

Carla Cristina Secchi

**ARQUITETURA *OPEN SOURCE*: CAPACITAÇÃO, CRIAÇÃO E  
MATERIALIZAÇÃO COM SUPORTE DA FABRICAÇÃO  
DIGITAL**

Dissertação submetida ao Programa de  
Pós-Graduação em Arquitetura e  
Urbanismo da Universidade Federal de  
Santa Catarina.  
Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo  
Verzola Vaz

Florianópolis  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Secchi, Carla Cristina

Arquitetura Open Source: : Capacitação, Criação e  
Materialização com Suporte da Fabricação Digital /  
Carla Cristina Secchi ; orientador, Carlos Eduardo  
Verzola Vaz, 2019.

171 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós  
Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis,  
2019.

Inclui referências.

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Arquitetura Open  
Source. 3. Habitação. 4. Ensino de Arquitetura . I.  
Vaz, Carlos Eduardo Verzola. II. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação  
em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Memorando nº 12/PósARQ/2019.

Florianópolis, 12 de Julho de 2019.

Do: Coordenador do PósARQ

Para: Biblioteca Universitária

Prezados Senhores,

Informamos que o Prof. Dr. Jarryer Andrade de Martino, participou como Membro Externo na banca de defesa de dissertação, da aluna **CARLA CRISTINA SECCHI**, no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, PósARQ, e que por motivo de residir em outro estado o Coordenador do PósARQ assina em seu lugar.

Sem mais para o momento, ficamos a disposição para maiores esclarecimentos.

Atenciosamente,

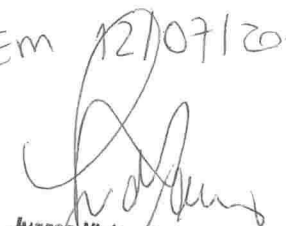
De acordo

Em 12/07/2019

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

PósARQ - CTC - UFSC

  
Prof. Dr. Fernando Simon Westphal  
Coordenador

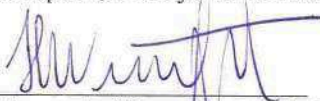
  
Juarez Vieira do Nascimento  
Superintendente de Pós-Graduação  
PROPG/UFSC  
Portaria nº 1422/2018/GR de 26/06/18

Carla Cristina Secchi

**ARQUITETURA *OPEN SOURCE*: CAPACITAÇÃO, CRIAÇÃO E  
MATERIALIZAÇÃO COM SUPORTE DA FABRICAÇÃO  
DIGITAL**

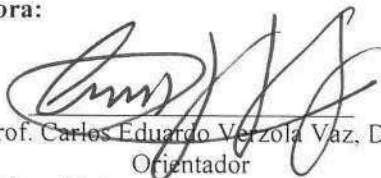
Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de  
“Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-  
graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade  
Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 12 de julho de 2019.



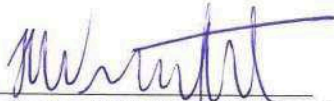
Prof. Fernando Simon Westphal, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Prof. Carlos Eduardo Verzola Vaz, Dr.  
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina




Prof. Jarryer Andrade de Martino, Dr.  
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof.ª Regiane Pupo, Dr.ª  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.<sup>a</sup> Thêmis da Cruz Fagundes, Dr.<sup>a</sup>  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Ayrton Portilho Bueno, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha estrela, que infelizmente já partiu, mas que sempre me guiou, dando forças e esperanças nos momentos mais difíceis.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para a conclusão da presente dissertação, em especial:

Ao meu companheiro de longa jornada Diego, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos dos últimos dois anos, não medindo esforços para me ajudar.

À minha família, meu pai Carlinho e minha irmã Keli.

Ao meu querido orientar Carlos Eduardo Verzola Vaz, pela sua compreensão, conhecimentos e dedicação, sempre acreditando em mim, contribuindo imensuravelmente para este estudo.

A todos os meus amigos, com carinho especial às minhas amigas Gladys, Patrícia e Luana, que estiveram sempre ao meu lado, ajudando e vivenciando esta etapa.

À Rede PRONTO 3D e à Regiane Pupo, minhas grandes inspirações para iniciar esta pesquisa.

À minha banca de qualificação e defesa pelas grandes contribuições.

À Unochapecó e ao curso de Arquitetura e Urbanismo da mesma instituição, por toda a infraestrutura que foi essencial para alcançar os resultados da pesquisa.

Aos alunos que participaram das minhas oficinas, com entusiasmo e comprometimento, em busca de novos conhecimentos.

Ao PósARQ e à UFSC que oportunizaram esta investigação.

Muito obrigado a todos!





*“We should be less interested in the idea of transgressing the normative, and more interested in reinventing what is normal” (PARVIN, p.95, 2013).*



## RESUMO

Os atuais avanços tecnológicos, possibilitados pelo contexto da Quarta Revolução Industrial, permitem a emergência de um novo paradigma na arquitetura: o *Open Source*. Este se configura como uma nova abordagem frente às tecnologias digitais, fazendo uso de um processo colaborativo e participativo *online*. O propósito da Arquitetura *Open Source* é oportunizar modelos de habitações em plataformas globais na *web*, as quais qualquer pessoa pode acessar e fazer *download* dos arquivos, adaptar às suas necessidades, fabricar em laboratórios de fabricação e prototipagem digitais e montar. A pesquisa e o ensino transformam e inovam os processos de produção habitacional. O ateliê pode ser compreendido como um grande laboratório de produção do conhecimento, o qual promove grandes avanços no processo de projeto, assim sendo, tecnologias atuais devem sempre ser incorporadas, para o contínuo avanço das inovações. Esta pesquisa parte do problema de identificar os fundamentos e conhecimentos que os alunos precisam compreender para desenvolver projetos *open source*. O objetivo é investigar quais os desafios e as dificuldades de inserir este novo método de projeção, fabricação e construção de habitações em ateliê de arquitetura. A metodologia utilizada no presente estudo se caracteriza como uma abordagem qualitativa, natureza aplicada, objetivos exploratórios e explicativos, além de se constituir como uma pesquisa-ação, a qual é aplicada em duas etapas: o levantamento de dados e a realização dos experimentos pedagógicos. Na primeira etapa são definidos os assuntos necessários para inserir a arquitetura de fonte aberta em estúdio de projeto, por meio de um traçado teórico dos três temas principais: Habitação; Arquitetura *Open Source*; e Ensino de Arquitetura. Já na segunda etapa, foram aplicadas a Oficina Piloto e a Oficina Final, com alunos de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Comunitária da Região de Chapecó - Unochapecó. Por meio da realização das experimentações em ateliê, repassando os fundamentos e conhecimentos definidos como essenciais sobre a investigação, todos os discentes conseguiram, com suporte da fabricação digital, criar, produzir e compartilhar um projeto *open source*. A averiguação apresenta considerações importantes ao que se refere um novo método de concepção em ateliê, que permite criações que não seriam possíveis com a forma tradicional de ensino nas escolas de arquitetura e que condiz com a atual realidade apresentada, do compartilhamento de informações globais.

**Palavras-chave:** Arquitetura *Open Source*. Habitação. Ensino de Arquitetura.

## ABSTRACT

The current technological advances, made possible by the context of the Fourth Industrial Revolution, allow the emergence of a new paradigm in architecture: Open Source. This is configured as a new approach front to digital technologies, making use of a collaborative and participative online. The purpose of Open Source Architecture is to provide housing models on global web platforms, which anyone can access and download files, adapt to your needs, manufacture in digital prototyping and fabrication laboratories and assemble. Research and teaching transform and innovate the processes of housing production. The atelier can be understood as a great knowledge production laboratory, which promotes great advances in the design process, so, current technologies must always be incorporated, for the continuous advancement of innovations. This research starts with the problem of identifying the fundamentals and knowledge that students need to understand to develop open source projects. The objective is to investigate the challenges and difficulties of inserting this new method of design, manufacture, and construction of dwellings in the atelier of architecture. The methodology used in the present study is characterized as a qualitative approach, applied nature, exploratory and explanatory objectives, besides being constituted as an action research, which is applied in two steps: the survey of data and the realization of pedagogical experiments. In the first stage, the subjects are defined as necessary to insert the open source architecture into a design studio, by means of the three main themes: Housing; Open Source Architecture; and Teaching of Architecture. Already in the second stage, the Pilot Workshop and the Final Workshop were applied, with students of Architecture and Urbanism of Universidade Comunitária da Região de Chapecó - Unochapecó. Through the realization of experimentations in the atelier, passing on the foundations and knowledge defined as essences on research, all the students have succeeded, with support of the digital fabrication, create, produce and share an open source project. The inquiry contains important considerations as a new method of design in the atelier, which allows creations that would not be possible with the traditional teaching in architecture schools and that is in keeping with the current reality presented, of the sharing of global information.

**Keywords:** Open Source Architecture. Housing. Teaching of Architecture.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura Dissertação.....	31
Figura 2 - Etapas do estudo.....	35
Figura 3 - <i>The Portable Colonial Cottage</i> .....	45
Figura 4 - O Palácio de Cristal.....	45
Figura 5 - Habitações pré-fabricadas da <i>Lustrou Corporation</i> .....	47
Figura 6 - <i>Fish Sculpture</i> (1992), Frank Gehry.....	48
Figura 7 - Museu <i>Guggenheim Bilbao</i> (1997), Frank Gehry.....	49
Figura 8 - Avanços tecnológicos ao longo do tempo.....	53
Figura 9 - Subdivisão da forma de modelos digitais.....	63
Figura 10 - Técnicas de conexões.....	64
Figura 11 - <i>Instant house</i> (2006).....	66
Figura 12 - <i>Wikihouse</i> (2011).....	67
Figura 13 - Casa Revista (2015).....	68
Figura 14 - Etapas da Oficina Piloto.....	77
Figura 15 - Definição dos conceitos a partir do referencial teórico.....	79
Figura 16 - Exemplo <i>structural waffle</i> .....	83
Figura 17 - Desenvolvimento da atividade proposta no <i>software Rhinoceros e plug-in Grasshopper</i> .....	87
Figura 18 - Planificação do modelo no <i>software Slicer Fusion 360</i> .....	88
Figura 19 - Prototipagem com corte à laser e montagem dos módulos habitacionais desenvolvidos.....	89
Figura 20 - Protótipo não concluído.....	90
Figura 21 - Alguns dos protótipos resultantes das turmas A e B.....	90
Figura 22 - Etapas Experimento Pedagógico Final.....	95
Figura 23 - Primeiro dia de Oficina.....	102
Figura 24 - Introdução aos <i>softwares</i> .....	103
Figura 25 - Exercício 01 repassado na oficina.....	104
Figura 26 - Exercício 02 repassado na oficina.....	105
Figura 27 - <i>Waffle Structural System</i> - Lift Architects (2008).....	106
Figura 28 - Programação <i>Waffle Structural System</i> .....	106
Figura 29 - Desenvolvimento da atividade proposta em duplas - turma A.....	107
Figura 30 - Desenvolvimento da atividade proposta em duplas - turma B.....	108
Figura 31 - Planificação de três protótipos no <i>software Slicer Fusion 360</i> - Turma A.....	109
Figura 32 - Planificação de um protótipo na programação <i>Waffle Structural System</i> - Turma A.....	109



Figura 33 - Planificação dos cinco protótipos da turma B no <i>software Slicer Fusion 360</i> . .....	110
Figura 34 - Corte a laser dos Protótipos - turmas A e B. ....	111
Figura 35 - <i>Upload</i> dos projetos desenvolvidos em plataforma <i>Open Source</i> . .....	112
Figura 36 - Montagem Protótipos - turma A.....	116
Figura 37 - Montagem Protótipos - turma B.....	117
Figura 38 - Protótipo que apresentou problemas na montagem – Turma A.....	118
Figura 39 - Protótipo finalizado dupla 01 - Turma A. ....	119
Figura 40 - Protótipo finalizado dupla 02 - Turma A .....	119
Figura 41 - Protótipo finalizado dupla 03 - Turma A. ....	120
Figura 42 - Protótipo finalizado dupla 04 - Turma A. ....	120
Figura 43 - Protótipo finalizado dupla 01 - Turma B.....	121
Figura 44 - Protótipo finalizado dupla 02 - Turma B.....	121
Figura 45 - Protótipo finalizado dupla 03 - Turma B.....	122
Figura 46 - Protótipo finalizado dupla 04 - Turma B.....	122
Figura 47 - Protótipo finalizado dupla 05 - Turma B.....	123
Figura 48 - Níveis de Satisfação da oficina. ....	126
Figura 49 - Projeto original e modelo modificado. ....	131
Figura 50 – Corte e acabamento das peças. ....	132
Figura 51 - Montagem da estrutura em escala 1:1. ....	133

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Trabalhos encontrados na busca da revisão sistemática sem aplicação dos critérios. ....	39
Tabela 2 - Trabalhos selecionados após aplicação dos critérios. ....	40
Tabela 3 - Trabalhos encontrados na busca da revisão narrativa. ....	41



**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Modelos disponibilizados em Plataforma Open Source (continua) .....	112
Quadro 2 - Critérios de avaliação dos modelos produzidos – turma A (continua) .....	123
Quadro 3 - Critérios de avaliação dos modelos produzidos – turma B. ....	124



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO: JUSTIFICATIVA, RELEVÂNCIA E PROBLEMA DE PESQUISA .....</b>	<b>25</b>
1.1	OBJETIVO GERAL .....	30
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	30
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	31
<b>2</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>33</b>
2.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	33
2.2	TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS .....	34
2.3	REVISÕES DA LITERATURA .....	35
<b>2.3.1</b>	<b>Revisão Sistemática .....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Revisão Narrativa.....</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>43</b>
3.1	HABITAÇÃO .....	43
<b>3.1.1</b>	<b>A Primeira Revolução Industrial.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1.2</b>	<b>A Segunda Revolução Industrial.....</b>	<b>46</b>
<b>3.1.3</b>	<b>A Terceira Revolução Industrial.....</b>	<b>48</b>
<b>3.1.4</b>	<b>A Quarta Revolução Industrial.....</b>	<b>52</b>
3.2	ARQUITETURA OPEN SOURCE .....	54
<b>3.2.1</b>	<b>Definições .....</b>	<b>54</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Compartilhamento em rede (Open Source).....</b>	<b>57</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Prototipagem e fabricação digitais.....</b>	<b>60</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Ferramentas de Modelagem.....</b>	<b>64</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Exemplos de arquitetura open source .....</b>	<b>65</b>
3.3	ENSINO DE ARQUITETURA.....	68
<b>3.3.1</b>	<b>Processo de projeto.....</b>	<b>73</b>
<b>4</b>	<b>OFICINA PILOTO .....</b>	<b>77</b>

4.1	FORMATO OFICINA PILOTO.....	77
4.1.1	<b>Etapa 01 - Definição dos conceitos e fundamentos necessários para inserir a arquitetura open source em ateliê a partir da reflexão do referencial teórico .....</b>	<b>78</b>
4.1.2	<b>Etapa 02 - Definição do local, do ferramental e das limitações da oficina.....</b>	<b>80</b>
4.1.3	<b>Etapa 03 - Definição da atividade da oficina: Concepção de módulos habitacionais simplificados .....</b>	<b>82</b>
4.1.4	<b>Etapa 04 - Organização da oficina por dia de atividade.....</b>	<b>84</b>
4.1.5	<b>Etapa 05 - Definição das técnicas para coleta de dados dos resultados da oficina .....</b>	<b>85</b>
4.2	RESULTADOS OFICINA PILOTO .....	85
4.2.1	Observações turmas A e B.....	85
4.2.2	Questionário turma A.....	91
4.2.3	Questionário turma B.....	92
4.2.4	Conclusões oficina piloto .....	92
5	<b>EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL .....</b>	<b>95</b>
5.1	FORMATO EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL .....	95
5.1.1	<b>Etapa 01 - Definição dos conceitos e fundamentos necessários para inserir a arquitetura open source em ateliê a partir da reflexão do referencial teórico .....</b>	<b>96</b>
5.1.2	<b>Etapa 02 - Definição do local, do ferramental e das limitações da oficina.....</b>	<b>97</b>
5.1.3	<b>Etapa 03 - Definição da atividade da oficina: Concepção de módulos habitacionais simplificados .....</b>	<b>98</b>
5.1.4	<b>Etapa 04 - Organização da oficina por dia de atividade.....</b>	<b>99</b>

<b>5.1.5 Etapa 05 - Definição das técnicas para coleta de dados dos resultados do experimento pedagógico final.....</b>	<b>100</b>
<b>5.2 RESULTADOS EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL .....</b>	<b>100</b>
<b>5.2.1 Observações Turma A e B.....</b>	<b>100</b>
<b>5.2.2 Questionários online.....</b>	<b>126</b>
<b>5.2.4 Conclusões oficina final .....</b>	<b>129</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>135</b>
<b>6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>137</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>139</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ONLINE APLICADO COM AS TURMAS A E B DA OFICINA PILOTO.....</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO ONLINE APLICADO COM A TURMA A DO EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.....</b>	<b>151</b>
<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO ONLINE APLICADO COM A TURMA B DO EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.....</b>	<b>157</b>
<b>APÊNDICE D – QUADRO PERGUNTA E RESPOSTA SOBRE ARQUITETURA OPEN SOURCE - TURMAS A E B – EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.....</b>	<b>163</b>
<b>APÊNDICE E – QUADRO PERGUNTA E RESPOSTA SOBRE A ATIVIDADE PROPOSTA - TURMAS A E B – EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.....</b>	<b>165</b>
<b>APÊNDICE F – QUADRO PERGUNTA E RESPOSTA SOBRE TRABALHAR COM O OBJETO DO COLEGA - TURMA B – EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.....</b>	<b>167</b>
<b>APÊNDICE G – QUADRO SUGESTÕES E APONTAMENTOS SOBRE A OFICINA - TURMAS A E B – EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.....</b>	<b>169</b>





## **1 INTRODUÇÃO: JUSTIFICATIVA, RELEVÂNCIA E PROBLEMA DE PESQUISA**

As tecnologias digitais, cada vez mais presentes, são incorporadas na arquitetura como forma de auxiliar a criatividade na concepção arquitetônica (VANZIN; BASTIANI; ALMEIDA, 2015), permitindo uma nova percepção projetual. Nesse aspecto, Cruz (p. 4, 2016) inicia seu estudo fazendo a seguinte pergunta: “Qual será o papel do arquiteto durante a ‘quarta revolução industrial’?”. Esta é uma pergunta, que de fato, possui significativa importância no contexto atual, onde muitos autores têm apontado que estamos já vivenciando a então chamada ‘Quarta Revolução Industrial’, que promete, segundo Schwab (2016), ser diferente de tudo o que a humanidade já presenciou, com inovações em inteligência artificial, impressão 3D, internet das coisas, robótica, nanotecnologia, biotecnologia, carros automatizados, compartilhamento em nuvem e armazenamento de energia. Chama atenção que muitos destes termos já estão presentes no dia-a-dia, comprovando que a quarta revolução já está em curso.

A evolução da habitação na história é marcada pelas revoluções industriais. Cada revolução foi fundamental e impactante para chegar nas atuais tipologias arquitetônicas e seu processo de construção. Deste modo, é importante ressaltar as três revoluções industriais anteriores, que propiciaram chegar no atual ponto em estudo, onde se discute a Quarta Revolução Industrial. De acordo com Cruz (2016), a primeira revolução industrial, que pode ser chamada de pré-industrialização, foi marcada por profissionais especialistas em áreas distintas, o que resultava em produtos personalizados, porém de alto custo; Já a segunda revolução, é marcada pela produção em série fordista, a qual possibilitava aos consumidores o acesso a produtos com baixo custo, porém padronizados e sem personalização; Por fim, a terceira revolução, é marcada pelo advento da internet e das tecnologias digitais, permitindo o acesso a produtos personalizados e com valor acessível (CRUZ, 2016). As revoluções industriais constituem-se como fatores primordiais na história, impactando diretamente na produção arquitetônica.

Neste cenário, com as tecnologias e mídias digitais cada vez mais presentes no dia-a-dia, o compartilhamento de informações acontece o tempo todo, seja por aplicativos, plataforma de buscas, sites, blogs, e tudo o que a internet possibilita. Em um primeiro momento, esse compartilhamento de informações pode ocasionar incertezas e inseguranças, pois são dados que podem ser acessados por qualquer indivíduo conectado em rede, porém, é necessário utilizar esse avanço de

forma positiva, onde conhecimento, inovações e evolução são gerados, a partir de ideias compartilhadas, onde o foco é justamente gerar um novo conhecimento.

Na arquitetura, os avanços tecnológicos no contexto atual compreendem os processos de fabricação e prototipagem digitais, e com eles os equipamentos que possibilitam a materialização da forma, como impressoras 3D, máquinas de corte a laser e maquinários *Computer Numerically Controlled* - CNC. Essas ferramentas digitais fomentam uma nova perspectiva na arquitetura, com maior personalização, customização, eficiência, economia, flexibilidade e adaptação (GARDNER, 2013). Seguindo a mesma perspectiva, o compartilhamento em nuvem de arquivos possibilita a democratização do acesso, com uma construção coletiva de novas ideias, podendo ter acessos e modificações por qualquer pessoa, contribuindo na criatividade em rede.

De acordo com Parvin (2013), as tecnologias digitais permitiram a emergência de novos conceitos na arquitetura: o *open source* (fonte aberta) e o *DIY - Do it yourself* (faça-você-mesmo), os quais estão intimamente ligados com as mídias digitais, o compartilhamento de ideias e a construção de uma criatividade coletiva. O primeiro termo, *open source*, oportuniza o compartilhamento de ideias na rede, possibilitando o acesso por diferentes indivíduos e o aprimoramento das ideias, com a soma da colaboração. Já o segundo termo, *DIY*, parte da busca da população pela produção de seus próprios produtos, beneficiando-se com os arquivos *open source* e contribuindo com mais ideias em rede. Esta tendência iniciou com os primeiros *laptops* de uso pessoal, avançando na possibilidade de cada indivíduo poder desenhar e produzir seus produtos em casa, com máquinas de uso pessoal, saindo da perspectiva de máquinas somente industriais (ZAPATA, 2007). O mercado está cada vez mais investindo neste nicho, produzindo maquinários de porte reduzido, inteligíveis e baratos. Aliado a este avanço, pode-se utilizar o termo arquitetura *open source*, permitindo que a produção de habitações esteja em todo lugar (RATTI et al., 2011). Diante deste contexto apresentado, Cruz (p. 17, 2016) reforça:

A questão com a qual nos deparamos neste momento é: Como pode o conhecimento de diversas técnicas de prefabricação, em parceria com estas novas tecnologias (as ferramentas digitais CAD e CAM, os processos de prototipagem rápida, as máquinas CNC), e a nova mentalidade do consumidor (uma mentalidade

DIY, que cada vez mais quer interagir mais com o processo de criação) dar origem a uma nova era também para a arquitetura? Arquitetura essa que será feita por e para todos.

Como salienta Parvin (2013), somente 2% das edificações do mundo são projetadas por arquitetos, sendo essas edificações para o 1% mais rico da sociedade, contexto este, que é resultado da supervalorização do profissional de arquitetura, criada ao longo dos séculos e que coloca o custo de um projeto elevado para uma população que não têm condições para adquirir. Porém, é importante lembrar, que apesar dos arquitetos projetarem somente para o 1% mais rico, são os outros 99% que habitarão essas construções, pois são os grandes investidores que produzem os aglomerados habitacionais, acarretando em produção em massa e projetos não planejados de acordo com as necessidades de quem habitará a edificação (PARVIN, 2013). Logo, as práticas de compartilhamento de ideias e arquitetura *open source* contribuem como forma acessível de alcançar uma população excluída do sistema habitacional de qualidade, onde o próprio cliente possui uma participação ativa, podendo fazer *download* das peças que compõe uma edificação, fabricar em um laboratório de fabricação e prototipagem digitais e montar sua residência, voltado ao pensamento *DIY* já apresentado. Neste contexto, caracteriza-se um dado importante, apresentado pelo IBGE (2018), o qual aponta que em 2016, 64,7% da população brasileira possuía acesso à internet, utilizando tanto em computadores como em *smartphones*, constituindo um relevante contexto da inserção das tecnologias e mídias digitais no Brasil, alterando o modo de criação nas mais diversas áreas.

O desenvolvimento e crescimento da comunidade *open source* iniciou com os primeiros *softwares* de código aberto que foram disponibilizados na *web*, mudando assim o rumo do mercado e da economia, com produtos e aplicativos desenvolvidos pela contribuição de diferentes indivíduos, que passaram quase a superar os produtos pagos e exclusivos. Zapata (2007) afirma que uma comunidade de código aberto não deve ser vista como altruísta, mas sim, como uma colaboração entre indivíduos, na construção de ideias e soluções melhores. Complementando, Parvin (p. 93, 2013, tradução nossa<sup>1</sup>) ainda propõe: “Seja preguiçoso como uma raposa. Não reinvente a roda em todos os

---

<sup>1</sup> Texto original: “*Be lazy like a fox. Do not reinvent the wheel with every project: take what already works and tweak it to your needs. Share the workload*” (PARVIN, p. 93, 2013).

projetos: pegue o que já funciona e ajuste-o de acordo com as suas necessidades. Compartilhe a carga de trabalho”.

A arquitetura *open source* vem sendo discutida nas últimas duas décadas em conformidade com o crescimento do número de profissionais e organizações da área de arquitetura que disponibilizam arquivos *open source* em rede, contribuindo desde desenhos simples, até sistemas de autoconstrução, porém, ainda encontram dificuldades (RATTI et al., 2011). Sendo uma comunidade colaborativa, que está em constante crescimento e aprimoramento, é normal que ainda levará um tempo para se tornar acessível e fornecer projetos que se adaptem às diferentes regiões e contextos. Zapata (2007) complementa que no século 21, as fábricas estão em todo lugar. Este cenário já é vivenciado, onde indivíduos já possuem sua própria impressora 3D ou máquina de corte na garagem, fabricando suas coisas com ajuda do compartilhamento que a rede proporciona, criando uma sociedade do conhecimento feita pela comunidade e para a comunidade.

A arquitetura *open source* possui um grande potencial ao se trabalhar com projetos sociais, pois leva em consideração os desafios urbanísticos e habitacionais das grandes cidades e as mudanças climáticas, que afetarão ainda mais as habitações em risco (NARDELLI, 2010). Desta forma, a arquitetura *open source* prevê que habitações disponibilizadas em rede possam ser baixadas por quem precisa, adaptadas às necessidades de cada região e cortadas/fabricadas em laboratórios locais e montadas pelos próprios moradores (PASSARO; ROHDE, 2015).

A pesquisa e o ensino transformam e inovam os processos de produção habitacional. O ateliê pode ser compreendido como um grande laboratório de produção do conhecimento, o qual promove avanços no processo de projeto, assim sendo, tecnologias atuais devem sempre ser incorporadas, para o contínuo avanço das inovações. Porém, a forma que se ensina e produz habitação em ateliê ainda é tradicional, podendo ser considerada prototípica, pois de acordo com Kieran e Timberlake (2004), cada edificação é projetada para um cliente e o teste é feito na obra, que muitas vezes ocasiona erros, desperdício e atrasos. Nesse sentido, já existem diversos métodos e ferramentas que permitem produzir habitações de outras maneiras, envolvendo tecnologias, entretanto, poucas são as universidades que introduzem isso em ateliê. Quando se discute a arquitetura *open source*, vários são os conceitos, fundamentos e conhecimentos envolvidos. Desta forma, como se introduz isso em ateliê? Como enfatiza Claro e Jordão (2014), o século XXI encaminhou a sociedade a um novo paradigma, no qual as mídias digitais e as

Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) incorporam no modo de produzir e propagar o conhecimento. Nesse sentido, a internet forma uma rede de conhecimentos, que pode ser acessada em tempo real, em simultâneo com novas publicações acadêmicas, arquivos digitais, vídeos, entre outros. Essa perspectiva, de acordo com os autores, influencia diretamente no ensino de projeto, pois tecnologias passam a ser utilizadas com mais frequência nos ateliês, mudando a forma de projetar e representar a arquitetura.

