



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

A PRODUÇÃO DE MAQUETES PARA ENSAIOS EM LABORATÓRIO DE CONFORTO AMBIENTAL NA UFJF

BRAIDA, Frederico (1); ALVES, Aline Ferreira (2); LOPES, Camila Faria (3); ZAMBRANO, Letícia M. A. (4)

(1) Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), (32) 3229-3403, e-mail: frederico.braida@ufjf.edu.br;
(2) UFJF, e-mail: allinni.f.alves@hotmail.com; (3) UFJF, e-mail: camila.fariaa@hotmail.com; (3) UFJF, e-mail: leticia.zambrano@ufjf.edu.br

RESUMO

Este artigo tem por objetivo apresentar algumas diretrizes para produção de maquetes físicas voltadas para ensaios em laboratórios de conforto ambiental, especificamente com a utilização do heliodon. Metodologicamente, partiu-se da produção de maquetes e análises do desempenho das mesmas durante os ensaios, levando-se em consideração as seguintes categorias: materiais, texturas, cores, escalas, possibilidades de manipulação e quantidade de informações representadas. Ao final, são especificadas as características desejáveis para as maquetes submetidas aos ensaios em heliodon, revelando-se algumas especificidades requeridas para que os resultados dos testes possam se aproximar ao máximo possível da realidade.

Palavras-chave: Maquetes físicas, Conforto ambiental, Modelos para ensaios.

ABSTRACT

This paper aims to provide some guidelines for the production of physical models for comfort environmental testing in laboratories, specifically using the heliodon. Methodologically, the research has started with the production of models and after has continued with the performance analysis of the models during the tests, taking into account the following categories: materials, textures, colors, scales, possibilities of manipulation and amount of represented information. At the end, the desirable characteristics are specified for the models submitted for testing in heliodon and some specifics required for the test results can come closer to reality as it possible are showed.

Keywords: Physical models, Environmental comfort, Models for testing.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo aborda o tema da produção de maquetes físicas voltadas para o estudo do conforto ambiental. O principal objetivo é apresentar algumas considerações e conclusões decorrentes 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 concedidas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), levada a cabo nos anos de 2011 a 2013 pelo 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 UFJF, em parceria com o Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade – ECOS da mesma Unidade, através do projeto “Estudo de dispositivos de proteção para em edificações da UFJF baseado na aplicação

de simulação experimental em heliodon”, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

A pesquisa justificou-se pela limitação de informações referentes aos estudos de maquetes e modelos de arquitetura e urbanismo produzidos para serem empregados como técnicas de pesquisa no cenário do conforto ambiental. Embora, recorrentemente utilizadas nas investigações do campo da ergonomia e do conforto, o estudo das maquetes fica, quase sempre, relegado a um segundo plano. Muitas vezes desconsideradas como uma variável do trabalho, a qual influencia diretamente nos resultados finais dos ensaios, as representações volumétricas ficam subsumidas ao se lançar o foco das análises somente nos dados coletados a partir de suas próprias utilizações.

Metodologicamente, a pesquisa iniciou-se com a coleta de dados bibliográficos e iconográficos, que visou levantar as diretrizes para construção de maquetes voltadas para o estudo do conforto ambiental presentes em trabalhos publicados a partir dos anos 2000. Em seguida, foram construídas maquetes físicas e ampliações de algumas partes de cinco prédios do campus da UFJF, selecionados pelos pesquisadores do Laboratório ECOS (a saber, dos edifícios do curso de Arquitetura e Urbanismo, das faculdades de Educação Física, de Odontologia, da Reitoria e do Museu de Arte Murilo Mendes), a fim de estudar as possibilidades de dispositivos de proteção para o conforto térmico, conforto luminoso e eficiência energética (ZAMBRANO et al., 2011).

