

FABRICAÇÃO DIGITAL EM ARQUITETURA: ENCAIXES SISTEMA WIKIHOUSE

Felipe Oliveira Moraes Silva (IC) e Luiz Alberto Fresl Backheuser (Orientador)

Apoio: PIBIT Mackenzie

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo investigar e analisar três encaixes do sistema Wikihouse, mostrando através desses como a fabricação digital pode auxiliar o desenvolvimento da produção arquitetônica. Esta também encontra-se inserida em uma pesquisa mais ampla desenvolvida pelo grupo de pesquisa Teoria e Projeto na Era Digital (TPED), da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, que estuda a aplicação do sistema Wikihouse no Programa Minha Casa Minha Vida. Espera-se que pesquisa aqui apresentada e suas conclusões sirvam de referência para estudos futuros.

Palavras-chave: Arquitetura. Tecnologia. Fabricação digital.

ABSTRACT

This research aims to investigate and analyze three fittings Wikihouse system showing through such as digital manufacturing can help the development of architectural production. This also is inserted in a broader survey conducted by the research group Theory and Design in the Digital Age (TPED), Faculty of Architecture and Urban Planning of the Mackenzie Presbyterian University, who studies the application of Wikihouse system in the Minha Casa Minha Vida. It is expected that research presented here and its conclusions serve as a reference for future studies.

Keywords: Architecture. Technology. Digital manufacturing.

INTRODUÇÃO

A pesquisa aqui apresentada trata da arquitetura digital e dos avanços tecnológicos que possibilitam novos processos de produção de projeto, modelagem e construção. Entre esses processos temos como destaque a fabricação digital, tema deste estudo.

Esta pesquisa está inserida em uma pesquisa mais ampla, desenvolvida pelo grupo Teoria e Projeto na Era Digital (TPED), que consiste na aplicação do sistema Wikihouse no Programa Minha Casa Minha Vida.

O objetivo geral dessa pesquisa é explicitar como o uso das novas tecnologias pode auxiliar na produção arquitetônica, analisando o uso da fabricação digital, de maneira que sirva como referência para pesquisas futuras debruçadas sobre o mesmo tema.

Como objetivo específico busca-se investigar e analisar três encaixes do sistema Wikihouse, verificando suas características, como tempo de corte, facilidade de montagem e quantidade de material gasto, para orientar sua utilização em projeto que possam vir a ser desenvolvidos.

Para atingir os objetivos propostos foram adotadas 5 etapas metodológicas: a investigação de bibliografias acerca da temática, entendimento e análises de modelos, estudo e análises dos sistemas estruturais do sistema Wikihouse, treinamento em softwares e equipamentos de corte digital e o desenvolvimento de três tipos de encaixes.

FABRICAÇÃO DIGITAL

Nas últimas décadas, com a influência das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) surgiu a chamada arquitetura digital, a qual passou a ser pensada, interpretada e até construída com auxílio das novas tecnologias digitais.

Os avanços tecnológicos trouxeram com eles o aprofundamento e a melhora dos sistemas Computer Aided Design (CAD) permitindo sua relação com os sistemas Computer Aided Manufacturing (CAM), o que possibilitou novos processos de produção do projeto, modelagem e construção.

Esses sistemas correspondem a programas computacionais que possibilitam desde simples controle vetorial até a manipulação paramétrica de modelos virtuais. Além disso, abrangem processos com máquinas que podem construir fisicamente estes modelos através de camadas ou planos geométricos usando materiais específicos (ALVARADO e BRUSCATO, 2009 apud BARROS, 2011).

Entre esses novos processos, temos como destaque para essa pesquisa, a fabricação digital, que entende-se pela produção automatizada de peças modeladas digitalmente. Esta

fabricação engloba uma série de tecnologias que envolvem a produção de objetos físicos, através de modelos computacionais.

As técnicas permitem que a manufatura seja controlada diretamente pelo projeto, através de dados numéricos, resultando numa saída rápida e precisa e na configuração de sistemas dinâmicos ao invés de objetos estáticos e de difícil reconfiguração. Esta nova abordagem de trabalho tem implicações nos métodos de projeto e de suas possibilidades construtivas (ALVARADO e BRUSCATO, 2009 apud BARROS, 2011).

