



# MODELO FÍSICO COMO INSTRUMENTO DE PROJETO E COMUNICAÇÃO PARA A EXECUÇÃO DE ARTEFATOS DE PESQUISA

**IMAI, César**

Universidade Estadual de Londrina, e-mail: [cimai@uel.br](mailto:cimai@uel.br)

**FABRICIO, Márcio Minto**

Universidade de São Paulo, e-mail: [marcio@sc.usp.br](mailto:marcio@sc.usp.br)

**AZUMA, Maurício Hidemi**

Universidade Estadual de Maringá, e-mail: [mau.azuma@gmail.com](mailto:mau.azuma@gmail.com)

## RESUMO

As peças gráficas são a forma mais usual de transmissão das informações de um projeto para a sua execução. Esses instrumentos de comunicação, no entanto, demandam um domínio pleno de sua linguagem por todos os envolvidos. Se houver falhas de informações ou dificuldades de compreensão e leitura gráfica, fica ampliada a possibilidade de erros durante a execução do objeto. A presente pesquisa busca identificar como ocorre a execução de uma estrutura utilizando apenas modelos tridimensionais físicos para a transmissão das informações do projeto. Foram elaborados modelos reduzidos e em escala real para demonstrar as características de um artefato metálico com peças deslizantes para um técnico responsável pela sua execução. Posteriormente, foi realizada uma entrevista com esse técnico e feitas análises sobre o processo. Os resultados indicam que o aspecto tridimensional e as características físicas dos modelos permitiram antecipar questões de execução usualmente não identificadas em situações de representação convencional. A pesquisa busca contribuir na adoção de formas complementares de comunicação que diminuam erros decorrentes de falta de entendimento ou esclarecimento do projeto.

**Palavras-chave:** Metodologia de projeto, modelos tridimensionais, simulação.

## ABSTRACT

*Drawings are the most common way of communicating the characteristic of a design. These tools, however, require a domain by all people. If there are information failures or misunderstanding, it increases errors during the execution of the object. The present research seeks to identify how the execution of a structure occurs using only models for the transmission of the design information. Models were developed to demonstrate the characteristics of a structure with sliding parts for a technician responsible for the execution. Subsequently, an interview was conducted with this technician to analyze the process. The results indicate that the three-dimensional and the physical characteristics of the models allowed to anticipate questions of execution usually not identified. The research seeks to contribute to the adoption of complementary way of communication that reduce errors.*

**Keywords:** Design methods, models, simulation.

## 1 INTRODUÇÃO

A representação arquitetônica, historicamente, vem utilizando desenhos projetivos ortogonais como forma de comunicação das características do objeto a ser executado de forma independente à presença de seu projetista (KOSTOV, 2000). Nesse sentido, essas peças gráficas têm sido o principal meio de transmissão de informações na área há muitos anos e, até o advento de

novas formas digitais de modelagem, não teve grandes modificações em seu formato e abordagem.

A qualidade final do objeto a ser executado, no entanto, não depende apenas das boas práticas construtivas e do bom projeto. Dependerá também de uma representação que consiga transmitir as suas características de forma plena e satisfatória. Para que essa transmissão de informações ocorra sem ruídos de comunicação é necessário que todos os agentes envolvidos na produção tenham pleno domínio da linguagem empregada. Sem essa *expertise*, por melhor que seja um projeto, ele pode ser deformado por equívocos de entendimento e interpretação que poderão causar problemas durante e no final do processo produtivo.

Assim, como descreve Scheer (2014), há uma distinção entre representação e simulação, sendo o primeiro baseado em uma separação entre um designio e a realidade a qual se refere, enquanto a simulação postula uma identidade entre si e a realidade, tendo como natureza imitar o comportamento de algum sistema real. As vantagens das simulações são também defendidas por Kieran e Timberlake (2003) ao questionar os atrasos na forma de comunicação no setor da construção civil, que ainda ocorre por meio da tradicional representação bidimensional, na maioria dos casos, sendo que em setores com a indústria naval, automobilística e aeroespacial, os objetos obtidos fazendo-se uso da simulação.

Wang (2013) salienta que a simulação, com o uso de modelos, pode contribuir como ferramenta para comunicar aspectos do projeto. E neste sentido, os protótipos físicos podem ser criados com o objetivo de se aproximar do objeto final e com a intenção de experimentação e testagem física (ULRICH; EPPINGER, 2008), buscando reduzir as incertezas da produção do produto. Uma característica importante desse processo é descrita por Beynon-Davies, Tudhope e Mackay (1999) em relação à sua propriedade experimental, que envolve um ciclo recorrente de tentativas envolvendo a produção do protótipo, avaliação e correção, até que as expectativas sejam satisfeitas.