As maquetes foram desenvolvidas com técnicas e materiais variados, para que pudessem ser verificadas as influências de cada um dos materiais nos ensaios levados a cabo no laboratório de conforto. Do ponto de vista do estudo do comportamento das maquetes, foram tecidas considerações a respeito das seguintes categorias analíticas: (1) materiais, (2) texturas, (3) cores, (4) escalas, (5) possibilidades de manipulação [montagem, desmontagem e intervenções] e (6) quantidade de informações representadas. Depois de confeccionados, os modelos foram testados em laboratório com o uso do heliodon. Os resultados dos testes estão apresentados no artigo intitulado “Simulação física em heliodon computadorizado no ensino da concepção arquitetônica bioclimática” (ZAMBRANO et al., 2014). Destaca-se que, enquanto parte dos pesquisadores estava dedicada ao estudo e proposição de dispositivos de proteção para o conforto térmico, conforto luminoso e eficiência energética, outra parte deteve-se ao estudo das performances das maquetes quando submetidas aos ensaios, levando-se em consideração a avaliação qualitativa, segundo as categorias preestabelecidas e supracitadas.

Neste artigo, ao final, são apresentadas algumas diretrizes para a produção artesanal de maquetes voltadas para ensaios em laboratório de conforto ambiental, sobretudo no que diz respeito aos critérios mencionados, uma vez que algumas especificidades são requeridas para que os resultados dos testes possam se aproximar ao máximo possível da realidade. Também se ratifica o uso de maquetes físicas e do heliodon como técnicas para estudo do conforto ambiental em laboratório. Pondera-se, ainda, que o estudo das maquetes deve ser visto, em última instância, como uma pesquisa sobre métodos e técnicas empregados no estudo do conforto ambiental.

2 A PRODUÇÃO DE MAQUETES FÍSICAS PARA O ESTUDO EM LABORATÓRIO DE CONFORTO AMBIENTAL

Protótipos, modelos, simulacros e maquetes, são representações tridimensionais, em escala exata, aproximada ou reduzida, com funções, objetivos, materiais, acabamentos e

características variadas (MILLS, 2007). No campo da arquitetura e urbanismo, esses modelos tridimensionais se apresentaram como um importante e eficiente instrumento para representação, apresentação e simulação de projetos e ideias, facilitando o entendimento e a comunicação dos profissionais, na medida em que se assemelham com as informações do “mundo real” (BRAIDA et al., 2013).

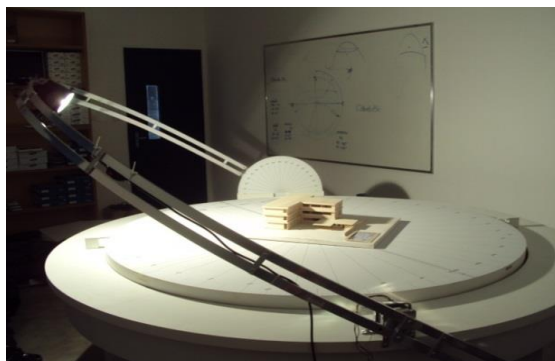
De acordo com Dunn (2010, p.8), “fundamentalmente, a maquete arquitetônica física nos permite perceber a experiência tridimensional em vez de ter que imaginá-la. Não somente possibilita um método mais eficaz de comunicação com o receptor (...), como também permite ao emissor (...) desenvolver e seguir revisando o projeto”. Nesse sentido, parece 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 do espaço (arquitetônico), portanto, mostram-se como potenciais fontes de ricas informações tomadas do mundo tridimensional e apresentam-se, semioticamente, como objetos-modelos icônicos dos objetos-concretos.

As maquetes analógicas (ou físicas), em sua maioria, ainda 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, desde a concepção até a 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 “real” (tamanho e proporção), possibilitando a avaliação de aspectos quantitativos e qualitativos com maior precisão e controlados em laboratório (PEREIRA, PEREIRA e CASTAÑO, 2012; SERRA, 2006, p.93).

Por exemplo, 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). Portanto, para o estudo do conforto ambiental, existe uma grande variedade de instrumentos e técnicas que se valem do uso de maquetes e que envolvem desde equipamentos simples aos mais complexos.

Na pesquisa, utilizou-se o heliodon (Figura1) associado às maquetes artesanais (de baixo custo) para a realização do estudo do conforto ambiental. Zambrano et al. (2014) apresenta os resultados decorrentes dos testes de funcionalidade do heliodon em questão. Esse equipamento, projetado e construído com dimensão de 2,20m de diâmetro e a haste com raio de 1,30m, o que permite a simulação com maquetes com dimensões máximas aproximadas de 0,80m x 0,80m x 0,80m, foi utilizado para simular o movimento aparente do sol, em qualquer local da Terra, para ajustar o ângulo entre uma superfície plana e um feixe de luz e assim combinar o ângulo entre um plano horizontal em uma latitude específica e o feixe solar. Colocando-se um edifício modelo (maquete) no heliodon e fazendo incidir sobre ele uma fonte luminosa, conforme os ângulos solares, o observador pode ver como o edifício se comporta em relação ao sol em várias datas e horas do dia.