Além disso, a fabricação digital também tem evoluído. Não é mais uma fabricação apenas modular padronizada, mas sim uma produção individualizada, ou seja, que possa seguir a especificação de cada projeto (CELANI e PUPO, 2008). Exemplo disso temos o uso das Computer Numerical Control (CNCs) e de sistemas específicos para construção e desenvolvimento de projeto, tais como o sistema Wikihouse, que será utilizado no desenvolvimento dessa pesquisa.

A fabricação digital também podem ser categorizada segundo sua finalidade, a sua maneira de produção e podemos também relaciona-la ao número de eixos no qual atua. Na finalidade, podem ser destinados a produção de protótipo, que são conhecidos como método de prototipagem, e de produtos finais, conhecido como método de manufatura ou fabricação.

Ainda, de uma forma geral, relacionado ao número de eixos ou dimensões, no qual os sistemas possuem normalmente duas dimensões, duas dimensões e meia e três dimensões. O de duas dimensões se resume a um corte simples sendo feito apenas em materiais finos. No caso das duas dimensões e meia o corte se refere a figuras planas e a executar relevos, mas não é capaz de fazer qualquer corte de três dimensões mais complexo. E no último caso o das três dimensões é utiliza um corte em três eixos que possibilita a construção de objetos efetivamente tridimensionais. (CELANI e PUPO, 2008)

E na maneira como produzem os objetos temos os métodos automatizados que podem ser subtrativos, formativos e aditivos.. O sistema formativo utiliza-se de um tipo de molde que consegue adaptar o objeto a diferente formas (CELANI e PUPO, 2008).

O sistema aditivo consiste em sobrepor camadas de material sucessivamente, até que o objeto tridimensional seja formado (VOLPATO, 2007), esse sistema ainda pode ser subdivido pelo tipo de material usado que modifica, assim o processo que será utilizado na concepção do objeto, sendo dividido em líquido, sólido ou em lâminas.

SISTEMA SUBTRATIVO

O sistema subtrativo consiste na retirada/perda de material de um objeto para que esse obtenha uma determinada forma, utilizando-se principalmente de fresas para esse corte. Ele destaca-se dos demais nessa pesquisa, pois utilizaremos os componentes, no caso os encaixes, do Sistema Wikihouse, que são produzidos por fresadoras através desse sistema. Como é possível observar na figura 1.

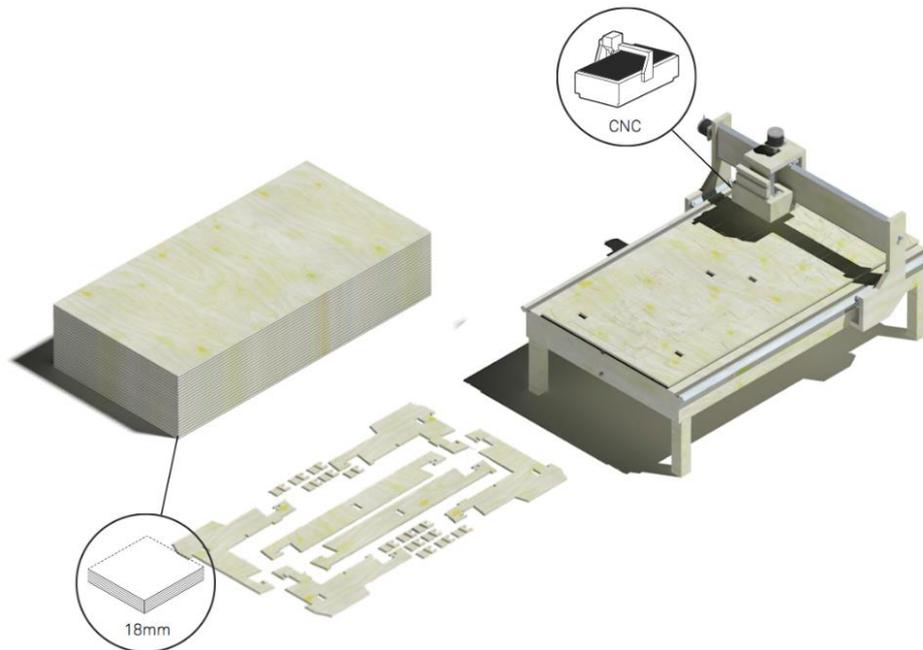


Figura 1: CNC cortando placa de madeira do sistema Wikihouse - Fonte: <http://wikihouserio.cc/>

Sistema Wikihouse

O sistema Wikihouse consiste em um conjunto de construção de código aberto que permite a usinagem de um projeto para qualquer um que faça o seu download. Esse sistema utiliza-se do corte de chapas de madeiras, para criar edifícios utilizando do processo de modulação individual.