A presente pesquisa é parte de uma investigação sobre o uso de modelos físicos no desenvolvimento de projeto com diferentes escalas de representação tridimensional (IMAI; FABRICIO, 2019). A investigação descrita nesse artigo tem como objetivo identificar como ocorre a transmissão das informações do projeto na execução de uma estrutura utilizando apenas modelos tridimensionais físicos.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A pesquisa teve como característica ser um procedimento experimental que buscou desenvolver uma série de representações em modelos reduzidos e em escala real que permitissem uma melhor compreensão da estrutura do artefato a ser executado.

Esse artefato foi desenvolvido para a simulação de ambientes habitacionais e possui como característica principal a possibilidade de simular ambientes em escala real com certa flexibilidade, permitindo deslocar as peças que representam as paredes, diminuindo ou aumentando os espaços. O artefato também deveria ser desmontável e de fácil transporte, permitindo simulações em diferentes locais e situações em um processo de projeto participativo.

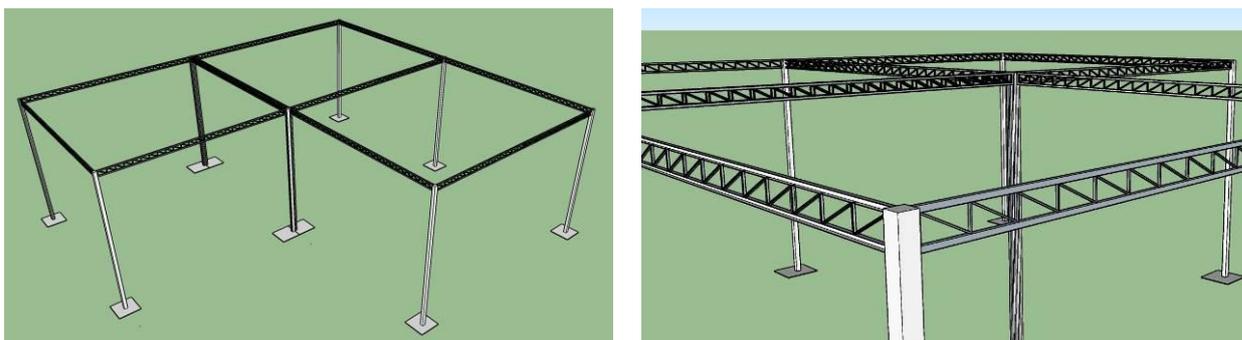
A figura 1 demonstra a estrutura final, composta por pilares e vigas metálicas montadas em formato ortogonal retangular em módulos de 3,5m por 3,5m. Na parte superior da estrutura foram apoiadas vigas metálicas que tinham a função de ser pontes móveis que deslocavam a posição e nas quais estavam suspensas lonas plásticas que simulavam as paredes do ambiente. Foram desenvolvidos três módulos que poderiam ser posicionados lateralmente uns aos outros em um formato de L (figura 02). Na delimitação interna dos ambientes simulados poderiam ser inseridos móveis e equipamentos feitos em material plástico leve apoiados em rodízios para simular diferentes soluções de leiaute de ambientes habitacionais de forma ágil.



**Figura 1 – Versão final do artefato de simulação habitacional em escala real**

Fonte: Autor (2018)

Os procedimentos descritos nesse artigo relatam o planejamento e desenvolvimento do projeto da estrutura metálica do artefato a partir de desenhos bi e tridimensionais, partindo para a execução de modelos tridimensionais físicos em escala reduzida e partes do modelo em escala real para transmitir as informações do artefato a um técnico de serralheria responsável pela execução. A proposição foi apresentar apenas os modelos físico ao técnico para a discussão e posterior execução de um protótipo do artefato. A figura 2 demonstra os primeiros estudos em um modelo tridimensional digital para o planejamento do artefato e a figura 3 representa o modelo físico em escala reduzida 1:4.



**Figura 2 – Modelo digital da estrutura do artefato**

Fonte: Autor (2018)



**Figura 3 – Modelo físico reduzido da estrutura do artefato na escala 1:4**

Fonte: Autor (2018)

Nessa etapa, já definidas as principais características do conjunto da estrutura pelo projetista, foram inseridas informações dimensionais e de materiais para sua execução (figuras 04 e 05) nas próprias peças dos modelos em escala 1:1 (detalhes) e 1:4 (conjunto da estrutura).

A ideia inicial foi verificar se os modelos seriam suficientes para a compreensão de toda a estrutura sem o suporte de qualquer desenho. A pesquisa seguiu procedimentos aprovados previamente no comitê de ética e na Plataforma Brasil.