Figura 1 – Heliodon projetado e produzido pelo Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade – ECOS, do departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFJF.



Fonte: dos autores, 2014.

3 O CASO DA PRODUÇÃO DE MAQUETES E MODELOS VOLTADOS PARA ESTUDO DO CONFORTO NOS EDIFÍCIOS DA UFJF

Conforme exposto na Introdução, as análises presentes neste artigo decorrem da produção de cinco maquetes de edifícios da UFJF, concebidas através da parceria entre o Laboratório de Maquetes, Modelos e Prototipagem e o Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade – ECOS. Elas foram avaliadas qualitativamente, segundo as categorias pré-estabelecidas, a partir das análises de suas performances quando submetidas aos ensaios no Laboratório de Conforto.

As maquetes físicas foram produzidas de maneira a representar, principalmente, as volumetrias e aberturas dos edifícios, itens importantes para o estudo de conforto. Optou-se também por confeccioná-las utilizando materiais diferentes, como papel Paraná (cru ou pintado na cor branca), madeira Balsa e placa Pluma. Algumas maquetes foram mais bem detalhadas, contando com as divisões internas. Essas variações permitiram a experimentação e análise dos materiais e dos procedimentos que melhor respondessem às demandas dos testes em laboratório.

Os modelos foram confeccionados manualmente, sem o auxílio de máquinas de controle numérico (como cortadoras a *laser* ou fresadoras), utilizando-se de ferramentas artesanais. Para o dimensionamento, foram disponibilizados, como referência, plantas baixas, cortes e elevações. Foram necessárias idas ao campo para a realização de levantamento fotográfico dos edifícios.

Metodologicamente, depois de plotadas, as partes das edificações eram desenhadas sobre o material definido, cortadas com estilete e fixadas com cola apropriada a cada caso específico. Para cada modelo foi confeccionada uma base, na qual algumas maquetes foram coladas, outras não, dependendo da extensão e da existência de edifícios no entorno imediato. Optou-se pelo uso da escala 1:100, em função da área útil do heliodon utilizado nos testes (2,20m de diâmetro).

Por fim, com a intenção de fomentar uma comparação entre os resultados das medições realizadas com modelos físicos e com modelos virtuais, foram elaboradas maquetes digitais, uma vez que, supostamente, apresentam uma precisão maior, permitindo resultados mais próximos da realidade. Elas foram produzidas com a mesma linguagem das maquetes físicas, respeitando os volumes e aberturas. Foi utilizado o *software* Google SketchUp, o que permitiu uma rápida modelagem (MARQUES, REGOLAO e

CHVATAL, 2011), em menos de um mês, enquanto o processo de modelagem física demandou um tempo maior, se concretizando em 12 meses (considerando uma média de trabalho de 12 horas semanais para cada um dos quatro bolsistas envolvidos). Observa-se que as maquetes digitais ou virtuais proporcionam uma maior agilidade na construção dos modelos para testes, pois, com a utilização de *softwares* específicos, é possível simular o comportamento térmico da edificação em função da incidência solar e ainda fornecer a intensidade luminosa incidente na edificação, 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 de seus *plug-ins*, ou seja, uma destreza e uma habilidade específicas para a modelagem computacional (SEGHATTI E BRAIDA, 2013) e não propicia a manipulação tátil e o mesmo processo cognitivo alcançado com as experimentações envolvendo modelos físicos.

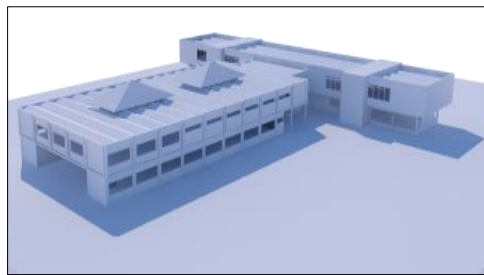
A seguir, são descritas as cinco maquetes produzidas, levando-se em conta as categorias analisadas. Elas estão apresentadas em ordem de fabricação. Essa sequência se mostra relevante, pois, a partir dos ensaios realizados com a primeira maquete, alguns aspectos foram sendo aprimorados na produção da segunda e, assim, sucessivamente.