Sobre esse sistema deve-se destacar o do desenvolvimento prático, feito a partir do projeto de uma residência no sistema WikiHouse adaptado ao programa Minha casa, Minha Vida, desenvolvido em conjunto com os outros alunos, membros do grupo de pesquisa Teoria e Projeto na Era Digital (TPED). O grupo TPED desenvolveu o modelo em escala 1:1, cortado em uma Fresadora CNC, e um modelo 1:6, cortado em uma cortadora a laser. O objetivo foi comprovar a viabilidade da aplicação da fabricação digital na produção de habitação social no Brasil. Os dados referentes à esse trabalho ainda estão sendo avaliados.

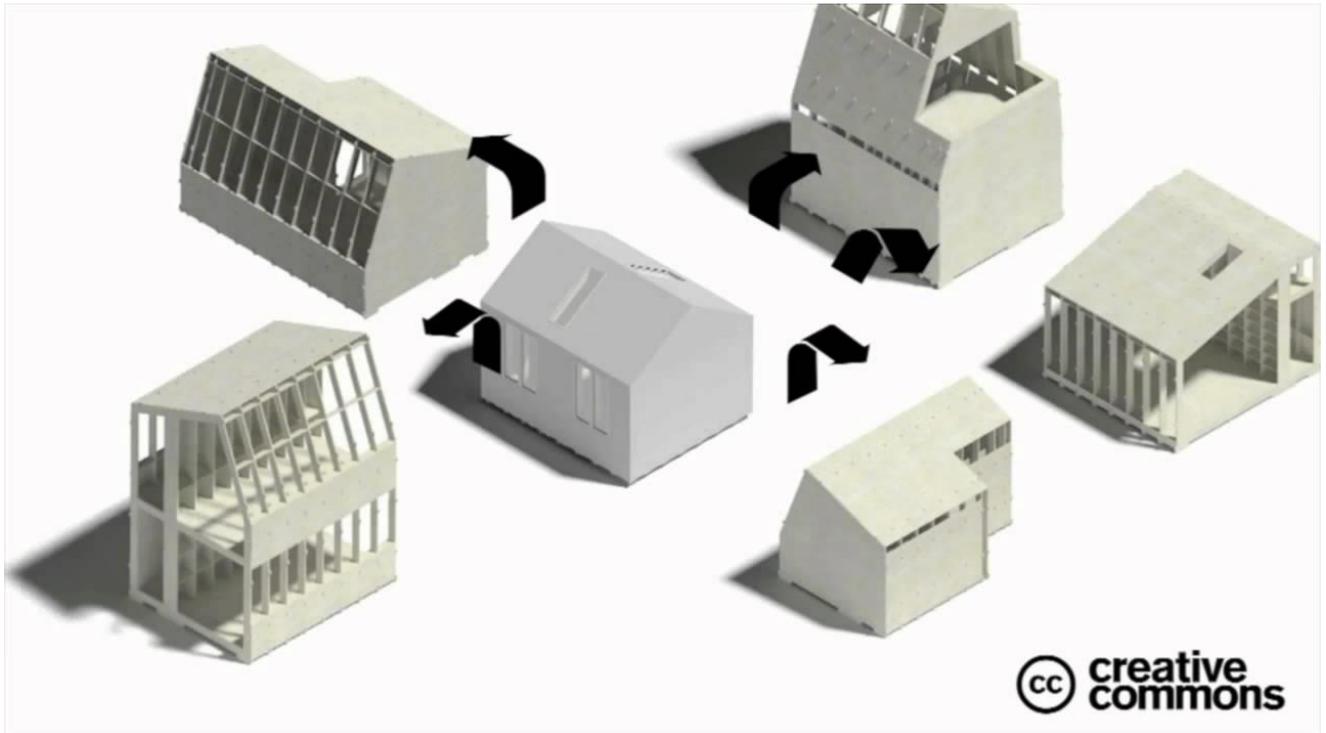


Figura 2: Sistema Wikihouse - Fonte: <http://www.wikihouse.cc/>

MÉTODO

Para atingir os objetivos propostos foram adotadas 5 etapas metodológicas:

1. Levantamento de material bibliográfico acerca da temática da fabricação digital, feito através da leitura de livros e principalmente de artigos científicos. Os artigos buscam entender as mudanças que ocorreram na construção e na arquitetura através da adoção da fabricação digital e sua devida importância, além de um levantamento de manuais para a escolha dos encaixes a serem utilizados para o resto do desenvolvimento da pesquisa.