A tecnologia da informação, a mídia digital e os dispositivos móveis, segundo Abel, Brown e Suess (2013), possuem um papel fundamental para uma nova fase no ensino superior, na qual a base é a conexão de tudo e de todos em rede. De acordo com os autores, este processo pode ser definido como ‘aprendizagem conectada’, que transforma as instituições de ensino, os docentes e, principalmente, os acadêmicos. A aprendizagem conectada adquire seu diferencial quando passa a integrar e conectar pessoas, recursos, experiências, conteúdos e comunidades distintas, possuindo um alcance global (ABEL; BROWN; SUESS, 2013). Fica evidente que a sociedade do conhecimento está, sem dúvida, passando por intensas mudanças, e embora não esteja completamente condicionada pelas tecnologias e mídias digitais, estas possibilitam cenários completamente diferentes, onde o compartilhamento de informações, das mais diversas fontes globais, integram diferentes conteúdos, assuntos e informações, impulsionando o modo de criação, associação e dispersão do conhecimento, “ou seja, não é mais possível entender o conhecimento como algo monodisciplinar, mas sim, interdisciplinar” (MANHÃES et al., p. 71, 2015).

O *Horizon Report* é um relatório que envolve diversos especialistas de diferentes países, e apresenta as tecnologias emergentes que impactam na educação e na aprendizagem do ensino superior nos próximos cinco anos (BECKER et al., 2017). A edição de 2017 apresentou como uma das principais tendências acelerando a adoção e o desenvolvimento de tecnologia no ensino superior o *Collaborative Learning* (Aprendizado colaborativo) e o *Mobile Learning* (Aprendizagem móvel). Essas duas tendências do ensino superior para os próximos cinco anos enfatizam a construção social do conhecimento, por meio de comunidades *online*, mídias sociais e compartilhamento de informações, além de reafirmam a grande tendência e potencialidade dos dispositivos móveis como ferramentas educacionais (BECKER et al., 2017). É inegável o fato que a sociedade está transitando por uma nova revolução. Nunca antes houve tanto acesso à informações e tecnologias. Esse fator transforma a sociedade e os alunos, que estão constantemente

conectados em rede. Desta forma, é necessário utilizar todo esse avanço como uma progressão no ensino, aliando tecnologias e mídias digitais.

O cenário apresentado só afirma o grande potencial e a efetivação dos processos colaborativos e *online* de aprendizagem, no qual a arquitetura *open source* se insere. O alcance global de uma arquitetura feita por todos e para todos, como apontado por Parvin (2013) e sua inserção no ensino, como apresentado no *Horizon Report* por Becker et al. (2017), já é realidade. Desta forma, unir a tendência global do compartilhamento em rede com um novo processo de projeto (arquitetura *open source*) e inserção em ateliê sugere uma perspectiva de grandes avanços e aprendizagem acadêmica. De acordo com Lawson (p. 18, 2011) “não podemos mais nos dar ao luxo de mergulhar o estudante de arquitetura ou de desenho industrial em alguns ofícios tradicionais. Em vez disso, eles têm que aprender a avaliar e aproveitar a nova tecnologia enquanto ela se desenvolve”.

Diante dessa discussão, aliando habitação, ensino e tecnologia, o presente estudo busca identificar **quais os fundamentos e conhecimentos que os alunos precisam compreender para desenvolver projetos *open source*, de modo a introduzir um método diferente de criação de projeto em ateliê de arquitetura.**

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Introduzir os conceitos de Arquitetura *Open Source* em ateliê de arquitetura, visando compreender quais os desafios e dificuldades de inserir um novo método de projeção, fabricação e construção de habitações, que faz o uso de uma abordagem colaborativa e participativa *online*.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar quais fundamentos, conhecimentos e ferramentais são necessários para introduzir a arquitetura *Open Source* em ateliê de projeto, a partir de um traçado teórico por meio da revisão da literatura;
- Aplicar uma oficina piloto, como forma de experimentação e averiguação dos procedimentos adotados, para então a realização de um experimento pedagógico final da pesquisa;
- Realizar um experimento pedagógico final, a partir das reflexões obtidas pela oficina piloto aplicada, buscando compreender as dificuldades e os desafios de introduzir os conceitos de arquitetura *open source* em ateliê;

- Verificar a mudança do processo de projeto do estudante de arquitetura, quando submetido à um novo método de projeção, averiguando quais os aspectos positivos e sua contribuição na formação acadêmica;

- Compreender como se dará a comunicação e o comportamento dos estudantes quando submetidos à um processo de projeto colaborativo, com troca de informações e arquivos entre si, analisando a interoperabilidade do processo como um todo.

### 1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação é composta por seis capítulos: **Introdução; Procedimentos Metodológicos; Referencial Teórico; Oficina Piloto; Experimento Pedagógico Final; e Conclusões** (Figura 1).

Figura 1 - Estrutura Dissertação.



Fonte: A autora (2019).



A **Introdução** aborda a relevância da pesquisa, sua justificativa e o problema em questão, com posterior objetivos geral e específicos, além da estrutura da dissertação.

Na sequência são apresentados os **procedimentos metodológicos**, divididos em caracterização da pesquisa, técnicas de coletas de dados e revisões da literatura (sistemática e narrativa).

O **referencial teórico** aborda os três temas principais do estudo, os quais estão divididos nos seguintes subcapítulos: Habitação; Arquitetura *Open Source*; e Ensino de Arquitetura. A partir dos quais foram identificados os conhecimentos e fundamentos necessários para introduzir a Arquitetura *Open Source* em ateliê, respondendo assim, parte do problema de pesquisa.

O próximo capítulo é a **oficina piloto**, com apresentação de seu formato e resultados, sendo realizada como forma averiguação, para então a aplicação da experimentação final.

O quinto capítulo apresenta o formato e os resultados do **experimento pedagógico final**, elaborado e aplicado a partir das reflexões e resultados obtidos com a oficina piloto.

Por fim, o último capítulo expõe as **conclusões** resultantes da investigação, relacionando com os objetivos propostos e alcançados, além de recomendações para trabalhos futuros.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo se refere aos procedimentos metodológicos adotados no presente estudo, apresentados em três subcapítulos: Caracterização da pesquisa; Técnicas de coleta de dados, juntamente com as etapas da investigação; e por fim, as Revisões da Literatura realizadas.

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa pode ser classificada quanto à sua **abordagem qualitativa**, quanto à sua **natureza aplicada**, quanto aos seus objetivos **exploratórios** e **explicativos** e quanto ao seu procedimento, ou seja, o tipo da pesquisa, entendida como **pesquisa-ação**.

Conforme Silveira e Córdova (2009), a abordagem do estudo é **qualitativa**, pois o foco é o aprofundamento do tema, e não a quantificação, no qual o objetivo é gerar novos conhecimentos sobre o tema em análise, com uma variedade de fontes de informação. Complementando, Marconi e Lakatos (2010) afirmam que ocorre uma maior aproximação com o objeto de estudo na coleta e análise dos dados da pesquisa qualitativa, sendo o processo tão importante quanto os resultados obtidos. Quanto à natureza **aplicada**, esta se caracteriza por gerar novos conhecimentos, a partir de aplicações práticas para resolver o problema da averiguação (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

Com relação ao caráter **exploratório**, este é definido pela busca de um maior aprofundamento do problema, envolvendo, principalmente, levantamento bibliográfico e entrevistas com participantes de experiências práticas (GIL, 2008). Já o caráter **explicativo**, é estabelecido pela verificação do que é necessário para introduzir a arquitetura *open source* em ateliê, ou seja, pretende verificar os aspectos que determinam ou contribuem no acontecimento do fato (GIL, 2008), caracterizando-se assim, como um estudo mais profundo, com o objetivo de explicar o problema por meio dos resultados (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

Já a **pesquisa-ação**, é aqui selecionada como o tipo da pesquisa, por se tratar de uma investigação social, que segundo Thiollent (1988), é elaborada a partir de um problema e promovida por meio de uma ação (neste caso, as oficinas), na qual o pesquisador e os participantes estão envolvidos de um modo cooperativo e participativo para chegar nos resultados. Fonseca (2002) complementa que na pesquisa-ação, há um planejamento da participação do pesquisador na situação a ser investigada, utilizando sua própria compreensão, conhecimento e

compromisso para realização do estudo. Deste modo, o investigador, possui uma participação ativa e uma relação próxima com os sujeitos do experimento, trazendo seus conhecimentos para a concretização da ação, possuindo implicações importantes no resultado (FONSECA, 2002).

## 2.2 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Marconi e Lakatos (2010) definem que a pesquisa qualitativa pode ser constituída por diferentes técnicas e instrumentos de coleta de dados. Desta forma, as **técnicas de coleta de dados** que serão utilizadas na presente pesquisa, são: **experimentos pedagógicos (oficinas em ateliê)**; **observações**; e **questionários**. Além destes, a **revisão sistemática** e a **revisão narrativa** foram utilizadas para conceber a revisão da literatura, e assim, construir o referencial teórico. De acordo com Dmitruk (2012, p.186) “O método representa o “caminho”; define “o que fazer”, as etapas a serem vencidas para alcançar os objetivos propostos”. Assim, para alcançar os objetivos propostos, o presente estudo acontecerá em duas etapas distintas, com aplicação das técnicas de coleta de dados citados acima:

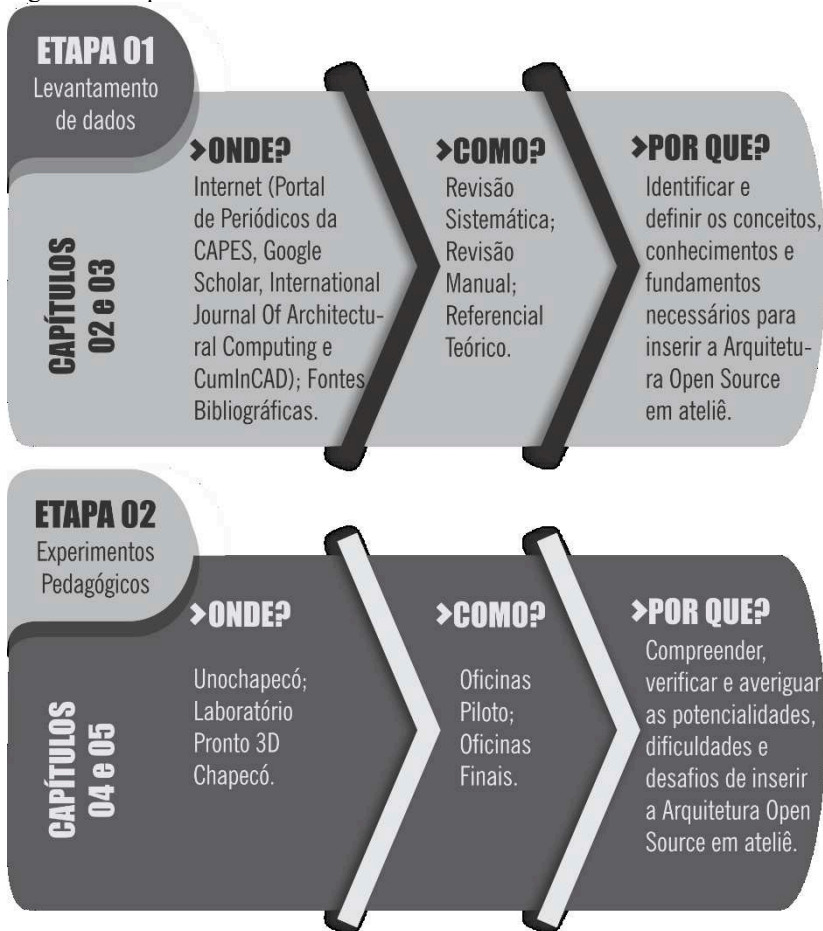
**Etapa 01 - Levantamento de dados:** Para o levantamento de dados, serão utilizadas duas técnicas de revisão da literatura, a **revisão sistemática** e a **revisão narrativa**, nas quais os três temas principais do estudo serão pesquisados: habitação; arquitetura *open source*; e ensino de arquitetura. Essa primeira etapa do trabalho envolve a construção do referencial teórico, que será apresentado no capítulo três deste estudo, identificando os conhecimentos e fundamentos necessários para introduzir a arquitetura *open source* aos estudantes de arquitetura em ateliê.

**Etapa 02 – Realização do Experimento pedagógico:** A realização de um experimento pedagógico, no formato de oficina, parte dos conceitos que definem a arquitetura *open source*, identificados no referencial teórico (capítulo três), por meio da abordagem dos temas principais do trabalho. Com o decorrer da pesquisa, viu-se a necessidade de aplicação de uma oficina piloto, antes da realização do experimento pedagógico final, como forma de verificação e experimentação dos procedimentos que serão definidos e adotados, obtendo assim, uma predefinição dos resultados que serão encontrados. Desta forma é possível tirar algumas conclusões a partir da oficina piloto, para aprimorar o experimento pedagógico final, sugerindo melhorias em sua estrutura. O formato da oficina piloto, assim como seus resultados, são apresentados no capítulo quatro deste estudo. Já o formato do experimento pedagógico

final e seus resultados, são mostrados no capítulo cinco. Para a coleta de dados das oficinas, como já citado, serão utilizadas observações e questionários *online*.

A Figura 2 exemplifica as duas etapas descritas do estudo.

Figura 2 - Etapas do estudo.



Fonte: Freepik. Adaptado pela autora (2019).

### 2.3 REVISÕES DA LITERATURA

As revisões da literatura fazem parte da Etapa 01 do estudo, buscando elencar os principais referenciais sobre o assunto, para uma

construção completa e estruturada do referencial teórico (capítulo três). Para tanto, foram utilizados os três temas principais, como base para as buscas. Abrange a revisão sistemática e a revisão narrativa, apresentadas nos próximos subitens.

### **2.3.1 Revisão Sistemática**

De acordo com Botelho, Cunha e Macedo (2011), dentre os tipos de revisão da literatura, destacam-se dois grandes grupos: a Revisão Narrativa e a Revisão Bibliográfica Sistemática. Segundo os autores, a revisão narrativa é normalmente utilizada para pesquisas de assuntos determinados, porém sem rigor científico, onde os critérios de busca de fontes de informação partem da investigação pessoal do autor, não sendo necessário uma busca exaustiva e que esgote os dados sobre determinado assunto. Com isso, atinge-se o objetivo mais rapidamente e com uma boa base de informações sobre o determinado assunto, porém sem um método que permita reprodução. Já a Revisão Bibliográfica Sistemática é uma investigação científica, que segundo Whitemore e Knafl (2005) subdivide-se em quatro métodos: meta-análise, revisão sistemática, revisão qualitativa e revisão integrativa.

A revisão sistemática foi o método escolhido para a revisão da literatura do presente estudo, pois é elaborada para responder a pergunta, ou problema de pesquisa, utilizando para isso uma metodologia específica, onde a coleta e análise dos dados é feita por uma sequência de passos sistemáticos e que permitem a reprodução (ROTHER, 2007; CORDEIRO et al., 2007). Ou seja, se outro indivíduo refizer a revisão sistemática seguindo os mesmos passos, encontrará os mesmos resultados. Com isso, a pesquisa adquire rigor científico e uma busca precisa e minuciosa de informações relevantes e essenciais para o estudo. Souza, Silva e Carvalho (2010) complementam que a revisão sistemática, por ter seu perfil mais rigoroso, é indicada para pesquisas experimentais, onde conduz o pesquisador para o seu objetivo, sem possíveis direções opostas, chegando a um resultado com relevância dos dados e validade.

Uma revisão sistemática deve seguir os seguintes passos: Definição da pergunta de pesquisa clara; Definir as estratégias de busca, com definição de palavras-chaves e base de dados; Determinar os critérios de inclusão ou exclusão dos artigos; Aplicar as buscas nas bases de dados; Aplicar os critérios de seleção de artigos, justificando; Analisar e avaliar os estudos encontrados; Construir um resumo crítico e sucinto das informações dos artigos; e expor as conclusões da revisão (SAMPAIO; MANCINE, 2007).

Desta forma, com o problema da presente pesquisa definido, a revisão sistemática deu início e foi realizada em julho de 2018, seguindo além dos passos definidos por Sampaio e Mancine (2007), o material desenvolvido por Alves et al. (2012) e disponibilizado pela biblioteca universitária da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Seguindo os passos para a revisão sistemática, foram delimitadas três palavras-chaves principais de estudo: **Habitação**, **Ensino de Arquitetura** e **Arquitetura *Open Source***. A partir destas, foram pesquisados sinônimos e termos de busca correlatos, combinando-os entre si. Foram também utilizadas variações das palavras em plural e singular e no idioma inglês. Os descritores definidos foram: Habitação; arquitetura; história da habitação; evolução da habitação; personalização em massa; customização em massa; autoconstrução; pré-fabricação; revolução industrial; quarta revolução industrial; indústria 4.0; modularização; *housing*; *architecture*; *habitation*; *history of housing*; *evolution of housing*; *mass customization*; *self-construction*; *pre-fabrication*; *industrial revolution*; *fourth industrial revolution*; *industry 4.0*; *modularization*; ensino de arquitetura; processo de projeto; ateliê de projeto; *architecture learning*; *architectural education*; *design process*; *design learning process*; *design studio*; *architectural design*; arquitetura *open source*; arquitetura de fonte aberta; prototipagem rápida; prototipagem digital; fabricação digital; FABLAB; CAD-CAM; parametrização; mídias digitais; redes sociais; TI; tecnologias da informação e comunicação; *wikihouse*; *DIY*; *open source architecture*; *rapid prototyping*; *digital fabrication*; *digital prototyping*; *fabrication laboratory*; *computational design*; *generative systems*; *parametric process*; *digital media*; *online social media*; *information technology and communication*; *wikihouse*; *do it yourself*; *on-demand housing*.

Devido à grande quantidade de descritores, recursos de busca foram utilizados, como: **tesauros**, que é um vocabulário controlado de determinada área do conhecimento; **operadores booleanos**, para relacionar e combinar palavras ou expressões, utilizando o AND que restringe a busca e o OR que amplia; **Aspas**, para pesquisar expressões ou frases; e **parênteses** que agrupa os recursos de busca. As **combinações** feitas a partir dos recursos de busca foram:

- (habitação OR arquitetura) AND (“ensino de arquitetura”) AND (“arquitetura *open source*” OR “arquitetura de fonte aberta”);
- (*housing* OR *architecture* OR *habitation*) AND (“*architecture learning*” OR “*architectural education*”) AND (“*open source architecture*”);

- (habitação OR arquitetura) AND (“história da habitação” OR “evolução da habitação” OR “personalização em massa” OR “customização em massa” OR autoconstrução OR pré-fabricação OR “revolução industrial” OR “quarta revolução industrial” OR “indústria 4.0” OR modularização);

- (*housing* OR *architecture* OR *habitation*) AND (“*history of housing*” OR “*evolution of housing*” OR “*mass customization*” OR *self-construction* OR *pre-fabrication* OR “*industrial revolution*” OR “*fourth industrial revolution*” OR “*industry 4.0*” OR *modularization*);

- (“ensino de arquitetura” OR “ensino de habitação”) AND (“processo de projeto” OR “ateliê de projeto”)

- (“*architecture learning*” OR “*architectural education*”) AND (“*design process*” OR “*design learning process*” OR “*design studio*” OR “*architectural design*”);

- (“*arquitetura open source*” OR “*arquitetura de fonte aberta*”) AND (“prototipagem rápida” OR “prototipagem digital” OR “fabricação digital” OR FABLAB OR CAD-CAM OR parametrização OR “mídias digitais” OR “redes sociais” OR TIC OR “tecnologias da informação e comunicação” OR *wikihouse* OR *DIY*);

- (“*open source architecture*”) AND (“*rapid prototyping*” OR “*digital fabrication*” OR “*digital prototyping*” OR “*fabrication laboratory*” OR “*computational design*” OR “*generative systems*” OR “*parametric process*” OR “*digital media*” OR “*online social media*” OR “*information technology and communication*” OR *wikihouse* OR “*do it yourself*” OR “*on-demand housing*”).

Essas combinações foram utilizadas para a busca de conteúdo no portal de periódicos da CAPES, na ferramenta de busca *Google Scholar*, no *International Journal Of Architectural Computing* e na plataforma de indexação CumInCAD, esta última por se tratar de uma plataforma com publicações em Projeto Assistido por Computador (*Computer Aided Architectural Design*) apoiado pelas associações ACADIA, CAADRIA, eCAADe, SIGRADi, ASCAAD e CAAD *Futures*. Para a busca foram utilizados filtros avançados, com limitação de artigos publicados nos últimos 10 anos, revisados em pares e em qualquer idioma, resultando assim em **406 artigos**, relacionados e classificados de acordo com o tema na Tabela 1.

Tabela 1 - Trabalhos encontrados na busca da revisão sistemática sem aplicação dos critérios.

TEMAS PESQUISADOS	BASE DE DADOS UTILIZADAS				TOTAL POR TEMAS
	Portal de Periódicos da CAPES	Google Scholar	<i>International Journal Of Architectural Computing</i>	CumIn-CAD	
Habitação	36	118	-	-	154
Arquitetura <i>Open Source</i>	27	72	26	36	161
Ensino de Arquitetura	8	80	-	3	91
<b>TOTAL</b>	71	270	26	39	<b>406</b>

Fonte: A autora (2018).

Para os artigos encontrados acima, foram estabelecidos alguns critérios de inclusão e exclusão: pertinência e relação com o tema por meio da leitura dos resumos; descritores utilizados para a busca presentes nos resumos dos artigos ou nas palavras-chaves; eliminação de trabalhos duplicados; e artigos de acesso livre. Além disso, muitos artigos, principalmente no idioma inglês, associam arquitetura *open source* à arquitetura de sistemas/*software*, sendo também um critério de exclusão. A Tabela 2, relaciona os artigos selecionados para leitura completa, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.



Tabela 2 - Trabalhos selecionados após aplicação dos critérios.

TEMAS PESQUISADOS	BASE DE DADOS UTILIZADAS				TOTAL POR TEMAS
	Portal de Periódicos da CAPES	Google Scholar	<i>International Journal Of Architectural Computing</i>	CumIn-CAD	
Habitação	03	03	-	-	06
Arquitetura Open Source	09	05	02	08	24
Ensino de Arquitetura	01	13	-	-	14
<b>TOTAL</b>	13	21	02	08	<b>44</b>

Fonte: A autora (2018).

### 2.3.2 Revisão Narrativa

A revisão narrativa realizada também pode ser considerada uma revisão manual, pois foram pesquisados assuntos específicos do presente estudo, porém sem uma metodologia que permita reprodução (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011). Os assuntos pesquisados basearam-se em autores e trabalhos conhecidos já das áreas (como ex. Pupo, Celani, Parvin, Kolarevic, Ratti), além de buscas aleatórias no portal de periódicos da CAPES e *Google Scholar* com as palavras chaves principais da pesquisa (habitação, arquitetura *open source* e ensino de arquitetura), combinando-as entre si, utilizando também os termos *Digital Fabrication*; *Rapid Prototyping*; *open source architecture*; *wikihouse*; e *design learning process*.

A primeira busca da revisão narrativa ocorreu em novembro/dezembro de 2017, em que obteve-se 63 trabalhos. Outra busca foi realizada em maio de 2018, focando mais em *open source architecture*, *industry 4.0* e *architecture learning* resultando em 33 trabalhos. Utilizou-se também o Catálogo Pergamum da Biblioteca Universitária (BU) da UFSC, buscando encontrar livros da área. Foram

selecionados 06 livros relevantes. Para tais trabalhos, também foram aplicados critérios de inclusão e exclusão, com leitura dos resumos. A Tabela 3 apresenta os trabalhos encontrados nessa revisão narrativa, divididos por tema.

Tabela 3 - Trabalhos encontrados na busca da revisão narrativa.

TEMAS PESQUISADOS	BASE DE DADOS UTILIZADAS			TOTAL POR TEMAS
	Portal de Periódicos da CAPES	<i>Google Scholar</i>	Catálogo Pergamum BU - UFSC	
Habitação	03	09	01	13
Arquitetura <i>Open Source</i>	10	12	02	24
Ensino de Arquitetura	04	5	-	09
<b>TOTAL</b>	17	26	3	<b>46</b>

Fonte: A autora (2018).

A partir das duas revisões da literatura realizadas (sistemática e narrativa), foi obtido o conhecimento que permitiu a construção do referencial teórico, que será apresentado no próximo capítulo.



### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico, que é abordado no presente capítulo, busca trazer os principais temas pertinentes à idealização do estudo. A discussão formada pelos três temas principais do estudo (habitação, arquitetura *open source* e ensino da arquitetura) é fundamentada a partir da busca realizada na revisão da literatura (capítulo dois). Pretende-se, portanto, a partir dos três temas principais, resgatar brevemente a história e a evolução na forma de produção habitacional, por meio das revoluções industriais, até chegar no momento em que se discute a quarta revolução industrial, ou indústria 4.0, na qual o desenvolvimento tecnológico dá suporte à outras maneiras de se trabalhar com a arquitetura, o que possibilita e fomenta o desenvolvimento da arquitetura *open source*, podendo ser considerado um novo método de projetar. Logo, como se introduz esse novo conceito em ateliê? Diante do quadro atual das tecnologias, discute-se o ensino de arquitetura, quais os principais fundamentos e o desafio de inserir um novo método de projeto nos ateliês de arquitetura.

Desta forma, o referencial teórico será dividido em três subcapítulos: Habitação; Arquitetura *Open Source*; e Ensino de Arquitetura.

#### 3.1 HABITAÇÃO: DA MÁQUINA À VAPOR A SOCIEDADE CONECTADA

Andrade (2017) aponta que as Revoluções Industriais são marcos evolutivos da sociedade, mudando parâmetros sociais, econômicos e políticos, com introdução de tecnologias e novos processos de produção. Na arquitetura, o contexto das revoluções industriais foi de significativa importância para mudanças na forma de projetar, fabricar e construir habitações devido aos grandes problemas urbanísticos que passaram a incorporar nas cidades, resultado do aumento significativo da população urbana ocasionado pelo êxodo rural (PEREIRA, 2010). Desta maneira, novas técnicas construtivas começaram a ser utilizadas na construção, como a pré-fabricação.

Portanto, para o aprofundamento dos avanços nos sistemas habitacionais e sua evolução no atual contexto de produção automatizada e customizada, cabe fazer um resgate das três revoluções industriais já vivenciadas. Dentre a metade do século XVIII até o início do século XIX, decorreu a Primeira Revolução Industrial; Já a Segunda Revolução Industrial, foi marcada pela primeira e segunda guerras mundiais, onde

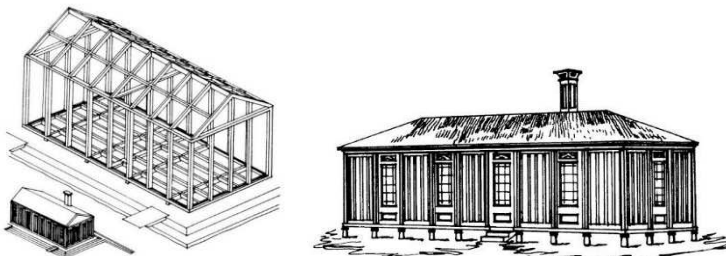
houve um significativo avanço técnico e científico, aprimorando os processos de fabricação; Por fim, a terceira Revolução Industrial, é compreendida da metade do século XX, na qual a tecnologia *High-Tech* possui papel fundamental (CRUZ, 2016).