**Figura 5 – Informações inseridas nos modelos para a execução do artefato**

Fonte: Autor (2018)



**Figura 6 – Fotos do modelo na escala 1:4 e da estrutura executada**

Fonte: Autor (2018)

O profissional que executou a primeira versão da estrutura é um serralheiro experiente com 40 anos de prática na área, possuindo uma pequena oficina. Posteriormente à execução da primeira versão da estrutura, foi aplicada uma entrevista semiestruturada com esse profissional, que buscou identificar os principais aspectos do procedimento, tais como o grau de dificuldade no entendimento das informações e da execução, a ausência de desenhos, o impacto das explicações verbais e o uso de protótipos na simulação de sistemas ou produtos.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

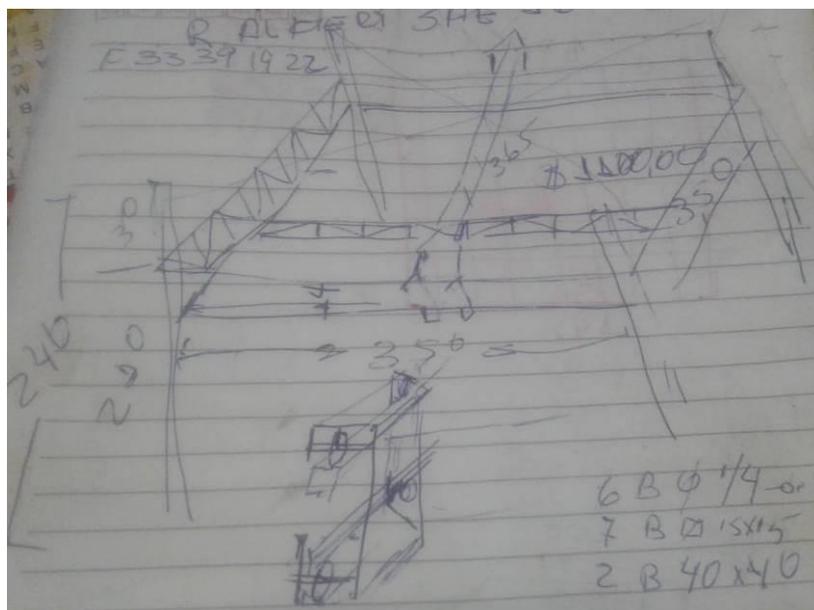
O sistema de execução, baseado apenas na referência por modelos físicos, era inédito na atividade profissional do serralheiro. Quando questionado sobre a execução do artefato como uma estrutura com um objetivo que não é usual, ele relatou que a representação convencional dificulta "imaginar" a peça pronta, pois em sua atividade é essencial entender o funcionamento do objeto antes da execução.

O tempo para a execução ficou ampliado devido aos testes realizados pelo técnico para verificar o funcionamento das peças que possuem movimentação. A dificuldade de confecção de peças desmontáveis, com a necessidade de que as partes da estrutura sejam móveis e com dimensões reduzidas para facilitar a armazenagem e o transporte, foi ressaltada pelo entrevistado:

"...quando você faz uma peça que vai ficar fixada num determinado lugar e não vai mover, você tem uma noção. Quando você vai fazer uma peça móvel, desmontável, ela já complica mais. Muitas coisas você descobre o grau de dificuldade na hora em que está montando a peça."

A forma como o modelo pode colaborar para o entendimento do objeto, incluindo as funções e movimentos que o artefato deveria propiciar, foi identificado como uma abordagem diferente, que possui vantagens em relação ao desenho tradicional: "...dá uma visão geral de uma peça pronta (...). Você visualiza a peça: está determinado o comprimento, a altura, a largura e você tem o princípio da coisa e por onde pode começar. (...) você já tem uma visão diferente da peça." Nesse sentido, o entrevistado indica que tanto o desenho quanto o modelo ajudam a compreender um objeto a ser executado, mas que o modelo é "muito mais importante", pois permite antever a peça pronta.

A preferência pelo modelo tridimensional para o entendimento do objeto, demanda uma maior comunicação do projetista com o executor, pois o modelo permite manipulação e antecipação de aspectos do seu uso. Essa antecipação abre a necessidade de discutir aspectos que, apesar da preferência pelo modelo físico, indica que o serralheiro consegue exprimir as suas ideias principalmente por desenhos (figura 07).



**Figura 7 – Esboço desenvolvido pelo serralheiro**

Fonte: Autor (2018)

O modelo tornou-se um importante instrumento para compreender o objeto, porém não necessariamente para propor mudanças, pois o técnico preferiu utilizar um instrumento de seu domínio, no caso o esboço manual.