2. Estudo e entendimento de modelos de fabricação digital, focando no sistema de construção já existente da Wikihouse. Feito em conjunto com o grupo de pesquisa "Teoria e Projeto na Era Digital", no qual foi desenvolvida uma casa, com base no programa Minha Casa Minha Vida, no sistema Wikihouse.

3. Estudo e análise dos sistemas estruturais, voltando-se para os sistemas de encaixe do sistema Wikihouse, por meio da análise prática do desenvolvimento do projeto anteriormente citado

4. Domínio do uso de novas ferramentas digitais de concepção no projeto arquitetônico e que influenciam na fabricação digital, através do treinamento em softwares e equipamentos:

- Aprender o software de modelagem 3D SketchUp, para utiliza-lo no processo de modelagem e escolha dos encaixes utilizados na pesquisa.

- Treinamento em equipamento de usinagem rápida CNC - Comando Numérico Computadorizado, para a produção e corte dos encaixes.

- Aprender os softwares Rhinoceros e Rhinoceros CAM para utilização do equipamento de usinagem CNC;

5. Através desse estudo e análise desenvolver, por meio do uso das ferramentas digitais, três encaixes:

- Estudo dos modelos de encaixe

- Estudo dos materiais

- Prototipagem do encaixe em escala 1:1

RESULTADO E DISCUSSÕES

Foram escolhidos três diferentes encaixes frequentemente utilizados no sistema Wikihouse. Cada encaixe foi selecionado devido as suas características específicas com o objetivo de abranger melhor a complexidade do sistema.

Todos os encaixes passaram pelo mesmo processo de desenvolvimento. Primeiramente foram desenhados no software de modelagem Sketchup 3D, depois transferidos e tiveram seus arquivos simplificados no software Rhinoceros, para que fossem gerados os códigos (G-Code) interpretáveis pela Fresadora CNC, com apoio do plug in Rhino CAM.

O software Sketchup foi escolhido uma vez que é o programa utilizado e indicado pela fundação Wikihouse. Nele foram desenhados os três tipo de encaixes.

Em seguida, utilizou-se o software Rhinoceros, uma vez que ele conta com o plugin Rhino CAM, necessário para gerar o código G-Code, necessário para que a máquina corte possa usinar os encaixes. O software Rhinoceros também foi utilizado para simplificação dos modelos tridimensionais, removendo linhas desnecessárias e dispondo os desenhos sobre os limites de um painel de OSB, o material utilizados na fabricação dos modelos reais.

E por último esse código foi introduzido no sistema da CNC e após serem feitos os ajustes necessários para a utilização da máquina, tais como ajustar corretamente a fresa sobre a chapa de corte, fixá-la sobre a mesa de corte e orientar a sequencia de etapas de corte.

Os encaixes, como dito anteriormente, foram escolhidos devido as suas características e por serem frequentemente utilizados nos exemplos existentes de edificações desenvolvidas com o sistema Wikihouse. Por terem características muito distintas, verificou-se que suas diferenças podem ser encaradas como uma riqueza do sistema, e podem ser exploradas em diferentes situações.

O primeiro encaixe se caracteriza pela presença de cunhas. Ele é composto por dois grandes encaixes em forma de gancho que ao estarem em contato um com o outro necessitam de três cunhas, duas que prendem-se na espessura dos grandes encaixes em um sistema macho-fêmea e a terceira que prende-se entre as outras duas cunhas, criando um encaixe perfeito sem o uso de qualquer outro material sem ser a própria madeira. Como é possível observar na figura 3.



Figura 3: Encaixe 1- Fonte: Arquivo do autor

O segundo encaixe se caracteriza por um formato arredondado em um sistema macho-fêmea. A escolha da forma arredondada busca aproveitar mais a diversidade da capacidade da CNC e de sua necessidade no projeto em conjunto com o grupo de pesquisa Teoria e Projeto na Era Digital, que será posteriormente explicado e será feita uma análise de sua importância para essa pesquisa. figura 4.



Figura 4: Encaixe 2 –Fonte: Arquivo do Autor

O terceiro e último encaixe se caracteriza por um encaixe macho-fêmea a partir do desbaste da chapa de madeira (poketing), que ganha a metade de sua espessura na região do encaixe. Figuras 5 e 6.