É importante salientar que a discussão da habitação é aqui trazida com vista às formas de produção e tecnologias empregadas a partir das revoluções industriais que passaram pela sociedade. Assim sendo, a discussão é construída entre o período da máquina à vapor a sociedade conectada, em que se discute a Arquitetura *Open Source*. Desta forma, atinge-se um dos objetivos da presente pesquisa, que é identificar os conhecimentos e fundamentos necessários para introduzir a Arquitetura *Open Source* em estúdio.

### 3.1.1 A Primeira Revolução Industrial

O período de 1780 a 1830 compreende a primeira revolução industrial, que é marcada pela indústria têxtil, locomotiva e siderúrgica, devido à invenção da máquina a vapor, iniciando na Inglaterra e posteriormente migrando para a Europa, Estados Unidos e Japão (ANDRADE, 2017). O primeiro grande avanço desta época foi na produção têxtil, que possibilitada pela máquina a vapor, deixou de ser artesanal para uma forma mais industrial, com produção em larga escala, afetando simultaneamente a agricultura (DRUCKER, 2000). Os novos mecanismos no campo, além da grande oferta de trabalho nas indústrias têxteis, ocasionaram o deslocamento de diversos agricultores e trabalhadores do campo para a cidade, iniciando, segundo Cruz (2016) uma economia industrial e o êxodo rural. O êxodo rural impactou diretamente na produção arquitetônica. Exemplo disso é a primeira casa pré-fabricada e portátil, a *The Portable Colonial Cottage* (1833), na Figura 3, projetada e desenvolvida por H. Manning, para seu filho que iria emigrar, consistindo em painéis encaixados de madeira e fixados em uma laje de concreto, com uso de ferramentas fáceis e manuais (SMITH, 2010).

Figura 3 - *The Portable Colonial Cottage*.



Fonte: <<http://quonset-hut.blogspot.com/2012/12/the-manning-portable-colonial-cottage.html>>. Acesso em: 21 julho 2018.

A Primeira Revolução Industrial é marcada também pela mecanização da produção de papel, vidro, tijolos e ferros (DRUCKER, 2000), possibilitando as primeiras construções em ferro e vidro pré-fabricados. Exemplo da arquitetura do ferro, como citado por Pereira (2010), é o Palácio de Cristal, de Joseph Paxton (Figura 4), construído em 1851, em Londres, para servir como pavilhão de exposição, e posteriormente desmontado e remontado em outro local, onde foi consumido por um incêndio. Outro exemplo, como cita Cruz (2016), é a Torre *Eiffel*, como a estrutura arquitetônica que conciliou todos os avanços desta primeira revolução industrial, com utilização de ferro, vidro, pré-fabricação e industrialização, em uma estrutura em altura nunca vista antes.

Figura 4 - O Palácio de Cristal.



Fonte: <<http://arquitetandonanet.blogspot.com/2010/09/palacio-de-cristal-londres-inglaterra.html>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

Apesar de somente a partir da primeira revolução industrial o termo pré-fabricação passar a ser usado, Boza (2008) salienta que os primeiros registros desta técnica datam de 1624, quando pescadores ingleses trouxeram à Cape Ann (EUA) painéis de madeira para produção de uma casa, que foi montada e desmontada diversas vezes conforme seus deslocamentos. Um dos principais benefícios da pré-fabricação pode ser apontado como o tempo de entrega do projeto ao consumidor, o autor salienta que o diferencial da pré-fabricação está na simultaneidade em que os serviços são realizados, ou seja, enquanto a obra começa a tomar forma no canteiro de obras, com infraestrutura, as peças pré-fabricadas estão sendo produzidas na indústria, reduzindo cerca de 80 a 90% do tempo, se comparado à uma construção tradicional. Outro aspecto positivo da pré-fabricação é a precisão do produto final, pois este deve ser pensado como um todo, para que sua execução ocorra de maneira esperada, desta forma, quando não há ‘surpresas’ na obra e retrabalhos no projeto, tem-se a economia (BOZA, 2008).

A primeira revolução industrial pode ser também compreendida como o século da indústria e do progresso, como cita Pereira (2010), pois nunca houve tantos avanços, como a máquina a vapor, a eletricidade, o telégrafo e o telefone, revolucionando a vida urbana e modificando de vez a cidade.

### **3.1.2 A Segunda Revolução Industrial**

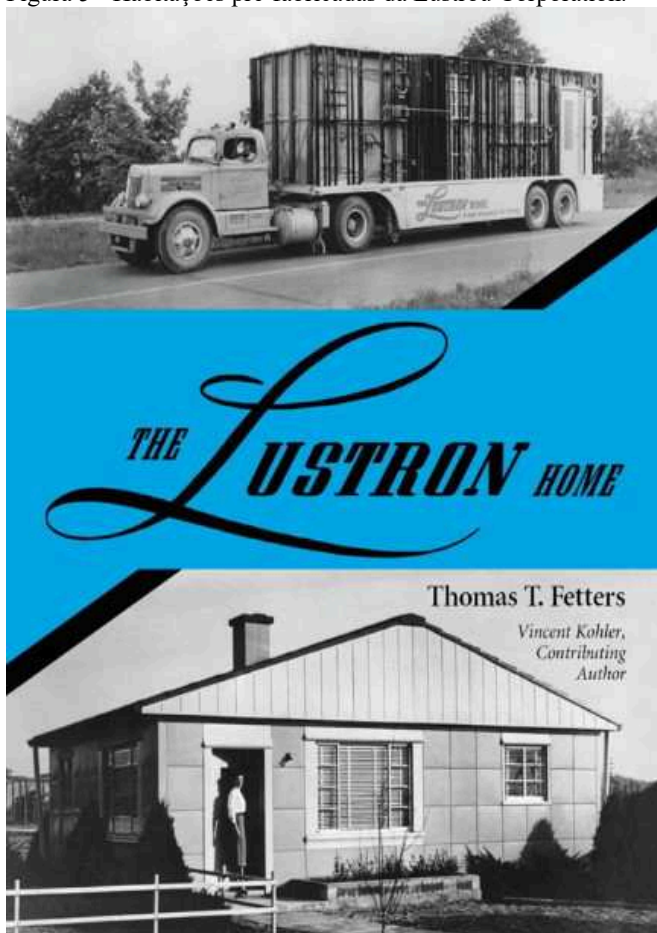
A partir do avanço adquirido pela primeira revolução industrial, teve início, na metade do século XIX, a segunda revolução industrial, tendo como primeiro impacto uma grande concentração da população em área urbana, resultante do êxodo rural da primeira revolução industrial (PEREIRA, 2010), ocasionando uma produção emergente de habitações de rápida montagem e baixo custo (FONYAT, 2013). Desta forma, iniciou-se nas indústrias a produção em larga escala de peças da edificação para posterior montagem em obra, iniciando o processo de padronização das habitações ou produção em massa (CRUZ, 2016).

Fonyat (2013) salienta, porém, que é somente após a primeira e segunda guerras mundiais que a padronização e a produção em massa podem ser encontradas em maior número na arquitetura, resultado do grande impacto e influência que a habitação desta época sofreu devido à destruição ocasionada, precisando ser reconstruída em larga escala e rapidez, com novos sistemas construtivos e processos inovadores, caracterizando uma nova arquitetura e forma de construção. Aliadas a esse panorama, a expansão da metalúrgica e da química, ocasionaram a

utilização do aço nas edificações, principal material da produção fordista (PEREIRA, 2010).

A *Lustrou Corporation*, de Carl G. Strandlund, foi uma das companhias que surgiu nessa época, como forma de suprir essa demanda de habitações, passando a projetar e fabricar edifícios pré-fabricados metálicos, para serem montados in loco, com as peças transportadas por caminhões (Figura 5) (CRUZ, 2016).

Figura 5 - Habitações pré-fabricadas da Lustrou Corporation.



Fonte: <<https://www.amazon.com/Lustron-Home-History-Prefabricated-Experiment-ebook/dp/B00B908VGA>>. Acesso em: 21 julho 2018.



Essa nova arquitetura, influenciada pela industrialização, inspirou diversos arquitetos, que passaram a fazer uso da pré-fabricação em seus projetos, entre eles, Jean Prouvé, Le Corbusier, Walter Gropius, Mies Van Der Rohe, Alvar Aalto e JJP Oud (FONYAT, 2013). Dentre os mais importantes, está Frank Lloyd Wright (1867-1959), que almejava com a criação da *American System-Built Houses* produzir casas que fossem além de pré-fabricadas, personalizadas, porém, Cruz (2016) destaca que a indústria ainda não estava preparada para esse passo adiante.

### 3.1.3 A Terceira Revolução Industrial

A terceira revolução industrial teve início na década de 1970 e também é conhecida como a revolução digital, devido a tecnologia de ponta (*high-tech*), com introdução à computadores e *internet* (ANDRADE, 2017). Na arquitetura, esta revolução é marcada pela computação, onde *softwares* de desenho 2D e 3D passaram a incorporar nos ateliês e auxiliar na produção arquitetônica, com formas mais ousadas, que antes não eram possíveis ou de extrema dificuldade de realização (PEREIRA, 2010). Um dos arquitetos pioneiros desta época, incorporando as tecnologias em experimentos arquitetônicos e de construção, é Frank Gehry (1929), o qual projetou a primeira obra que faz uso da Fabricação Digital em todo o projeto, o *Fish Sculpture* (1992) (Figura 6), localizado em Barcelona, na Espanha (KOLAREVIC, 2003).

Figura 6 - *Fish Sculpture* (1992), Frank Gehry.



Fonte: <<https://barcelonalowdown.com/frank-gehrys-golden-fish-sculpture/>>. Acesso em: 19 abril 2019.

Outra obra importante de Gehry é o Museu *Guggenheim Bilbao* (1997) (Figura 7), também localizado na Espanha, que só foi possível de ser projetado e executado com o uso de *softwares* CAD vindos da área aeronáutica e *scanner* 3D (CRUZ, 2016).

Figura 7 - Museu *Guggenheim Bilbao* (1997), Frank Gehry.



Fonte: <[https://www.archdaily.com/422470/ad-classics-the-guggenheim-museum-bilbao-frank-gehry?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/422470/ad-classics-the-guggenheim-museum-bilbao-frank-gehry?ad_medium=gallery)>. Acesso em: 19 abril 2019.

Além dos avanços em maquinários e processos de produção digital e automatizada da terceira revolução industrial, vale ressaltar os avanços em *softwares*, cada vez mais inteligentes, acessíveis e que possibilitam criações infinitas, muitas vezes, apenas por comandos e códigos. Essa perspectiva contribui em uma nova forma de produção arquitetônica, mais automatizada, personalizada e inovadora (FONYAT, 2013), que aproxima clientes e arquitetos, atingindo resultados mais rápidos e precisos. Segundo Pupo e Celani (2008) o avanço tecnológico, assim como os novos processos na indústria impactam diretamente nos ateliês de arquitetura, no qual gradativamente novas soluções e tipologias arquitetônicas surgem, que não seriam possíveis sem esses avanços, desafiando os tradicionais métodos de projeto. Esta nova forma de produção pode ser considerada como um desafio frente às indústrias e profissionais, porém, em contrapartida, as tecnologias aliadas às mídias

digitais são alicerces deste processo, com formas automatizadas e rápidas de produção personalizada.

Juntamente com os avanços tecnológicos na arquitetura, os sistemas CAD/CAM possibilitam o uso de diversos recursos e ferramentas que permitem a materialização da forma, tornando possível os projetos mais complexos, e permitindo a busca de soluções criativas. Neste contexto, entram como coadjuvantes, os sistemas paramétricos, o BIM (*Building Information Modelling*), a prototipagem e fabricação digitais, além de diversas outras ferramentas tecnológicas que os sistemas CAD/CAM possibilitam.

O uso dessas ferramentas e maquinários na arquitetura possibilita desde a confecção de protótipos para testes, até a produção de peças finais para a construção. Porém, apesar deste avanço, a arquitetura ainda pode ser considerada uma atividade prototípica, pois segundo Kieran e Timberlake (2004), cada edificação é projetada para um cliente e o teste é feito na obra, que muitas vezes ocasiona erros, desperdício e atrasos. Desta forma, a customização em massa passa a ser um aliado, pois une precisão, baixo custo e testes, da produção em massa da segunda revolução industrial, com a personalização da primeira revolução industrial. Todos esses avanços, apontam para um novo paradigma, que é a *personal fabrication* (GERSHENFELD, 2012), hoje mais conhecido como DIY.

A evolução na arquitetura e nos meios construtivos continua até nos dias atuais. Como enfatiza Fonyat (2013), há um forte interesse pela pré-fabricação, porém, voltada a um novo conceito possibilitado pela fabricação digital: *mass customization*. O conceito de customização em massa foi trazido pela primeira vez no livro *Future Perfect*, de Stan Davis (1987), no qual o autor o define como a adaptação de produtos às necessidades dos consumidores, passando da indústria da produção em massa, da segunda revolução industrial, onde há grande produtividade, com preço baixo, porém pouca variedade, para uma customização ou personalização em massa, no qual há pouco volume, porém grande variedade e preços baixos, transformando os consumidores em co-autores do produto, “alterando assim o processo de criação e produção de *made-to-stock* para *made-to-order*.” (CRUZ, p. 9, 2016).

Davis (1987) defendia que a customização em massa deveria possuir uma abordagem *top-down*, que é quando parte do arquiteto/designer a produção de produtos, porém, acreditava que após 20 anos, a abordagem começaria a ser *bottom-up*, onde parte do consumidor a criação e produção dos produtos. De fato, comprova-se que a afirmação de Davis estava certa, pois após mais de 20 anos, os consumidores estão

cada vez mais ativos, impulsionados pelos Laboratórios de Fabricação e Prototipagem digitais cada vez mais acessíveis e a crescente busca pelo DIY, ou faça-você-mesmo. A customização em massa pode ser definida em quatro processos: **colaborativa**, com participação do consumidor no processo de criação e produção, gerando produtos personalizados; **adaptativa**, em que o produto é flexível e adaptativo às necessidades do consumidor; **transparente**, com produtos que satisfaçam as necessidades e a realidade local; e **cosmética**, com veiculação do mesmo produto, porém personalizado para cada consumidor (CRUZ, 2016).

Os avanços das tecnologias que permitem cada vez mais a automação da arquitetura, com *softwares* inteligentes e equipamentos controlados numericamente por computador, avançam para um novo paradigma da pré-fabricação, no qual une-se à customização em massa e a conectividade em rede para o desenvolvimento de um novo método de construção, definido pela interoperabilidade. Boza (2008) define o atual sistema de pré-fabricação como a produção prévia de um elemento, de forma a customizar peças para uma rápida montagem, utilizando para isso principalmente máquinas controladas por computador. A interface projeto > computador > máquina é facilitada pela atual expansão dos Laboratórios de Fabricação Digital, auxiliando na precisão dos projetos com facilidade de protótipos e testes de peças em escala 1:1 com rapidez (PUPO, 2009).

Contudo, Boza (2008) ressalta algumas questões que ainda dificultam a adoção da atual pré-fabricação que é oferecida pelo mercado, como a pouca personalização dos projetos, e com isso a falta de especificidade em questões físicas e ambientais do local de implantação, além da quase inexistência da sustentabilidade. Em contrapartida, é nesses pontos deficientes da pré-fabricação que a customização em massa se torna eficiente e vantajosa.

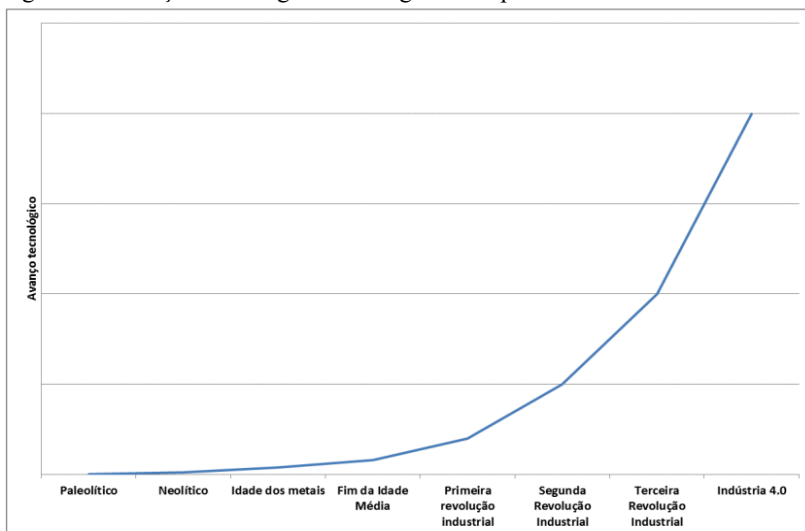
Conforme apontado por Cruz (p.15, 2016), a partir das três revoluções industriais, tem-se três técnicas de produção “nos últimos séculos: Produção Artesanal, encontrada numa realidade pré-industrializada; Produção em Massa, encontrada numa realidade pós-industrializada; e a Customização em Massa, que apenas foi possível após a computadorização da criação e do processo de produção”. Ainda de acordo com o autor, a produção artesanal proporcionava produtos únicos e personalizados, porém com alto custo, já a produção em massa, baixou os preços, porém a personalização quase não existia, por fim, a customização em massa, permite unir a personalização da produção artesanal com os custos e rapidez da produção em massa fordista.

### 3.1.4 A Quarta Revolução Industrial

Com o constante avanço das tecnologias citadas, hoje utilizadas nas mais diversas áreas, além da arquitetura, incorporadas tanto no meio acadêmico, como profissional, muitos autores têm apontado que uma nova revolução industrial está sendo presenciada, chamada de Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0. Schwab (2016), fundador e presidente do Fórum Econômico Mundial, aponta que a quarta revolução industrial é diferente de tudo o que a humanidade já presenciou, forçando os países a reconsiderar seu desenvolvimento, as organizações seus valores e a definição de ser humano. A Quarta Revolução Industrial está totalmente ligada ao ser humano, onde será ele a fabricar e criar um mundo compartilhado e do faça-você-mesmo. Dentre as inovações da quarta revolução, estão a inteligência artificial; robótica; internet das coisas (IoT); veículos autônomos; impressão 3D; nanotecnologia; biotecnologia; armazenamento de energia; e computação quântica (SCHWAB, 2016). Cruz (2016) questiona o papel do arquiteto em meio à quarta revolução industrial. Segundo ele, o arquiteto deve se adaptar às ferramentas e tecnologias disponíveis, contribuindo para um futuro no qual a arquitetura aponte para maior justiça, inclusão e democracia na sociedade.

Morais e Monteiro (2016) elaboram um gráfico (Figura 8), o qual apresentam os avanços tecnológicos ao longo do tempo, sempre marcados por grandes eventos na história. Percebe-se pela Figura 8, o grande avanço que vem ocorrendo a partir da primeira revolução industrial, chegando na atual indústria 4.0 em discussão. Sem dúvida, é uma significativa ascensão tecnológica que muda a perspectiva para os próximos anos.

Figura 8 - Avanços tecnológicos ao longo do tempo.



Fonte: Morais e Monteiro, (2016).

Como enfatizam Morais e Monteiro (2016), o atual contexto de avanço e inovações tecnológicas é determinado pela digitalização e interconexão de produtos, além da *Smart Production* e a *Smart Factory*. A produção inteligente e a fábrica inteligente se referem aos processos, pessoas e produtos conectados em uma única rede, onde a comunicação rápida é o elemento chave. Schwab (2016) complementa que a quarta revolução industrial une tecnologias de diferentes áreas, e a interação entre elas é o grande diferencial desta revolução.

A internet das coisas, os sistemas físico-cibernéticos (CPS), as fábricas inteligentes, a prototipagem rápida e a fabricação digital, segundo Andrade (2017) são os grandes protagonistas da quarta revolução industrial. Além disso, os processos de fabricação CAD/CAM, juntamente com os maquinários, estão cada vez mais acessíveis à população, estimulados principalmente pela facilidade de meios de comunicação e a abertura de FABLABs já citados. Com esses elementos, é possível imaginar uma produção automatizada, com eficiência e inovação, no qual os principais resultados provenientes serão a diminuição de tempo e custos, a maior eficiência dos processos, flexibilidade e velocidade de produção (ANDRADE, 2017), permitindo na arquitetura a materialização de soluções arquitetônicas (CRUZ, 2016).

Nesse contexto de avanços tecnológicos da indústria 4.0 e o conceito de customização em massa cada vez mais presente, se discute a arquitetura *open source*. Grande porcentagem das cidades são construídas por indivíduos inexperientes e sem nenhuma qualificação na área, que acabam construindo suas casas por necessidade, acarretando em problemas econômicos e sociais nas cidades, mesmo estas possuindo planejamento (PARVIN, 2013). Exemplo dessa prática são as favelas e comunidades irregulares. Outros desafios como mudanças climáticas e aumento da população global impactam diretamente na produção arquitetônica, salienta o autor, logo, cada vez mais serão necessárias soluções que aliem rapidez e baixo custo, porém, sem esquecer da qualidade e adaptação.

A arquitetura *open source* visa auxiliar nesses problemas, com moradias de baixo custo, personalizadas e de rápida montagem pelos próprios moradores, podendo ser acessada em qualquer lugar. Parvin (2013) defende com o conceito de arquitetura *open source* uma plataforma global de produtos, que pode até ser considerada uma ameaça pelos profissionais, com a distribuição arquitetônica livre, porém, é antes disso uma aposta de mercado, com compartilhamento de arquivos entre profissionais, diminuindo horas de trabalhos com desenhos já realizados e ainda uma comercialização global, que ao invés de produzir para poucos com muito, acaba produzindo para muitos com pouco, promovendo a democratização da habitação.

## 3.2 ARQUITETURA *OPEN SOURCE*

Neste subcapítulo, além da própria definição de Arquitetura *Open Source*, serão abordados todos os demais assuntos que a compõe e que contribuem para seu desenvolvimento e materialização, tais como, Compartilhamento em Rede, Prototipagem e Fabricação Digitais, Ferramentas de Modelagem, além de exemplos já desenvolvidos na área.

### 3.2.1 Definições

A *Open Source Architecture* (OSArc) ou Arquitetura de fonte aberta é compreendida como um paradigma emergente de novos processos em projeto, construção e fabricação, fazendo uso de uma abordagem colaborativa e participativa *online* (RATTI et al., 2011). Para tanto, o fator principal que move a arquitetura *open source* é a conectividade na *web*, com espaços digitais que permitam o compartilhamento de informações, desenhos e dados. Além disso, o autor

afirma que a interatividade entre colaboradores e arquiteto-cliente é muito maior, alcançando resultados positivos no produto final, transformando a arquitetura tradicional invariável *top-down*, em um sistema *bottom-up*, abrangente, interativo e democrático, no qual é a comunidade que produz conteúdo.

Ratti et al. (2011) definem os princípios da arquitetura *open source* como sendo o engajamento participativo, a economia, a modularização, a customização em massa, esta última possibilitada por softwares BIM e paramétricos, a prototipagem e fabricação digitais, como forma de transpor os modelos e protótipos do digital ao físico, o compartilhamento em rede e o contínuo *feedback* e aperfeiçoamento dos projetos *open* disponibilizados. A arquitetura *open source* estimula o engajamento da comunidade, com uma participação mais ativa.

A arquitetura *open source* é criada com o intuito de disponibilizar habitações baratas, de rápida montagem e que possam ser adaptadas em qualquer parte do mundo, facilitado ao crescente desenvolvimento dos Laboratórios de Fabricação e prototipagem digitais, assim como a criação de arquivos *open source*, que busca levar à população uma moradia que possa ser acessada em qualquer site de arquivos *open source*, adaptada à sua região e produzida em qualquer laboratório mais próximo. É um conceito novo e revolucionário. Alastair Parvin, fundador da *Wikihouse*, defende esse conceito. Sua famosa frase traduz o que a arquitetura *open source* é: “Casas por pessoas, para pessoas” (PARVIN, informação verbal<sup>2</sup>, 2013, tradução nossa<sup>3</sup>).

Passaro e Rohde (2015) afirmam que a popularização do sistema *open source* para produção habitacional autônoma ainda tem muito a evoluir e aperfeiçoar, mas o grande potencial que ela possui hoje com tecnologias ao alcance e o compartilhamento global de modelos, é indiscutível. A arquitetura de fonte aberta possui um grande potencial para contribuir com a criação de um sistema revolucionário de habitação, pois é um novo conceito de construção, que une a tecnologia cada vez mais presente na sociedade, junto de uma das necessidades básicas: o lar.

Como destaca Parvin (2013), apenas 2% das habitações são projetadas por profissionais para o 1% mais rico, como consequência da valorização do profissional de arquitetura, que torna os valores

---

<sup>2</sup> Alastair Parvin, TED Talks, fev.2013. *Architecture for the people by the people*. Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/alastair\\_parvin\\_architecture\\_for\\_the\\_people\\_by\\_the\\_people](https://www.ted.com/talks/alastair_parvin_architecture_for_the_people_by_the_people)>. Acesso em: 27 junho 2018.

<sup>3</sup> Texto original: “*Homes by people, for people*” (PARVIN, informação verbal, 2013).



inacessíveis para uma grande maioria da população e acessível para quem pode pagar pelos seus serviços. Desta forma, como o restante das habitações podem ser projetadas com qualidade para os outros 99%? Fato é que a grande maioria das habitações no Brasil são autoconstruídas. De acordo com Passaro e Rohde (p.75, 2015) “o país foi e continua sendo autoconstruído, e o papel dos arquitetos por aqui é conectar essa população com projetos colaborativos de rápida produção, provendo qualidade técnica e ambiental à autoconstrução.”

A arquitetura aliada à tecnologia vem sendo analisada e estudada, para que novas ideias a partir de novos processos de projeto mudem a perspectiva em relação às tipologias arquitetônicas atuais, constituindo assim um amplo potencial de aplicação da arquitetura *open source*. Inúmeros pesquisadores têm desenvolvido trabalhos que aliam o campo da arquitetura, a tecnologia do edifício e a computação com o objetivo de gerar novos processos de projeto que mudem a forma com que são produzidas habitações. Um exemplo é a *Wikihouse*, que apoia-se em um conjunto de construção de código aberto, onde qualquer pessoa no mundo pode baixar arquivos de casas fabricadas digitalmente e disponibilizados na *Web*, cortando as peças da residência em laboratórios de prototipagem e fabricação digitais (PASSARO; ROHDE, 2015). Outro exemplo é a Casa G (Casa Generativa), que foi desenvolvida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, que se baseia em uma habitação generativa, projetada e fabricada digitalmente, especialmente para o clima da região (CASA G., 2010).

Toda essa tecnologia ao alcance da população transforma completamente o processo de criação, e na arquitetura não é diferente. Facilitado pelo acesso à laboratórios de fabricação digital, que fornecem maquinários controlados por computador, as tecnologias e mídias digitais têm alterado o modo de produção arquitetônica, permitindo novas formas de fabricação, construção e avaliação (PUPO, 2009). Atrelado à essa nova perspectiva, a *internet* está cada vez mais acessível e presente nas residências, facilitando o compartilhamento de arquivos *open source* (fonte aberta) em rede e estimulando uma cultura DIY (faça-você-mesmo). Esse novo olhar sobre a arquitetura e sua forma de criação, produção e construção pode ser considerado um paradigma na área. Há uma nova compreensão, na qual o arquiteto, o cliente e a fábrica não necessitam mais estar próximos, a escala muda, a rede liga a população mundial em uma comunidade e essa comunidade torna-se criativa, a partir do momento em que ideias são compartilhadas e novas soluções para problemas são encontrados.