Os esboços prévios do serralheiro eram uma forma de comunicação mais próxima ao domínio e ao contexto de sua atividade e uma prática comum para solucionar dúvidas no funcionamento de um projeto não usual na atividade rotineira, como as partes que se movimentavam na estrutura.

As escalas dos modelos (1:1 e 1:4) permitiam simular a movimentação do artefato, antecipando aspectos de uso e ampliando a discussão de aspectos operacionais. O modelo, dessa forma, permitiu identificar mais questões construtivas e funcionais antes da execução. O entrevistado relata que, por vezes, há a necessidade de antever o produto por meio de protótipos. Apesar de não usual, é descrito como necessário para evitar problemas decorrentes da falta de compreensão do projeto: "...você faz um esboço (protótipo) só para ela ver se é aquilo." A percepção é de que nesses casos os meios de representação convencional não são suficientes para a compreensão do projeto, sendo necessário executar o objeto em si, ou pelo menos um protótipo.

Ainda que os modelos permitiram antever diversos aspectos, o primeiro protótipo da estrutura possibilitou verificar outras questões. As características do funcionamento geral do artefato ficaram razoavelmente esclarecidas, porém detalhes da movimentação foram melhor identificados quando executada a estrutura com o material definitivo. Os modelos, mesmo aqueles trechos executados em escala real, eram desenvolvidos em materiais como acrílico ou madeira (MDF), o que permitiu compreender o funcionamento, mas não antever dificuldades nos rodízios empregados no material metálico. Os ajustes e as folgas necessárias ficam mais claras quando simuladas com o material definitivo. O protótipo inicial da estrutura com o material metálico auxiliou também nas simulações de alternativas de desenhos da estrutura que permitissem simplificar o projeto sem perder as principais características que o artefato deveria cumprir. Em linhas gerais, esse aprimoramento (ver figuras 1 e 8) não modificou o funcionamento da primeira estrutura, mas otimizou a execução com um desenho simplificado e reduziu custos ao verificar que determinados perfis teriam o mesmo desempenho das estruturas em formato de treliça que tinham por objetivo serem mais leves. Apesar do pequeno acréscimo de peso das vigas maciças, essas não foram significativas para alterar a sua montagem e desmontagem e o transporte.



**Figura 8 – Protótipo metálico inicial com estrutura treliçada.**

Fonte: Autor (2018)

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No aspecto geral, a experiência de execução apenas com modelos físicos como instrumentos de comunicação do projeto, ainda que não usual, foi bem recebida pelo entrevistado. A forma de representação induz a própria dinâmica de execução, que demanda maior discussão sobre aspectos construtivos no próprio modelo. Nesse sentido, o modelo contribui para reduzir ajustes que eventualmente teriam que ser feitos durante o processo de execução da peça final.

A necessidade do serralheiro em discutir o projeto indica a importância do desenho não apenas como uma representação final do objeto a ser executado, mas como um meio de comunicação na etapa de eventual reformulação da própria solução projetual.

A discussão de um projeto somente pode ser feita quando todos dominam os meios de representação e a forma de utilizá-los para propor alternativas. Caso contrário, a representação apenas servirá para informar as decisões tomadas, restringindo as possibilidades de correções.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Araucária pelo auxílio à pesquisa utilizado na montagem do artefato; à CAPES pela bolsa de pós-doutorado para realização da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa Processo 306998/2018-1.

#### REFERÊNCIAS

- BEYNON-DAVIES, B.; TUDHOPE, D., MACKAY, H. Information systems prototyping in practice. **Journal of Information Technology**, London, v. 14, p. 107-120, 1999.
- IMAI, Cesar, FABRICIO, Márcio M. Desenvolvimento de modelo físico de simulação especial em projetos de HIS. **Ambiente Construído**. (artigo aceito para publicação), 2019.
- KIERAM, S.; TIMBERLAKE, J. **Refabricating ARCHITECTURE: How Manufacturing Methodologies are Poised to Transform Building Construction**. 1st edition. [e-book]: McGraw-Hill Education, 2003.
- KOSTOF, Spiro. **The Architect: Chapters in the History of the Profession**. Los Angeles: University of Califórnia Press, 2000.
- SCHEER, D.R. **The Death of Drawing: Architecture in the Age of Simulation**. 1st edition. [e-book]: Routledge, 2014.
- ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product Design and Development**. 4nd edition, New York: McGraw-Hill, 2008.
- WANG, D. Simulation Research. In: GROAT, L.; WANG, D. **Architectural Research Methods**. Second Edition. [e-book]: New York: John Wiley & Sons, 2013.