

Fabricação Digital na Produção de Habitação de Interesse Social no Brasil

Digital Fabrication in Social Housing Production of Brazil

► Eduardo Sampaio Nardelli
Universidade Presbiteriana Mackenzie
nardelli@mackenzie.br

Abstract

This paper reports an ongoing research on possible uses of digital fabrication in the production of social housing in Brazil, focusing on Minha Casa Minha Vida Program. We describe the typological characteristics of this program, presenting the definition of rapid prototyping and digital fabrication and its main methods. Then, we present the concept of generative architecture and shape grammar and indicate their possible use in the production of this type of housing in conjunction with digital fabrication. Finally, we highlight the importance of introducing these new technologies in the productive chain of Brazilian civil construction at a time when we need productivity gains to overcome the bottlenecks that today limits the development of the country

Keywords: Social Housing; Digital Fabrication; Rapid Prototyping; Programa Minha Casa Minha Vida; Generative Architecture

Introdução

No contexto de uma pesquisa mais ampla, desenvolvida com o apoio da FINEP, sobre a utilização das TICs - Tecnologias da Informação e Comunicação, na produção de habitações de interesse social, com foco no Programa Minha Casa Minha Vida, nossa universidade tem desenvolvido este trabalho específico de investigação das possibilidades de utilização da fabricação digital nos processos de produção desse tipo de moradia.

De fato, o déficit habitacional brasileiro tem se constituído num grande desafio social para o país por décadas e diversas propostas têm sido testadas, muitas delas resultando em verdadeiros desastres urbanos, como é o caso dos grandes conjuntos habitacionais construídos mais intensamente ao longo dos anos 60 e 70 nas periferias das grandes cidades brasileiras.

Resultado das formulações do pensamento racionalista e da lógica industrial, baseada na repetição intensiva de um standard como forma de diminuir o custo unitário das habitações, estas soluções se, de um lado revelaram-se efetivas no sentido de atender a uma produção de moradias em larga escala e a custo baixo, de outro, ignoraram, pura e simplesmente, os aspectos humanos e urbanísticos que compõem a questão do morar, produzindo verdadeiros guetos de unidades habitacionais sem qualquer hierarquia de implantação ou identidade distintiva possível ligada a seus moradores.

Some-se a isso, a questão do custo da terra, que empurrou para longe a sua localização, esgarçando o tecido das cidades e impondo o custo de construção da necessária infraestrutura para atender a esses novos conjuntos.

Este cenário, que já se tornara um clássico na abordagem contemporânea da questão urbana e habitacional no Brasil, induzindo a adoção de outras soluções, voltou ao debate atual, no entanto, tendo em vista o lançamento do Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV que, surpreendentemente, retomou a mesma lógica dos anos 60 e 70, em que pese ter sido idealizado por um governo formado por críticos do antigo modelo.

Desse modo, surgiu a oportunidade desta pesquisa, visando a investigar novas tecnologias que pudessem oferecer soluções alternativas para o alcance das metas do PMCMV, sem repetir os erros do passado, isto é, construir unidades repetitivas nas periferias das grandes cidades, particularmente tendo em conta que a maior demanda do programa encontra-se nas áreas urbanas mais centrais dessas cidades, em geral, constituídas por ocupações irregulares. Assim, a hipótese deste trabalho é a de que para atender demandas específicas, sem recorrer a padrões repetitivos, é necessário trabalhar com processos baseados em tecnologia digital, que permitam a customização em massa, a custos competitivos.

Dentre estes processos encontra-se a Fabricação Digital, uma extensão da prototipagem digital, em escala natural, através da qual podem ser produzidos, por exemplo, os componentes de uma edificação.

É o que este trabalho apresenta a seguir: um estudo de possíveis aplicações da fabricação digital na produção de unidades de habitação de interesse social, com foco no PMCMV.

1. O Programa Minha Casa Minha Vida

O Programa Minha Casa Minha Vida foi criado através da Lei 11.977/09, para atender a demanda por moradias entre 0 a 10

salários mínimos (US\$305,14), subdividida em três subcategorias: 0 a 3 salários mínimos (US\$915,42), 3 a 6 salários (US\$ 1830,84) e 6 a 10 salários (US\$3051,4).

Atualmente tem como meta produzir dois milhões de moradias, dentre as quais cerca de 800 mil direcionadas à faixa de 0 a 3 salários mínimos, que corresponde à maior demanda do atual déficit habitacional do país, cerca de 5,4 milhões de domicílios IPEA (2013), foco deste trabalho.

