação. No entanto, a Agenda 21 para a construção sustentável nos países em desenvolvimento, recomenda três aspectos a serem considerados na construção civil: níveis de desempenho ambiental; mudanças na concepção e gestão das construções; e ações para a preservação dos recursos naturais (International... 2014).

De acordo com Albatici & Passerini (2011) a importância da escolha adequada de modelos de janelas em relação aos condicionantes da região, são alguns dos fatores responsáveis pelo maior ou menor consumo de energia na edificação. Os resultados apresentados por Nico-Rodrigues (2008) identificaram que a adoção de janelas sem elementos vazantes e bloqueadores da radiação solar tem um desempenho desfavorável para o conforto térmico em clima tropical úmido, quando se considera a ventilação natural como estratégia passiva.

Tal afirmativa se justifica considerando que dentre as diversas funções da janela, a possibilidade de utilizar a luz natural, apropriar-se do espaço externo, renovar o ar interno, resfriar a massa térmica, bem como moderar as condições térmicas do ambiente, são alguns dos fatores que respondem ao impacto na eficiência energética da edificação (Ihm et al. 2012). Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo demonstrar a evolução da janela e a interferência no ambiente construído, enfatizando a solução que apresentasse o maior potencial de adequação ambiental em edificações residenciais multifamiliares, na cidade de Vitória, ES, Brasil.

## 2 METODOLOGIA

Foram estabelecidas três etapas para os procedimentos metodológicos: 1ª – levantamento dos dados e informações demonstrativas da evolução da janela; 2ª – caracterização dos tipos de janelas usuais nas edificações multifamiliares com o recorte territorial para a cidade de Vitória/ES (Brasil); e 3ª – análise das alterações nos componentes das janelas e suas implicações nas condições da sustentabilidade ambiental.

## 2.1 Levantamento dos dados e informações demonstrativas da evolução da janela

Como elemento primordial da construção, as janelas sofreram modificações de acordo com a evolução dos materiais e dos sistemas construtivos. A palavra janela vem do latim vulgar – *januella* – diminutivo de *janua* (ou *ianua*) que designava a porta, passagem, entrada, acesso (Jorge 1995). Sua origem está vinculada a três fatores principais: variação da porta; necessidade social; e construção espacial. Sua eficácia funcional teve seu apogeu na necessidade do ser humano em exteriorizar seu ambiente, assim como permitir que a iluminação e ventilação naturais alterassem suas condições térmicas internas, de salubridade e de visualidade da paisagem (Jorge 1995).

Os primeiros indícios de ocupação permanente do homem foram registrados há aproximadamente 15 mil anos atrás, no período Neolítico. Estas habitações correspondiam a um único ambiente com apenas uma abertura, ou seja, a de acesso ao espaço interior. Com a descoberta do fogo houve a necessidade de outras aberturas, para permitir a saída da fumaça renovando o ar, sendo que essas novas aberturas tinham que ser protegidas das intempéries e dos ataques de animais por folhagem (Jorge 1995).

Para a civilização egípcia, os espaços com pouca iluminação faziam parte de suas crenças religiosas e as poucas aberturas eram consequências do sistema construtivo existente na época (Figura 1), ou seja, as frestas posicionadas sobre as vigas poderiam ser denominadas de janelas (Beckett & Godfrey 1978, Jorge 1995). As primeiras modificações importantes das janelas datam do período da Grécia antiga, onde era priorizada a ventilação e a iluminação dos ambientes por meio do pátio central ou peristilo (Figura 2) negando, assim, o espaço público.

No período de conquista do Império Romano na África, as construções possuíam apenas uma única abertura – a porta – que tinha a característica de ser bi ou tripartida, sendo que a porta continha a janela. A iluminação e ventilação dos ambientes eram também por meio do peristilo e tinham a função de acesso (Jorge 1995). Na Roma antiga, em decorrência do sistema construtivo utilizado foram observadas alterações nas janelas principalmente nas edificações religiosas e salas termais, tendo suas dimensões aumentadas permitindo a iluminação natural nos ambientes internos.

