



## **O LUGAR DOS MODELOS TRIDIMENSIONAIS E DAS MAQUETES DE ARQUITETURA E URBANISMO NO ESTUDO DO CONFORTO AMBIENTAL E DA ERGONOMIA NAS FASES DE AVALIAÇÃO DE PÓS-OCUPAÇÃO E DE PROJETO DE INTERVENÇÃO REPARADORA**

**Frederico Braida (1); Jéssica Seghatti de Paula Magalhães (2); Felipe Arlindo Silva (3); Karla Cavalari Rodrigues (4)**

(1) Doutor; Professor Adjunto do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, frederico.braida@ufjf.edu.br

(2) Pesquisadora, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, jessica\_seghatti@hotmail.com

(3) Pesquisador, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, felipe\_arlindo@hotmail.com

(4) Pesquisadora, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, karlacavalari1@hotmail.com

Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Grupo de Pesquisa das Linguagens e Expressões da Arquitetura Urbanismo e Design, Laboratório de Maquetes, Modelos e Prototipagem, Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Galpão do Curso de Arquitetura e Urbanismo – Campus Universitário, Bairro São Pedro, Juiz de Fora – MG, 36036-900, Tel.: (32) 2102-3428

### **RESUMO**

Este artigo tem por objetivo principal apresentar o lugar dos modelos e das maquetes de arquitetura e urbanismo no estudo do conforto ambiental e da ergonomia nas fases de avaliação de pós-ocupação e de projeto de intervenção reparadora, revelando-se as possibilidades e as contribuições desses artefatos tridimensionais em investigações do gênero. Metodologicamente, partiu-se de uma pesquisa bibliográfica e iconográfica que visou levantar estudos relacionados ao conforto ambiental e à ergonomia publicados a partir dos anos dois mil que, de alguma forma, utilizaram modelos e maquetes de arquitetura e urbanismo, a fim de compor um banco de dados a ser disponibilizado para toda comunidade científica. Em seguida, os dados foram avaliados qualitativamente, cuja finalidade foi aproximar do estado da arte do emprego dos modelos e maquetes nas pesquisas relacionadas aos estudos de avaliação pós-ocupação e de projetos de intervenção reparadora. Destaca-se, como resultado principal, que a produção desses instrumentos de representação volumétrica constitui-se em uma técnica de pesquisa científica relevante tanto para registros de dados coletados quanto para análise dos mesmos, bem como para a simulação de propostas projetuais. Ao final, conclui-se que, embora quase sempre ausente dos livros de metodologia científica e relegados a um patamar de menor prestígio dentro dos relatos das pesquisas que versam sobre avaliação pós-ocupação em detrimento dos próprios dados testados ou simulados, os modelos e maquetes, sejam eles digitais ou físicos (também denominados analógicos), ocupam, pragmaticamente, um lugar essencial e apresentam-se como importantes ferramentas de pesquisa e projeto, uma vez que se constituem em objetos-modelos que vinculam o pesquisador ou projetista ao mundo dos objetos-concretos.

Palavras-chave: modelos e maquetes de arquitetura e urbanismo, avaliação pós-ocupação, pesquisa científica.

### **ABSTRACT**

This paper aims to present the main place of mock-ups and architectural models in the study of environmental comfort and ergonomics in stages of post occupancy evaluation (POE) and restorative intervention design, showing the possibilities and contributions of these three-dimensional artefacts. Methodologically, it started with a bibliographic and iconographic research related to environmental comfort, ergonomics and architectural models that was published since the year two thousand in order to compose a bank data to be available for the scientific community. After that, the data were qualitatively evaluated. The purpose was to show the panorama how the models and mock-ups are taking part in POE

studies and design. The main result is that the production of these instruments of volumetric representation is a relevant scientific research technique to both collected data records and analysis, as well as for the simulation of design. At the end, we conclude that, although almost always the models and mock-ups are outside of the scientific methodology books and they are frequently relegated to a lower level in the researches, the digital models and physical models (also called analogical models) take part in an essential place and are important research and design tools, because they are model objects that connect the researchers or designers with the world of concrete objects.

Keywords: mock-ups and architectural models, post occupancy evaluation, scientific research.