Para esta faixa foi definida uma tipologia restrita, com duas possibilidades: conjuntos de casas térreas e conjuntos de edifícios de apartamentos.

Neste caso, o programa das casas compõe-se por sala, cozinha, banheiro, circulação, dois dormitórios e área externa com tanque e máquina com uma área interna útil mínima de 36m², sem a área de serviço.

O programa de conjuntos de apartamentos compõe-se de sala, dormitório de casal e dormitório para duas pessoas, cozinha, área de serviço e banheiro perfazendo uma área útil interna mínima de 39m².

Todos os empreendimentos devem se limitar ao máximo de 500 unidades e, no caso de condomínios, não podem ter mais do que 300 unidades.

Os valores de venda das moradias são definidos regionalmente, sendo o maior valor admitido pelo programa atualmente cerca de US\$29.000,00 para apartamentos e US\$28.000,00 para casas e o valor mais baixo, cerca de US\$21.000,00. Valores com margem bastante estreita no contexto do mercado imobiliário brasileiro.

Esta peculiaridade tem dificultado o cumprimento das metas desse programa com as tradicionais técnicas de projeto e construção utilizadas atualmente no país.

2. Prototipagem Rápida e Fabricação Digital

O potencial da aplicação da prototipagem rápida em arquitetura já está estabelecido há algum tempo pela literatura (Abdullah, 2006), assim como o da fabricação digital, uma extensão da tecnologia de automação da produção de modelos tridimensionais para a escala real (Afify, 2007).

Em síntese, trata-se de produzir modelos físicos a partir de modelos digitais, diretamente do computador para as máquinas CNC (Computer Numeric Control), utilizando-se métodos distintos.

Basicamente, estes métodos podem ser classificados de diferentes maneiras, levando-se em conta o fim a que se destinam (se protótipos ou componentes para serem montados), as dimensões dos objetos produzidos (2D, 2,5D ou 3D) e a maneira como são construídos pelas máquinas CNC (por adição, subtração e formação). (Celani, 2008)

Neste último caso, o método da subtração consiste no desbaste de um bloco de determinado material, do qual se extrai material, seletivamente, a partir do modelo digital, para formar os cheios e vazios que compõem a forma final.

O método da adição, ao contrário, consiste na injeção de material (ABS, por exemplo), para formação dos cheios e vazios definidos no modelo digital. Este é o método mais conhecido como impressão digital 3D.

E o método da formação consiste na modelagem de chapas ou tubos para a definição de formas a partir dos modelos digitais.

Para efeito de nossa pesquisa, adotamos o método da subtração, trabalhando com uma fresa 3D, que nos permite cortar e esculpir componentes para posterior montagem, no canteiro de obras.

Com este recurso, abriram-se, então, duas possibilidades de trabalho: automatizar o processo de produção de componentes para a construção de moradias de acordo com a tipologia atualmente definida para o PMCMV, conforme descrita anteriormente, e/ou trabalhar com o conceito de arquitetura generativa, buscando soluções únicas, para cada local, de acordo com as suas características geomorfológicas e, até mesmo, do contexto pré-existente, no caso de ocupações irregulares.

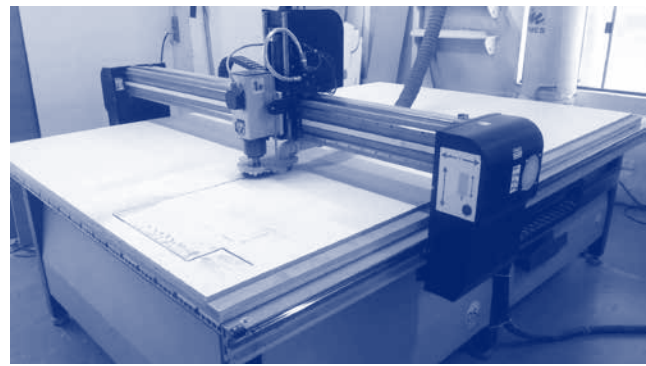


Figure 1: Fresadora CNC DS-4 instalada no laboratório da universidade.

3. Arquitetura Generativa

A utilização de algoritmos para a definição de formas em arquitetura, também já está bastante estabelecida pela literatura (Kolarevic, 2003 e Oxman, 2005).