Outros fatores de influência foram às condições climáticas e a participação social nas cidades romanas, que exigiam ambientes bem iluminados (Beckett & Godfrey 1978). No período da Idade Média as edificações residenciais tinham suas janelas voltadas para o espaço público, e para manter a privacidade dos ambientes, incorporaram peitoris mais altos sendo possível o acesso da luz natural no interior do ambiente. No início da Renascença, as teorias de reorganização dos espaços internos determinavam diretrizes para as edificações, com o propósito de contemplar o espaço externo por meio das janelas.

No período do Renascimento (Figura 3) um novo conceito de arquitetura foi adotado permitindo utilizar uma variedade de modelos de janelas, que incorporaram a função estética na edificação (Jorge 1995).



Figura 1: Janela no Templo egípcio. Fonte: Arquitetura Mundial. Acesso: 10 set. 2008. Figura 2: Peristilo nas casas gregas. Fonte: Domus pompeiana Peristylum. Acesso: 10 set. 2014. Figura 3: Janelas no Renascimento. Fonte: Arquitetando, 2009. Acesso em: 10 set. 2014.

Já no movimento Barroco (Figura 4) a percepção e domínio do espaço foram aspectos importantes e as janelas tornaram-se elementos fundamentais na linguagem do projeto, sendo

exemplo de tentativa de inclusão na dinâmica da arquitetura. O período da Revolução Industrial (Figura 5) trouxe inovações tecnológicas resultando em estruturas que favoreciam o uso de janelas maiores, por exemplo, com o uso do ferro na construção civil (Beckett & Godfrey 1978).

No século XX, com o surgimento do concreto armado, as alternativas construtivas possibilitaram desenvolver edificações com aberturas mais expressivas. As ideias modernistas de Le Corbusier levantaram questionamentos sobre a inércia dos sistemas construtivos existentes, propondo princípios de concepção do espaço através de tecnologias novas para os novos materiais. Dentre esses princípios, a utilização de janelas em toda a largura da fachada (janela em fita), proporcionando, a partir da visão externa, a eliminação da marcação da estrutura da edificação (Figura 6).



Figura 4: Janelas barrocas. Fonte: História da Arte. Acesso em: 14 set. 2014. Figura 5: Palácio de Cristal. Fonte: Engines of Our Ingenuity. 2004. Acesso em: 15 set. 2014. Figura 6: Villa Sovoye. Fonte: Le Corbusier 1947.

O elemento janela na arquitetura pós-moderna é intensificado, por meio de conceitos minimalistas das aberturas, que caracterizam uma determinada intenção arquitetônica tornando-se, muitas vezes, mais plástica do que funcional na definição do espaço tridimensional. O final do século XX é caracterizado como uma época marcada pela diversidade na produção arquitetônica, sendo que a janela torna-se elemento de uma arquitetura de significado e o edifício é tratado como obra de arte ou como de alta tecnologia (high-tech) em sua concepção, independente da adoção da eficiência energética como condicionante (Nico-Rodrigues 2008).

### As janelas no Brasil

A evolução dos tipos de janelas no Brasil está associada à história da arquitetura e esta, aos ciclos econômicos, seja estes de âmbito nacional ou regional, ressaltando-se que as importantes obras de engenharia e arquitetura, até princípio do século XX, eram de madeira, pedra ou ambos (Miotto 2002). No início do processo de colonização, as janelas eram de madeira e possuíam apenas uma folha, denominada de escudo, que se abria para o interior do ambiente sendo que o controle da ventilação era feito de duas possibilidades: aberto ou fechado (Figura 7).

Com as adaptações para o clima tropical, as alterações nas janelas aconteceram por meio do aumento na dimensão das aberturas, aproveitando a estrutura das casas, possibilitando maior ventilação e iluminação nos ambientes e tendo as mesmas características tipológicas das anteriores (Figura 8). Uma das versões da arquitetura bandeirista, ou seja, das construções rurais das residências paulistas do período Colonial, utilizavam as janelas com composição de vergas, peitoris e ombreiras de madeira, sendo que o fechamento era através de balaústre de seção quadrada, possibilitando a ventilação permanente e bloqueando a iluminação (Figura 9).



Figura 7: Janela com escudo. Fonte: Miotto (2002). Figura 8: Janelas geminadas. Fonte: Miotto (2002). Figura 9: Janela com balaústre. Fonte: Miotto (2002).