3.1 Maquete da Reitoria da UFJF

A maquete do edifício da Reitoria foi a primeira a ser realizada. Optou-se pela utilização do papel Paraná e, devido às dimensões do edifício, foi escolhida a escala 1:100. Depois de finalizada, a maquete foi pintada com tinta PVC branca e fosca. Ela foi executada com todas as divisões internas.

Deve-se mencionar que esta maquete é desmontável. Inicialmente foi construído o primeiro pavimento, com suas aberturas e divisões internas. Em seguida, foi feito o segundo pavimento, o qual se encaixa perfeitamente sobre o primeiro. Por último, foi realizada a cobertura. Os detalhes dos avanços e recuos das aberturas foram representados.

Figura 2 – Maquetes física e virtual da Reitoria da UFJF.



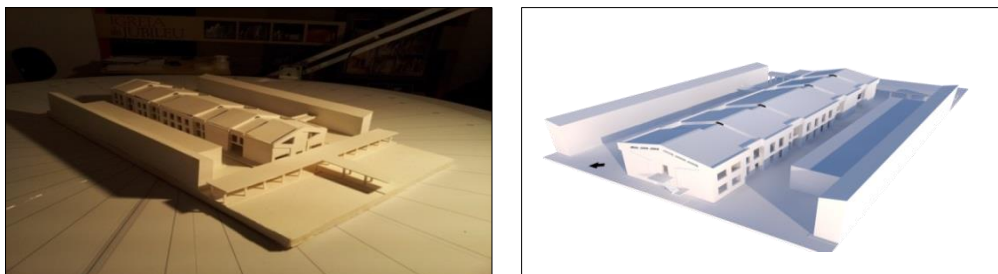
Fonte: dos autores, 2014.

3.2 Maquete do Curso de Arquitetura e Urbanismo

A maquete do edifício do Curso de Arquitetura e Urbanismo foi a segunda maquete a ser confeccionada. Nela, também foi empregado o uso do papel Paraná. Foi realizada na escala 1:100 e revestida com tinta PVA branca e fosca. Ela também é desmontável, porém, diferentemente da maquete da Reitoria, optou-se por construir todo o perímetro da maquete (as paredes externas, das fachadas) como um único elemento. Internamente cada pavimento foi construído individualmente, de tal forma que seja possível desmontá-la.

Essa maquete foi colada em uma base, sobretudo porque há edifícios no entorno que exercem influência no conforto do edifício em análise. Também os detalhes dos avanços e recuos existentes na fachada foram representados.

Figura 3 – Maquetes física e virtual do edifício do Curso de Arquitetura e Urbanismo.

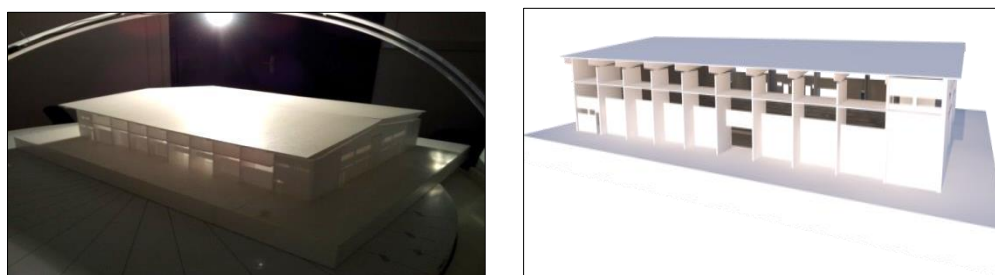


Fonte: dos autores, 2014.