## 1. INTRODUÇÃO

Este artigo aborda o tema da produção de modelos e maquetes de arquitetura e urbanismo voltadas para o estudo do conforto e da ergonomia aplicado nas fases de avaliação pós-ocupação (APO) e de projeto de intervenção reparadora (PIR). Ele apresenta as considerações e as conclusões da pesquisa intitulada “Aportes metodológicos e diretrizes para a produção de maquetes físicas voltadas para ensaios em Laboratório de Conforto Ambiental”, financiada com bolsas de Iniciação Científica e Treinamento Profissional concedidas pelo CNPQ e pela UFJF, levada a cabo no âmbito do Grupo de Pesquisa das Linguagens e Expressões da Arquitetura, Urbanismo e Design (LEAUD), no Laboratório de Maquetes, Modelos e Prototipagem do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora em parceria com o Laboratório de Conforto Ambiental da mesma unidade acadêmica.

A pesquisa justifica-se pelo fato da existência de uma lacuna evidente nos estudos de maquetes e modelos de arquitetura e urbanismo, sejam digitais ou analógicos, produzidos para serem empregados como técnicas de pesquisa no cenário da APO. Embora, recorrentemente utilizadas nas investigações do campo da ergonomia e do conforto, nas fases de APO e de PIR, o estudo das maquetes fica relegado a um segundo plano; muitas vezes desconsideradas como uma variável do trabalho, as representações volumétricas ficam subsumidas ao se lançar o foco das análises nos dados coletados a partir da sua própria utilização. Diante do exposto, a pesquisa realizada buscou oferecer um aporte técnico-conceitual para as investigações científicas do gênero.

Inicialmente, cumpre ressaltar que constitui praticamente um truísmo afirmar que faz parte do escopo da arquitetura e do urbanismo o projeto de ambientes confortáveis, tanto esteticamente quanto sensitivamente. Logo são necessários muitos estudos para adequação dos aspectos intrínsecos ao projeto às particularidades do entorno e/ou dos fatores exógenos, como implantação, orientação, insolação e ventilação locais, prezando-se, sempre, pelo compromisso técnico, como, por exemplo, a escolha sensata de materiais segundo seus valores estéticos e suas propriedades técnicas (Brum e Assis, 2001). Dentro desse contexto, observa-se, seja a partir da pesquisa empírica levada a cabo em escritórios de arquitetura e urbanismo ou a partir da bibliografia especializada, que tais estudos podem ser realizados valendo-se de simulações computacionais, com gráficos, cálculos numéricos ou de maquetes físicas e/ou digitais. Segundo Pereira, Pereira e Castaño (2012), “uma das melhores maneiras de testar uma solução arquitetônica, enquanto ainda há tempo de fazer alterações, é desenvolver um protótipo; a ideia é construir um modelo, que simula a aparência e funcionalidade da opção de projeto, bem como traz à tona muitos dos problemas de integração que poderão advir”.

No caso do estudo do conforto e da ergonomia aplicados em APO e na fase de PIR, os modelos e as maquetes ganham destaque, podendo ser confeccionadas de forma tradicional (maquetes e modelos analógicos) ou com o auxílio de programas (*softwares*) específicos que conseguem simular uma variedade de parâmetros na arquitetura, julgando-os pertinentes ou refutando as decisões projetuais até então vislumbradas. Geralmente tais simulações são referentes às análises climáticas, como a posição do sol com relação à arquitetura, o tipo de ventilação e o índice pluviométrico da região (Brum e Assis, 2001). Os dados climáticos podem ser utilizados por vários métodos de experimentação para se chegar ao resultado esperado. São estes gráficos e cálculos numéricos que podem se juntar a maquetes físicas e/ou eletrônicas para se obter resultados mais satisfatórios e precisos.

Para as ações de intervenção reparadora, as maquetes e modelos de simulação podem antecipar os problemas futuros e revelar, por exemplo, alguns aspectos de impacto no entorno. Dessa forma pode-se antever, com certa precisão, em que aspectos uma modificação, ou seja, uma atitude projetual, afetará a arquitetura, antes mesmo da execução do projeto. Sendo assim, os modelos tridimensionais e as maquetes de arquitetura e urbanismo, independentemente das técnicas e tecnologias com os quais são produzidos,

constituem-se, ainda que veladamente, em variáveis dentro das investigações científicas em que são solicitadas, e merecem, portanto, atenção dos pesquisadores.