Figura 5: Encaixe 3 – Fonte: Arquivo do Autor



Figura 6: Encaixe 3 – Fonte: Arquivo do Autor

O material utilizado para esses encaixes foi o OSB Plus de 18,3mm, o mesmo utilizado pelo grupo de pesquisa no estudo da aplicação do sistema Wikihouse na produção de unidades do program Minha Casa Minha Vida. Material também frequentemente utilizados em outros exemplos de edificações construídas no sistema wikihouse.

Esses encaixes foram analisados através de 3 critérios estabelecidos pelo processo experimental: tempo de corte, material gasto e dificuldade de montagem.

O primeiro encaixe foi usinado em 12 min e 40 segundos, enquanto o segundo em 10 minutos e 55 segundos. Já para o terceiro, foram necessários 96 minutos.

Quanto ao material gasto, o terceiro encaixe foi o menos econômico, devido a necessidade do desbaste para seu desenvolvimento, seguido pelo primeiro encaixe e pelo segundo encaixe respectivamente. Entre os dois primeiros, a diferença mais significativa em volume de material está na necessidade das cunhas do primeiro, demandando um recorte a mais nos granchos de encaixe e na produção das próprias cunhas.

Quanto à dificuldade de montagem, o segundo e terceiros encaixe foram os mais simples, uma vez que não há encaixes com cunhas. Ambos são montados em poucos segundos. De qualquer forma, nenhum dos três encaixes demandaram mais que 60 minutos para sua montagem.

Dessa forma, foi possível analisar que entre os encaixes, o que mais se destaca nos critérios estudados, é o segundo encaixe. Demonstrando uma economia de tempo e material em relação aos demais. Mas deve-se ressaltar que seu uso pode ser condicionado ao resto

do edifícios, e que a escolha do encaixe pode ser influenciada por outros fatores vinculados ao desenho do conjunto.

Como mencionado anteriormente, é importante ressaltar que esta pesquisa se insere em outra mais ampla desenvolvida pelo TPED, que demandou pesquisas paralelas menores como esta apresentada. Entende-se que o desenvolvimento de um conhecimento pode ser mais efetivo se compartilhado por diferentes agentes, entre alunos e professores, comprometidos com sua aquisição.

A pesquisa completa buscou o desenvolvimento de um modelo de unidade do Programa Minha Casa Minha Vida com o sistema Wikihouse, apresentado em dois modelos. Um escala reduzida (figura 7) e outro parcial em escala real (figura 8).



Figura 7: Protótipo 1:6 – Fonte: Arquivo do Autor



Figura 8: Pórtico 1:1 – Fonte: Arquivo do Autor

O programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) promove a produção de habitações de baixo custo padronizadas para um maior acesso da população à casa própria, considerando em seu processo a localização do imóvel, renda familiar e valor da unidade habitacional (GOVERNO FEDERAL – PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA, 2016). O projeto envolvendo esse programa e o sistema Wikihouse tem como objetivo criar uma alternativa de baixo custo e de rápida construção para o programa, além de possibilitar uma alternativa sustentável, já que o sistema envolve apenas a utilização de madeira por meio de encaixes.

Esse projeto relaciona-se, e deve ser destacado para essa pesquisa, pois seus experimentos práticos estão diretamente relacionados ao estudo dos encaixes aqui apresentados. Nesses experimentos pudemos observar uma capacidade estável e construtiva, grande resistência a intemperes naturais e a aplicação do sistema Wikihouse, isso através da montagem tanto do protótipo em escala reduzida quanto do modelo em escala real.

Outro fato que deve-se destacar é que os encaixes utilizados na pesquisa podem ser modificados segundo sua função estrutural, ou seja, devido ao tipo de esforço que esse sofrerá ou devido as questões construtivas que envolvem o tamanho e possibilidades de cada peça no projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa baseia-se no uso da fabricação digital através do sistema Wikihouse, e mais especificamente através dos seus encaixes.

A pesquisa foi importante para mostrar as possibilidades que as novas ferramentas digitais, por meio dos softwares e de ferramentas para a materialização de projetos, tornou-se mais presente e necessárias para o desenvolvimento da arquitetura.