3.3 Maquete do ginásio poliesportivo da Faculdade de Educação Física

Por ter grandes dimensões, a maquete do ginásio poliesportivo da Faculdade de Educação Física foi produzida em placa Pluma (ou Depron), uma placa de poliestireno extrudado e não expandido. Assim, a utilização de um material mais leve permitiu a construção de grandes vãos sem as deformações que ocorreriam com o emprego, por exemplo, do papel Paraná, sobretudo após ser pintado. Manteve-se a escala 1:100 e optou-se por não revesti-la com nenhum outro material. Embora não tenha muitas divisões internas, ela é desmontável, especialmente para que a grande cobertura possa ser removida nas análises e ensaios em laboratório.

Figura 4 – Maquetes física e virtual do ginásio poliesportivo da Faculdade de Educação Física.

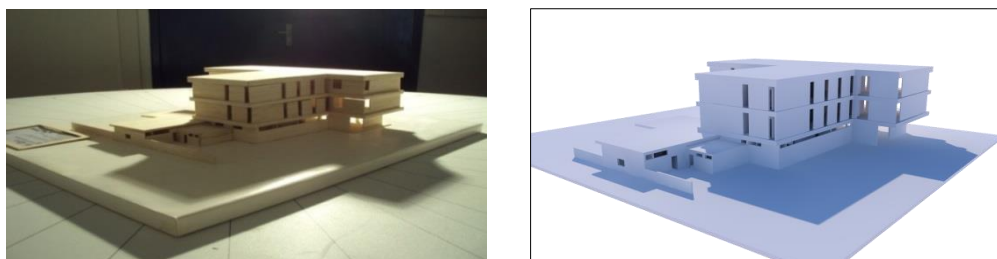


Fonte: dos autores, 2014.

3.4 Maquete do Museu de Arte Murilo Mendes

Confeccionada em madeira Balsa, na escala 1:100, sem revestimentos ou pintura. Tal como a maquete da Reitoria, foi produzida considerando que cada pavimento possa ser desmontado individualmente. Atualmente foi construído um edifício ao lado, o qual poderá interferir no conforto ambiental do referido edifício, portanto ainda será incorporada ao terreno da maquete, parte da volumetria do edifício recém-construído.

Figura 5 – Maquetes física e virtual do Museu de Arte Murilo Mendes.

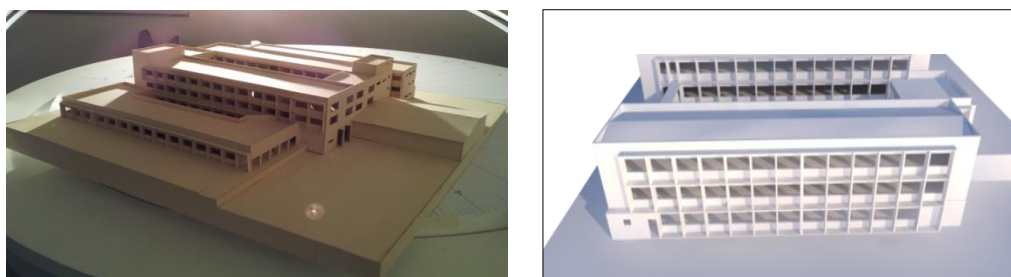


Fonte: dos autores, 2014.

3.5 Maquete da Faculdade de Odontologia

Esta maquete foi confeccionada com papel Paraná e na escala 1:100. Optou-se por não revesti-la com nenhum tipo de pintura, uma vez que se observou, nos modelos anteriores, que a pintura estava, em alguns casos, deformando a maquete. Embora possua as divisões internas, ela não é desmontável, o que inviabiliza alguns testes.

Figura 6 – Maquetes física e virtual da Faculdade de Odontologia.



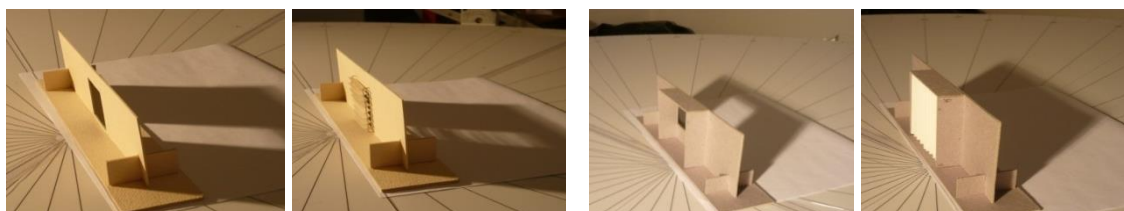
Fonte: dos autores, 2014.