A este processo denomina-se arquitetura generativa, ou seja, a concepção formal do projeto desenvolvida a partir de uma geratriz definida por um algoritmo.

Neste caso, no entanto, há duas possibilidades, isto é, definir-se um algoritmo com variáveis aleatórias, que produzem uma complexidade formal cuja lógica atém-se apenas ao aspecto da geometria que se pretende ou, então, definir-se um algoritmo a partir de uma lógica formal pré-existente, que se pretende reproduzir.

Um conjunto de regras que formam uma gramática, através da qual, de maneira associativa, é possível desenvolver-se a forma. É a chamada Gramática da Forma.

Em seu trabalho de doutorado, Duarte (2001) demonstrou que este método pode ser utilizado para a produção em massa de habitações customizadas, de modo a evitar-se a mera repetição de padrões idênticos, conforme o modelo racionalista.

Mais que isso, Duarte (2006), também demonstrou que, utilizando-se o método da Gramática da Forma, é possível identificar-se as regras formais que organizam um espaço pré-existente e transformá-las nas variáveis de um algoritmo capaz de reproduzir este local, de forma customizada, ou de projetar a sua eventual expansão mantendo-se o padrão generativo.

A questão é que, ao se utilizar este método, as formas produzidas tendem a uma complexidade implícita, na medida em que se adequam a um contexto dado.

Desse modo, então, a construção de seus eventuais produtos demanda também um método adequado, capaz de torná-la factível, em termos técnicos, mas também econômicos.

Neste sentido, a Fabricação Digital surge como excelente alternativa.

4. Desenvolvimento

Considerando, então, as variáveis expostas anteriormente e o objetivo específico da pesquisa, optamos por dividir o seu desenvolvimento em duas fases sequenciais:

5. Capacitação operacional e protótipo PMCMV

Nesta fase, será promovida a capacitação operacional dos pesquisadores para o uso da CNC, através de treinamento oferecido pela própria empresa fabricante da fresa.

Como parte dessa capacitação será desenvolvido um protótipo da atual tipologia do PMCMV, com o objetivo de estudar uma alternativa pré-fabricada com painéis, para ser montada no local de implantação dos conjuntos habitacionais na linha de trabalho semelhante àquele já desenvolvido pelo MIT como contribuição à solução emergencial para as vítimas do furacão Catrina, em New Orleans (Sass, ...)

6. Produção customizada

A partir do domínio operacional da CNC e aplicativos correspondentes, pretende-se produzir, utilizando-se a tecnologia generativa, uma proposta customizada para uma área específica, trabalhando-se com a metodologia da gramática da forma para interpretar as características geomorfológicas do sítio, bem como os aspectos formais da ocupação pré-existente.

Para tanto, será escolhida uma área de ocupação irregular, cuja implantação será analisada e interpretada, para que dela sejam extraídas as regras que a estruturam.

A partir daí, pretende-se definir um possível algoritmo capaz de gerar a solução formal customizada ao sítio escolhido.

Uma vez obtida a forma geral, serão feitos estudos para a definição dos componentes necessários para a sua construção.

Uma vez identificados estes componentes, serão definidas as etapas para a sua construção e montagem final.

Entende-se que, por se tratar de um exercício preliminar, de grande extensão territorial, sua produção será feita em escala menor que a real, de modo a permitir a sua montagem no espaço disponível no laboratório da faculdade.

Uma vez validada essa montagem, seria possível reproduzir-se parcialmente a proposta original em escala natural.

7. Considerações finais

Ao longo das últimas duas décadas o Brasil tem experimentado grandes transformações em seu cenário econômico e social, caminhando para uma situação mais equilibrada na distribuição da renda entre os indivíduos e em termos regionais.

Uma das consequências dessa nova situação é o crescente desenvolvimento da produção imobiliária, com diversos novos empreendimentos lançados a cada ano. Parte deles, estimulada pelos programas sociais do governo, como o PMCMV.

Essa nova dinâmica tem representado uma crescente demanda para a indústria da construção civil brasileira que, neste momento, encontra-se no limite de sua capacidade de produção, em termos de oferta de insumos e mão-de-obra. Situação que não se agravou nestes últimos anos, devido à recente estagnação do crescimento econômico e, finalmente, ao início de uma recessão.

No entanto, a possível retomada desse crescimento fatalmente terá como corolário a necessidade de aumento da produtividade na cadeia produtiva da construção civil do país.

