

## Sistema Wikihouse aplicado ao Programa Minha Casa Minha Vida Wikihouse System applied to the Minha Casa Minha Vida Program

**Eduardo Sampaio Nardelli**

Universidade Presbiteriana Mackenzie  
nardelli@mackenzie.br

**Luiz Alberto Fresl Backheuser**

Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Luiz.backheuser@mackenzie.br

### Abstract

This paper presents a study of subtractive digital manufacturing application to the production of social housing in Brazil, based on the Federal Government Program, Minha Casa Minha Vida ( PMCMV ). It describes the process developed by the research group Teoria e Projeto na Era Digital, from the Faculty of Architecture and Urban Planning of the Universidade Presbiteriana Mackenzie, , from the identification of an applicable building system, the Wikihouse System and its adaptation to PMCMV characteristics, till the development of a proper architectural design and construction of study models.

**Keywords:** Minha Casa Minha Vida, Wikihouse, Social housing, Digital fabrication, Rapid prototyping.

### Antecedentes

O grupo de pesquisa Teoria e Projeto na Era Digital (TPED) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie participou em parceria com outras instituições de ensino superior de uma série de estudos sobre a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), na produção de habitações de interesse social, com foco no Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Nesse contexto, coube ao TPED, entre outras atribuições, relacionar o PMCMV às tecnologias de fabricação digital. As pesquisas contaram com fomento da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

### Wikihouse PMCMV

As pesquisas de sistemas de fabricação digital aplicados à arquitetura conduziram para um sistema já presente no cotidiano da construção civil. Os Sistemas subtrativos a partir de equipamentos de controle numérico computadorizado (Computer Numeric Control - CNC), já são tecnologias bastante difundidas e estabelecidas em diversos setores industriais (Simon, 2002), principalmente na execução de componentes, portas, caixilhos, vedações, etc. Esses sistemas permitem uma maior sofisticação de detalhes e variações de soluções, não mais condicionadas pela lógica da repetição industrial, mas a criação de peças customizadas, que podem ser tão econômicas quanto peças idênticas (Kolarevic, 2003). No entanto, sua aplicação em maior escala na execução de uma edificação ainda está restrita a poucos exemplos de pequeno porte, ainda com forte caráter experimental.

Com apoio da FINEP, foi adquirida uma máquina de corte, uma fresadora CNC (CNC Router), que permite o corte de painéis de madeira, como compensados e laminados,

isopores, entre outros materiais similares, além de metais não ferrosos. Buscou-se, então, soluções projetuais que utilizassem componentes executados em fresadoras similares.

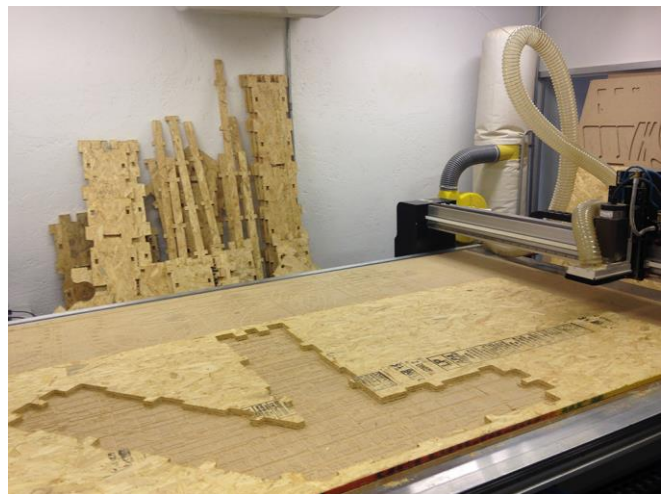


Imagem 1- Fresadora CNC

Assim, identificou-se o sistema Wikihouse como uma aplicação de equipamentos de fabricação digital subtrativa na execução de edificações. Trata-se de um sistema construtivo de código aberto (open source) baseado em uma licença creative-commons, iniciado em 2011 por Alastair Parvin e Nick Lerodiaconou e lançado na bienal de design de Gwangju, na Coreia do Sul. O sistema se baseia em pórticos formados a partir de componentes encaixados, cortados em fresadoras CNC. São utilizados painéis compensados ou aglomerados de madeira, como Compensados navais, OSB, MDF etc.