No período do Barroco, as janelas traziam o vidro e possuíam também a gelosia com rótula, como elemento para o controle da ventilação e proteção do interior da visualização externa (Figura 10). Havia nas edificações rurais, as janelas com urupemas (Figura 11) que eram elementos colocados na parte externa das janelas, deixando livre o escudo que se abria para o interior do ambiente (Miotto 2002). Outro elemento importante neste período foi à gelosia com o muxarabi (Figura 12) que servia como elemento regulador da ventilação e resguardo dos ambientes internos (Miotto 2002).



Figura 10: Gelosia com rótula. Fonte: Mascarello (1985). Figura 11: Janela com urupema. Fonte: Mascarello (1985).  
Figura 12: Gelosia com muxarabi. Fonte: Mascarello (1985).

No século XIX, com a chegada da corte portuguesa ao Brasil e, posteriormente, com a imigração de europeus e o período do ciclo do café, foram intensificadas e exploradas várias técnicas construtivas e o uso de diversos materiais. Nesse período, a fabricação e o uso do vidro plano para a janela permitiu maior controle da iluminação nos ambientes substituindo os tradicionais escudos, a madeira recortada e os balaustres, conforme Figura 13 (Miotto 2002). No auge do ciclo do café, surgiu a janela com veneziana de abrir para o exterior, combinada com folha e panos de vidro e sistema de abertura do tipo guilhotina (Figura 13). As diferenças climáticas do Brasil exigiram janelas que apresentassem particularidades características de cada região, com concepção tipológica proveniente dos países colonizadores (Figura 14, Figura 15, Figura 16).



Figura 13: Janelas com vidro, venezianas e guilhotina. Fonte: Miotto (2002). Figura 14: Janelas em Minas Gerais. Fonte: Bruna (1991). Figura 15: Janelas em São Paulo. Fonte: Bruna (1991). Figura 16: Janelas na Paraíba. Fonte: Bruna (1991).

No final do século XIX e início do século XX, a evolução tecnológica proporcionou o uso do ferro na construção civil. Com a possibilidade do uso do concreto armado, as transformações na arquitetura são influenciadas pela industrialização dos componentes da construção civil, principalmente das janelas, que são fabricadas em ferro e utilizadas em grande escala. A modernização trouxe, entre outras consequências, a possibilidade de executar grandes vãos, surgindo então os tipos de janelas com o sistema de abertura do tipo basculante, maxim-ar e de correr, conforme ilustra a Figura 17 (Miotto 2002).

A partir da década de 1950, aparecem os perfis tubulares e os perfis abertos e na década de 1960, o processo de industrialização e padronização das esquadrias tornou-se atuante no mercado. O aço com adição de carbono com objetivo de ser utilizado nas esquadrias surgiu com para substituir as esquadrias executadas em ferro com pouca adição de carbono, visto que a resistência e o desenvolvimento tecnológico tornaram o material mais competitivo (Figura 18), assim como, a produção de esquadrias em alumínio com tecnologia desenvolvida especialmente para a construção civil (Figura 19).



Figura 17: Sistemas de aberturas. Fonte: Miotto (2002). Figura 18: Janela em aço. Figura 19: Janela em alumínio.

O desenvolvimento econômico e social ocorrido no Brasil definiram de forma marcante, as técnicas construtivas utilizadas nas edificações, tanto nas rurais como nas urbanas. Os materiais utilizados em grande parte das edificações do país correspondiam, nas áreas rurais, aos encontrados na região, e nas áreas urbanas, aos materiais importados, observados nas ricas e sofisticadas soluções adotadas.

### As janelas no Espírito Santo

As primeiras construções erguidas no Espírito Santo foram para uso como estaleiros que objetivavam a construção e reparos de embarcações e de elementos para a construção civil. Esse tipo de construção, segundo Muniz (1989) era muito próprio ao ambiente encontrado no Brasil, apresentando aspecto de fortificação, com raras aberturas.

O crescimento da capitania aconteceu em meados de 1847 com a chegada dos imigrantes europeus. A arquitetura rural desenvolvida pelos imigrantes utilizava materiais regionais e seus elementos eram adaptados ao sistema construtivo adotado. Conforme Muniz (1989), as janelas existentes nessas edificações tinham suas estruturas faceando a parte externa das paredes e executadas por meio de encaixes nas peças e fixadas com pregos ou cravos de ferro. Tinham vigas retas, ou na forma de arco abatido ou em arco pleno, dependendo da época da construção, conforme ilustra a Figura 20.