Isto significa a necessidade de profundas mudanças tecnológicas no *modus faciendi* da construção civil brasileira que, até os dias atuais, segue utilizando técnicas bastante ultrapassadas, se consideramos o estado da arte dessa indústria em termos globais.

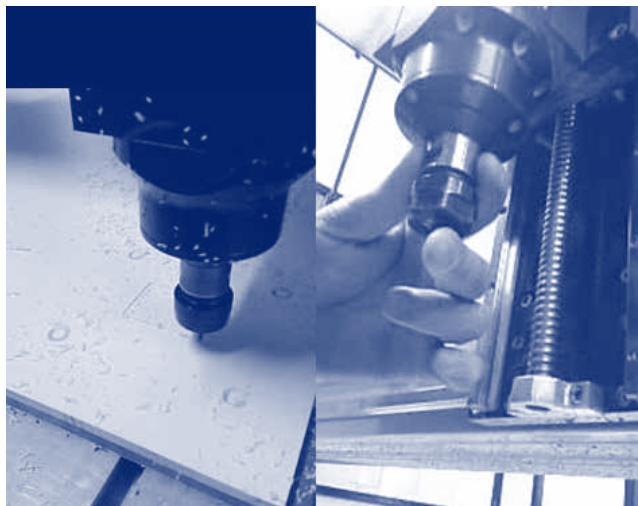
Além da implantação do BIM – Building Information Modeling, e até por conta disso, muitas outras possibilidades, com base na tecnologia digital precisam ser consideradas e, seguramente, a fabricação digital é uma delas.

Pelas suas características, essa tecnologia pode proporcionar alternativas bastante diversas e, igualmente, interessantes, desde a aplicação no canteiro de métodos de adição, automatizando processos de concretagem ou de assentamento de blocos cerâmicos, até a utilização de métodos de subtração e formação para a produção de formas para concretagem e/ou componentes para montagem de edificações, dentro de uma lógica de pré-fabricação.

As possibilidades são inúmeras e é preciso explorá-las de forma sistemática.

Este trabalho constitui-se num primeiro passo nessa direção que, esperamos, possa incentivar outras iniciativas que contribuam para a atualização tecnológica da cadeia produtiva da construção civil no Brasil.

Figure 2: Fresadora CNC DS-4 executando o corte de um painel.



Agradecimentos

Agradecemos à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) pelo apoio financeiro, e aos bolsistas de iniciação científica que participam da pesquisa.

Referências

- Abdullah, Sajid; Ramesh Marasini and Munir Ahmad (2006) An Analysis of the Applications of Rapid Prototyping in Architecture, Computing in Architecture / Re-Thinking the Discourse: The Second International Conference of the Arab Society for Computer Aided Architectural Design (ASCAAD 2006), 25-27 April 2006, Sharjah, United Arab Emirates http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ascaad2006_paper8
- Afify, H.M.N. and Z. A. Abd ElGhaffar (2007) Advanced Digital Manufacturing Techniques (CAM) in Architecture, Em'body'ing Virtual Architecture: The Third International Conference of the Arab Society for Computer Aided Architectural Design (ASCAAD 2007), 28-30 November 2007, Alexandria, Egypt, pp. 67-80 http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ascaad2007_006
- Celani, Gabriela e Pupo, Regiane Trevisan (2008) Prototipagem Rápida e Fabricação Digital para Arquitetura e Construção: Definições e Estado da Arte no Brasil: Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo FAU Mackenzie - ISSN 1809-4120 <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/cpgau/article/view/6018/4327>
- Duarte, J.P. Customizing Mass Housing: a discursive grammar for Siza's houses at Malagueira. Tese de doutorado, Massachusetts Institute of Technology, 2001.
- Williams, J. H. (2008). Employee engagement: Improving participation in safety. *Professional Safety*, 53(12), 40-45.
- Duarte, José P. e Rocha, João. 2006. A grammar for the Pátio Houses of the Medina of Marrakech, towards a tool for housing design in Islamic Contexts. In: Bourdakis, Vassilis and Charitos Dimitris (eds), *Proceedings of the 24th Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe 2006*, Volos, Greece.
- Kolarevic, Branko. 2003. *Architecture in the digital age: design and manufacturing*. New York, Spon Press, 313 p.
- Oxman, Rivca. 2005. Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, 27(2006): 229-265.