A função social da Arquitetura *open source* é promover a colaboração entre associações de moradores e produtores de habitação, empresas de desenvolvimento de arquivos para fabricação digital, além da ajuda de instituições que incentivam a pesquisa com compra dos maquinários necessários, promovendo assim a emancipação da população. (PASSARO e ROHDE, 2015). Ainda segundo os autores, o uso da arquitetura *open source* como forma de habitação, principalmente para a população mais desfavorecida do sistema habitacional, tem muito a evoluir, mas é indiscutível o grande potencial que a mesma possui, podendo contribuir para uma nova forma de pensar e sentir a arquitetura, onde o ser humano é o sujeito ativo de suas atividades.

Os acadêmicos e futuros profissionais precisam estar preparados para os avanços que a tecnologia possibilita. A modularização, a customização em massa e o compartilhamento em rede, aliados às tecnologias, como prototipagem e fabricação digitais e parametrização, possibilitam um novo pensar sobre o futuro habitacional, e sua inserção no processo de ensino. Desta forma, a introdução destes conceitos em ateliê de projeto eleva um novo contexto de produção de habitação.

### **3.2.2 Compartilhamento em rede (*Open Source*)**

Ghisi (2014) defende uma nova economia, centrada no conhecimento, na qual o foco não são mais as indústrias e seus produtos, mas o ser humano, em uma economia não-material. De acordo com o autor, é a chamada sociedade do conhecimento e nela tudo muda em relação ao hoje, com base em uma economia pós-capitalista, mais sustentável e socialmente inclusiva, possuindo uma nova abordagem nos negócios, na qual deixa-se a competição entre negócios e empresas e o fator principal é o compartilhamento do conhecimento em rede. Nesse sentido, o benefício é mútuo, no qual todos ganham, como uma comunidade de troca de informações, assim sendo, há a construção de uma nova resposta aos problemas, a partir de que a troca de conhecimento gera mais conhecimento.

Na sociedade do conhecimento, o compartilhamento de informação não é e não pode ser visto como danoso, salienta Ghisi (2014), pois nunca se está perdendo, já que no momento em que se recebe a informação novamente, agrega-se à ela a criatividade de outro indivíduo, enriquecendo a informação, talvez com fatos que nem haviam sido cogitados. Quanto mais se entende a sociedade do conhecimento, mais tem-se claro que ela é feita da troca e compartilhamento, resultando em uma criatividade colaborativa e humana (GHISI, 2014).

O indivíduo não cria sozinho, sempre serão necessárias redes de colaboração, com pessoas que já passaram por desafios similares, criando uma atmosfera dinâmica, que colabora no sentido de ajuda mútua. Portanto, o compartilhamento de informações tende a enriquecer a produção do conhecimento, pois este visa aumentar no ato da partilha, e quanto mais indivíduos diferentes, maior é a criatividade colaborativa gerada (ABEL; BROWN; SUESS, 2013). Na atual sociedade conectada em rede, fica cada vez difícil manter sigilo sobre alguma informação, assim, deve-se utilizar o compartilhamento de forma consciente e em benefício, não tentando ocultar dados e informações, pois estas sempre irão vaziar e gerar aspectos negativos (GHISI, 2014).

Passaro e Rohde (2015) ainda afirmam que a partir de 1991, com a chegada da internet, o compartilhamento de arquivos e informações disponíveis em rede aumentam a cada dia. É possível encontrar milhares de *websites* que possuem modelos compartilhados para uso nos laboratórios de prototipagem e fabricação digitais, como os sites *Thingiverse*, *MyMiniFactory*, *Pinshape*, a plataforma *GitHub*, entre outros. O chamado *open source* é um sistema de código aberto, onde qualquer arquivo de produto, sejam de máquinas, casas, mobiliários, objetos decorativos, entre outros, podem ser compartilhados na nuvem, possibilitando seu uso em qualquer parte do mundo e de forma gratuita. A tecnologia *open source* surge com o intuito de promover a democratização do acesso à informação, construindo uma nova globalização (PASSARO; ROHDE, 2015). Na arquitetura, os arquivos *open source* ou de fonte aberta possibilitam uma infinidade de compartilhamentos, que podem ser melhorados e modificados.

Como enfatiza Parvin (2013), o *design open source* passou a surgir na web assim que ela foi disponibilizada, quebrando regras econômicas e de mercado tradicional monopolizado, passando a disponibilizar *softwares*, objetos e produtos livremente, se igualando ou superando à produção nas indústrias. Ainda de acordo com o autor, nos últimos anos, houve alguns impasses do que seria o *open source* na arquitetura, são exemplos das primeiras colaborações a rede de Cameron Sinclair, que estuda o design de *crowdsourcing* para habitações de interesse social; O *SimSim Open* de Daniel Dendra que trabalha com customização em massa; O projeto *Open Structures*, que analisa objetos domésticos flexíveis e modulados; Usman Haque que trabalha com ambientes responsivos; O *Walter Segal self-build system* que explora autoconstrução; e por fim a *Irish Vernacular* de Dominic Stevens's, que disponibiliza documentos de como gerar uma habitação de baixo custo.

Como iniciativas de profissionais que disponibilizam projetos *open source* de habitações, ou ainda plataformas de arquitetura *open source*, é possível citar o escritório Elemental, do arquiteto Alejandro Aravena, que disponibilizou quatro de seus projetos habitacionais de interesse social, em sua página na *internet*, após ganhar o prêmio *Pritzker* (STOTT, 2014). Os arquivos disponibilizados por Aravena são em formato CAD, incentivando o uso dos mesmos pelo público em geral. Outra iniciativa, de acordo com Stott (2014) é a rede de arquitetura aberta de Cameron Sinclair, fundador da *Architecture for Humanity* e ganhador do Prêmio TED *Prize* em 2006, que infelizmente foi extinta, porém, consistiu em uma das precursoras em levar arquitetura de fonte aberta a populações carentes. O sistema construtivo *Wikihouse* é o mais recente termo em arquitetura *open source*, pois além de difundir o conceito de fonte aberta, sua fabricação incorpora as tecnologias de fabricação digital, diferente das iniciativas anteriores, as quais apesar de se tratarem de arquiteturas de fonte aberta, seguem a forma tradicional de construção (STOTT, 2014). Ainda de acordo com o autor, a *Wikihouse* visa a personalização da habitação, com iniciativas para o aprimoramento e modificação dos arquivos disponibilizados, o qual foi engajado pelo público, pois já possui diferentes versões, desde a primeira disponibilizada por Alastair Parvin, seu fundador. Stott (2014) ainda cita o *Paperhouses*, no qual o conceito é totalmente o contrário aos demais, com a disponibilização de residências de alto padrão, assinada por arquitetos de destaque.

É importante salientar que alguns destes projetos permitem modificação, enquanto que outros não. Além disso, a modificação dos que são possíveis encontra dificuldades, mesmo para quem possui conhecimentos arquitetônicos, pois estes são projetos complexos e que se utilizam de *softwares* específicos na área, não sendo fáceis para a realização de adaptações sem um tempo de estudo. Além disso, a *Wikihouse*, por exemplo, trata-se um sistema construtivo estrutural, sendo necessário pensar em todas as demais infraestruturas que uma residência deve receber, como revestimentos, isolamento, partes elétricas e hidráulicas.

*On-Demand Housing* é outro conceito que vem a partir da arquitetura *open source*, sendo seu propósito o de produzir habitações sob demanda, com o studio, a fábrica e o local de implantação não necessariamente coexistindo no mesmo local, possibilitado, sobretudo, pelas facilidades de comunicação que a *internet* e mídias digitais permitem. O intuito é a construção de casas que atendam as necessidades do contratante, porém mais baratas, pois a produção é feita no local mais

próximo possível da construção, economizando com transportes (CRUZ, 2016).

Neste contexto, em que se discute uma sociedade compartilhada, na qual todos tem acesso a tudo, cabe levantar um tema importante: a propriedade intelectual. De acordo com Valencia (2014), a propriedade intelectual na arquitetura é de difícil definição ou ainda controle, na qual o plágio comercial é praticado em grande escala. Guillén (2014) aponta que mudanças na forma de proteger a propriedade intelectual devem considerar novas tecnologias que passam a ser inseridas na arquitetura, assim como o ambiente da *internet*, o qual facilita práticas ilegais de apropriação indevida de conteúdo.

Entretanto, iniciativas vem sendo propostas para combater essas práticas ilegais. Uma dessas iniciativas são as licenças *Creative Commons*<sup>4</sup>, que atuam lado a lado com os projetos *open source*, as quais permitem a reprodução e utilização de projetos colaborativos em diferentes partes no mundo, mas protegendo a criação e o autor original (VALENCIA, 2014).

A *Creative Commons* é uma organização sem fins lucrativos, que disponibiliza licenças jurídicas gratuitas que asseguram e permitem o compartilhamento e uso de informações, produtos e projetos *online* e *open source* (CREATIVE COMMONS, 2019). A maioria, se não todos os objetos e produtos disponibilizados de forma *online* possuem essas licenças que os protegem. *Sites* como *Thingiverse*, que reúnem milhares de objetos *open source*, possuem já no momento do *upload* do objeto pelo criador a opção de selecionar uma licença *Creative Commons*. É comum fazer *download* de arquivos *open source* em que constam mensagens que o modelo está licenciado. A *Creative Commons* conta com diferentes tipos de licença, que cabe ao autor do projeto, no momento da disponibilização *online*, fazer a escolha. Elas vão desde licenças que dão maior liberdade, inclusive permitindo que outra pessoa modifique o arquivo e o disponibilize novamente em rede, até licenças mais restritivas, nas quais somente o uso pessoal é permitido.

Valencia (2014) salienta, porém, que mesmo com as licenças, é difícil garantir que algo não será utilizado de forma irregular ou indevida. Essa é uma discussão que claramente tomará maior visibilidade em um futuro próximo, ao passo que o compartilhamento *online* passa a crescer.

### 3.2.3 Prototipagem e fabricação digitais

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://br.creativecommons.org/>>.

Os avanços na arquitetura, onde se discute uma nova forma de produção arquitetônica, por meio do compartilhamento em rede, só são possíveis devido às ferramentas digitais, que alavancaram os processos de desenhos e ensino nos ateliês, permitindo a criação de formas antes nem imaginadas, com rapidez e precisão (CRUZ, 2016).

Inúmeras iniciativas que utilizam tecnologia computacional e novos processos de projeto buscam a melhoria do sistema habitacional. Além disso, também é possível observar que as tecnologias de modelagem, prototipagem e fabricação estão cada vez mais presentes no dia-a-dia da população. Atualmente, a rede de laboratórios que dá suporte ao uso destas tecnologias sofreu uma gradativa expansão, possibilitando que o cidadão comum tenha acesso às novas formas de produção digital. Esses laboratórios estão conectados em uma grande rede colaborativa no mundo todo, denominada FABLAB (*Fabrication Laboratory*), tendo seu início em um projeto de extensão do MIT - *Massachusetts Institute of Technology*, e possuem como objetivo permitir a todos o acesso a ferramentas tecnológicas de invenção. No Brasil, são exemplos de FABLAB, o Garagem FABLAB de São Paulo, o LAMO3D, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Rede Pronto 3D da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, este último possuindo quatro polos em Santa Catarina. Esses laboratórios fomentam a criação e o desenvolvimento de novas formas de pensar o projeto, possibilitando a criação de outros processos de produção, colaborando no ensino, pesquisa e extensão.

Os laboratórios de Fabricação Digital não estão necessariamente situados em universidades, partindo suas implantações muitas vezes de iniciativas privadas, ou ainda organizações públicas sem ligação ao ensino superior (CELANI, 2014). Todavia, frequentemente laboratórios de fabricação digital externos a universidades à procuram em busca de parcerias, como aponta Celani (2014). Possuindo a extensão como um de seus princípios, tais laboratórios fomentam o seu uso pela população em geral, incentivando a produção de seus próprios produtos. A sociedade *Maker* e DIY tem como base esses espaços. De acordo com a autora, a extensão permite atrair novas ideias para os laboratórios, além de estímulo à negócios.

Os laboratórios de Prototipagem e Fabricação Digitais visam o desenvolvimento de produtos por meio de equipamentos, como máquinas a laser, máquinas de controle numérico (CNC), impressoras 3D e demais ferramentas que possibilitem o acesso e uso de tecnologias orientadas ao 3D (PUPO, 2009). Essas ferramentas se caracterizam por ser de grande valia no processo de projeto, pois propiciam criar e produzir protótipos

de forma rápida e precisa, permitido o repensar do projeto, assim como a criação de novas alternativas arquitetônicas (BATISTELLO et al., 2015).

A Prototipagem e a Fabricação digitais são os termos mais usados para se referir a produção automatizada da arquitetura e construção. De acordo com Pupo (2009), três métodos são essenciais na produção automatizada: por finalidade; pelo número de dimensões; e pela maneira que os objetos são produzidos. A finalidade se refere à prototipagem rápida e a fabricação digital, sendo a primeira para a produção de maquetes e protótipos e o segundo para peças e produção final; Já o método pelo número de dimensões, refere-se à produções em 2D, 2,5D e 3D, sendo o 2D em máquinas de corte à laser, o 2,5D em fresadoras *routers* CNC de até três eixos e o 3D em fresadoras *routers* CNC com mais de 3 eixos e em impressoras 3D; Por fim, o método por meio de produção, se refere à subtração, com desbaste de material, formativo, com conformação de material e aditivo, onde há a sobreposição de material (PUPO, 2009). O aumento do acesso à essas tecnologias na arquitetura, assim como o crescente avanço de aplicativos que permitem o desenvolvimento de arquivos para a prototipagem e fabricação digital têm contribuindo para um novo pensar sobre a Arquitetura e o Urbanismo. Ainda, Batistello et al. (2015) afirmam que na arquitetura, a prototipagem e fabricação digitais vão além da produção de protótipos, elas auxiliam na compreensão e avaliação da proposta desenvolvida.

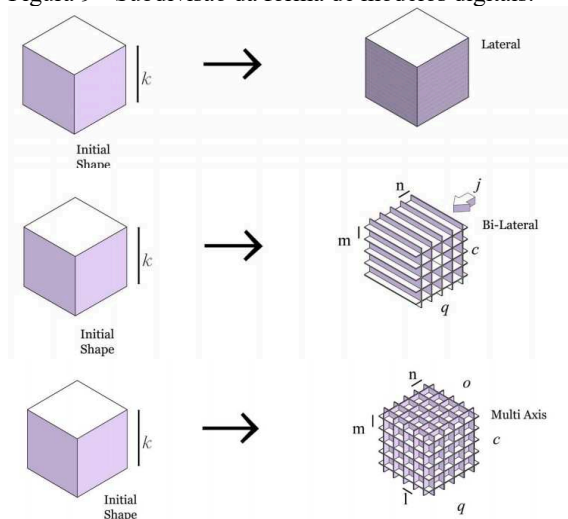
Segundo Passaro e Rohde (2015) é possível citar vários exemplos de casos na arquitetura, onde a prototipagem e fabricação digitais e as tecnologias orientadas ao 3D possibilitaram avanços significativos no modo de ver o ambiente construído, como é o caso da *Swiss Federal Institute of Technology Zurich*, em Zurique, na Suíça, que apresentou em 2006 a primeira parede de tijolos criada por meio de algoritmos e construída por um robô, assim como o *Institute for advanced architecture of Catalonia* - IAAC que criou o projeto *Minibuilders* que aplica ferramentas de impressão 3D para construções.

Para Pupo (p.20, 2009) “Não há dúvidas que a tecnologia digital tem alterado a maneira de se produzir arquitetura”. Com a constante criação de ferramentas tecnológicas a arquitetura passa a utilizar cada vez mais *softwares* inteligentes assim como utilizar ferramentas rápidas para a materialização de modelos físicos e fabricação de sistemas construtivos. São exemplos citados pela autora alguns casos de implantação da prototipagem e fabricação digitais no meio profissional e acadêmico: no meio profissional, a empresa Rowan Williams Davies & Irwin (RWDI), com sede em Toronto, Canadá, presta consultoria em engenharia de

vento, utilizando prototipagem para realização de maquetes e posterior teste em túnel de vento. Outro caso profissional é a obra do Templo da Sagrada Família, em Barcelona, Espanha, que possui um laboratório de prototipagem rápida na própria basílica, onde impressões e testes são realizados, além da fabricação digital de peças que serão utilizadas na obra. Já no meio acadêmico, são pioneiros no estudo e uso de fabricação digital e prototipagem o grupo de pesquisas CIMJECT - Laboratório de Projeto e Fabricação de Componentes de Plástico Injetado, da Universidade Federal de Santa Catarina, criado em 1993, que desenvolve pesquisas em fabricação de componentes moldados por injeção e o grupo NUMA - Núcleo de Manufatura Avançada, criado em 1996, da USP - São Carlos que trabalha com a fabricação de moldes por meio de processos aditivos e subtrativos (PUPO, 2009).

As tecnologias de fabricação e prototipagem digitais podem ser definidas como técnicas de materialização da forma, sendo que a partir destas se define qual será o processo de criação da forma em *softwares* CAD (CRUZ, 2016). A subdivisão da forma de modelos digitais para a prototipagem e fabricação digitais é definida por Sass, Michaud e Cardoso (2007), como camada lateral, camada bilateral e camada multilateral (Figura 9).

Figura 9 - Subdivisão da forma de modelos digitais.

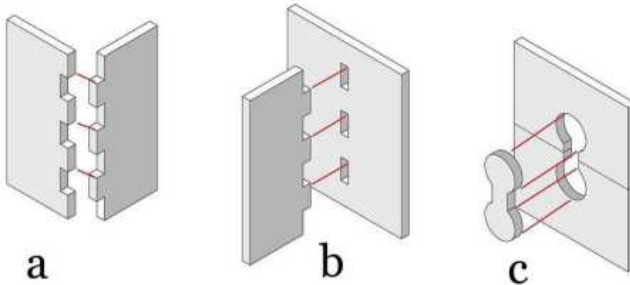


Fonte: Sass, Michaud e Cardoso, (2007).



Sass, Michaud e Cardoso (2007) ainda destacam três técnicas de conexões, ou encaixes, permitindo a união das superfícies das produções realizadas com prototipagem e fabricação digitais, os quais: Conexão de Borda; Conexão de correr; e Conexão Lateral (Figura 10).

Figura 10 - Técnicas de conexões.



Fonte: Sass, Michaud e Cardoso, (2007).

As combinações entre os meios de materialização, subdivisão e conexões da forma, possibilitam inúmeras abordagens na arquitetura, tanto na criação de protótipos, como de peças finais de construção (CRUZ, 2016).

### 3.2.4 Ferramentas de Modelagem

A materialização da forma por meio dos processos de prototipagem e fabricação digitais só é possível pelo uso dos *softwares* CAD - *computer-aided design* e CAM - *computer-aided manufacturing*. Os avanços nos aplicativos e *plug-ins* de modelagem 3D, parametrização, planificações e fatiamentos viabilizam a produção arquitetônica digital cada vez mais complexa. O desenho paramétrico é um avanço com relação aos meios de criação arquitetônica tradicionais, nos quais, quando havia uma alteração, era necessário reformular e refazer praticamente todo o desenho. Na parametrização isso não ocorre, a alteração de parâmetros gera automaticamente o novo desenho. Nesse sentido, a utilização da parametrização na arquitetura *open source* é essencial para a modularização e personalização em massa, pois somente alterando parâmetros, adapta-se a edificação às necessidades desejadas.

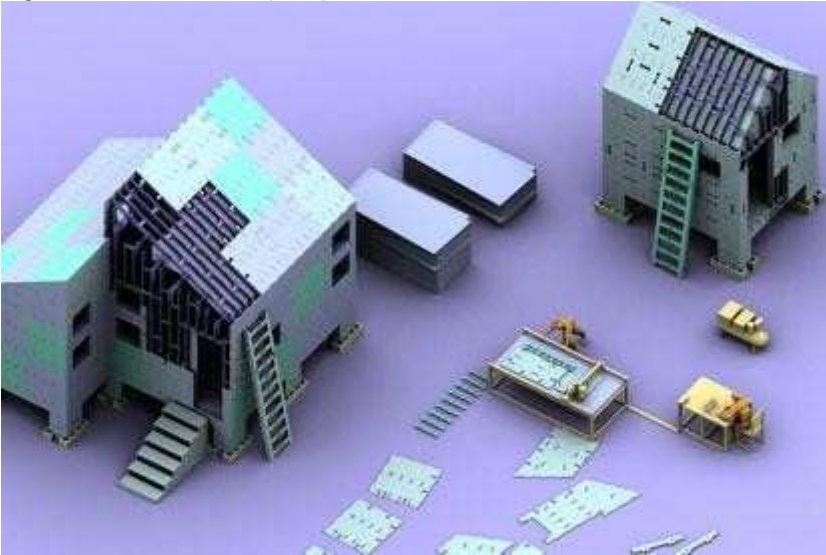
O uso de algoritmos na arquitetura consiste em projetar utilizando regras e lógica, o que possibilita testar inúmeras possibilidades e interações somente com alterações de parâmetros. *Softwares*

paramétricos e BIM são facilitadores dos processos de customização em massa, pois suas interfaces permitem com muito mais facilidade a personalização e a fabricação digital (BOZA, 2008). Como ressalta o autor, é importante entender que a partir do momento que é desenvolvido um modelo paramétrico, a modelagem não é mais do objeto em si, mas sim de sua lógica, onde são parâmetros que definem uma forma, por meio de relações, restrições, e até mesmo regras. Associada à parametrização, a modelagem baseada em desempenho proporciona que o projeto receba respostas e soluções performativas a seus problemas técnicos e espaciais, a partir do momento que informações são inseridas na lógica da modelagem (BOZA, 2008). O autor enfatiza que a junção do desenho paramétrico, com as possibilidades em maquinários e a pré-fabricação são fundamentais para customização em massa, desenvolvendo projetos que aliam baixo custo e personalização.

### 3.2.5 Exemplos de arquitetura *open source*

Dentre os exemplos de arquitetura *open source*, se destacam dois: a ***Instant House*** (1), desenvolvida por Sass e Botha (2006) e a ***Wikihouse*** (2), do estúdio de design britânico 00 (2011).

A ***Instant house*** (1) (Figura 11) foi desenvolvida em 2006 por Lawrence Sass e Marcel Botha, do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), objetivando a construção de habitações pré-fabricadas e emergenciais, com alta rapidez, custo baixo e customizadas. A sua montagem é por meio de encaixes, utilizando somente martelos de borracha e seu desenvolvimento em *softwares* CAD, para posterior fabricação digital em maquinários CNC. Conforme Cruz (2016), a *instant house* possui seu processo separado em 5 partes: *Shape Design; Design Development; Evaluation; Fabrication; e Construction*.

Figura 11 - *Instant house* (2006).

Fonte: <<http://ddf.mit.edu/sites/default/files/images/about-414x276.jpg>>. Acesso em: 16 set. 2018.

Já o sistema **Wikihouse** (2) (Figura 12) é um conjunto de construção de código aberto, onde qualquer pessoa no mundo pode baixar os arquivos disponibilizados na Web e prototipar a sua casa no FABLAB mais próximo, podendo o arquivo ser modificado conforme as necessidades locais. Na Inglaterra, esse sistema é alternativo para a crise do mercado imobiliário, com a baixa produtividade de habitações. A *wikihouse* ainda visa uma rápida montagem, somente por meio de encaixes e conexões, necessitando cerca de três a quatro envolvidos no processo. É importante ressaltar, que o sistema *wikihouse* é somente a parte estrutural da edificação, sendo necessário inserir demais instalações e revestimentos posteriormente.

Figura 12 – *Wikihouse* (2011).



Fonte: <<https://www.zdnet.com/article/wikihouse-an-open-source-home-design-and-build-kit/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

O primeiro protótipo do sistema *Wikihouse* produzido em escala real da América Latina foi produzido no Brasil. O projeto, denominado casa revista (Figura 13), foi desenvolvido e produzido pelo Laboratório de Modelos 3D e Fabricação Digital – LAMO3D, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ, com base nos arquivos *open source* disponibilizados no site da *wikihouse*, e demonstra grandes possibilidades que envolvem o morar bem, junto de custo baixo e rápida construção (PASSARO; ROHDE, 2015).

Figura 13 - Casa Revista (2015).



Fonte: Passaro, Rohde (2015).

Alastair Parvin (2013), fundador da *wikihouse*, a define como uma construção que nunca tem fim, pois as peças podem ser novamente fabricadas em máquinas CNC, tanto para reposições devido à danos ou ampliação da edificação. A *wikihouse* está sempre em desenvolvimento, qualquer pessoa no mundo pode baixar os arquivos e alterá-los, verificando limitações e possíveis melhoramentos, agregando no sistema *online*.

De acordo com Cruz (2016), a arquitetura sempre segue os avanços tecnológicos de cada época, resultando na atual arquitetura vivenciada. Novas possibilidades e métodos surgem na produção arquitetônica, os quais são incorporados pelos profissionais. As escolas de arquitetura também devem acompanhar a evolução, introduzindo nos ateliês as mais recentes tecnologias, fazendo seu papel de promover o conhecimento. O próximo subcapítulo aborda o ensino nos ateliês de arquitetura, a inserção das tecnologias e o novo método de projetar colaborativamente discutido até o momento.

### 3.3 ENSINO DE ARQUITETURA

De acordo com Claro e Jordão (2014), o primeiro curso de Arquitetura e Urbanismo do Brasil foi fundado no início do século XIX no Rio de Janeiro, sendo vinculado à Academia Imperial de Belas Artes, formando os Arquitetos mestre de obras. Os autores ainda ressaltam que

anteriormente à este período, desde o descobrimento do Brasil, os então aqui conhecidos Arquitetos-Engenheiros vinham de outros países, principalmente da França, Portugal e Holanda. Na atualidade, os cursos de Arquitetura e Urbanismo incentivam constantemente os alunos na busca por novas soluções e ferramentas de projeto, para uma transformação constante dos saberes arquitetônicos e urbanísticos, desta forma, os alunos não devem esperar somente o conhecimento trazido pelos professores ao ateliê, ao contrário, devem ir em busca de novas formas de aprimorar seu processo criativo (CLARO; JORDÃO, 2014).

Medeiros e Resende (2014) relatam como exemplos de metodologias de ensino de projeto fora do Brasil as praticadas por: Schön (1970) nos Estados Unidos, que considera o ateliê como o ambiente de ensino de criação arquitetônica e experimentações mais importante, considerando ainda o ato de projetar como uma arte; Boudon (2001) na França, o qual aplica o conceito de arquiteturaologia, fundamentando que o ato de projetar é uma série de ações que se apoia principalmente em conceitos pré-estabelecidos; e Cruz Pinto (2007) em Portugal, que possui uma metodologia construída na fenomenologia, onde o sujeito em foco é o aluno e suas relações de projetar e experimentar. Já no Brasil, os autores remontam Rheingantz (2003) que relaciona o ensino de arquitetura e urbanismo como uma troca de conhecimentos entre mestre e aluno, jamais sendo o professor o absoluto ser com razão.

Claro e Jordão (2014) descrevem o ateliê de projeto como a ‘espinha dorsal’ dos cursos de arquitetura e urbanismo, fundamentais para o desenvolvimento de criação do atual estudante e futuro profissional, pois é ali que o ato de projetar se desenvolve e o projeto final é concebido, que segundo Medeiros e Resende (2014) é a principal atividade do arquiteto e urbanista.