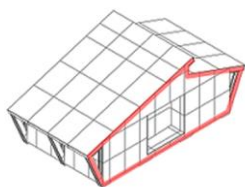


Imagem 2 – Exemplo do sistema Wikihouse  
<http://www.architecture00.net/news/3251>

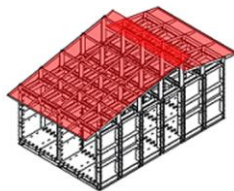
Assim, pesquisa se propôs a verificar a viabilidade da utilização do sistema Wikihouse no PMCMV.

A aquisição da máquina e definição do sistema construtivo exigiu uma formação específica dos envolvidos na pesquisa, alunos e professores, na operação do equipamento e softwares necessários. Uma série de workshops foram organizados para capacitar a equipe na utilização da fresadora CNC e nos programas como RhinoCam e RhinoNest, necessários para a geração do código a ser enviado à máquina e melhor distribuição dos componentes que serão cortados no painel de madeira.

O modelo de residência unifamiliar de 36m<sup>2</sup> previsto no PMCMV, foi adaptado ao sistema Wikihouse em três diferentes propostas, a partir da mesma planta, que buscaram uma “tropicalização” do sistema às características específicas da realidade brasileira, como clima, custos e organização familiar. Já as especificidades do sistema construtivo foram baseadas em um modelo disponibilizado na página web da própria Wikihouse, identificado como Studio\_v0.2.



VER.01



VER.02

Imagem 3 – Primeiras versões da proposta

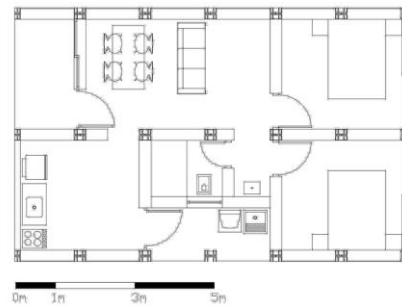
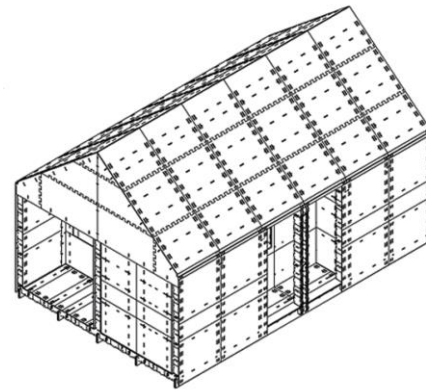


Imagem 4 – Versão final da proposta

Um modelo da versão final do projeto em escala 1:6, cortado em MDF de 3mm de espessura em uma máquina de corte a laser, confirmou a viabilidade estrutural da proposta. No entanto, as características do corte a laser e dimensões do modelo não permitiram uma perfeita simulação do desempenho e eficiência dos encaixes entre componentes, que só poderiam ser verificados em um modelo em escala real.



Imagem 5 – Modelo em escala 1:6

Para a execução do modelo em escala real, optou-se pela utilização do OSB, um dos materiais indicados no sistema Wikihouse. Um modelo completo da edificação demandaria cerca de 1200m<sup>2</sup> de painéis, ou seja, cerca de 417 painéis de OSB de 18,3 mm de espessura. Os componentes cortados nesses painéis conformariam tanto os elementos estruturais quanto vedações, excluindo portas, caixilhos, instalações e acabamentos.

Com os recursos disponibilizados pelo FINEP, foram adquiridos 90 painéis de OSB de 18,3 mm, permitindo a execução de um módulo composto de dois pórticos e seus travamentos. O suficiente para avaliação da proposta.

O tempo médio de usinagem (corte) de cada painel foi de uma hora, uma vez que os componentes da Wikihouse, conforme o modelo Studio\_v0.2, são significativamente recortados, exigindo um percurso longo da fresa. Além disso, a espessura do material também exigiu que a fresa delineasse o mesmo percurso ao menos três vezes. Perfurações menores, necessárias para o encaixe de travamentos perpendiculares, exigiram não recortes, mas a completa remoção do material (pocketing), uma vez que a liberação de peças pequenas frequentemente travavam o funcionamento da fresa, chegando até a quebrá-las, além de obstruir o sistema de sucção de serragem.



Imagem 6 – Usinagem de componente de um pórtico. As perfurações menores tiveram seu conteúdo completamente subtraído pela fresa. (Pocketing).

Uma vez usinados, dois pórticos e seus travamentos foram erguidos em um dia, exigindo a presença de ao menos 6 pessoas.