O mesmo autor relata que em algumas das edificações, erguidas pelos imigrantes, aparecem nas janelas caixilhos para vidraças que se abrem no sistema de guilhotina, que eram utilizadas dependendo da função dos espaços, podendo ser também no sistema de abrir através de duas folhas em madeira (Figura 21).

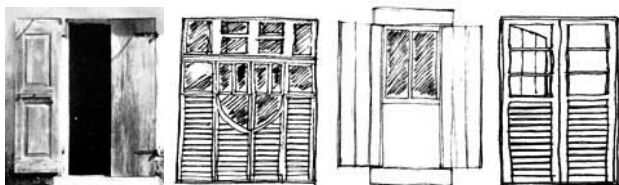


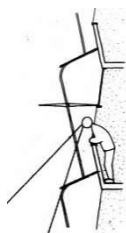
Figura 20: Janela da casa do imigrante. Fonte: Posenato (1997). Figura 21: Tipos de janela do período da colonização. Fonte: Nico-Rodrigues (2008).

O desenvolvimento do estado acontecia com as necessidades de progresso e crescimento advindo da nova população que se formava, principalmente nas regiões do interior do estado. As intervenções urbanas e as iniciativas administrativas e econômicas ocorridas durante o século XIX trouxeram para o Espírito Santo, técnicas construtivas adotadas nas cidades brasileiras e de fora do país. A evolução da janela acompanhou o crescimento da construção civil e das novas tecnologias construtivas advindas da necessidade de modernização dos mecanismos de execução e dos materiais.

## 2.2 Caracterização dos tipos de janelas usuais nas edificações multifamiliares com o recorte territorial para a cidade de Vitória/ES (Brasil)

A evolução da técnica construtiva, bem como o crescente interesse imobiliário para os edifícios residenciais multifamiliares, levou à simplificação do componente janela, adaptando-se a um sistema construtivo e com características térmicas que eventualmente induzem à condições

desfavoráveis em relação à habitabilidade. Na Figura 22 seguem apresentados alguns exemplos que caracteristicamente foram projetados, a partir de componentes construtivos e tipos de janela preocupados com os aspectos ambientais nas edificações multifamiliares.



Detalhe da janela do Edifício Marquês de Herval, RJ, com controle para ventilação e insolação.

Fonte: Coisas da Arquitetura. Acesso em: 10 set. 2014.



Detalhes das janelas do Edifício Louveira, RJ, com controle da insolação.

Fonte: Agua furtado. Acesso em: 10 set. 2014



Detalhes da janela no edifício MMM Roberto, RJ, com detalhe de proteção contra a radiação solar.

Fonte: Arcoweb. Acesso em: 10 set. 2014.

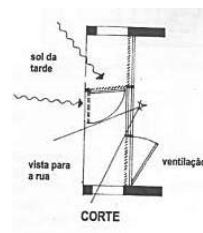


Figura 1: Exemplos de tipos de janelas utilizadas nas sedificações residenciais multifamiliares

O modelo da janela é determinante para sua usabilidade, bem como para adequar o movimento do ar para as condições desejáveis. A escolha inadequada de modelos têm contribuído significativamente para o consumo de energia em edifício residencial (Kim et al. 2014) sendo que cerca de 30% do total de energia para condicionar ambientes é atribuída à transferência de calor por meio das janelas (Yoo et al. 2005).

Para Albatici & Passerini (2011) são necessários modelos diferentes de janelas para atender às particularidades de cada orientação e quando se determina um tipo de janela é importante considerar principalmente, fatores como, o conforto visual, a salubridade, e as características arquitetônicas do edifício. Nesse sentido, as janelas, entre outros elementos construtivos, possui a função determinante de controlar as variações climáticas dentro do ambiente construído e definir condições fisiológicas satisfatórias.