O processo criativo nos cursos de arquitetura e urbanismo se caracteriza pela busca do novo, do diferente e do desafiador, fugindo do normativo para isso, e sendo totalmente contrário ao pensamento conservador, nesse sentido, caracteriza-se a importância das tecnologias, mídias digitais e internet para a criação arquitetônica, pois estas permitem novas experimentações e soluções. Como apontam Claro e Jordão (p. 119, 2014), as vantagens de utilizar a TI - Tecnologia da informação (*hardware*, *software* e redes) na arquitetura e no urbanismo, são “simulações, Comunicação; internet; Sistemas de desenho auxiliado por computador CAD/CAM/BIM; Integração de banco de dados; Visualização 3D e realidade virtual; e Inteligência artificial”. Essas possibilidades alteram o modo que se ensina projeto, para uma perspectiva inovadora, na qual os aparatos tecnológicos que os estudantes

carregam consigo todos os dias, como celulares, *tablets* e *notebooks*, passam a incorporar na sala de aula, como um objeto de ensino, e não distração. Apesar do grande potencial das tecnologias, os autores ressaltam, que seu sucesso depende de como são incorporadas no ensino, nesse sentido, é necessário uma linguagem adequada e domínio do conteúdo.

As ferramentas digitais auxiliam em outro aspecto fundamental nos ateliês: as maquetes físicas. Além dos desenhos e croquis, as maquetes físicas são importantes instrumentos de representação e avaliação projetual, porém, o método tradicional de confecção é demorado e pode não resultar em um bom produto final. Deste modo, as ferramentas de prototipagem e fabricação digitais auxiliam na confecção de maquetes e protótipos com maior rapidez e precisão, podendo o aluno testar diferentes possibilidades de composição e avaliação com o modelo físico (CLARO; JORDÃO, 2014). As tecnologias incorporadas no ensino de projeto não devem ser vistas como substitutas dos métodos tradicionais, como destacam os autores, mas sim, um complemento, que possibilita experimentações e criações das mais diversas formas, exemplo disso são as formas parametrizadas. Além da prototipagem e fabricação digitais, o BIM também se configura como uma importante ferramenta de projeção, com produção colaborativa. Apesar deste avanço do uso de tecnologias em ateliê de projeto, Claro e Jordão (2014) criticam o atual modo como as tecnologias digitais são utilizadas, as quais são meramente ferramentas de representação final do projeto, ao invés de instrumentos de avaliação projetual, explorando o potencial reflexivo que possuem.

As tecnologias e mídias digitais revolucionam o modelo de propagação da informação e seu alcance, podendo a sociedade em tempo real, acessar o conhecimento que está sendo produzido em qualquer parte do globo, gerando desta forma, grandes mudanças no ensino (MANHÃES et al., 2015). Porém, de acordo com os autores, apesar deste grande passo na educação, muitas instituições de ensino não estão preparadas para esta nova forma de ensinar, isso se deve ao fato da rápida inserção em que todo esse novo paradigma educacional ocorreu, com evolução tecnológica e alunos conectados o tempo todo à rede, deparando-se com professores despreparados e que não conseguem acompanhar os alunos.

De acordo com Manhães et al. (2015) a educação no Brasil pode ser compreendida como a reprodução de conhecimentos já consolidados, representando um modelo conservador, onde as novas formas de ensinar e novos assuntos são trazidos com base nesses conhecimentos já sólidos. Diante da afirmação dos autores, é possível compreender como o ensino no Brasil caminha de forma lenta para a incorporação das mídias digitais

e tecnologias em sala de aula, pois as instituições e os professores não acompanham essa evolução.

Segundo o IBGE, 85% da faixa etária entre 18 à 24 anos utilizou internet em 2016, constituindo a maior porcentagem por faixa etária. Já com relação aos estudantes, 81,4% utilizaram internet na rede de ensino que frequentavam em 2016 (IBGE, 2018). Neste contexto, fica evidente o perfil dos alunos, que possuem acesso à rede e a utilizam frequentemente. Os dados acima contextualizam um cenário de tendência emergente de inserção das tecnologias e mídias digitais na educação de ensino superior.

É importante ressaltar ainda os termos nativo digital e imigrante digital (MANHÃES et al., 2015). O primeiro se refere à indivíduos que desde sua infância estão em contato com as mídias digitais, já o segundo refere-se a indivíduos que seu primeiro contato foi em um momento mais tardio da vida. Esses perfis diferentes impactam diretamente na sala de aula, como já vem sendo observado pelos professores, quando estes implementam atividades digitais, possuindo diferentes resultados entre os dois perfis (MANHÃES et al., 2015). Os autores afirmam ainda que identificar essas diferenças é um dos primeiros passos para introduzir novas tecnologias. Batistello e Pereira (2013), complementam que atualmente, com a geração de nativos digitais, não se pode manter o ensino tradicional baseado em livros e materiais desenvolvidos pelo professor e passado em sala de aula. O tempo que a população jovem passa em frente ao computador deve ser aproveitado das diversas maneiras disponíveis para melhorar o ensino-aprendizado. Além disso, os estudantes se sentem mais estimulados a desenvolver tarefas quando estas fazem parte do que gostam de fazer no seu dia-a-dia.

No contexto da sociedade atual, não há dúvidas que a tecnologia deve ser incorporada nas salas de ensino, porém, isso requer estruturação, capacitação e, acima de tudo, criatividade, em trabalhar essas tecnologias de forma positiva, sem prejudicar o aprendizado, como afirmam os autores:

Independente da tecnologia, quebrar preconceitos institucionais, quanto às estruturas organizacionais e currículos, deve ser entendida como uma atitude criativa disponível e acessível às instituições educacionais. A própria relevância das instituições, caso não sejam remodeladas, está em jogo. (MANHÃES et al., p. 92, 2015)



As tecnologias digitais, cada vez mais presentes, incorporam na arquitetura como forma de auxiliar na concepção arquitetônica (VANZIN; BASTIANI; ALMEIDA, 2015), permitindo uma percepção da criação de outra forma. Portanto, é primordial a atualização dos professores em relação às tecnologias digitais, auxiliando os acadêmicos e incorporando novas ferramentas que visam auxiliar no processo criativo.

O relatório *New Media Consortium (NMC) Horizon Report* é uma colaboração entre o NMC e a *EDUCAUSE Learning Initiative (ELI)*, que explora as tecnologias emergentes que impactam na educação, no ensino e na aprendizagem, nos próximos cinco anos. A edição do *Horizon Report 2017* contou com 78 especialistas em educação e tecnologia de 22 países nos cinco continentes, inclusive o Brasil, resultando em seis principais tendências, seis desafios significativos e seis desenvolvimentos importantes em tecnologia educacional do ensino superior. Cabe ressaltar no presente estudo dois tópicos discutidos no *Horizon Report 2017*: o *Collaborative Learning* (Aprendizado colaborativo) e o *Mobile Learning* (Aprendizagem móvel).

O aprendizado colaborativo está como uma das principais tendências acelerando a adoção de tecnologia no ensino superior, classificado de acordo com Becker et al. (2017) como de adoção de curto prazo no ensino superior, nos próximos um a dois anos. O aprendizado colaborativo, de acordo com o relatório, representa a construção social do conhecimento, no qual incentiva a interação, o trabalho em equipe, as soluções reais, além do aluno ser o centro da criação e discussão, colaborando com o engajamento pessoal. O crescimento do aprendizado colaborativo e sua implementação no ensino superior é resultado das crescentes comunidades online, dos serviços baseados em nuvem, dos aplicativos, e demais ferramentas digitais que promovem a conectividade em tempo real em rede (Becker, 2017). O potencial de uma rede global de ensino compartilhado não está em um futuro distante, exemplos já atuantes disto são os *wikis*, *google docs*, aplicativos de mensagens e as mídias sociais, que em tempo real permitem o compartilhamento de informações, para qualquer pessoa conectada. O impacto de tal panorama no ensino superior e apontado pelo *Horizon Report* é indiscutível.

Já o aprendizado móvel, ou *online*, de acordo com Becker et al. (2017) é um desenvolvimento importante na tecnologia para o ensino superior, com adoção também de curto prazo, de um ano ou menos. O aprendizado móvel está atrelado ao avanço e acesso cada vez maior aos dispositivos móveis. Os *smartphones*, *smartwatches* e *tablets* permitem o acesso de conteúdo e aprendizagem em qualquer lugar, e isto impulsiona

a forma como a interação entre aluno e academia e professor acontece (BECKER, 2017). O autor ainda afirma que nos próximos anos que é previsto um crescimento de 36% ao ano de aprendizagem móvel global.

Pensando desta maneira, a comunidade acadêmica só tende a ganhar com a aprendizagem conectada, uma vez que a gama de conexões, experiências e exemplos que os estudantes e docentes podem ter acesso em rede são inimagináveis para compreensão e ensino. Este cenário contribui para um outro termo, a personalização na educação, que na visão de Abel, Brown e Suess (2013) está em constante crescimento, influenciado pela comunidade DIY, nesse sentido, os autores reforçam que o ensino não deve se manter inalterado e com base na metodologia de anos atrás, deve se adaptar às mudanças e assumir a conexão e compartilhamento em rede.

### **3.3.1 Processo de projeto**

De acordo com Celani e Medrano (2009), o processo de projeto passou a ser estudado mais cientificamente a partir de 1960, quando as escolas de arquitetura passaram a se preocupar mais em inserir processos metódicos, em uma faculdade que era caracterizada por ensinamentos práticos. Nos dias atuais, porém, inúmeros pesquisadores aprofundam os estudos do processo de projeto, muitas vezes, esquecendo-se de questões práticas. O processo de criação resulta em conhecimentos novos, que diferem para cada indivíduo, afirmam Vanzin, Bastiani e Almeida (2015), o docente neste contexto, não deve ser compreendido como o detentor do conhecimento, mas sim um auxiliar, ajudando o acadêmico nesse processo criativo.

Pensando o processo criativo como inerente a todos os indivíduos e complementar à prática da arquitetura, o projeto arquitetônico resulta condizente na medida em que consiga traduzir em soluções funcionais e estéticas as necessidades propostas pelo cliente diante das correspondentes restrições ambientais, legais e as diretrizes projetuais. O projeto deve se constituir, portanto, das melhores alternativas. A resposta criativa aos problemas propostos precisa ser inovadora, pois este é o papel do arquiteto e é esse tipo de profissional que a estrutura acadêmica precisa formar. (VANZIN; BASTIANI; ALMEIDA, p. 125-126, 2015).

Diante da afirmação dos autores acima, é preciso ressaltar que as escolas muitas vezes falham em seu ambiente de ensino, não dando liberdade à criação de seus alunos, utilizando métodos de ensino muitas vezes ultrapassados e que permanecem inalterados e sem revisão durante anos. Porém, é importante a percepção que o contexto atual não é mais o mesmo, os alunos não mais os mesmos e desta forma, muitas vezes o atual método de ensino pode se concretizar como um bloqueador da criatividade. A exemplo, pode-se citar as mídias digitais como grandes transformadoras da sociedade e do perfil acadêmico, desta forma, lidar com essas mudanças e se preparar para mudanças ainda maiores que estão por vir, é fundamental para a permanência de um ensino de qualidade.

Vanzin, Bastiani e Almeida (p. 126, 2015) complementam que a constante atualização e reformulação do ensino é fundamental, pois o conhecimento “[...] é o recurso intangível de maior valor e é por ele que se constituem as razões da existência das escolas e da dinâmica da vida em sociedade.” Desta forma, é função das instituições de ensino o incentivo da produção de conhecimento, com compartilhamento de ideias, liberdade e autoconfiança, fomentando o desenvolvimento inovador e criativo.

De acordo com Maciel e Santa Cecília (2015), as fases do processo de projeto usual nos cursos de arquitetura e urbanismo no Brasil consistem em definição de programa de necessidades, elaboração de conceito, estudo formal e finalização com um anteprojeto arquitetônico. Esse processo de projeto é realizado individualmente ou em grupo, dependendo da proposta da disciplina, porém sempre pressupõe a autoria própria e a delimitação de ideias.

É comumente um desafio no ensino a relação entre teoria e prática, na qual o caminho entre a criação e a execução é longo, para tanto, existem estratégias pedagógicas que promovem a junção e a integração desses dois extremos, como é o caso de experimentações pedagógicas ou oficinas (PAVIANI; FONTANA, 2009).

De acordo com Paviani e Fontana (2009), oficinas pedagógicas podem ser definidas como a construção do conhecimento, por meio de ações que promovam a prática, sem esquecer da base teórica. Nesse sentido, "uma oficina é, pois, uma oportunidade de vivenciar situações concretas e significativas, baseada no tripé: sentir-pensar-agir, com objetivos pedagógicos." (PAVIANI; FONTANA, p.78, 2009). Ainda de acordo com os autores, as oficinas impactam diretamente na forma de aprender do aluno, com vista à cognição, assim sendo, o aprendizado é concretizado na junção da ação e da reflexão. Oficinas pedagógicas

possuem, principalmente, dois propósitos: a passagem do conhecimento teórico e a ação prática da atividade (PAVIANI; FONTANA, 2009).

Como conclusão, o processo de projeção é um ato de criação, que dá forma à ideias idealizadas sobre habitações, edificações, paisagens e a cidade, começando no ateliê de projeto, desde os primeiros dias de formação do arquiteto, até o restante de sua carreira (CLARO; JORDÃO, 2014). Com as tecnologias cada vez mais inseridas nesse ambiente de ensino, se projeta um novo futuro na arquitetura e do urbanismo, com potencialidades criativas imensas, que permitem ao estudante novas formas de visualização, experimentação e discussão do seu processo de projeto, formando um aprendizado mais abrangente e inovador.



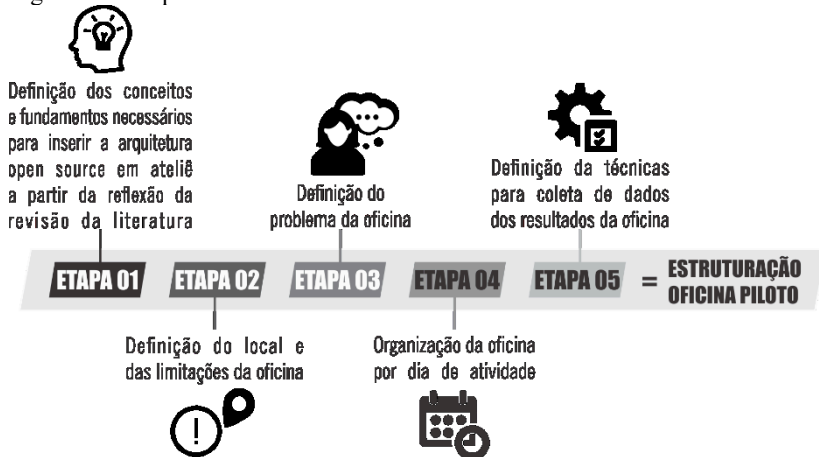
## 4 OFICINA PILOTO

Durante a pesquisa, viu-se a necessidade de aplicar uma oficina piloto, antes da aplicação do experimento pedagógico final, como forma de verificação e experimentação das etapas definidas para o trabalho. O formato da oficina piloto e posteriormente seus resultados, estão descritos a seguir.

### 4.1 FORMATO OFICINA PILOTO

Buscando alcançar os objetivos do presente estudo, assim como responder à pergunta de pesquisa, é proposta uma oficina piloto, como forma de experimentação e avaliação dos passos definidos, para então aplicação de um estudo de caso final sólido e efetivo, que resulte em respostas concretas. Desta forma, para chegar no formato da oficina piloto, o estudo passou por cinco etapas, conforme Figura 14.

Figura 14 - Etapas da Oficina Piloto.



Fonte: A autora (2018).

Outro fator que contribui para a realização de uma oficina piloto, foi a falta de estudos na área, que aplicam a arquitetura *open source* em ateliê. Foi encontrado somente um estudo, realizado por Maciel e Santa Cecília (2015), porém, apesar do trabalho ser denominado ‘Arquitetura *open source*’, este constituiu-se somente de um processo colaborativo em ateliê, sem envolvimento de outras questões aqui estudadas, como, compartilhamento em rede, ferramentas digitais, modularidade,

variabilidade, interoperabilidade, entre outros, se configurando como divergente ao estudado na presente dissertação.

#### **4.1.1 Etapa 01 - Definição dos conceitos e fundamentos necessários para inserir a arquitetura *open source* em ateliê a partir da reflexão do referencial teórico**

Como já mencionado, o objetivo geral deste estudo é introduzir os conceitos de Arquitetura *Open Source* em ateliê de arquitetura, verificando este novo método de projeção, fabricação e construção de habitações. Deste modo, para atingir o resultado, é necessário, antes de mais nada, definir quais seriam os conceitos da Arquitetura *Open Source*.

A partir da reflexão do referencial teórico, no qual foram abordados os três temas principais do estudo (habitação, arquitetura *open source* e ensino de arquitetura), foram identificados os assuntos, conhecimentos e fundamentos necessários e como sendo importantes para o ensino de arquitetura *open source* em ateliê:

- Pré-fabricação;
- Customização em massa;
- Modularização;
- Variabilidade;
- Quarta revolução Industrial;
- Mídias digitais;
- Comunicabilidade;
- Portabilidade;
- Compartilhamento em rede / *Open Source*;
- Interoperabilidade;
- Ferramentas digitais (CAD/CAM, prototipagem e fabricação digitais);
- Questões técnicas de maquinários, insumos e métodos de montagem (encaixes);
- Automatização da arquitetura;
- Parametrização;
- FABLABs;
- Processo colaborativo de projeto.

A construção e definição dos conceitos acima citados, estão representados na Figura 15.

Figura 15 - Definição dos conceitos a partir do referencial teórico.



Fonte: A autora (2018).

A partir dos conceitos identificados, algumas conclusões são resultantes: a arquitetura *open source* deve ser de fácil montagem e



entendimento, permitindo realmente que qualquer pessoa possa fazer *download* e utilizar. Além disso, por se tratar de um processo colaborativo, a facilidade deve ser também na modificação do arquivo, para que este se adapte às necessidades de cada usuário e, nesse sentido, a parametrização contribui, como um instrumento de grande valia na modularidade de habitações pré-fabricadas e compartilhadas. Porém, é importante ressaltar que a parametrização não deve ser vista como intrínseca ao desenvolvimento da arquitetura *open source*. É indispensável sim que haja o entendimento de questões de modulação e de variabilidade, porém, a modelagem paramétrica é um passo adiante, onde há a automatização dos processos, resultando em facilidades de modificações e de possibilidades. Além disso, deve-se considerar que ainda é uma ferramenta que a população em geral não tem domínio, e poucas são as escolas de arquitetura e urbanismo que a introduzem em ateliê, sendo uma dificuldade a ser levada em consideração para aplicação da experimentação em ateliê.

A arquitetura de fonte aberta ainda pode ser determinada como um processo colaborativo de projeto, sendo esse o grande diferencial que a define como um método diferente de projeção. Desta forma, para unir os conceitos e concretizar um processo colaborativo de construção *open source*, é proposta uma oficina, que visa a inserção destes conceitos identificados em um ateliê de arquitetura, como forma de um experimento pedagógico prático e aplicado, para então obter os resultados esperados do estudo.

#### **4.1.2 Etapa 02 - Definição do local, do ferramental e das limitações da oficina**

A oficina piloto foi realizada na disciplina de Fabricação Digital e Prototipagem Rápida (cód. 6040094), do terceiro período, da matriz curricular do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Comunitária da Região de Chapecó - Unochapecó, no segundo semestre de 2018, nos meses de outubro e novembro. Duas turmas foram formadas, uma por 6 alunos e outra por 16. O objetivo da disciplina é introduzir aos estudantes conceitos de modelo, maquete e protótipo, fabricação digital (FD), prototipagem rápida (PR), modelagem paramétrica, tipos de materiais, tecnologias de digitalização 3D e geometria descritiva aplicada. Desta forma, é pertinente introduzir em tal componente os conceitos da arquitetura *open source*, uma vez que a disciplina já insere alguns conhecimentos, fundamentos e ferramental necessários para sua realização, portanto, a abordagem aprofunda o conhecimento em ateliê de

uma nova forma de pensar projeto com as tecnologias disponíveis. As atividades realizadas na oficina visaram a passagem do conhecimento teórico e prático aos alunos de uma nova forma de pensar, desenvolver e estimular soluções de projeto em ateliê. O acesso ao laboratório de prototipagem e fabricação digital Pronto 3D, polo Chapecó, localizado na universidade e que já tem seu uso previsto no cronograma da disciplina, é outro diferencial, que possibilitou a realização da oficina.

A escolha de aplicação da oficina piloto em tal disciplina, além dos pontos acima citados, deu-se devido à facilidade de acesso da autora desta pesquisa à universidade e ao curso em questão, além da disponibilidade da docente da disciplina em conceder as aulas para a prática, pois viu-se grande vantagem e pertinência da inserção do assunto no decorrer dos ensinamentos propostos pelo componente curricular. Além disso, soma-se o fato de que a inserção em outras disciplinas de projeto não seria possível, pelo estágio avançado do semestre. Logo, foram disponibilizadas pela docente três aulas em cada turma para a realização da oficina piloto. Essas aulas estavam sendo previstas no cronograma da disciplina para introdução aos conceitos e *software* de parametrização, deste modo, agrega-se ao conteúdo da oficina.

O ferramental de auxílio utilizado para explicar os conceitos da Arquitetura *Open Source*, foram *Notebook* e projetor multimídia. Já a atividade realizada em laboratório de informática necessitou de computadores, com os seguintes *softwares* instalados: *Rhinoceros*; *Plugin Grasshopper*; *Slicer Fusion 360*; e *AutoCAD*. Já a atividade no Laboratório Pronto 3D, utilizou cortadora à laser, MDF de espessura 3mm e cola instantânea.

Definido o público alvo, o local de realização e o ferramental da oficina piloto, tem-se algumas limitações que devem ser consideradas:

- **Tempo.** Pois são apenas três dias, sem possibilidade de estender a oficina;

- **Conhecimento.** Ressaltando que os alunos estão na terceira fase, onde o conhecimento e domínio acerca de projeção arquitetônica é limitado, além do fato de que não possuem conhecimento de ferramentas de modelagem paramétrica, apenas desenvolveram atividades sucintas com prototipagem e fabricação digitais;

- **Parametrização.** Como as aulas cedidas da disciplina para o desenvolvimento da oficina seriam de introdução à uma ferramenta de modelagem paramétrica, faz-se necessário introduzir deste *software* na oficina, para manter a programação de conteúdos ensinados da ementa aos alunos.

Estas limitações conduziram a definição da atividade da oficina.

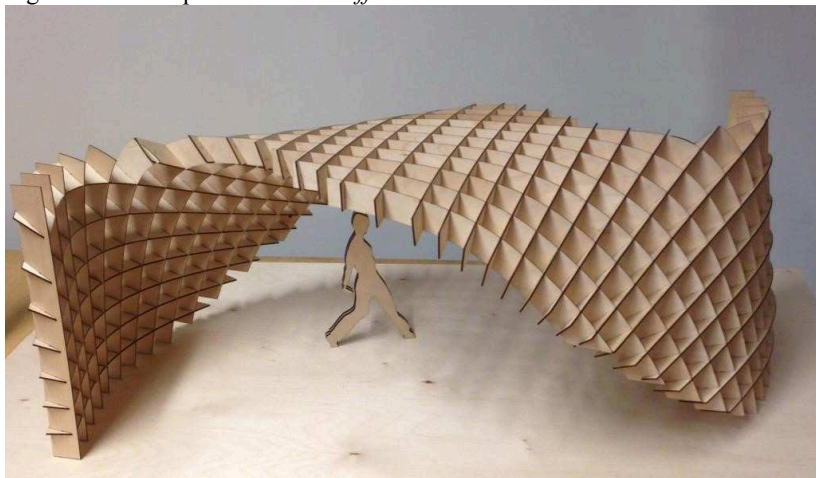
#### **4.1.3 Etapa 03 - Definição da atividade da oficina: Concepção de módulos habitacionais simplificados**

Sendo a arquitetura *open source* um novo método de projeto, é necessário que os alunos entendem esses conceitos. Desta forma, a oficina deve aplicar a produção de um modelo que insira os conceitos relacionados, fazendo os alunos entenderem na prática a modularidade, a parametrização, os encaixes, o envio para produção em maquinários controlados por computador e a prática *open source*. Porém, como uma oficina tem um espaço de tempo relativamente curto, não foi possível introduzir um sistema completo de habitação *open source*, como um sistema *wikihouse* por exemplo, pois em pesquisas, viu-se certa complexidade destas ferramentas. Assim, é necessária uma simplificação desses sistemas, no qual os alunos irão compreender e desenvolver um produto *open source*, entendendo todos esses conceitos, de forma clara e concisa para o estudo.

Deste modo, estudou-se algumas possibilidades, levando em consideração o que é realmente possível de fazer e aplicar em ateliê, em um curto espaço de tempo e que faça com que os alunos realmente entendam os conceitos definidos. As possibilidades estudadas foram: aplicação de uma arquitetura *open source* já existente (*Wikihouse* como exemplo); construção por parte dos alunos de um sistema construtivo *open source*; ou ainda o desenvolvimento de mobiliários modulares *open source*. Porém, os três acima requerem tempo e aprofundamento maior que o disponível para uma oficina, além disso, em todos os casos, as propostas eram barradas pelas limitações. O primeiro pela complexidade do sistema *wikihouse*, o qual necessita de um domínio avançado em um *software* de parametrização; o segundo pelo curto espaço de tempo disponível para tal concepção, além do fato que os alunos ainda não têm conhecimento para desenvolver um sistema construtivo; e o terceiro por não estar relacionado à produção habitacional propriamente dita. Desta forma, buscando aliar os conceitos de modularidade, variabilidade, parametrização, fácil entendimento, com facilidade de reprodução e modificação, com uso de encaixes, não exigindo muito tempo e que esteja relacionado à habitação, juntamente com as limitações de tempo e conhecimento dos alunos, definiu-se a proposta de concepção de módulos habitacionais simplificados. Esses módulos seguem como proposta o

conceito *structural waffle* (Figura 16), sendo um processo viável e possível de repassar aos acadêmicos.

Figura 16 - Exemplo *structural waffle*.



Fonte: <<http://conceptmodel.tumblr.com/post/147910473512/waffle-structure-study-by-students-at-aalto>>. Acesso em: 07 out. 2018.

Para que todos os discentes consigam compreender e desenvolver na prática a arquitetura *open source*, optou-se por uma proposta individual. O conceito *open source* e da arquitetura como um processo colaborativo, se insere na troca dessas criações entre os próprios colegas, ou seja, a criação foi feita por um acadêmico e a prototipagem e montagem realizada por outro. Pretende-se que os alunos compreendam o conceito de projetar para outra pessoa, entendendo as dificuldades e problemas encontrados que possam facilitar a construção de um outro projeto, desenvolvendo assim, um processo de projeto colaborativo. Além disso, esse processo busca cumprir o papel de inserir aos alunos os conceitos de portabilidade e a comunicabilidade verificando as dificuldades encontradas, os desafios e pontos positivos.

A dimensão desses módulos foi pré-estabelecida, de em média 3mx3mx3m, buscando já direcionar os participantes.

Entende-se assim, que a questão maior que deve ser trabalhada na atividade da oficina não é a arquitetura em si, ou sua qualidade arquitetônica, ou o aspecto do modelo que foi desenvolvido, mas sim compreender como os alunos se comunicam entre si e como compreendem a arquitetura *open source*. Desta forma, é possível verificar

se realmente os conceitos definidos são suficientes, ou se algo ficou vago no momento de inseri-los em sala de aula. Sendo assim, esse processo resulta em algumas indagações, que serão apresentadas nos resultados: Como será a comunicação entre os projetos e a montagem por outra pessoa? Como os alunos irão absorver e compreender a informação deixada pelo outro? Como será o entendimento para a materialização do protótipo?