## **2. OBJETIVO**

Este artigo tem por objetivo apresentar o lugar dos modelos e das maquetes de arquitetura e urbanismo no estudo do conforto ambiental e da ergonomia nas fases de avaliação pós-ocupação (APO) e de projeto de intervenção reparadora (PIR), revelando-se as possibilidades e as contribuições desses artefatos tridimensionais em investigações do gênero. Objetiva-se destacar, sobretudo, a produção de modelos e maquetes, sejam físicas ou digitais, como técnicas de pesquisa científica nesse campo, uma vez que essas representações tridimensionais devem ser tomadas como objetos-modelos que vinculam o pesquisador ou projetista ao mundo dos objetos-concretos (Bunge, 1974).

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1. O problema e a hipótese da pesquisa**

A pesquisa aqui relatada teve como problema a seguinte questão: qual o lugar dos modelos e maquetes de arquitetura e urbanismo nos estudos do conforto ambiental e da ergonomia nas fases de avaliação pós-ocupação e de projeto de intervenção reparadora? Como uma resposta provisória à indagação, foi proposta como hipótese que a produção de maquetes e modelos tridimensionais não se constitui meramente como uma representação neutra dentro do cenário da investigação, mas, ao contrário, esses artefatos tridimensionais devem ser tomados como variáveis, as quais participam da composição dos resultados alcançados em estudos que trabalham com a produção de protótipos e avaliações em laboratórios.

### **3.2. Estrutura e encadeamento lógico da pesquisa**

Metodologicamente, a pesquisa levada a cabo no Laboratório de Maquetes, Modelos e Prototipagem, pode ser caracterizada como exploratória (Santos, 2002) e, portanto, foi dividida em duas grandes fases, a saber: (1) pesquisa bibliográfica e iconográfica e (2) análise qualitativa dos dados coletados. Deve-se destacar que as fases supracitadas, embora possuam especificidades e dentro das quais lançou-se mão de técnicas de pesquisa distintas, não foram tratadas como etapas estanques, uma vez que em uma pesquisa desse gênero a análise de dados inicia-se na própria coleta dos mesmos.

#### **3.2.1. Pesquisa bibliográfica e iconográfica**

Esta fase, eminentemente de coleta de dados, visou levantar estudos relacionados ao conforto ambiental e à ergonomia aplicados à APO e aos PIR publicados a partir dos anos dois mil que, de alguma forma, utilizaram modelos e maquetes de arquitetura e urbanismo. A busca se deu por artigos científicos disponibilizados na base de dados do Google Acadêmico. Obteve-se como resultado das buscas: 1.120 documentos quando se entrou com a expressão “maquete modelo conforto ambiental”; 464 documentos para “maquete ergonomia”; 125 documentos para “maquete modelo avaliação pós-ocupação” e 392 documentos para “maquete modelo intervenção projetual”.

Os artigos foram selecionados, refutando-se os que, embora contivessem as palavras-chave buscadas, não se tratavam do assunto propriamente dito. Buscou-se, assim, a composição de um banco de dados sobre como os modelos e maquetes de arquitetura e urbanismo são empregados em pesquisas do gênero. O corpus da pesquisa, portanto, foi composto por artigos que, direta ou indiretamente tratavam do tema do emprego das representações tridimensionais nos estudos de conforto e ergonomia em etapas de APO e PIR.

Para a definição do corpus não foi delimitado um recorte espacial e utilizaram-se os critérios apontados por Barthes ([s.d.] apud Bauer e Gaskell, 2004, p.55), a saber: (1) relevância, (2) homogeneidade e (3) sincronicidade. Como recorte temporal, conforme já explicitado, foi definido um período de treze anos, ou seja, após os anos 2000, momento em que os *softwares* de modelagem começaram a ser utilizados com maior frequência no âmbito das Escolas de Arquitetura e Urbanismo, alterando um paradigma de quase exclusiva produção de modelos e maquetes físicos para a incorporação de modelos digitais produzidos em ambientes de modelagem virtual (Braidá et al, 2012, p.581).

#### **3.2.2. Análise qualitativa dos dados coletados**

Após o levantamento dos artigos e desconsideração dos não pertinentes, dividiram-se os documentos em dois grupos, de acordo com o tipo de maquete e/ou modelo que estava sendo citado: (1) maquetes e modelos

digitais e (2) maquetes e modelos analógicos. Portanto, a divisão das maquetes e modelos em “digitais” e “analógicos” constitui-se nas próprias categorias analíticas da pesquisa.