### As atuais janelas das edificações multifamiliares em Vitória, ES, Brasil

As tecnologias construtivas utilizadas em muitas edificações residenciais multifamiliares em Vitória/ES são decorrentes de um crescimento na construção civil que vem sendo constatado por meio do censo imobiliário, efetuado pelo Sindicato da Construção Civil do Espírito Santo – SINDUSCON. Na pesquisa desenvolvida por Nico-Rodrigues et al. (2014), na região com maior crescimento imobiliário, foram sistematizadas as informações de 1999 unidades de janelas nas edificações residenciais em uso, que resultaram na classificação de 23 tipos diferentes de janelas, conforme síntese apresentada na Figura 23.

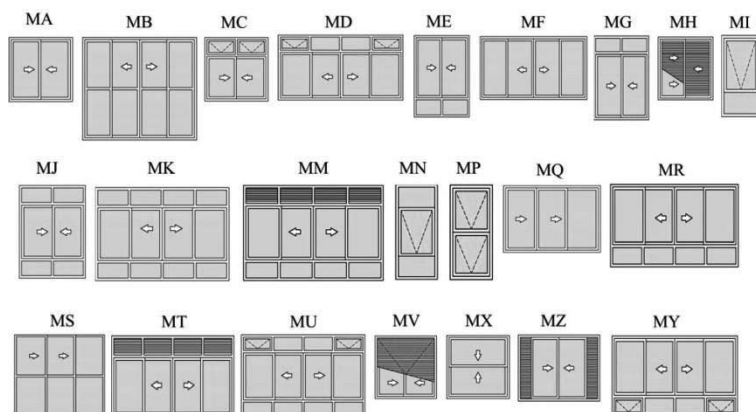


Figura 23: Tipos de janelas utilizadas nas edificações residenciais multifamiliares em Vitória. A nomenclatura se refere ao Modelo A (MA), Modelo B (MB) e assim por diante até o Modelo Y (MY). Fonte: Nico-Rodrigues et al. (2014).

O resultado demonstrou que o tipo de janela mais utilizado nas edificações residenciais multifamiliares é o modelo MA, constituído do material alumínio, caracterizado com marco simples (montantes e travessas) e duas folhas com panos em vidros, no sistema de correr e sem dispositivo de sombra e de elementos que possibilitam a ventilação constante. Os demais modelos registrados corresponderam a tipos de janelas com dois caixilhos e sistemas de aberturas do tipo maxim-ar, guilhotina e projetante, como também caixilhos com venezianas.

### **2.3 Análise das alterações nos componentes das janelas e suas implicações nas condições da sustentabilidade ambiental**

As alterações ocorridas na janela decorrentes da evolução da arquitetura estão diretamente relacionadas à necessidade de adequabilidade do homem ao espaço interno. Inicialmente, eram compostas de painéis que bloqueavam totalmente a iluminação sem o controle da ventilação. Surge assim, como tentativa de controle da ventilação, elementos como o balaústre, as persianas ou venezianas e o espaço interno torna-se protegido mantendo a circulação do ar. A utilização do vidro proporcionou o uso da iluminação natural no ambiente interno, com o domínio do espaço externo.

A utilização de elementos como venezianas e persianas nas janelas dos períodos históricos mais remotos e sua eliminação constatada nos dados obtidos por Nico-Rodrigues et al. (2014), revelou a sobreposição de valores diversos – como custo, padrão estético ou mesmo oferta no mercado – em detrimento aos aspectos social e psicológico. Este fato foi observado quando o ser humano necessitou da influência da ventilação e da iluminação para a melhoria das condições internas do ambiente, do convívio e da participação social.

Em relação à eficiência térmica e energética, observou-se o desenvolvimento de alguns tipos de janelas que não possibilitam a abertura para a desejável renovação do ar, seja através da ventilação higiênica, da ventilação de conforto ou mesmo da noturna, ocasionando desconforto térmico aos usuários ou dispêndio energético para condicionamento térmico artificial. Da mesma forma, destacam-se algumas soluções que não permitem ou dificultam o aproveitamento da iluminação natural durante grande parte do dia, desencadeando consumos maiores de energia e, eventualmente, o desconforto visual ocasionado pelo uso contínuo de iluminação artificial.