Desta forma, apesar de ao longo do texto ser trabalhado a questão habitação, aqui não será abordado o projeto de habitações a partir do paradigma *open source*. O tema ‘habitações’ serviu como a construção do discurso, para então chegar nesse momento e verificar qual a melhor aplicabilidade em ateliê, para que os alunos entendem o conceitos e fundamentos da arquitetura *open source*, que como citado, não precisa necessariamente estar condicionado à uma habitação, a qual seria inviável de aplicar em oficinas de curta duração em sala de aula.

#### **4.1.4 Etapa 04 - Organização da oficina por dia de atividade**

A realização da oficina piloto intitulada: ‘Arquitetura *open source* aplicada em ateliê’, ocorreu em três aulas de cada turma da disciplina já mencionada, em três semanas consecutivas, conforme cronograma a seguir:

**1º dia (semana 01 – 19h00 às 22h20):** Abordagem teórica sobre o tema, com introdução aos conceitos e exemplos já realizados, expondo dentre os assuntos: projeto digital; automação da arquitetura; customização em massa; modularização; revoluções industriais; parametrização; arquitetura *Open Source*; *Wikihouse*; tipos de encaixe e materiais. É importante ressaltar que tal disciplina já introduz outros assuntos pertinentes, como prototipagem e fabricação digital, maquinários (impressora 3D, corte a laser, CNC router) e CAD-CAM, deste modo, tais assuntos não entram na programação da oficina. Introdução do *software Rhinoceros* e o *plug-in Grasshopper* de parametrização, com exemplos práticos e básicos. Lançamento aos alunos da atividade da oficina (módulos habitacionais simplificados), no formato *structural waffle*. Início do desenvolvimento dos modelos.

**2º dia (semana 02 - 19h00 às 22h20):** Orientação, desenvolvimento da atividade proposta e finalização. Compartilhamento do arquivo desenvolvido em uma pasta do *Google Drive*.

**3º dia (semana 03 - 19h00 às 22h20):** Troca dos arquivos entre os colegas. Desenvolvimento do arquivo de corte, prototipagem e

montagem dos modelos. Disponibilização dos questionários online para preenchimento pelos participantes.

#### **4.1.5 Etapa 05 - Definição das técnicas para coleta de dados dos resultados da oficina**

Para a coleta dos dados resultantes da oficina, são utilizados o **questionário online** e a **observação**, com o uso de documentação por meio de fotos. A coleta de dados com uso da observação permite utilizar os sentidos para examinar os fatos, resultando em uma maior aproximação com o objeto em estudo, além da identificação de fatores e comportamentos espontâneos que não são percebidos pelos indivíduos (MARCONI; LAKATOS, 2010). Ainda segundo os autores, esta técnica deve ter um mínimo de planejamento e controle para ter validade.

No presente estudo, a observação pode ser classificada, segundo Marconi e Lakatos (2010), como assistemática, pois apesar de possuir um pré-planejamento, não utiliza perguntas diretas ou técnicas especiais, sendo mais um acompanhamento e registro dos fatos ocorridos durante a oficina, analisando e categorizando dúvidas frequentes, desafios e resultados obtidos, para complementar dados que talvez não serão obtidos com o questionário.

Já o questionário *online*, que é disponibilizado aos acadêmicos no final da oficina, visa verificar a qualidade, as facilidades, as dificuldades e os resultados obtidos do processo, além de outras perguntas que buscam responder questões de pesquisa.

## **4.2 RESULTADOS OFICINA PILOTO**

Para uma melhor compactação dos resultados, as observações das turmas A e B são descritas em um mesmo item, apontando para fatos distintos de ambas. Já os questionários, são abordados separadamente à cada turma.

### **4.2.1 Observações turmas A e B**

O **primeiro dia** de oficina seguiu o cronograma proposto, com passagem aos alunos da parte teórica sobre o tema em estudo. Durante a explanação teórica, houve várias indagações e dúvidas sobre a arquitetura *open source*, pois até então, muitos nunca tinham ouvido falar sobre, desta forma, pausas foram ocorrendo durante a passagem teórica. Ao final, foi

repassado aos alunos como se daria a atividade proposta nestes três dias de oficina, com cronograma e a atividade definida.

Posteriormente, iniciou-se a abordagem aos *softwares Rhinoceros* e *Grasshopper*. Os alunos já possuíam um breve conhecimento do programa *Rhinoceros*, resultante das aulas anteriores da disciplina em que a oficina ocorreu, o que se tornou um facilitador do processo. Para o início da familiarização ao *plug-in Grasshopper*, foram utilizados exercícios básicos, que partiam de alguns modelos produzidos no *Rhinoceros* para posterior parametrização no *Grasshopper*, e de algumas formas produzidas no próprio *Grasshopper*.

Para que os alunos conseguissem desenvolver a atividade no curto espaço de tempo disponível, foram trabalhados dois exercícios específicos, sendo um a concepção de uma *surface*, por meio de pontos, que permitia a criação de coberturas e malhas de abrigos. E o segundo, a construção de um vetor fechado com *offset* e extrusão. Esses dois exercícios serviram de exemplo para os alunos se basearem na concepção de seus próprios módulos habitacionais.

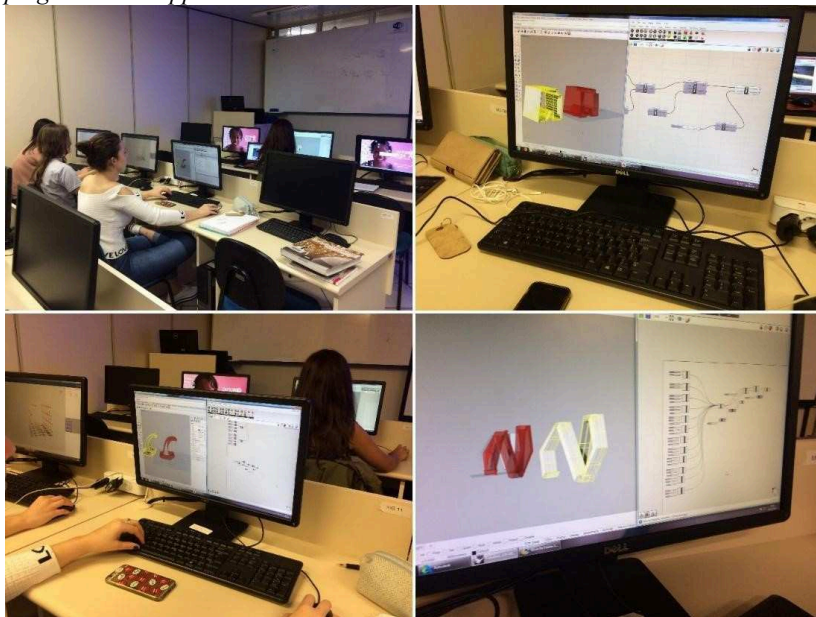
Durante a passagem dos exercícios, pausas eram feitas para sanar dúvidas, ou problemas nos *softwares*. É importante ressaltar, que a abordagem com a turma B foi bem mais rápida e proveitosa, do que com a turma A. Isso se deve ao fato da quantidade de alunos em sala. Enquanto que a turma A era formada por 16 alunos, a turma B era composta por apenas 6, o que gerou uma grande diferença no ambiente da sala de aula. A turma A constantemente parava para sanar dúvidas, devido à várias conversas dispersas, sem qualquer relação com a oficina, enquanto que a turma B era mais focada e rápida na compreensão dos exercícios repassados.

Ao final deste primeiro dia, os alunos já começaram a pensar seus módulos habitacionais, com esboços a mão. Foi informado aos alunos para pensarem a atividade em casa até a próxima aula, para agilizar o processo no segundo dia.

O **segundo dia** de oficina, se tornou um pouco agitado no início, pois os alunos tinham até esboçado algumas formas e croquis à mão, mas como não possuíam os *softwares* em seus *notebooks*, não trabalharam digitalmente, desta forma, tornou-se um pouco difícil o começo deste segundo dia, pois os acadêmicos alegavam que não lembravam exatamente de como começar o processo nos *softwares*. Logo, foi preciso rever com os alunos o início dos exercícios repassados na aula anterior, para que então os acadêmicos comesçassem o desenvolvimento. Inúmeras dúvidas iam surgindo, ao passo que eram sanadas, com auxílio da professora da disciplina. O restante deste dia se deu com o

desenvolvimento da atividade pelos alunos (Figura 17). Cabe também ressaltar aqui, que a turma A, que era formada por mais alunos, levou mais tempo para concluir a atividade.

Figura 17 - Desenvolvimento da atividade proposta no *software Rhinoceros e plug-in Grasshopper*.



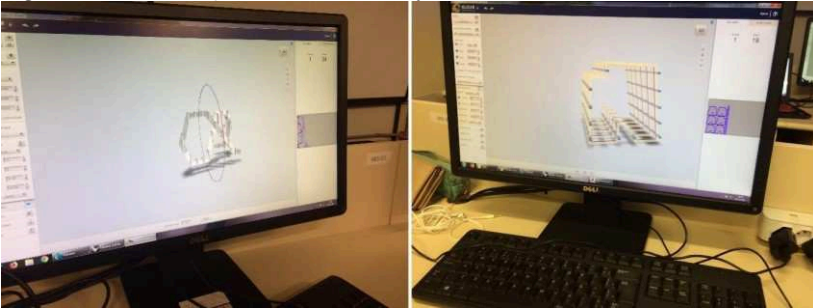
Fonte: A autora (2018).

Ao final do segundo dia, os arquivos desenvolvidos foram disponibilizados em uma pasta do *Google Drive*, ao mesmo tempo em que um sorteio foi realizado, para ver quem iria planificar o objeto do colega, deixá-lo pronto para o corte a laser e realizar a montagem.

O **terceiro dia** de oficina iniciou com o reconhecimento dos alunos do objeto do colega, com verificação de possíveis problemas. Em seguida, iniciou-se o processo de planificação, no qual os discentes optaram por utilizar o *software Slicer Fusion 360*, que já tinham domínio (Figura 18).



Figura 18 - Planificação do modelo no *software Slicer Fusion 360*.



Fonte: A autora (2018).

O arquivo da planificação gerado em extensão .dxf pelo programa *Slicer Fusion 360* foi aberto no *software AutoCAD*, no qual os fragmentos de curvas foram transformados em polilinhas, e posteriormente separados em *layers* distintos para corte e para gravação, desta forma, tem-se um melhor aproveitamento do tempo na máquina a laser. Essa preparação do arquivo para o corte, os acadêmicos já possuíam conhecimento, pois já tinham utilizado e desenvolvido anteriormente em outras atividades.

Após todos os arquivos finalizados, iniciou-se o corte à laser dos protótipos, no laboratório Pronto 3D de Chapecó. Os protótipos (Figura 19) foram fabricados em MDF cru de 3mm de espessura, na escala de 1:20, para melhor aproveitamento do material utilizado. Foi observado que o processo de montagem foi descontraído, os quais focaram na atividade que estavam desenvolvendo, somente tirando algumas dúvidas à respeito da numeração de montagem que o próprio programa *Slicer Fusion 360* realiza.

Figura 19 - Prototipagem com corte à laser e montagem dos módulos habitacionais desenvolvidos.



Fonte: A autora (2018).

Quanto à montagem dos protótipos, somente um não foi concluído, pois a planificação não foi realizada de maneira correta, o que ocasionou na produção de diversas peças, que mesmo com numeração, não encaixam (Figura 20). Neste caso, percebe-se que a informação deixada pelo aluno não foi clara para o colega, que não entendeu o protótipo e teve problemas com a planificação, mesmo utilizando um *software* específico. Comprovando desta forma, que deve-se ter cuidado e atenção no momento de criação dos arquivos.

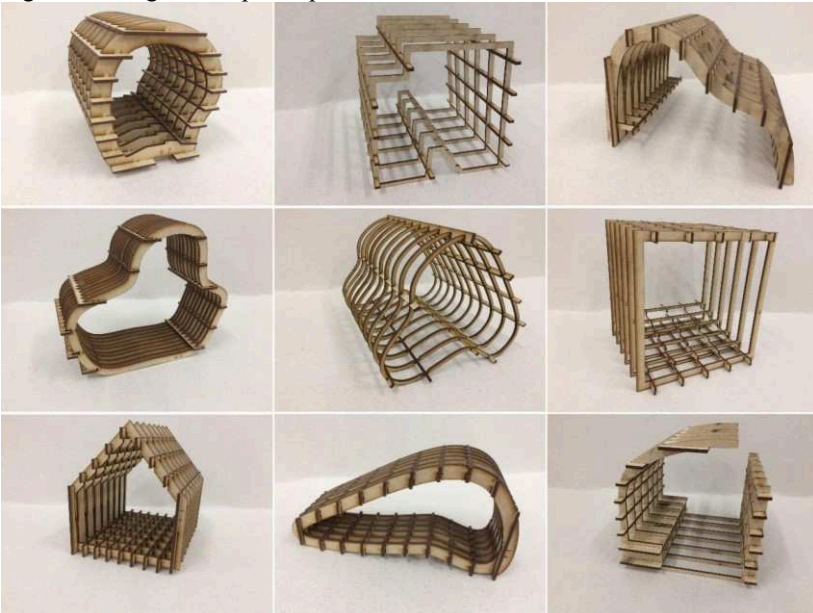
Figura 20 - Protótipo não concluído.



Fonte: A autora (2018).

O restante dos protótipos foram montados em êxito, e alguns podem ser observados na Figura 21. Percebe-se que foi uma troca com muitas informações, pois todos foram desafiados pelo mesmo problema da atividade, porém, formas totalmente diferentes foram concebidas, e fazer com que o aluno perceba a criação diferente do seu colega, é um grande passo para um processo colaborativo e participativo *open source*.

Figura 21 - Alguns dos protótipos resultantes das turmas A e B.



Fonte: A autora (2018).

#### 4.2.2 Questionário turma A

Com relação ao questionário aplicado com a turma A, disponível no Apêndice A, obteve-se o retorno de 12 voluntários, de um total de 16. Destes, 91,7% ficaram satisfeitos com a realização da oficina. Quanto aos aspectos positivos, os alunos apontaram que foi uma ótima experiência, pela abordagem à *softwares* e conhecimentos que não estão habituados, agregando conhecimento à formação. Já os aspectos negativos, foram citados por 8 estudantes como o pouco tempo de oficina e por 1 estudante a complexidade, já 3 estudantes apontaram que não houve aspectos negativos. A respeito das dificuldades apontadas, por 10 participantes, foram o uso dos programas, além disso, 2 alunos apontaram a complexidade da atividade proposta como uma dificuldade. Além disso, 100% dos participantes consideraram útil a utilização deste formato de oficina/aula para compreensão das tecnologias apresentadas.

Quando questionados sobre o conhecimento sobre arquitetura *open source*, 75% afirmaram que nunca tinham ouvido falar, porém, todos afirmam que a aplicação deste novo processo de projeção, construção e fabricação de habitações em disciplinas de projeto é promissor e fará parte do futuro das habitações, como relato do participante 03: “Vejo como uma ótima iniciativa, deveria ser mais aprofundado esse tema”. Com relação às limitações no uso da arquitetura *open source*, 66,7% apontam a falta de acesso e conhecimento à *softwares* e aos maquinários de prototipagem e fabricação digitais. Apesar do relatado acima da dificuldade com relação ao tempo e uso dos programas, 66,7% consideram ter informações suficientes sobre o assunto para propor uma arquitetura *open source*, sendo um número significativo, pela porcentagem apresentada de alunos que nunca tinham ouvido falar sobre. A respeito da experiência de trabalhar, planificar e prototipar o objeto do colega, 9 apontaram que foi legal, ótima ou boa, 2 acharam confusa e 1 relatou como “Interessante para visualizar como o outro pensa e se adequar a um projeto em que eu não tive participação”.

As principais dificuldades e problemas ao trabalhar com o arquivo do colega foram apontados por 2 participantes como os encaixes do protótipo e 4 apontaram como erros do arquivo deixado pelo colega e o restante informou que não houve dificuldades ou problemas. Por fim, 83,4% afirmaram que conseguiram compreender a informação/modelo deixado pelo colega.

### 4.2.3 Questionário turma B

Com relação ao questionário aplicado com a turma B, disponível no Apêndice A, obteve-se o retorno de 3 participantes, de um total de 6. Destes, 100% ficaram satisfeitos com a realização da oficina. Quanto aos aspectos positivos, os participantes apontaram que foi uma oficina bem desafiadora e com novos aprendizados. Já os aspectos negativos, foram citados como o pouco tempo e o uso dos *softwares*. A dificuldade apontada pelos 3 alunos foi o uso dos programas. Além disso, 100% dos participantes consideraram útil a utilização deste formato de oficina/aula para compreensão das tecnologias apresentadas. Quando questionados sobre o conhecimento sobre arquitetura *open source*, todos os três voluntários afirmaram que nunca tinham ouvido falar sobre, porém, todos afirmam que a aplicação deste novo processo de projeção, construção e fabricação de habitações em disciplinas de projeto é positivo e interessante, como relato do participante 01: “Essa Arquitetura é uma forma de ajudar várias pessoas em diversas situações com baixo custo, muito legal essa ideia e além disso ela proporciona o compartilhamento dos projetos possibilitando assim a melhora dos mesmos”.

Com relação às limitações no uso da arquitetura *open source*, 1 participante apontou como a falta de conhecimento e 2 não souberam responder. Dos três participantes, somente 1 considera ter informações suficientes sobre o assunto para propor uma arquitetura *open source*, e os outros dois relataram que a falta de domínio nos *softwares* é o fator de não se sentirem confiantes em trabalhar com este tipo de habitação. A respeito da experiência de trabalhar, planificar e prototipar o objeto do colega, 100% dos participantes apontaram que foi legal. As principais dificuldades e problemas ao trabalhar com o arquivo do colega foram apontadas por todos os participantes como os encaixes e montagem do protótipo. Por fim, ainda foram questionados se conseguiram compreender a informação/modelo deixado pelo colega, o qual 100% responderam que sim.

### 4.2.4 Conclusões oficina piloto

Observou-se que os principais aspectos negativos apontados pelos estudantes, na oficina piloto, foram o **pouco tempo de oficina** e a **dificuldade de uso do software** de parametrização, alegando, que o período para o seu aprendizado foi curto. Outro ponto a ser considerado é a **troca dos arquivos entre os colegas**. Ainda que 87% dos participantes alegassem que não tiveram problemas com a troca, estes

consideraram que faltaram informações para montagem do protótipo e um pouco mais de atenção na concepção do projeto pelo colega, para evitar erros e falhas. O fato das duas turmas serem formadas por poucos alunos, além da troca ocorrer entre os estudantes da mesma sala, propiciou maior facilidade de entendimento do modelo projetado. Porém, o que aconteceria se a troca fosse feita por estudantes de turmas distintas, sem a interferência de alguém que possui conhecimento prévio sobre os projetos desenvolvidos? Essa é uma importante questão a ser considerada e levada para a proposta do experimento pedagógico final, pois como levantado no referencial teórico, a definição da arquitetura *open source* é possibilitar o acesso dos arquivos por qualquer pessoa conectada à internet, seja qual for o lugar que estiver no planeta. Por isso, a informação deixada pela pessoa que projetou e disponibilizou o modelo deve ser precisa e inteligível, para que outro indivíduo possa fazer seu uso sem dificuldades, independentemente de seu conhecimento e formação.

Outra questão do processo é a interoperabilidade, fundamental nesse novo pensamento 4.0. Fica compreendido também, por meio da oficina piloto, que não são todos os alunos que se consideram preparados para propor uma arquitetura *open source*. Esse fator parte, principalmente, da falta de conhecimento sobre o assunto, anteriormente à atividade desenvolvida, fazendo com que os acadêmicos se sintam inseguros quando expostos à novos desafios. Deste modo, são requisitos que devem ser trabalhados no experimento pedagógico final: Interoperabilidade; Capacitação (tanto de *softwares* como de conteúdo teórico); Colaboração; Manipulação e Modificação de arquivos; Tempo de oficina; e Fabricação digital.

Todas essas reflexões, a partir da oficina piloto aplicada, dão origem ao formato do experimento pedagógico final, descrito a seguir.



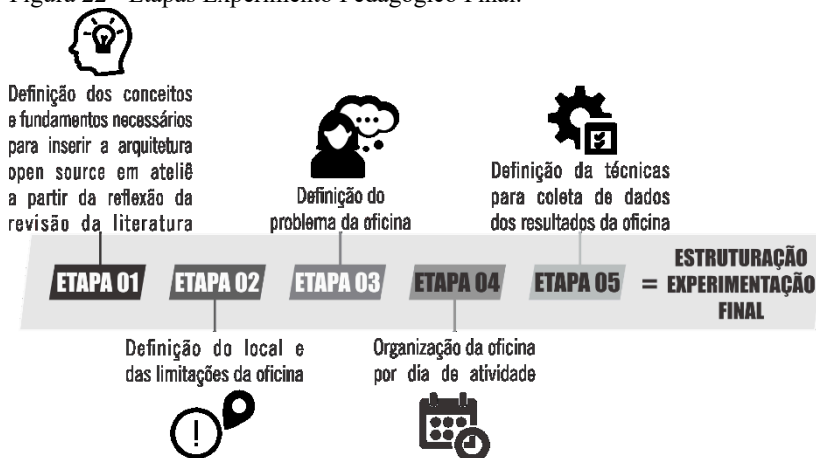
## 5 EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL

A partir das reflexões e resultados obtidos com a oficina piloto, foi desenvolvido o experimento pedagógico final, prático e aplicado, também no formato de oficina, para então conclusão da pesquisa.

### 5.1 FORMATO EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL

O experimento pedagógico final, passou pelas mesmas etapas definidas na oficina piloto (Figura 22), porém, considerando as reflexões e requisitos adquiridos a partir dela. Logo, são modificados alguns processos em cada etapa, como o tempo de oficina e o formato da troca dos arquivos.

Figura 22 - Etapas Experimento Pedagógico Final.



Fonte: A autora (2019).

Como já citado, uma das reflexões obtidas, a partir da oficina piloto, foi a **troca de arquivos e informações entre os colegas**. Portanto, para o experimento pedagógico final uma troca mais abrangente foi estabelecida, na qual o conceito do compartilhamento em rede (*open source*), o processo colaborativo de projeto e a interoperabilidade se faça mais evidente. Além disso, outros dois aspectos negativos, apontados pelos participantes, são aqui trabalhados: o pouco tempo de oficina e a dificuldade do *software*. Desta forma, a experimentação pedagógica final ocorreu com duas turmas de oficina, cada qual sendo realizada em cinco dias, em duas semanas consecutivas, no período da manhã. Com o



aumento da carga horária de cada oficina em mais de seis horas, destinou-se mais tempo de aprendizado dos *softwares* e desenvolvimento da atividade proposta.

As duas oficinas da experimentação final, tinham a mesma programação, portanto, os participantes de ambas, passaram pelos mesmos ensinamentos e adquiriram os mesmos conhecimentos, tanto em teoria, como na prática. Porém, para que o conceito *open source* ocorra de forma mais abrangente, o compartilhamento e troca de arquivos e informações, além da manipulação de conteúdo, aconteceu entre as duas turmas, sem qualquer interferência do colega que realizou o projeto, sendo esta a principal justificativa da escolha de aplicar a mesma oficina, com duas turmas distintas. Deste modo, a primeira turma, produziu a atividade proposta em grupos e disponibilizou o modelo na plataforma *open source Thingiverse*, enquanto que a segunda, além destas mesmas ações, trabalhou com os modelos desenvolvidos pelos alunos da primeira turma.

Este formato do experimento, visou preencher as lacunas encontradas na oficina piloto, na qual, apesar da troca de arquivos, estes foram realizados entre colegas de uma mesma turma, com possíveis auxílios do criador do projeto, o que é completamente diferente, quando se projeta algo, que uma pessoa de outra parte do globo irá fazer uso. Assim, essa troca, buscou alcançar e ficar mais próxima da realidade dos arquivos em plataformas globais. Além disso, com mais tempo de oficina, buscou-se inserir mais tempo de ensinamento do conteúdo e *softwares*, principais pontos negativos apontados.

Deste modo o experimento final atende os requisitos definidos: Interoperabilidade; Capacitação; Colaboração; Manipulação e Modificação de arquivos; Tempo de oficina; e Fabricação digital.

A seguir são apresentadas as etapas do experimento pedagógico final, que resultaram no formato das oficinas.

### **5.1.1 Etapa 01 - Definição dos conceitos e fundamentos necessários para inserir a arquitetura *open source* em ateliê a partir da reflexão do referencial teórico**

Esta etapa do experimento pedagógico final, corresponde à Etapa 01 do formato da oficina piloto, por se tratar de um processo do presente estudo, que define os conceitos e fundamentos necessários para inserir a arquitetura *open source* em ateliê, por meio da referencial teórico. Assim sendo, estes conceitos são aqui resgatados, os quais: Pré-fabricação; Customização em massa; Modularização; Variabilidade; Quarta

revolução Industrial; Mídias digitais; Comunicabilidade; Portabilidade; Compartilhamento em rede / *Open Source*; Interoperabilidade; Ferramentas digitais (CAD/CAM, prototipagem e fabricação digitais); Questões técnicas de maquinários, insumos e métodos de montagem (encaixes); Automatização da arquitetura; Parametrização; FABLABs; e Processo colaborativo de projeto.

Tais conceitos norteiam os conteúdos que devem ser repassados aos estudantes, para que consigam compreender a Arquitetura *Open Source*, na experimentação em ateliê.

### **5.1.2 Etapa 02 - Definição do local, do ferramental e das limitações da oficina**

As duas oficinas ocorreram com acadêmicos do curso de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Comunitária da Região de Chapecó – Unochapecó, em Março de 2019, ofertadas de forma externa às disciplinas da graduação, em caráter optativo, divulgadas para acadêmicos a partir terceiro período, com limite de até 12 participantes cada. O motivo de divulgar a oficina para estudantes a partir do terceiro período, é que os alunos da Unochapecó possuem uma disciplina obrigatória de Fabricação Digital e Prototipagem Rápida, na terceira fase, logo, os alunos estariam fazendo ou já teriam concluído tal componente curricular. Desta forma, os ensinamentos sobre prototipagem e fabricação digitais, assim como planificações de objetos, não seriam necessários serem repassados, otimizando o tempo da oficina, em função da grande quantidade de conteúdos necessários para entender o tema abordado. Dois espaços foram utilizados para a realização das oficinas: o laboratório de informática da universidade, que possui os *softwares* necessários; e o laboratório Pronto 3D Chapecó, que possibilita o acesso à maquinários de prototipagem e fabricação digitais.

*Notebook* e projetor multimídia foram utilizados como ferramental de auxílio para explicar os conceitos da Arquitetura *Open Source*. Já a atividade realizada em laboratório de informática necessitou de computadores, com os seguintes *softwares* instalados: *Rhinoceros*; *Plug-in Grasshopper*; *Slicer Fusion 360*; e *AutoCAD*. Por fim, na prática, no Laboratório Pronto 3D, foram utilizados maquinário de corte à laser, MDF de espessura 3mm e cola instantânea.

Tem-se como limitação na experimentação em ateliê, o conhecimento dos alunos com relação aos programas utilizados. Além disso, apesar da prototipagem e fabricação digitais já serem comuns no curso de graduação em questão, houve uma limitação por parte dos alunos

de preparar os arquivos para o corte à laser. Desta forma, a atividade que foi produzida nas oficinas, buscou abordar algo passível de ser realizado pelos participantes, apesar das limitações mencionadas.