Imagem 7 – Montagem do pórtico em escala real

O processo de montagem exigiu cuidado nos pontos de conexão entre peças, uma vez que são pequenos e tendiam a se romper conforme a força do manuseio. O material, OSB, pareceu colaborar para a baixa resistência desses encontros, uma vez que tendia a se fragmentar em camadas, à medida que o modelo era montado.



Imagem 8 – Conexão entre componentes. Diferença entre componentes montados com êxito e rompimento por força excessiva na montagem.

Assim, chegou-se às seguintes contabilizações para uma edificação completa:

- Número total de painéis de OSB: 417 painéis.
- Tempo médio estimado para usinagem de todos os componentes: 417 horas (cerca de 52 dias com 8 horas de usinagem diárias).
- Tempo médio estimado para montagem total estrutura: 6 dias (12 pórticos).
- Valor de cada painel: R\$ 73,24 (24/07/2015), estimando-se um custo total de R\$ 30.541,00.



Imagem 09 – Pórtico em escala real

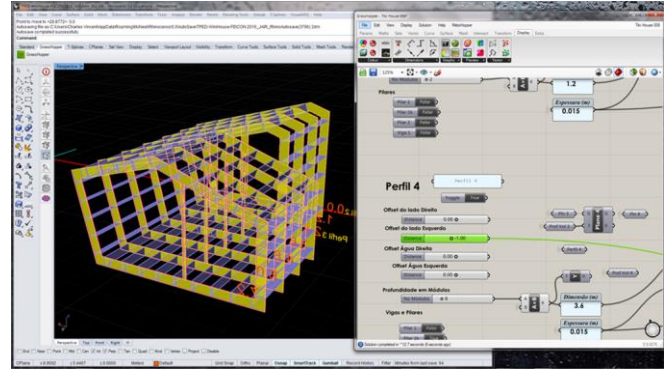


Imagem 10 – Parametrização do sistema Wikihouse.

## Conclusões

Conclui-se que os excessivos recortes dos componentes do sistema Wikihouse condicionaram o tempo de corte e vida útil das fresas, comprometendo a viabilidade da proposta. Acredita-se que o sistema possa ser revisado, buscando uma simplificação desses componentes e facilitando sua usinagem.

A adaptação do modelo disponibilizado (Studio\_v0.2) com cerca de 16 m<sup>2</sup>, para as dimensões de uma unidade do PMCMV, com 36 m<sup>2</sup>, também trouxe um problema de dimensionamento dos pórticos, deixando-os muito pesados e dificultando sua montagem.

O material escolhido OSB, também não apresentou as características convenientes quanto à resistência estrutural. Sua composição, um aglomerado, não tem as mesmas qualidades mecânicas de um compensado, que responde com mais eficiência a certos esforços. Também pareceu conveniente combinar diferentes materiais e espessuras em função de seu papel na composição da edificação. Vedações podem contar com materiais de menor espessura que os pórticos estruturais, por exemplo.

Os custos, tempo necessário para usinagem, e a pouca resistência do material parecem não colaborar com a implantação desse sistema em um programa de larga escala como PMCMV. No entanto, um processo que considere a customização em massa, possivelmente viabilizado pela fabricação digital, parece fundamental para o PMCMV, que ainda trabalha com a repetição de unidades idênticas.

O grupo de pesquisa segue estudando a aplicação da fabricação digital subtrativa na produção de habitação social, considerando a experiência aqui relatada e a utilização de novos materiais e outros recursos digitais de concepção de projetos, como plataformas BIM e ferramentas paramétricas.

## Agradecimentos

Agradecemos à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), aos alunos bolsistas e voluntários, à DS4 Laser & Router, ao arquiteto Affonso Orcioli e à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

## Referências

- APA 6th citation guide for formatting references. (n.d.) Retrieved from <http://www.wikihouse.cc/>
- APA 6th citation guide for formatting references. (n.d.) Retrieved from <http://www.architecture00.net/news/3251>
- Kolarevic, B. (Ed.). (2003). *Architecture in the digital age: design and manufacturing*. Taylor & Francis.
- Oxman, Rivca. 2005. Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, 27(2006): 229-265.
- Simon, A. T., Maestrelli, N. C., & Agostinho, O. L. (2002). Influência das técnicas de pré-ajustagem de ferramentas na utilização de tecnologia CNC no Brasil. *Revista Máquinas e Metais. São Paulo, Ano XXXVIII, Nr, 210*.