As normas técnicas brasileiras – NBRs – determinam condições mínimas de desempenho do ambiente, considerando as características da envoltória (paredes, coberturas e aberturas) para as 8 (oito) regiões bioclimáticas do Brasil (Associação... 2005, 2013) como também, as diretrizes do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais Unifamiliares e Multifamiliares - RTQ-R (Brasil... 2010), que priorizam a qualidade do ambiente interior para a habitabilidade.

A NBR 15220 (Associação... 2005) define a necessidade do uso da ventilação em 7 (sete), das 8 (oito) zonas bioclimáticas que dividem o Brasil, prescrevendo a adoção de soluções para proporcionar a ventilação cruzada, a ventilação seletiva e a ventilação permanente, para a melhoria das condições internas em edificações multifamiliares. Também, a NBR 15575 (Associação... 2013), determina que para balizar o desenvolvimento tecnológico e orientar a avaliação da eficiência técnica e econômica das inovações tecnológicas é necessário o atendimento das diretrizes mencionadas na NBR 15220-3. Também o RTQ-R (Brasil... 2010) prescreve áreas mínimas de abertura para ambientes de longa permanência, objetivando a melhoria das condições internas quando é adotada a ventilação natural como condicionante térmico passivo.

A necessidade humana de manter a socialização motivou a criação de elementos construtivos que proporcionassem a interação com o espaço urbano, assim como permitissem que as



condicionantes naturais – como ventilação e iluminação natural – fossem utilizados enquanto elementos primordiais para a qualidade de vida e para alcance de níveis de sustentabilidade ambiental nas edificações. Porém os tipos de janelas utilizados atualmente demonstram inadequadas para garantir minimamente o uso dos condicionantes naturais, possibilitando a diminuição do consumo de energia. Salienta-se que o uso de elementos vazantes e sombreadores nas janelas são elementos primordiais para a melhoria das condições térmicas internas e do aproveitamento dos condicionantes naturais, como prescrito nas normativas de desempenho e demonstrado no decorrer da evolução da janela, por meio da necessidade humana de melhores condições ambientais.

### 3 CONCLUSÃO

As aberturas evoluíram de acordo com a necessidade humana de relacionamento com o mundo externo e com as novas concepções de espaço. Como elemento do invólucro da edificação, as janelas tiveram os modelos modificados e transformados na medida em que houve a necessidade da utilização dos principais condicionantes climáticos, ou seja, a luz e o ar. Através da iluminação, descobriram-se os espaços internos; através do convívio social, exteriorizou-se o interior; e através da ventilação e da iluminação, promoveu-se a higienização dos ambientes.

Porém, nota-se que o aparecimento de novos conceitos na concepção de arquitetura levou os elementos permeáveis a desaparecerem quase em sua totalidade, optando-se por tipos de janelas com conceitos minimalistas e inseridas no envoltório da edificação, funcionando muitas vezes apenas como elemento obrigatório para atingir coeficientes ditados como mínimos para habitabilidade.

O rigor normativo e as inovações tecnológicas utilizadas pelo mercado determinam a eficiência dos sistemas de esquadrias. Um exemplo dessa afirmação são os tipos de janelas utilizadas em alguns países desenvolvidos, em que os ensaios definem o comportamento técnico das esquadrias e são condicionantes para estabelecerem certificação de uso das edificações (ADENE 2014). No Brasil, o uso dos tipos simplificados de modelos de janela em algumas edificações não configura item essencial na qualidade, pois não há exigência da parte dos usuários com relação às normas de desempenho térmico dos componentes.

É perceptível a necessidade de incentivo à utilização de tipos de janelas que apresentem coerência com os condicionantes naturais, assim como a concepção de edificações preocupadas com a sustentabilidade ambiental, proporcionados, entre outros elementos importantes, aberturas que favorecem a ventilação e a iluminação natural, especialmente em localidades com clima quente e úmido, minimizando o uso de equipamentos para resfriamento e o uso da iluminação artificial.

### AGRADECIMENTO

Ao Laboratório de Planejamento e Projeto da Universidade Federal do Espírito Santo e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior no Brasil; ao Doutorado em Arquitetura e Urbanismo da Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile.