Avaliou-se, qualitativamente, com o auxílio da técnica de análise de conteúdo (Bardin, 1977), a inserção das maquetes e dos modelos no contexto dos trabalhos selecionados, tendo por finalidade aproximar do estado da arte do emprego dos modelos e maquetes nas pesquisas relacionadas aos estudos de APO e de projetos de intervenção reparadora.

## **4. ANÁLISE DE RESULTADOS**

### **4.1. O uso de maquetes e modelos analógicos (físicos)**

De acordo com Dunn (2010, p.8, tradução nossa), “fundamentalmente, a maquete arquitetônica física nos permite perceber a experiência tridimensional em vez de ter que imaginá-la. Não somente possibilita um método mais eficaz de comunicação com o receptor (seja o professor, o cliente ou o público), como também permite ao emissor (quer dizer, o estudante ou o arquiteto) desenvolver e seguir revisando o projeto”. Nesse sentido, parece também ser um truísmo afirmar que as maquetes continuam tendo um lugar relevante no cenário da arquitetura e do urbanismo. Por seu turno, as maquetes físicas constituem-se em formas tangíveis de representação tridimensionais, ou seja, são objetos cujas dimensões coincidem com as dimensões da arquitetura, portanto, mostram-se como potenciais fontes de ricas informações tomadas do mundo “real” e apresentam-se, semioticamente, como objetos-modelos icônicos dos objetos-concretos.

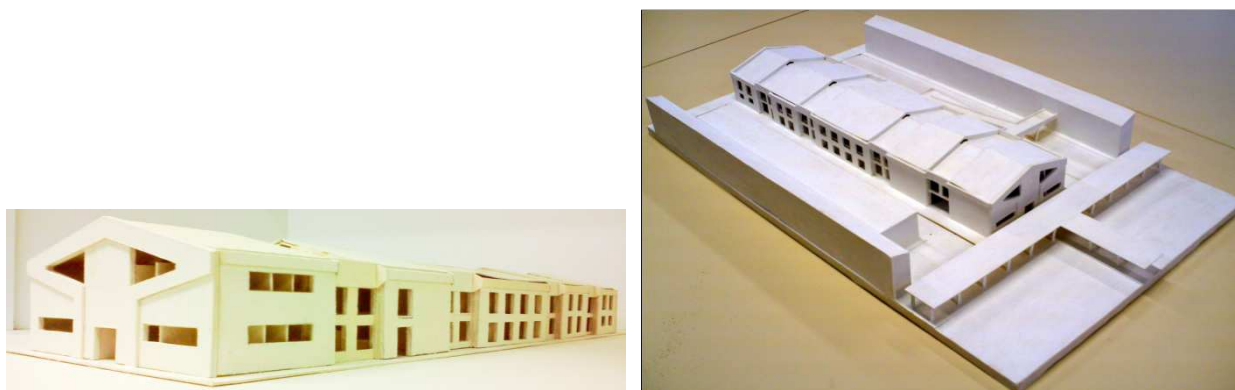
As maquetes analógicas (ou físicas), em sua maioria, são produzidas manualmente de maneira rápida e com materiais de baixo custo, podendo ser utilizadas para analisar diversos aspectos, dentre elas o conforto ambiental e ergonomia, passíveis de serem utilizadas em todas as fases de projeto, inclusive na fase de avaliação pós-ocupação. A partir de modelos em três dimensões a compreensão do volume se torna mais acessível, pois as medidas são tomadas do mundo “real” (tamanho e proporção) possibilitando a avaliação de aspectos quantitativos e qualitativos com maior precisão e controlados em laboratório. É possível obter dados quantitativos através de simuladores de intensidade de vento e de luz onde se mede a luminosidade, por meio de foto sensores instalados dentro do modelo. Já os aspectos qualitativos podem ser fornecidos através de fotômetros que registram fotos da posição dos raios solares e os problemas de reflexão e ofuscamento durante todas as estações do ano, ou até mesmo através de um heliodon que simula, por meio de lâmpadas fixadas em uma haste circular, a posição do sol nas vinte e quatro horas do dia em diferentes épocas do ano (Rocha, 2005).