As características observadas e o aprendizado que esta pesquisa proporcionou, mostram como esse tipo de fabricação pode auxiliar positivamente a arquitetura, abrindo novas oportunidades na produção do projeto e em sua construção. Tais como a facilidade no sistema construtivo, permitindo inclusive, que a montagem da casa seja feita por mão de obra sem especialização ou extremamente especializada, otimizando tempo e custo.

No estudo dos encaixes foi possível observar que o segundo encaixe apresentado se destaca em relação aos demais, tornando-se mais adequado a pesquisa do programa Minha Casa Minha Vida, ao qual essa pesquisa está inserida, devido a sua maior efetividade. Devendo destacar que os encaixes podem ter diferentes rendimentos dependendo de como utilizados e dispostos em diferentes construções.

Dessa forma podemos ressaltar que a investigação e análise do processo da fabricação digital ocorreram de forma produtiva e bem sucedida, conseguindo demonstrar o auxílio que a mesma possibilita a arquitetura.

A fabricação digital deveria ser abordada com uma maior frequência e ênfase nas escolas de arquitetura, visto que essa está cada vez mais presente na arquitetura e se mostra como o grande futuro para o seu desenvolvimento. Da mesma forma que sua implementação deveria ocorrer de maneira mais recorrente na construção civil.

Podemos também observar a possibilidade do uso dessa pesquisa como base para orientação na temática da fabricação digital, o sistema Wikihouse e toda a influência da tecnologia na arquitetura contemporânea.

REFERÊNCIAS

BARROS, Alexandre Monteiro de. Fabricação Digital: sistematização metodológica para o desenvolvimento de artefatos de ênfase em sustentabilidade ambiental. 2011. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/36350/000795305.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

CELANI, Gabriela; PUPO, Regiane Trevisan. Prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção: definições e estado da arte no Brasil. Disponível em: <www.mackenzie.br/dhtm/seer/ondex.php/cpgau/article/download/244/103> Acesso em 10/05/2015

CHING, Frank. Técnicas de construção ilustradas. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010

< <http://www.carpinteria.com.br/?gallery=detalhes-diversos> > Acesso em 10/05/2015

DUNN, Nick. 2012. Digital Fabrication in Architecture. London, Laurence King Publishing Ltd. 6-13p.

Design Fabrication Group, Digitally Fabricated House for New Orleans. Disponível em: <ddf.mit.edu/milestones/03> Acesso em 10/05/2015

ESPÓSITO, Sidnei Sérgio. O uso da madeira na arquitetura: séculos XX e XXI. Disponível em <www.usjt.br/biblioteca/mono_disser/mono_diss/051.pdf> Acesso em: 30/11/2015

GONZAGA, Armando Luiz. Madeira: Uso e Conservação / Armando Luiz Gonzaga. Brasília, DF: IPHAN/MONUMENTA, 2006. (Cadernos Técnicos; 6)

HERZOG, Thomas. Timber construction manual. Basel: Birkhäuser, 2008

KOLAREVIC, B. 2003. Architecture in the digital age: design and manufacturing. New York, Spon Press.

KOLAREVIC, B. Designing and Manufacturing Architecture in the Digital Age. USA, University of Pennsylvania. Architectural Information Management – 05 Design Process 3. 117-123 p.

LIMA, Fernanda; MEIRELLES, Célia M.; FLORIO, Wilson; Cugnasca, Mariana M. O potencial das novas tecnologias digitais e suas implicações no desenvolvimento de projetos de habitação em madeira. Disponível em <projedata.grupoprojetar.ufrn.br/dspace/bitstream/123456789/1659/1/211.pdf> Acesso em: 30/11/2015

< <http://www.minhacasaminhvida.gov.br/sobre-o-programa.html> > Acesso em: 02/08/2016

NARDELLI, E. S. 2007. Arquitetura e projeto na era digital. São Paulo, Arquitetura Revista Vol. 3, nº 1 : 28-36.

OXMAN, R. 2005. Theory and design in the first digital age. Design Studies, 27(2006):229-265.

< <https://www.pinterest.com/pin/504895808202185549/sent/> > Acesso em: 20/08/2015

VOLPATO, N. Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

ZANI, Antonio Carlos. Arquitetura em madeira [livro eletrônico]/Antonio Carlos Zani - Londrina : Eduel, 2013. 1 Livro digital. Disponível em < <http://www.uel.br/editora/portal/pages/livros-digitais-gratuitos.php> > Acesso em: 30/11/2015

Contatos: felipeoms31@gmail.com (IC) e luiz.backheuser@mackenzie.br (Orientador).