### REFERÊNCIAS

- ADENE. Agência para a energia. 2014. Disponível em: <<http://www.adene.pt/sce>>. Acesso em: 10 set. 2014.
- Água Furtado. Disponível em: <<http://aguafurtado.blogspot.com.br/2008/03/edificio-louveira.html>>. Acesso: 10 set. 2014.
- Arcoweb. Disponível em: <<http://arcoweb.com.br/projetodesign/especiais/premio-asbea-2004-premio-roberto-claudio-dos-santos-aflalo-01-12-2004>>. Acesso em: 10 set. 2014.
- Arquitetando, 2009. Disponível em: <<http://arquitetandoblog.wordpress.com/2009/04/06/tratados-renascentistas/>>. Acesso em: 10 set. 2014.
- Arquitetura Mundial – arquitetura egípcia, 2008. Disponível em: <<http://iraja.v10.com.br/arquitetura%20egipcia.htm>>. Acesso em: 10 set. 2008.

- Albatici, R. & Passerini, F. 2011. Bioclimatic design of buildings considering heating requirements in Italian climatic conditions. A simplified approach. *Building and Environment* 46: 1624-1631.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas. 2005. NBR 15220-3: Desempenho Térmico de edificações. Zoneamento Bioclimático Brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas. 2013. NBR 15575: Desempenho térmico de Edificações. Rio de Janeiro.
- Beckett, H.E. & Godfrey, J.A. 1978. Ventanas – función, diseño e instalación. Barcelona: Gustavo Gili, S. A.
- Brasil. 2010. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. Portaria n. 449, 25 de novembro de 2010. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Rio de Janeiro.
- Bruna, P. 1991. Manual técnico de caixilhos, janelas: aço, alumínio, vidros, PVC, madeira, acessórios, juntas e materiais de vedação. São Paulo: Pini.
- Coisas Da Arquitetura. Disponível em: <<http://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2011/06/20/edificios-marcantes-no-centro-do-rio-de-janeiro/>>. Acesso em: 10 set. 2014.
- Domus Pompeiana Perstylium. Disponível em: <<http://www.domuspompeiana.com/Web%20Arqueologica/0546109eb21104903/index.html>>. Acesso em: 10 out. 2014.
- Engines Of Our Ingenuity. The Crystal Palace, No.19, 2004. Disponível em: <[www.uh.edu/engines/epi19.htm](http://www.uh.edu/engines/epi19.htm)>. Acesso em: 10 set. 2014.
- História Da Arte. O barroco, 2000. Disponível em: <[www.historianet.com.br/conteudo/default.asp?codigo=246](http://www.historianet.com.br/conteudo/default.asp?codigo=246)>. Acesso em: 10 set. 2014.
- Ihm, P. & Park, L. & Krarti, M. & SEO, D. 2012. Impact of window selection on the energy performance of residential buildings in South Korea. *Energy Policy* 44: 1–9.
- International Council For Research And Innovation In Building Construction. 2014. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. Disponível em: <[http://www.cidb.org.za/documents/kc/external\\_publications/ext\\_pubs\\_a21\\_sustainable\\_construction.pdf](http://www.cidb.org.za/documents/kc/external_publications/ext_pubs_a21_sustainable_construction.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2014.
- Jonsson, A. & Roos, A. 2010. Evaluation of control strategies for different smart window combinations using computer simulations. *Solar Energy* 84: 1–9.
- Jorge, L.A. 1995. O Desenho da Janela. São Paulo: Annablum-ME.
- Kim, S.-H. & Kim, S.-S. & Kim, K.-W. & Cho, Y.-H. 2014. A study on the proposes of energy analysis indicator by the window elements of office buildings in Korea. *Energy and Buildings* 73: 153–165.
- Le Corbusier. 1947. Le Corbusier et Pierre Jeanneret: Oeuvre complète de 1929-1934. Zurich: Willy Boesiger. 4ª edição.
- Mascarello, S.N.P.R. 1982. Arquitetura Brasileira: Elementos, materiais e técnicas construtivas. Rio Grande do Sul: Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- Miotto, J.L. 2002. Evolução das esquadrias de madeira no Brasil. Londrina: UNOPAR Científica 1 (1): 55-62.
- Muniz, M. I. M. 1989. Arquitetura Rural do Século XIX no Espírito Santo. Vitória: Aracruz Celulose/ Fundação Jônice Tristão/ Rede gazeta/ Xérox do Brasil.
- Nico-Rodrigues, E.A. 2008. Janelas x Ventilação: modelo de apoio à escolha para edificações multifamiliares em Vitória, ES. Dissertação de mestrado. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo.
- Nico-Rodrigues, E.A. & Alvarez, C.E. & Dell Santo, A. & Piderit, M.B. 2014. Quando a janela define a condição de desempenho térmico em ambiente ventilado naturalmente: caso específico das edificações multifamiliares em Vitória, ES. *Ambiente Construído* (em revisão).
- Nicol, J.F. & Humphreys, M.A. 2002. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings* 34: 563–572.
- Posenato, J. 1997. Arquitetura da Imigração no Espírito Santo. Porto Alegre: Posenato Art & Cultura.
- Roaf, S. & Fuentes, M. & Thomas, S. 2006. Ecohouse: A casa ambientalmente sustentável. Porto Alegre: Bookman.
- Yoo, H.C. & Oh, Y.H. & Park, S.K. 2005. The optimal window system of office buildings considering energy y efficiency. *Journal of the Korean Solar Energy Society* 25(4): 53–60.