Se, por um lado, os estudos de conforto e ergonomia mais apurados exigem a produção de modelos bastante detalhados, por outro, com a confecção de objetos-modelos simplificados, ou mesmo volumétricos, pode-se analisar aspectos técnicos que não demandem uma rigorosa precisão numérica, como a fabricação de maquetes para visualização da iluminação com olho mágico, as quais possuem baixo custo financeiro e baixo investimento de tempo para fabricação, justificando a boa relação custo-benefício. Referindo-se a essas maquetes de baixo custo, Pereira, Pereira e Castaño (2012) apontam sua extrema importância, pois servem para prever o comportamento da luz no ambiente, numa altamente realista relação de causa e efeito. Em sua pesquisa, Pereira, Pereira e Castaño (2012) descrevem o experimento realizado com alunos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com utilização de caixas de sapato para a construção de ambientes em escala reduzida, que ajudaram os alunos a enxergar os problemas de iluminação e, conseqüentemente do conforto lumínico. O estudo também busca a integração entre a teoria sobre iluminação natural e a prática de projeto, proporcionando aos alunos meios práticos de aplicar os conceitos teóricos estudados nas salas de aula.

As vantagens dessa oficina estão diretamente ligadas ao baixo custo na produção e integração com a prática de desenho. O método usado facilita a visualização em três dimensões e os efeitos produzidos pela luz, por meio de aberturas, reflexos e elementos de transmissão que são visualizados pela lente “olho mágico” e ou por fotografia digital. Nesse caso, relata-se que as maquetes influenciaram de forma positiva na compreensão dos alunos acerca dos objetivos propostos para cada disciplina. Portanto, as maquetes físicas e os modelos são objetos de extremo valor cognitivo e capazes de atuar ativamente no processo de ensino e aprendizagem da arquitetura e urbanismo (Seghatti e Braida, 2012, p.3).

Baseados em relatos de experiências como essas, os pesquisadores do LEAUD, através de seus projetos de pesquisa, têm investigado a produção de maquetes e modelos voltados para estudo do conforto e da ergonomia nos processos de APO e PIR dos edifícios da Universidade Federal de Juiz de Fora. Gera-se, portanto, uma base de dados levantados tanto a partir das pesquisas bibliográficas quanto da própria produção e análise de modelos e maquetes arquitetônicas. Dentro do projeto de treinamento profissional intitulado “A produção de maquetes físicas voltadas para o estudo do conforto térmico e lumínico em

edificações” foram desenvolvidas seis maquetes de diferentes edifícios do campus da UFJF a fim de se testar em laboratório os ambientes investigados e as soluções propostas. As *figuras 1 e 2* apresentam a maquete desenvolvida para o estudo do Galpão do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFJF em heliodon. O material utilizado foi o papelão Paraná 1mm, pintado com tinta acrílica branca em *spray*, e as escala é 1:100.



Figuras 1 e 2 - Maquete física (analgógica) do Galpão do Curso de Arquitetura e Urbanismo, UFJF.  
Fonte: Acervo do LEAUD, 2012.

As maquetes totalmente brancas, embora não possibilitem a avaliação da reflexão das cores, permitem um diagnóstico de incidência da luz solar e das projeções de sombras de forma verossímil à realidade. Por se tratar de um edifício de dois pavimentos, a maquete foi confeccionada com a cobertura e o segundo pavimento móveis, de tal forma que possam ser feitas análises individuais do comportamento das variáveis avaliadas nos diferentes pavimentos. Também o edifício principal, na maquete, pode ser retirado do terreno onde está implantado, no entanto a representação dos demais edifícios se fez importante pois eles geram sombras que se projetam sobre o edifício em análise.

Já no projeto de iniciação científica júnior, intitulado “Estudos relacionados ao conforto ambiental de edificações da UFJF baseados na aplicação de simulação experimental em heliodon”, produziu a maquete do Laboratório de Maquetes, Modelos e Prototipagem, do Galpão do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFJF, na escala 1:50 (Zambrano et al., 2011). As *figuras 3, 4 e 5* apresenta a maquete da sala, também concebida em papelão Paraná 1mm, pintado com tinta acrílica branca em *spray*.



Figuras 3, 4 e 5 - Maquete física (analgógica) do Laboratório de Maquetes, Modelo e Prototipagem, UFJF.  
Fonte: Acervo do LEAUD, 2012.