### **5.1.3 Etapa 03 - Definição da atividade da oficina: Concepção de módulos habitacionais simplificados**

Observou-se na oficina piloto, que com a atividade desenvolvida, concepção de módulos habitacionais simplificados, os alunos conseguiram propor diversas formas distintas, embora todos tenham partido das mesmas ferramentas e exercícios ensinados. Além disso, a atividade foi capaz de fazer com que os participantes trabalhassem com os conceitos da arquitetura *open source*, apesar de não se tratar, propriamente, de uma habitação, mas sim, de um módulo conceitual. Desta forma, pelos resultados positivos mencionados, mantém-se a atividade da oficina piloto, para o experimento pedagógico final, contudo, agrega-se à experimentação mais tempo de criação do exercício e ensinamento dos *softwares*, que foram as principais dificuldades e pontos negativos relatados na oficina piloto.

A concepção dos módulos habitacionais simplificados foi desenvolvida em duplas, otimizando a quantidade de protótipos para o corte à laser. A abordagem *open source*, com a troca de arquivos e informações, nesta oficina final, como já citado, ocorreu entre as duas turmas de alunos. O objetivo por meio desta abordagem do compartilhamento, é fazer com que os alunos consigam compreender a informação deixada por outro indivíduo, realizando modificações no arquivo, e entendendo, assim, o processo de compartilhamento em rede. Desta forma, tem-se o ciclo do processo colaborativo, no qual os indivíduos vão agregando modificações e conhecimento ao modelo, e disponibilizando-o novamente em plataformas globais, para que outra pessoa possa fazer seu uso. Pretendeu-se assim, que os estudantes percebam a interoperabilidade necessária no procedimento de troca de dados da arquitetura *open source*.

Aqui também são definidos alguns critérios, para posterior avaliação dos modelos que serão desenvolvidos, com base nos conceitos já apresentados, os quais:

- Modelo que permita modularidade e variabilidade;
- Parametrizado em *software* específico;
- De fácil entendimento para manuseio e montagem;
- Facilidade para reprodução e modificação do modelo;

- Que não exija muito tempo para seu fim;
- Utilização de método de montagem por encaixes;
- Relacionado à produção arquitetônica/habitação.

A avaliação dos modelos, correlacionando tais critérios, é apresentada nos resultados da oficina final.

#### 5.1.4 Etapa 04 - Organização da oficina por dia de atividade

O experimento pedagógico final ocorreu por meio de duas turmas de oficinas, intituladas: ‘Arquitetura *open source*: concepção de módulos habitacionais em ateliê’. As oficinas tiveram duração total de dez dias, realizadas em duas semanas subsequentes, com participação de estudantes de Arquitetura e Urbanismo da Unochapecó. As atividades desenvolvidas em ambas as turmas, por dia de oficina, são descritas a seguir:

**1º dia (8h30 às 11h45):** Apresentação da parte teórica do assunto, abordando: Arquitetura *Open Source*; Revoluções Industriais; Indústria 4.0; Customização em massa; Modularização; Compartilhamento em rede; Autoconstrução da Arquitetura; Parametrização; Exemplos de Arquitetura de fonte aberta; Fabricação e Prototipagem digitais; e Maquinários. A intenção é que os alunos entendam os conceitos que definem a Arquitetura *Open Source*. Após a apresentação do conteúdo teórico, procedeu-se com a explicação sobre a atividade proposta na oficina, além da divisão dos acadêmicos em duplas.

**2º dia (8h30 às 11h45):** Introdução ao *software Rhinoceros* e o *plug-in Grasshopper*, com exemplos práticos e básicos, além de exercícios que auxiliam no desenvolvimento da atividade da oficina. Início da concepção dos projetos pelos alunos.

**3º dia (8h30 às 11h45):** Produção dos módulos habitacionais pelos grupos, com orientações e auxílio à dúvidas quando solicitado.

**4º dia (8h30 às 11h45):** Finalização da atividade, com preparação dos arquivos para o corte a laser. A escala do protótipo foi definida como sendo 1:20. Essa escala já tinha sido usada nos modelos da oficina piloto e observou-se como sendo adequada para visualização e entendimento do projeto, além de ser um tamanho satisfatório para montagem e otimização de chapas. Ainda neste dia, foram iniciados os cortes.

**5º dia (8h30 às 11h30):** Finalização do corte a laser e montagem do protótipo, com verificação de falhas dos modelos desenvolvidos. Preenchimento, pelos alunos, do questionário *online*, sobre aspectos da

oficina. Os estudantes também disponibilizaram, neste dia, os arquivos de seus módulos habitacionais na plataforma *open source Thingiverse*. Essa plataforma foi escolhida por conter o maior número de objetos entre as demais e ser uma das mais conhecidas e populares, além disso, é totalmente gratuita e a interface de disponibilização de modelos é inteligível, mesmo para quem nunca a utilizou. Além dessas ações, os participantes da segunda turma da oficina trabalharam com os modelos desenvolvidos pela primeira turma. Esse procedimento buscou inserir na experimentação o compartilhamento de arquivos e a troca de informações, fazendo com que os alunos compreendam o conceito *open source* e o processo colaborativo de projeto.

Este formato aprimorado do experimento pedagógico final buscou resolver os aspectos negativos observados na oficina piloto, com base em seus resultados. Além disso pretende-se que os alunos consigam absorver melhor o conceito da interoperabilidade, pelo novo processo de compartilhamento de informações *open source* que foi realizado.

### **5.1.5 Etapa 05 - Definição das técnicas para coleta de dados dos resultados do experimento pedagógico final**

Para a coleta dos dados resultantes, também foram utilizadas as técnicas de **questionário online** e a **observação**, com registros fotográficos, assim como na oficina piloto. As técnicas de coleta de dados, foram aplicadas no último dia de oficina, de cada turma, como auxílio à compreensão das perspectivas e experiências dos acadêmicos, em relação a aplicação da arquitetura *open source* em ateliê.

## **5.2 RESULTADOS EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL**

Estava sendo previsto 12 alunos em cada uma das duas turmas da oficina, porém, alguns destes participantes, optaram por não participar da atividade, desta forma, a turma A foi formada por oito alunos e a turma B por dez acadêmicos. Como as duas turmas passaram pelos mesmos procedimentos, com exceção da atividade a mais que a turma B realizou, trabalhando com os modelos da turma A, os dados obtidos foram agrupados, para uma melhor apresentação dos resultados, apontando para fatores distintos entre ambas as turmas.

### **5.2.1 Observações Turma A e B**

Os conhecimentos teóricos sobre Arquitetura *Open Source*, foram repassados no primeiro dia de oficina, que iniciou com o questionamento a todos os participantes, se já tinham ouvido falar sobre este termo e se sabiam do que se tratava, porém, poucos afirmaram o conhecimento neste assunto. Seguiu-se com breve introdução às revoluções industriais e a importância destas para se chegar no cenário atual da quarta revolução industrial, que permitiu, a partir do desenvolvimento de um ferramental adequado, o surgimento do conceito de Arquitetura *Open Source*. A abordagem teórica seguiu com demais assuntos, fazendo pausas quando necessário para sanar dúvidas dos acadêmicos.

Alguns vídeos que apresentam conceitos básicos relacionados à arquitetura *open source* foram apresentados, como o *TED TALK*<sup>5</sup> do Alastair Parvin, fundador da *Wikihouse* e o vídeo<sup>6</sup> da montagem da Casa Revista, primeira *Wikihouse* da América Latina, desenvolvida em um trabalho de conclusão da FAU-UFRJ, com apoio do LAMO 3D. Foi visível a curiosidade dos participantes no decorrer da explicação teórica, pois várias perguntas foram realizadas, além disso, com os vídeos, e diversos exemplos que foram trazidos por meio de fotos na apresentação, e em livros, os alunos puderam entender visualmente também sobre todos os conceitos, fundamentos e conhecimentos que eram repassados (Figura 23).

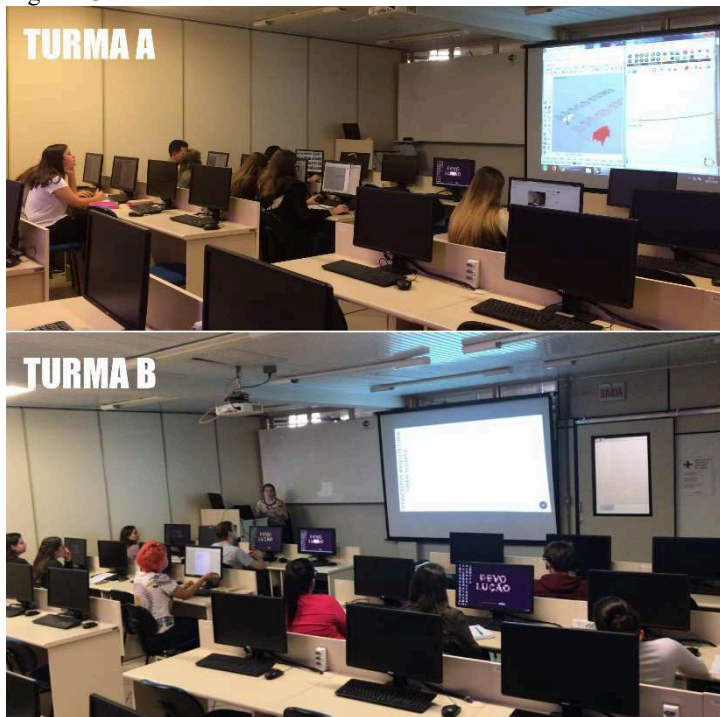
---

<sup>5</sup> Disponível em:

<[https://www.ted.com/talks/alastair\\_parvin\\_architecture\\_for\\_the\\_people\\_by\\_the\\_people?language=pt-br](https://www.ted.com/talks/alastair_parvin_architecture_for_the_people_by_the_people?language=pt-br)>. Acesso em: 18 março 2019.

<sup>6</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4E2iwhw5pW4>>. Acesso em: 18 de março de 2019.

Figura 23 - Primeiro dia de Oficina.



Fonte: A autora (2019).

Ao final deste primeiro dia, ainda foi proposto um exercício prático, de busca de objetos diversos e aleatórios, em plataformas *open source*, tais como *thingiverse.com*, *myminifactory.com*, *yeggi.com*, *pinshape.com* e *opendesk.cc*. Esta atividade foi proposta pois muitos dos alunos não sabiam do que se tratavam tais plataformas, como também nunca tinham acessado, surpreendendo-se com a quantidade de itens já disponíveis para uso de forma *online*. Além disso, o dia foi encerrado com a explicação da atividade da oficina (concepção de módulos habitacionais simplificados), e a divisão das duplas.

O **segundo dia** de oficina, iniciou com introdução ao *software Rhinoceros* e ao *plug-in* de visualização gráfica de algoritmos, o *Grasshopper*, que permite parametrizações, os quais não eram de conhecimento de nenhum dos participantes. Como todo início de familiarização com um *software* novo, foram repassados os comandos e barras de ferramentas, assim como linguagem visual da área de trabalho do programa. Posteriormente, algumas ferramentas e exercícios básicos, foram explicados no programa

*Rhinoceros*, como criação de vetores, superfícies e sólidos, sempre destinando um tempo à cada exercício para a realização da atividade pelos alunos. Após, iniciou-se a introdução ao *plug-in Grasshopper*, explicando sua interface, com visualização das baterias e respectivas cores, além de comandos e barras de ferramentas. Também foram repassados exercícios básicos, partindo de elementos e objetos desenhados no *Rhinoceros*, assim como exemplos feitos inteiramente no *Grasshopper*, sempre destinando tempo de reprodução para os participantes (Figura 24). É importante salientar que interrupções eram feitas, para sanar dúvidas.

Figura 24 - Introdução aos *softwares*.

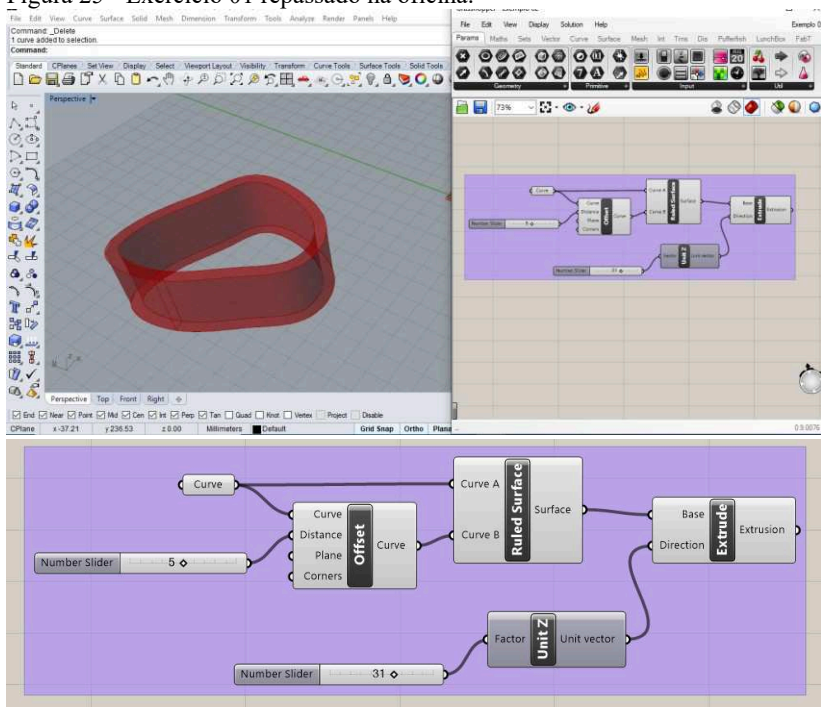


Fonte: A autora (2019).



Assim como na oficina piloto, aqui também foram realizados dois exercícios específicos, como forma de exemplo, para que os acadêmicos conseguissem, em um curto espaço de tempo, concretizar a parametrização de um módulo habitacional simplificado. O primeiro exercício foi trabalhado ainda no segundo dia de oficina e consistia na criação de um vetor (*curve*) fechado, com posterior comandos de *offset* (deslocamento) e extrusão (Figura 25).

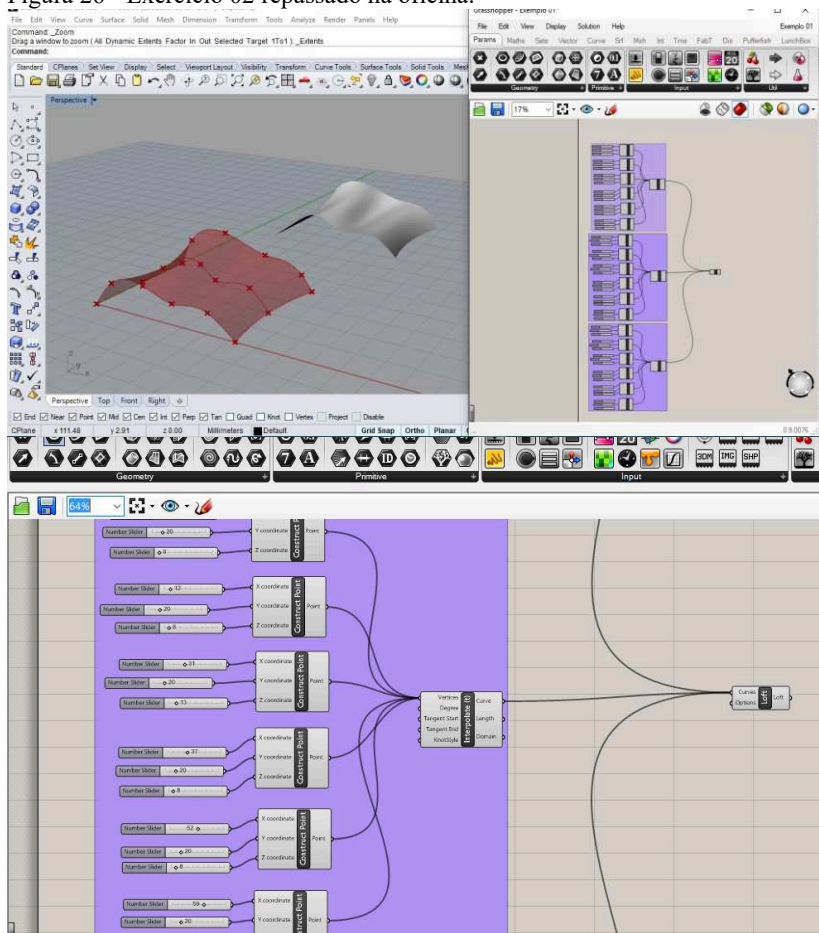
Figura 25 - Exercício 01 repassado na oficina.



Fonte: A Autora (2019).

Já o segundo exercício, foi ensinado no início do **terceiro dia** de oficina, como continuação ao dia anterior. Este segundo exercício tratava-se da criação de uma *surface* (superfície), por meio de pontos criados a partir do *Grasshopper*, constituindo curvas e posterior malha com comando *loft*, permitindo a criação de coberturas e ‘casca’ de mobiliários, módulos e/ou abrigos (Figura 26).

Figura 26 - Exercício 02 repassado na oficina.



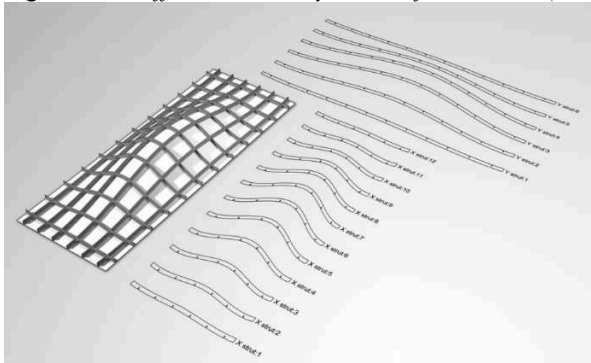
Fonte: A Autora (2019).

Desta forma, os dois exercícios repassados, serviram como facilitadores para os estudantes, assim como estímulo inicial para suas próprias criações.

Além destes dois exercícios, também foi explicada uma programação pronta do *Grasshopper*, que permite fatiar o objeto em camadas bilaterais, com posterior planificação das peças, denominada

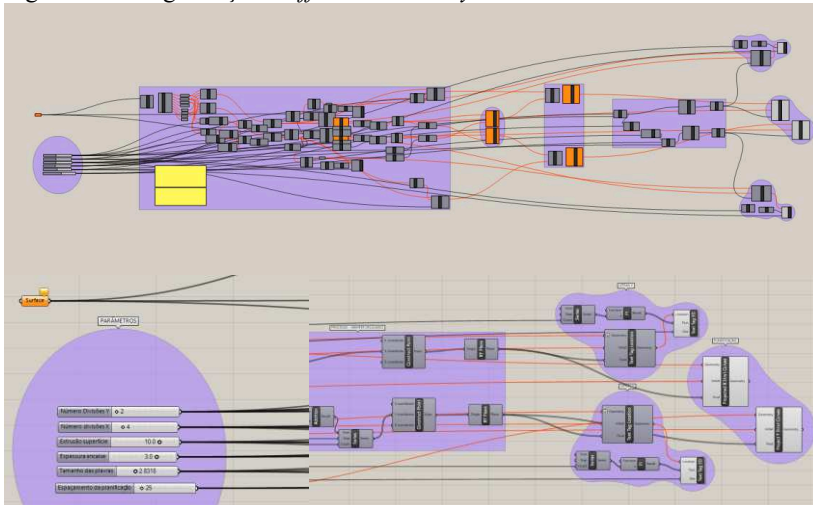
*Waffle Structural System*<sup>7</sup> (Figura 27 e Figura 28). É importante salientar, que o *Waffle Structural System* só funciona com superfícies em 3D, não sendo possível utilizar em modelos sólidos 3D.

Figura 27 - *Waffle Structural System* - Lift Architects (2008).



Fonte: <<http://www.liftarchitects.com/blog/2008/10/26/waffle-structural-system>>. Acesso em: 03 maio 2019.

Figura 28 – Programação *Waffle Structural System*.

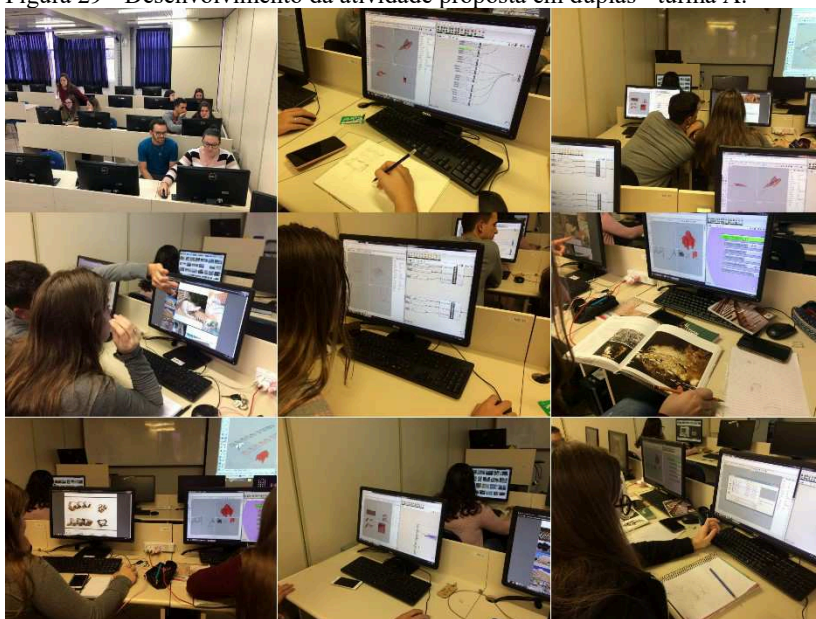


Fonte: A Autora (2019).

<sup>7</sup> Programação desenvolvida no *Grasshopper*, em 2008, por *Lift Architects*, a qual é *open source* e está disponível no seguinte endereço: <<http://www.liftarchitects.com/blog/2008/10/26/waffle-structural-system>>. Acesso em: 18 março 2019.

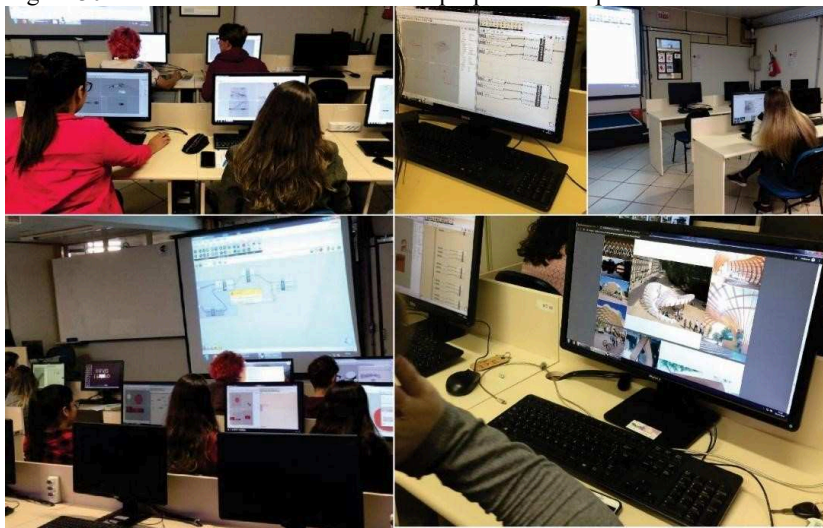
Como continuação ao terceiro dia de oficina, os alunos iniciaram o processo de projeto de seus módulos, inicialmente com esboços e croquis em papel. Além disso, realizaram buscas de estudos de caso e inspirações em *sites* disponíveis na *internet*, e consulta do material fornecido pela pesquisadora, tanto a apresentação com diversos exemplos, assim como livros que foram disponibilizados e deixados à disposição durante toda a oficina. O restante deste dia seguiu com orientações e desenvolvimento dos projetos dos módulos habitacionais simplificados pelos alunos (Figura 29 e Figura 30).

Figura 29 - Desenvolvimento da atividade proposta em duplas - turma A.



Fonte: A autora (2019).

Figura 30 - Desenvolvimento da atividade proposta em duplas - turma B.



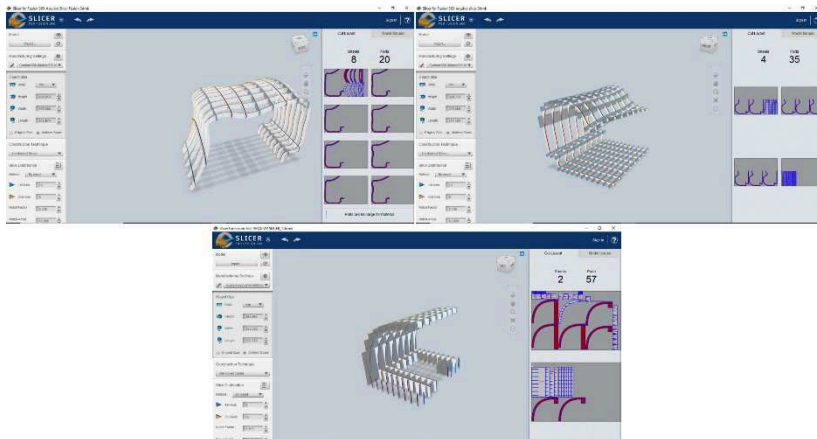
Fonte: A autora (2019).

O **quarto dia** de oficina, seguiu com o desenvolvimento da atividade pelos participantes em duplas, de acordo com a divisão no primeiro dia, com orientações frequentes de dúvidas, principalmente em relação ao *software*. Conforme o cronograma da oficina, foi frisado aos discentes que seria necessário finalizar neste dia a concepção dos módulos, assim como sua planificação, para posterior corte à laser. Como já apontado no formato do experimento pedagógico, o conhecimento para realizar as planificações dos projetos, os estudantes da Unochapecó já possuíam, em função de estarem cursando ou já concluído a disciplina de Fabricação e Prototipagem digitais, componente curricular obrigatório no curso de graduação em questão. Desta forma, os acadêmicos possuíam duas opções para planificar seus módulos: a programação pronta no *Grasshopper*, que foi ensinada na oficina, *Waffle Structural System*, ou ainda o *software Slicer Fusion 360*, este último já de conhecimento dos estudantes. Mesmo assim, foram sanadas dúvidas com relação a planificação, pontualmente para as duplas, conforme necessidade e característica do projeto que estavam produzindo. A escolha pelos grupos entre estas duas opções de planificação, se deu pelo tipo de modelo desenvolvido. O *Slicer Fusion 360*, funciona para qualquer sólido em 3D, enquanto que o *Waffle Structural System* só funciona com superfícies em 3D.



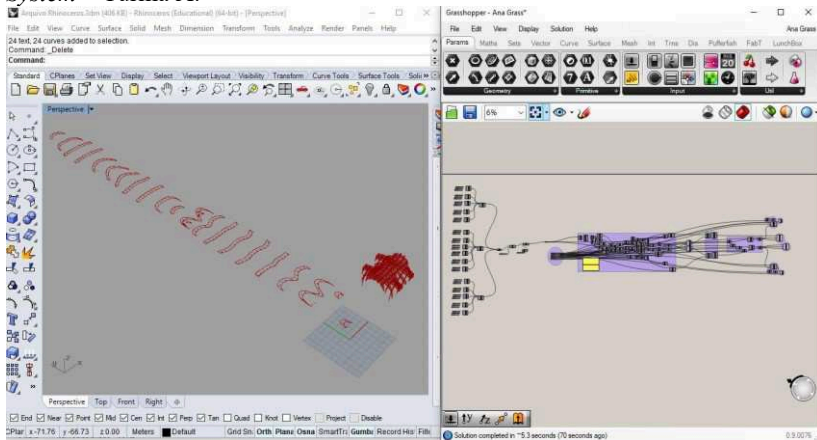
Das quatro duplas, da turma A da oficina, três utilizaram o *software Slicer Fusion 360* para planificação (Figura 31) e uma utilizou a programação *Waffle Structural System* (Figura 32).