## **Materiais de isolamento térmico de edifícios. Para além da energia operacional**

**Carlos Oliveira Augusto**

University of Minho, School of Engineering, Department of Civil Engineering, Laboratory of Building Physics and Construction Technology, Guimarães, Portugal  
[carlosoliveira.7@gmail.com](mailto:carlosoliveira.7@gmail.com)

**Luís Bragança**

University of Minho, School of Engineering, Department of Civil Engineering, Guimarães, Portugal  
[braganca@civil.uminho.pt](mailto:braganca@civil.uminho.pt)

**Manuela Almeida**

University of Minho, School of Engineering, Department of Civil Engineering, Guimarães, Portugal  
[malmeida@civil.uminho.pt](mailto:malmeida@civil.uminho.pt)

**ABSTRACT:** The use of thermal insulation materials for the achievement of energy efficient buildings intended, in most cases, the fulfilment of the required heating and cooling needs of the operational phase. The main goal of this paper is - by using exploratory methodology, namely literature review - identify more sustainable insulating materials and, concomitantly, exposing the paradoxical effect of other insulation materials with high Global Warming Potential (GWP) highlighting the role of the Life Cycle Assessment (LCA), Ecodesign and Environmental Product Declaration (EPD) tools for the framing, comparison and selection of materials. As a main conclusion, it is noticed the lack of environmental information from the producers which, together with acquisition prices that do not internalize Life Cycle Costs (LCC), has led to the use of insulation materials with high carbon footprint and to the "isolation paradox" as well.

**Keywords:** Life Cycle Assessment; Sustainability Assessment, Operational Energy; Insulation Materials; Paradox of Insulation.

**RESUMO:** A utilização de materiais de isolamento térmico para a obtenção de edifícios energeticamente eficientes visa, na generalidade dos casos, a satisfação das respetivas necessidades de aquecimento e arrefecimento da fase operacional. O objetivo principal deste trabalho é o de - mediante a utilização de metodologia exploratória, nomeadamente revisão bibliográfica - identificar materiais de isolamento mais sustentáveis e, concomitantemente, expor o efeito paradoxal de outros com elevado Potencial de Aquecimento Global (GWP), destacando o papel da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), do *Ecodesign* e da Declaração Ambiental de Produto (DAP) para a conceção, comparação e seleção de materiais. Como principal conclusão, salienta-se a ausência generalizada de informação ambiental por parte dos produtores o que, a par de preços de aquisição que não internalizam Custos de Ciclo de Vida (LCC), tem conduzido à utilização de materiais com elevada pegada de carbono e ao "paradoxo do isolamento".

**Palavras-chave:** Avaliação do Ciclo De Vida; Avaliação da Sustentabilidade, Energia Operacional; Materiais de Isolamento; Paradoxo do Isolamento.

### **1 INTRODUÇÃO**

Os materiais de isolamento térmico para aplicação em envolventes de edifícios são, atualmente, a solução mais utilizada para atingir valores de condutibilidade térmica adequados, compensando a baixa inércia térmica dos sistemas construtivos convencionais. Esses materiais, de diferentes tipos, densidades e espessuras, permitem que a envolvente, cobertura, fundações