A *figura 3* mostra a maquete do ambiente em análise, sem a cobertura. O mobiliário não está fixado justamente para o estudo do melhor layout, o qual poderá variar em função do estudo da otimização da luz natural. Já as *figuras 4 e 5* são fotografias obtidas com o auxílio de um “olho mágico”, o qual revela o comportamento da incidência solar em situações em que não se fazem presentes os anteparos como, por exemplo, brises, marquises ou persianas.

#### 4.2. O uso de maquetes e modelos digitais

O advento das novas tecnologias de informação e comunicação tem apresentado novas possibilidades e desafios para todos os campos do conhecimento e atividades humanas. Na área da arquitetura e do urbanismo, são visíveis as influências das tecnologias digitais nos âmbitos da representação, da história e teoria, das metodologias de projeto, do patrimônio etc. Com relação às especificidades da produção de modelos tridimensionais, uma das inovações mais sensíveis tem sido a possibilidade da modelagem

computacional. Se, por um lado, conforme mencionado por Mills (2007, p.240), “o uso de programas de maquetes eletrônicas tenha se difundido” e, conseqüentemente, “a compreensão direta oferecida pela maquete física se perdeu”, por outro, ganhou-se em possibilidades de cálculos matemáticos complexos e simulações de situações até então inviabilizadas, sobretudo quando se trata de geometrias não euclidianas.

É nesse contexto que se inserem os modelos e maquetes arquitetônicas e urbanísticas denominadas digitais, ou seja, produzidas em meio virtual, as quais, mais recentemente podem, inclusive, se tornarem físicas a partir do uso de impressoras 3D e técnicas de prototipagem. Nos estudos do conforto ambiental e da ergonomia em todas as fases do projeto tem se tornado cada vez mais frequente a produção de modelos virtuais, verdadeiros protótipos digitais, sobre os quais se realizam testes e simulações.

As maquetes digitais, também denominadas virtuais, têm proporcionado uma maior agilidade na construção dos modelos para testes, pois com a utilização de *softwares* específicos é possível simular as posições dos raios solares durante as estações do ano, e ainda fornecer a intensidade lumínica incidente na arquitetura, ou, ainda, calcular os impactos da ação dos ventos. Entretanto, a produção de modelos digitais consistentes exige a correta manipulação dos programas de computador e seus *plug-ins*, ou seja, uma destreza e uma habilidade específicas para a modelagem computacional.

Deve-se destacar que a produção de um modelo incompleto ou equivocado pode gerar consideráveis distorções nos resultados obtidos em avaliações, testes e simulações. Portanto cumpre ressaltar que a qualidade dos resultados das análises de dados é diretamente proporcional à qualidade e correção do modelo ou maquete digital. Também devem ser proporcionais e compatíveis os investimentos realizados na produção dos modelos com os dados que se pretende extrair dos mesmos. Das modelagens mais simples às mais sofisticadas encontram-se uma gama variada de modelos possíveis.

Na cidade de São Carlos, por exemplo, pesquisadores da USP, realizaram uma pesquisa que tinha como objetivo de apontar a "aplicação de ferramentas simples de projeto voltadas ao desempenho térmico em uma habitação de interesse social" (Marques, Regolão e Chvatal, 2011), procurando-se demonstrar a contribuição de ferramentas simples na concepção de projetos de baixa complexidade. Para a construção do modelo virtual e projeção das sombras foi utilizado o programa SketchUp unido a outros como o ZBBR e o Analysis Bio. Também com uma maquete produzida em um programa de baixa complexidade de modelagem podem ser feitas simulações da inclinação dos raios, entre outras de caráter mais visual.

Já a modelagem e desenvolvimento de protótipos mais avançados, com a utilização de programas mais sofisticados, sobretudo com o emprego da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) tem caracterizado a atuação dos grandes escritórios de arquitetura pelo mundo. As figuras 6, 7, 8 e 9 apresentam as simulações da performance acústica do edifício concebido por Norman Foster para a Prefeitura de Londres.



Figuras 6, 7 e 8 – Simulações a partir da maquete digital do London City Hall.  
Fonte: (Foster, 2012).