3.6 Ampliações de partes das maquetes e propostas de intervenção

Logo após as primeiras análises, para a confirmação dos resultados obtidos com o uso das maquetes dos edifícios e para observações mais precisas, foram produzidas algumas ampliações, ou seja, maquetes de detalhamento das aberturas dos edifícios que apresentaram necessidade de intervenção. São eles: edifícios do Curso de Arquitetura e Urbanismo, da Faculdade de Odontologia, da Reitoria e o Museu de Arte Murilo Mendes.

Aos modelos, foram acrescentadas algumas proteções, as quais foram submetidas a testes para que pudessem ser escolhidas as mais apropriadas em cada caso.

Figura 7 – Estudos das proteções para as aberturas dos edifícios do Curso de Arquitetura e Urbanismo e da Faculdade de Odontologia.



Fonte: dos autores, 2014.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO SOBRE A MATERIALIDADE DAS MAQUETES E SUA MANIPULAÇÃO

Durante os testes, foram estabelecidos os critérios de análise do comportamento e performance das maquetes: (1) materiais, (2) texturas, (3) cores, (4) escalas, (5) possibilidades de manipulação [montagem, desmontagem e intervenções] e (6) quantidade de informações representadas que devem estar presentes na maquete física ao utilizá-las no estudo de conforto ambiental. Tais análises dão subsídios para o desenvolvimento de maquetes voltadas especificamente para o estudo em Laboratório de Conforto Ambiental com o emprego do heliodon.

4.1 Materiais

Os materiais escolhidos para a confecção das maquetes, com exceção da placa Pluma, não provocaram distorções nos resultados da pesquisa relacionada ao conforto, porém, apresentaram diferenças no tempo de produção das maquetes e na qualidade das mesmas, em termos de acabamento e resistência.

A placa Pluma é um material leve e fácil de manusear. As maquetes em Pluma gastam menos tempo de produção, porém é preciso cortar da maneira correta e delicadamente, pois é um material sensível e frágil, o que se apresenta como uma desvantagem em termos de resistência e durabilidade. Outra desvantagem é a sua textura lisa e brilhante que ocasiona uma maior reflexão da luz, prejudicando os resultados dos testes em laboratório.

A madeira Balsa é também um material muito caro e frágil, porém mais firme que a placa Pluma, o que garante maior resistência e durabilidade. Proporciona um ótimo acabamento e um tempo médio para confecção.

O papel Paraná é um material mais rígido e, portanto, mais difícil de cortar, demandando mais tempo na produção. É de se destacar que as maquetes produzidas com esse material possuem uma durabilidade maior.

4.2 Texturas

As texturas dos materiais utilizados na confecção das maquetes não influenciaram significativamente nos resultados obtidos, a não ser a da placa Pluma, que, por se tratar de uma textura mais lisa e brilhante, ocasionou uma maior reflexão da luz. Deve-se, portanto, evitar materiais com texturas muito lisas para prevenir reflexões indesejáveis.

4.3 Cor

As maquetes de papel Paraná pintadas em tinta PVC branco sofreram um abaulamento de algumas partes. Acredita-se que isso ocorreu devido a utilização de tinta à base de água. Sendo assim, devem-se evitar tintas à base de água como também as de acabamento acetinados ou brilhantes, que podem ocasionar reflexão da luz. Os tons *off white* são os mais indicados.

4.4 Escala

Devem ser coerentes com o tamanho do heliodon a ser utilizado. Foi observado que, quando são confeccionadas em escalas maiores, as maquetes saem do foco principal da luz do aparelho (lâmpada contida no heliodon, que simula a luz solar), gerando uma distorção nas sombras nas periferias. Portanto, deve-se optar por maquetes menores, quando se trata de edificações completas ou por maquetes de detalhes.

4.5 Possibilidades de manipulação

As maquetes desmontáveis e com divisões internas permitiram um estudo mais completo, sendo possível observar a incidência solar na parte interna dos modelos. Portanto, mesmo sendo mais trabalhosas, recomenda-se a produção de maquetes que possam ser desmontadas por pavimento, para que possam ser analisadas as influências das aberturas em cada um dos pavimentos individualmente.