Lima e Morais (2012, p.344), a partir de sua pesquisa sobre as contribuições da prototipagem virtual aplicada ao ato de projeto, também levada a cabo no âmbito do LEAUD, recorrendo ao caso do projeto do London City Hall proposto por Foster and Partners, afirmam que “com a evolução dos meios informatizados, os softwares não se restringem a proporcionar apenas os desenhos de representação e apresentação, mas a cooperar fundamentalmente na composição da estrutura e da dinâmica do espaço, de maneira que o projeto exista virtualmente, possibilitando a investigação de aspectos formais, estruturais, térmicos, lumínicos e acústicos”.

#### 4.3. A produção de modelos e maquetes como técnica de pesquisa

Ao longo da história da arquitetura e do urbanismo, o desenvolvimento de maquetes e modelos tem se mostrado como uma ferramenta altamente eficaz de concepção, de representação e de apresentação do projeto, uma vez que eles podem, potencialmente, comunicar de forma imediata, por exemplo, as informações acerca dos materiais, das formas, dos tamanhos e das cores de um objeto que ainda se encontra

concebido apenas no mundo das ideias, ou das hipóteses, ou, ainda, como quer Lévy (2003), no mundo virtual.

No entanto, as representações tridimensionais, de um ponto de vista científico, devem ser compreendidas como objetos-modelo que conectam o pesquisador ao objeto-concreto (Bunge, 1974). De acordo com Serra (2006, p.93), “é muito importante ter consciência de estar trabalhando com um modelo. Vamos ao real para obter informações que nos permitam construir modelos sobre os quais a pesquisa desenvolverá. O objeto está no mundo, o que está sobre a mesa de trabalho é um modelo desse objeto (...)”. É dentro dessa perspectiva que a produção de maquetes e modelos de arquitetura e urbanismo voltados para o estudo de conforto e ergonomia aplicado à etapas de APO e de projeto de intervenção reparadora devem ser assimilados.

Deve-se destacar que todo modelo (objeto-modelo) apresenta uma visão reduzida da realidade (objeto-concreto) e é justamente por essa especificidade que os modelos tridimensionais e as maquetes, sejam digitais ou analógicos, tornam-se relevantes em estudos de laboratórios, pois “contém apenas as características relevantes para o trabalho que o modelo é necessário (Serra, 2006, p.93).

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta, através de exemplos levantados em uma pesquisa bibliográfica e exploratória, o estado da arte da produção de modelos e maquetes de arquitetura e urbanismo voltadas para o estudo do conforto e da ergonomia aplicado nas fases de avaliação pós-ocupação (APO) e de projeto de intervenção reparadora (PIR). Como resultado principal ressaltou-se que a produção desses instrumentos de representação volumétrica, tanto com tecnologias tradicionais quanto com as digitais, constitui-se em uma técnica de pesquisa científica relevante tanto para registros de dados coletados quanto para análise dos mesmos, bem como para a simulação de propostas projetuais, sobretudo nos dias de hoje em que há uma imensa oferta de programas de modelagem, simulações e prototipagem disponíveis para as investigações do conforto e ergonomia.

Depreende-se desse trabalho, portanto, que, embora quase sempre ausente dos livros de metodologia científica, mesmo porque são poucos os títulos que abordam o tema da pesquisa científica no campo da Arquitetura e Urbanismo, e relegados a um patamar de menor prestígio dentro dos relatos das pesquisas sobre conforto e ambiente construído em detrimento dos próprios dados testados ou simulados, os modelos e maquetes ocupam, pragmaticamente, um lugar essencial e apresentam-se como importantes ferramentas de pesquisa e projeto, uma vez que se constituem em objetos-modelos que vinculam o pesquisador ou projetista ao mundo dos objetos-concretos, interferindo significativamente nos resultados das análises, testes e simulações.

Tais resultados tornam-se evidentes quando se analisam os artigos produzidos na área que lançam mão da fabricação de modelos e maquetes. As considerações que se fazem sobre as maquetes são, recorrentemente, de um ponto de vista da modelagem técnica, por exemplo, aquela que é específica segundo um determinado programa (*software*) utilizado e a sua calibragem, a fim de se chegar aos dados necessários.

Revela-se, então, a partir da pesquisa aqui relatada, que o tema da produção de maquetes e modelos para fins de estudo de conforto do ambiente construído ainda encontra-se em aberto e demanda investigações, uma vez que tais representações tridimensionais têm ocupado um lugar de relevância do cenário das pesquisas do gênero.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BAUER, Martin W.; GASKELL, George (edits.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 3 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.
- BRAIDA, Frederico; MARQUES, Aline C.; PEDROSO, Emmanuel S. R.; LIMA, Fernando T. de A. O papel das impressoras 3D nas diversas etapas do projeto. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 16, 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2012, p.580-583.
- BUNGE, Mario. Teoria e realidade. São Paulo: Perspectiva, 1974.
- BRUM, C. S. ; ASSIS, E. S. Métodos de simulação em conforto térmico no ensino de graduação da Escola de Arquitetura da UFMG. In: VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2001, São Pedro. **Anais do VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído** (CD-ROM). Campinas: Roriz, M. & Labaki, L. C. (ed.), 2001. v. 1. p. 1-6.
- Laboratório de Conforto Ambiental da UFSC - LABCON. Equipamentos Desenvolvidos: Solarscópico. Disponível em: [http://www.labcon.ufsc.br/equip\\_desenv\\_solarscopio.php](http://www.labcon.ufsc.br/equip_desenv_solarscopio.php), acessado em 10/04/2013.
- DUNN, Nick. **Maquetas de arquitetura: médios, tipos e aplicación**. Barcelona: Blume, 2010.
- FOSTER, Norman. **Foster + Partners**. 2012. Disponível em: < <http://www.fosterandpartners.com/projects/city-hall/>>. Acesso em: 02 jul. 2012.
- LÉVY, Pierre. **O que é o virtual?**. 6 reimp. São Paulo: Ed. 34, 2003.

LIMA, Fernando T de A.; MORAIS, Vinicius R. R. As contribuições da prototipagem virtual aplicada ao ato de projetar arquitetura: uma análise sobre a produção de Foster and Partners. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 16, 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2012, p.344-347.

MARQUES, T. H. T. ; REGOLAO, R. ; CHVATAL, K. M. S. . Aplicação de ferramentas simplificadas de projeto voltadas ao desempenho térmico em uma habitação de interesse social. In: 2o Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído (SBQP 2011), 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBQP, 2011.

MILLS, Criss B. **Projetando com maquetes**: um guia para a construção e o uso de maquetes como ferramenta de projeto. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

PEREIRA, F. O. R. ; PEREIRA, Roberto Carlos ; CASTAÑO, Alexander González . Quão confiáveis podem ser os modelos físicos em escala reduzida para avaliar a iluminação natural em edifícios?. **Ambiente Construído** (Online), v. 12, p. 131-147, 2012.

ROCHA, Eunice B. Uma Metodologia de Avaliação da Iluminação Natural em Museus de Arte com Modelos Físicos em escala reduzida. **Cadernos do PROARQ**, n. 9. Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Arquitetura – UFRJ. 2005.

SANTOS, Antonio Raimundo dos. **Metodologia científica**: a construção do conhecimento. 5. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

SEGHATTI, Jéssica; BRAIDA, Frederico. **O uso da maquete física como recurso didático no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF**. Juiz de Fora: UFJF, 2012. Relatório de pesquisa.

SERRA, Geraldo. **Pesquisa em arquitetura e urbanismo**: um guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação. São Paulo: Edusp: Mandarim, 2006.

ZAMBRANO, Letícia; BRAIDA, Frederico; TEODORO, Larissa da C.; FORT, Maria C. M.; SEGHATTI, JÉSSICA. Estudos Relacionados ao Conforto Ambiental de Edificações da UFJF Baseados na Aplicação de Simulação Experimental em Heliodon. In: I Seminário de Iniciação Científica Júnior da Zona da Mata Mineira – I SEMIC JR, 2012. Juiz de Fora. **Anais eletrônico...** Juiz de Fora: UFJF, 2011.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à PROPESQ/UFJF, ao CNPQ e à FAPEMIG pelos recursos financeiros aplicados no financiamento do projeto, no pagamento das bolsas e na viabilização da apresentação deste trabalho. Também agradecem a todos os demais pesquisadores do Grupo de Pesquisa das Linguagens e Expressões da Arquitetura, Urbanismo e Design (LEAUD/UFJF) que, de certa forma, acompanharam o desenvolvimento das pesquisas relacionadas com o tema deste artigo.