4.6 Quantidade de informações

A quantidade de informações está diretamente ligada aos objetivos das análises e à escala da maquete. Sendo assim, em certos casos, uma maquete volumétrica, que apresente apenas as aberturas, é suficiente, enquanto em outros, há necessidade de um detalhamento e precisão dos componentes.

Além desses critérios analisados, destaca-se que as maquetes devem estar bem localizadas no heliodon, seguindo a indicação precisa do norte, para que os resultados alcançados sejam mais próximos à realidade. Portanto, além de conter a indicação do norte, as maquetes devem conter uma linha norte-sul passando por toda a base, a fim de facilitar o posicionamento do modelo no aparelho, fazendo coincidir tais coordenadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as pesquisas e experimentos realizados, foi possível ratificar que as maquetes físicas são, de fato, um instrumento muito valioso nos estudos e processos projetuais, embora nem sempre muito utilizado. Destaca-se, principalmente, que os resultados alcançados com o uso de maquetes físicas em heliodon se aproximaram daqueles que são frutos de simulações computacionais. Tal constatação é, obviamente, influenciada pela qualidade dos modelos físicos produzidos, mas revela a validade das maquetes físicas e do heliodon para o estudo expedito e visual do conforto ambiental. Uma vez que este artigo se restringe à descrição e à análise das maquetes físicas, os resultados dos testes comparativos podem ser encontrados em Zambrano et al. (2014).

Também é preciso ponderar que a produção de maquetes voltadas para ensaios em laboratórios requer um tratamento especializado, que leve em consideração os fins para os quais são produzidas. As demandas individuais de cada teste (e do equipamento a ser utilizado) determinarão as tomadas de decisão em relação aos materiais, texturas, cores, escalas, possibilidades de manipulação e detalhamento das informações.

Os modelos desenvolvidos para o estudo de conforto, testados em heliodon, devem conter características que auxiliam no desenvolvimento da pesquisa, favorecendo o desempenho e o alcance de resultados satisfatórios. Portanto, devem ser evitados materiais e texturas que reflitam muito a luz. Com relação às cores, o uso de tons *off white* são mais indicados do que a cor branca (ainda que o acabamento seja fosco). Devem-se adotar escalas compatíveis com a dimensão do heliodon, para minimizar as distorções dos raios de luz. As medições das distorções do heliodon utilizado estão analisadas em Zambrano et al. (2014). O detalhamento e a quantidade de informações dependerão dos objetivos das análises, no entanto, sempre que possível, deve-se optar por maquetes desmontáveis por pavimento.

Por fim, cabe mencionar que o tema da produção de maquetes e modelos para fins de estudo de conforto ainda encontra-se em aberto e demanda investigações, sobretudo hoje em dia em que, cada vez mais, a incorporação de máquinas controladas por computador (como impressoras 3D, cortadoras a *laser* e fresadoras) tem permitido a

produção de protótipos bastante precisos e de alta qualidade técnica. Sendo assim, o estudo das maquetes deve ser visto, em última instância, como uma pesquisa sobre métodos e técnicas empregados no estudo do conforto ambiental em laboratório.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à FAPEMIG e à UFJF, pelo apoio recebido com a concessão de bolsas e recursos financeiros que viabilizaram a pesquisa e a publicação deste artigo.

REFERÊNCIAS

BRAIDA, F. et al. O lugar dos modelos tridimensionais e das maquetes de arquitetura e urbanismo no estudo do conforto ambiental e da ergonomia. In: XII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2013, Brasília. **Anais...** Brasília: Editora da UnB, 2013. p.1769-1776.

DUNN, N. **Maquetas de arquitectura**: médios, tipos e aplicaci3n. Barcelona: Blume, 2010.

MARQUES, T.; REGOLAO, R.; CHVATAL, K. 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, C. 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.; PEREIRA, R. C.; CASTAÑO, A. G.. 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, E. 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.

SEGHATTI, J.; BRAIDA, F.. **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, G.. **Pesquisa em arquitetura e urbanismo**: um guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação. São Paulo: Edusp: Mandarim, 2006.

ZAMBRANO, L. et al. 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.

_____. **Simulação física em heliodon computadorizado no ensino da concepção arquitetônica bioclimática**. (Inédito).