Figura 31 - Planificação de três protótipos no *software Slicer Fusion 360* – Turma A.



Fonte: A autora (2019).

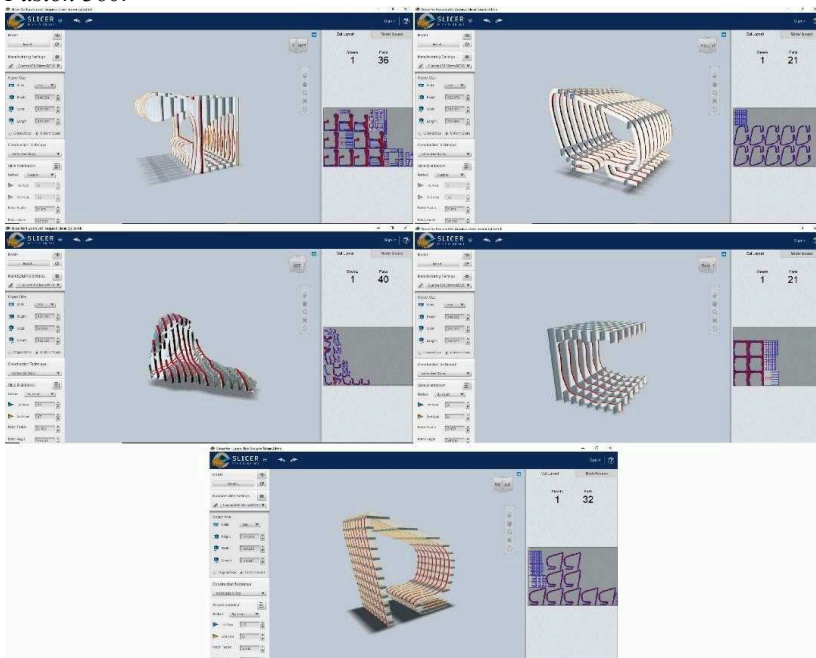
Figura 32 - Planificação de um protótipo na programação *Waffle Structural System* – Turma A.



Fonte: A autora (2019).

Já na turma B, as cinco duplas utilizaram o programa *Slicer Fusion 360* para planificação (Figura 33).

Figura 33 - Planificação dos cinco protótipos da turma B no *software Slicer Fusion 360*.



Fonte: A autora (2019).

Os arquivos resultantes das planificações, em formato *.dxf*, foram abertos no *software Autocad*, para correções de falhas, como por exemplo, unir os fragmentos de curva para transformar em polilinhas, pois com este processo, tem-se um melhor aproveitamento de tempo na máquina de corte a laser. Além disso, as peças foram separadas em duas camadas distintas, uma de corte e outra de gravação (numeração das peças), as quais foram otimizadas na prancha. Essa preparação de arquivos, como mencionado, os alunos da UnoChapecó já conhecem, pois além de cursarem a disciplina, utilizam frequentemente o Pronto 3D Chapecó para corte de maquetes, além disso, o próprio laboratório possui um tutorial de como corrigir arquivos com possíveis falhas e erros para o corte.

Ao final do quarto dia, todos os grupos conseguiram finalizar a atividade de forma satisfatória, com envio dos arquivos de corte em formato compatível (*.dxf*) para o Laboratório Pronto 3D Chapecó. Além disso, foi solicitado que todos os arquivos desenvolvidos durante a

atividade, fossem salvos em um repositório *online* acessível a todos os participantes, para então disponibilização dos modelos em plataforma *open source* no dia seguinte.

O **quinto e último dia** de oficina, iniciou no laboratório Pronto 3D Chapecó, com corte na máquina a laser dos protótipos desenvolvidos, na escala de 1:20 (Figura 34). O material utilizado para confecção dos protótipos foi o MDF cru de 3mm de espessura.

Figura 34 - Corte a laser dos Protótipos - turmas A e B.

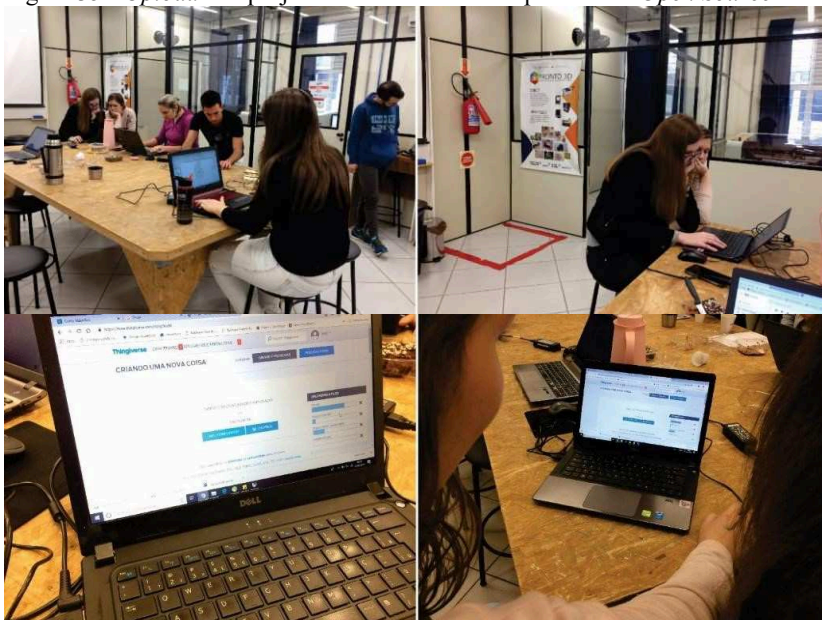


Fonte: A autora (2019).

Enquanto os módulos habitacionais eram cortados, as duplas procederam com a disponibilização de seus arquivos na plataforma *open source Thingiverse* (Figura 35).



Figura 35 - *Upload* dos projetos desenvolvidos em plataforma *Open Source*.



Fonte: A autora (2019).

Os endereços *online* dos modelos disponibilizados na plataforma *open source*, são apresentados no Quadro 1.

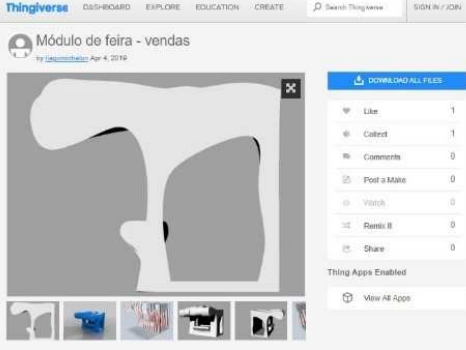
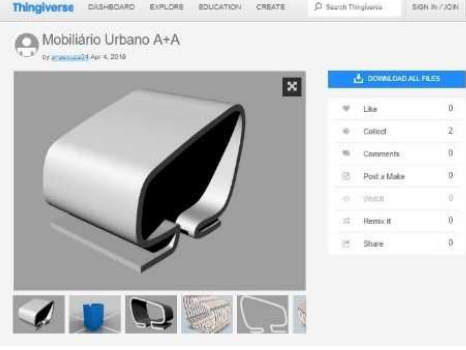
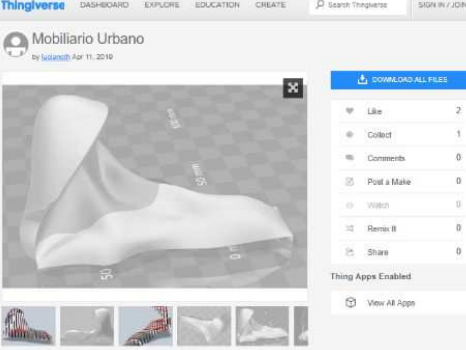
Quadro 1 - Modelos disponibilizados em Plataforma *Open Source* (continua).

TURMA	ENDEREÇO <i>ONLINE</i>	IMAGEM DO <i>SITE</i>
Dupla 01 - Turma A	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:3509638">https://www.thingiverse.com/thing:3509638</a>	

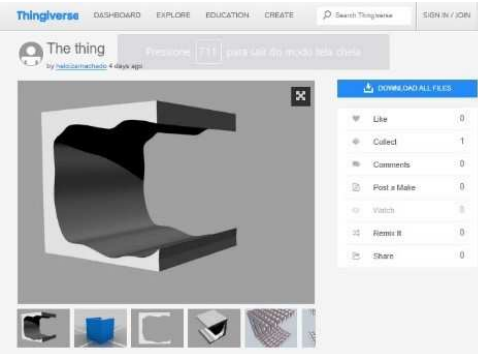
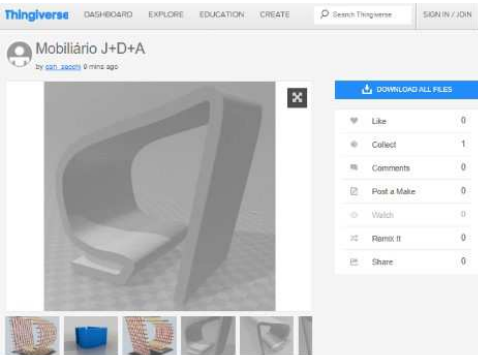
Quadro 1 - Modelos disponibilizados em Plataforma Open Source (continuação).

TURMA	ENDEREÇO ONLINE	IMAGEM DO SITE
Dupla 02 - Turma A	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:3509913">https://www.thingiverse.com/thing:3509913</a>	
Dupla 03 - Turma A	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:3612847">https://www.thingiverse.com/thing:3612847</a>	
Dupla 04 - Turma A	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:3509797">https://www.thingiverse.com/thing:3509797</a>	

Quadro 1 - Modelos disponibilizados em Plataforma Open Source (continuação).

TURMA	ENDEREÇO ONLINE	IMAGEM DO SITE
Dupla 01 - Turma B	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:3525891">https://www.thingiverse.com/thing:3525891</a>	
Dupla 02 - Turma B	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:3526018">https://www.thingiverse.com/thing:3526018</a>	
Dupla 03 - Turma B	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:3556595">https://www.thingiverse.com/thing:3556595</a>	

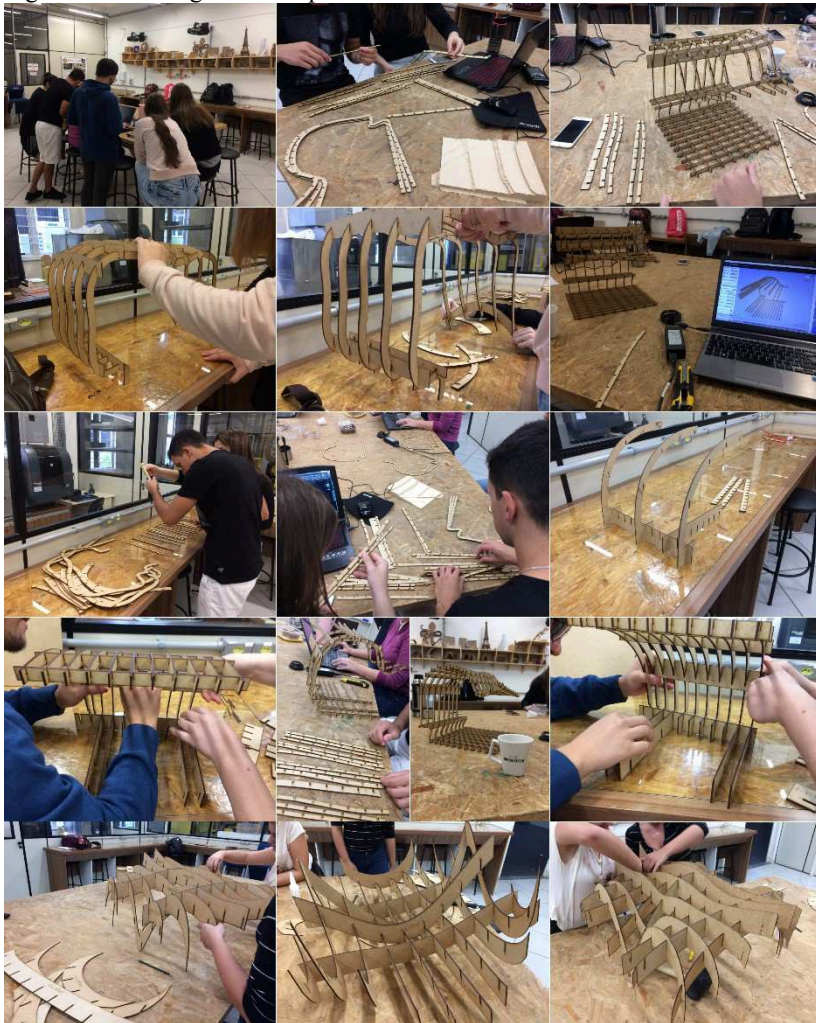
Quadro 1 - Modelos disponibilizados em Plataforma Open Source (término).

TURMA	ENDEREÇO ONLINE	IMAGEM DO SITE
Dupla 04 - Turma B	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:3526085">https://www.thingiverse.com/thing:3526085</a>	
Dupla 05 - Turma B	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:3612840">https://www.thingiverse.com/thing:3612840</a>	

Fonte: A autora (2019).

Após o corte a laser e disponibilização dos projetos na plataforma *open source*, os grupos iniciaram o processo de montagem dos protótipos (Figura 36 - Montagem Protótipos - turma A.e Figura 37).

Figura 36 - Montagem Protótipos - turma A.



Fonte: A autora (2019).



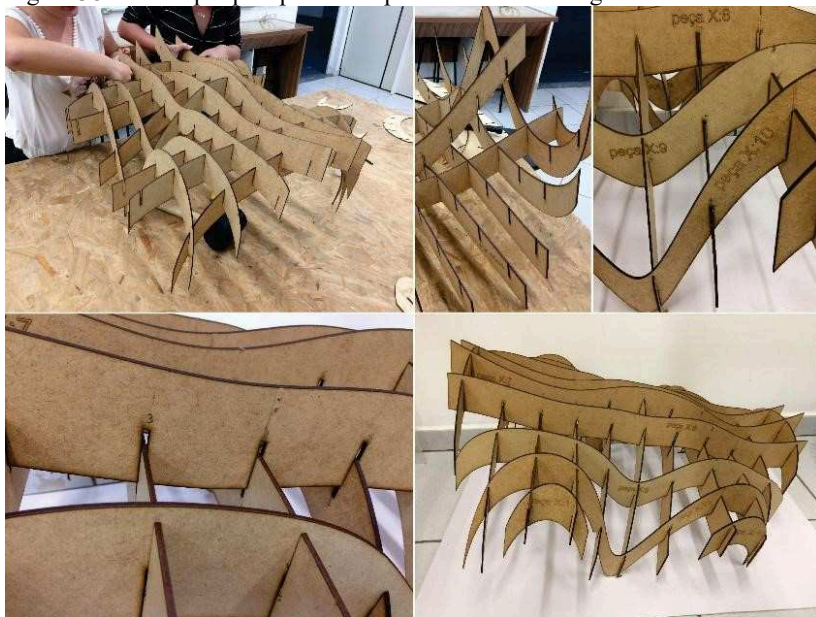
Figura 37 - Montagem Protótipos - turma B.



Fonte: A autora (2019).

Alguns alunos tiveram um pouco mais de dificuldade nesse processo, principalmente a dupla 04, da turma A, que utilizou o *Waffle Structural System* para planificação. Percebeu-se no momento da montagem desse protótipo, que o fatiamento resultante dessa programação, gerou alguns encaixes desalinhados, em decorrência do modelo desenvolvido, tornando-se de difícil finalização. Além disso, faltou altura nos apoios laterais, resultando no desalinhamento do módulo (Figura 38).

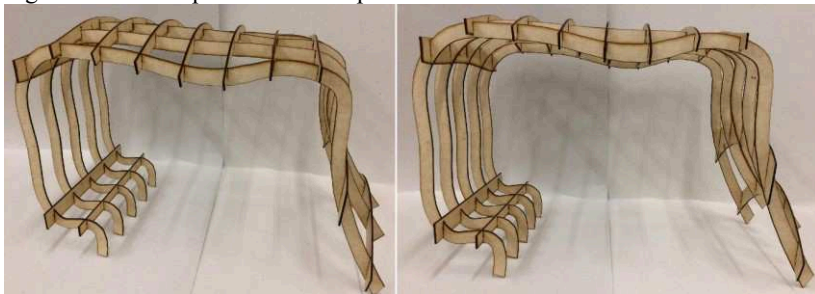
Figura 38 - Protótipo que apresentou problemas na montagem – Turma A.



Fonte: A autora (2019).

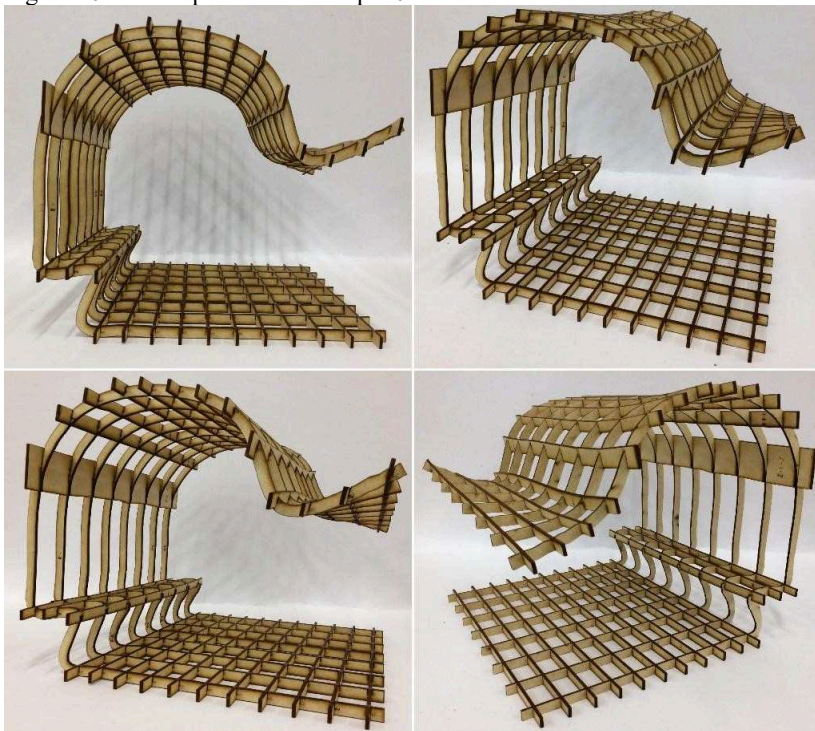
A atividade seguiu conforme previsto. Observou-se que o processo de montagem dos protótipos ocorreu de forma positiva, com os alunos interessados e concentrados no desenvolvimento de seus módulos Habitacionais. Conforme as duplas iam finalizando, foi solicitado que respondessem o questionário *online* sobre a oficina. Os nove protótipos finalizados, resultantes das duas turmas da oficina, podem ser observados na Figura 39, Figura 40, Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45, Figura 46 e Figura 47.

Figura 39 - Protótipo finalizado dupla 01 - Turma A.



Fonte: A autora (2019).

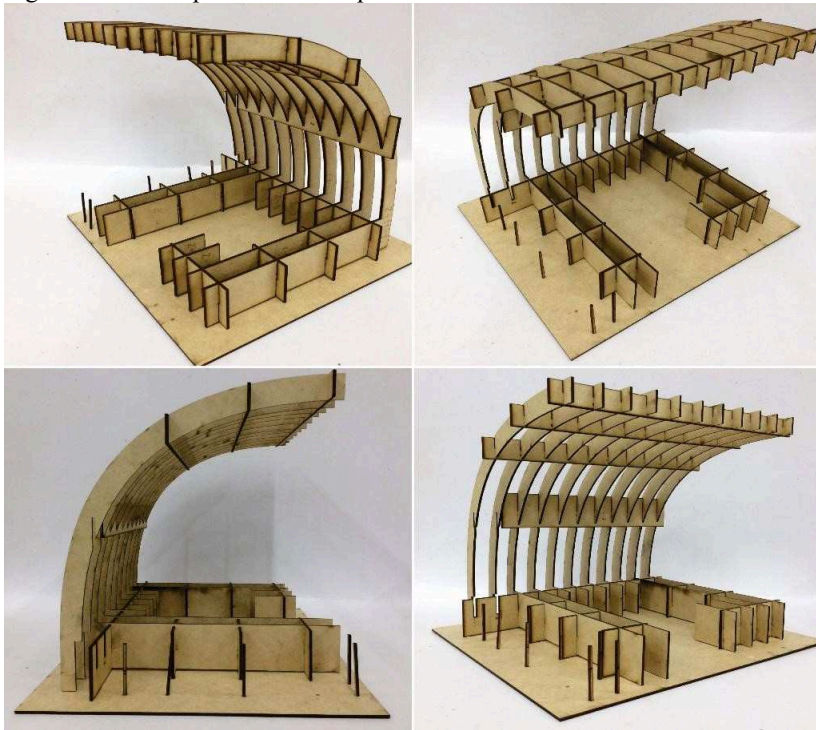
Figura 40 - Protótipo finalizado dupla 02 - Turma A



Fonte: A autora (2019).



Figura 41 - Protótipo finalizado dupla 03 - Turma A.



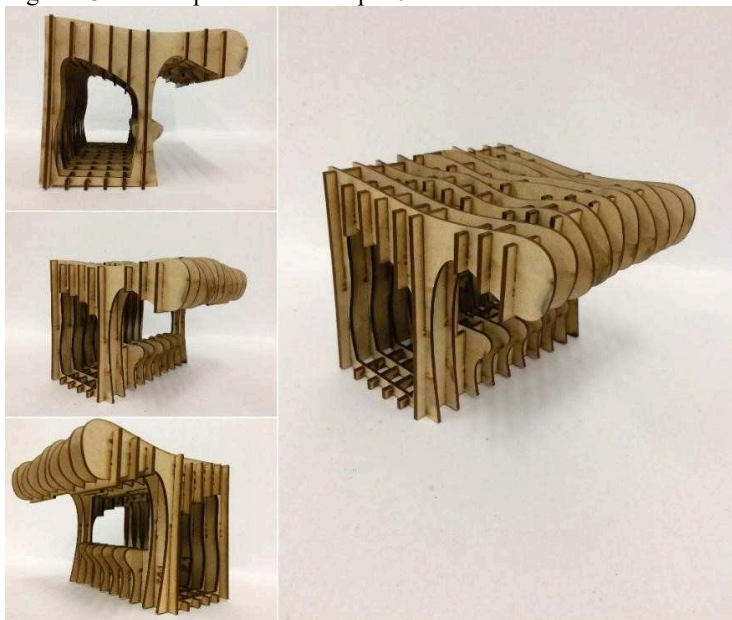
Fonte: A autora (2019).

Figura 42 - Protótipo finalizado dupla 04 - Turma A.



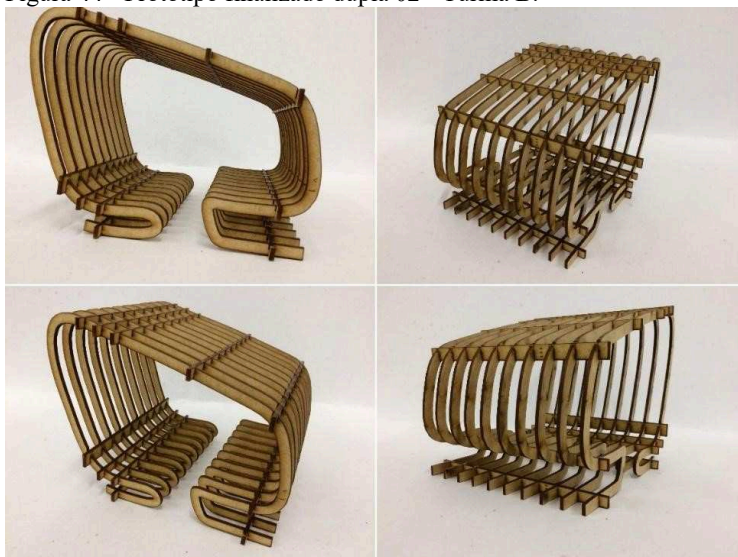
Fonte: A autora (2019).

Figura 43 - Protótipo finalizado dupla 01 - Turma B.



Fonte: A autora (2019).

Figura 44 - Protótipo finalizado dupla 02 - Turma B.



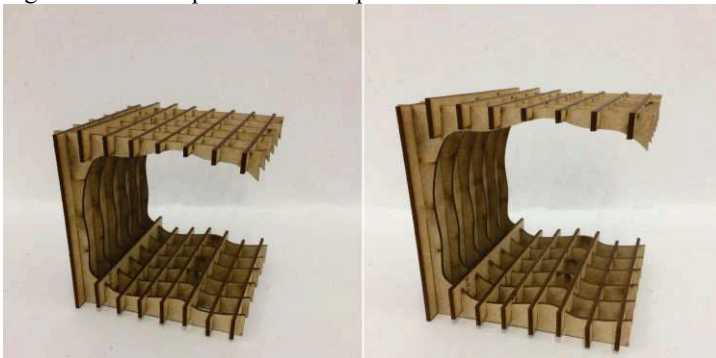
Fonte: A autora (2019).

Figura 45 - Protótipo finalizado dupla 03 - Turma B.



Fonte: A autora (2019).

Figura 46 - Protótipo finalizado dupla 04 - Turma B.



Fonte: A autora (2019).

Figura 47 - Protótipo finalizado dupla 05 - Turma B.



Fonte: A autora (2019).

Como apresentado na etapa 03 do formato da experimentação final, alguns critérios foram definidos para avaliação dos modelos desenvolvidos, os quais são apresentados nos Quadro 2 e Quadro 3, respectivamente da turma A e turma B da oficina.

Quadro 2 - Critérios de avaliação dos modelos produzidos – turma A (continua).

CRITÉRIOS PARA PRODUÇÃO DO MODELO	GRUPOS			
	Dupla 01	Dupla 02	Dupla 03	Dupla 04
Modularidade e Variabilidade	Sim	Sim	<u>Não</u>	<u>Não</u>
Fácil entendimento para manuseio e montagem	Sim	Sim	<u>Não</u>	<u>Não</u>
Parametrizado	Sim	Sim	Sim	Sim

Quadro 2 - Critérios de avaliação dos modelos produzidos – turma A (término).

CRITÉRIOS PARA PRODUÇÃO DO MODELO	GRUPOS			
	Dupla 01	Dupla 02	Dupla 03	Dupla 04
Permita reprodução e modificação	Sim	Sim	Sim	Sim
Otimização de tempo	Sim	Sim	<b><u>Não</u></b>	<b><u>Não</u></b>
Utilizar encaixes	Sim	Sim	Sim	Sim
Relacionado à produção arquitetônica	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: A Autora (2019).

Quadro 3 - Critérios de avaliação dos modelos produzidos – turma B.

CRITÉRIOS PARA PRODUÇÃO DO MODELO	GRUPOS				
	Dupla 01	Dupla 02	Dupla 03	Dupla 04	Dupla 05
Modularidade e Variabilidade	Sim	Sim	<b><u>Não</u></b>	Sim	Sim
Fácil entendimento para manuseio e montagem	<b><u>Não</u></b>	Sim	<b><u>Não</u></b>	Sim	Sim
Parametrizado	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Permita reprodução e modificação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Otimização de tempo	<b><u>Não</u></b>	Sim	<b><u>Não</u></b>	Sim	Sim
Utilizar encaixes	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Relacionado à produção arquitetônica	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: A Autora (2019).

Os modelos 01 e 02 da turma A e 02, 04, 05 da turma B, atenderam todos os critérios definidos, pois conseguiram desenvolver dentro do prazo estipulado, não tiveram dificuldade de montagem, os modelos permitem modularidade e variabilidade, utilizam encaixes, são relacionados à produção arquitetônica e o arquivo disponibilizado em plataforma *online* é inteligível e com informações suficientes para sua reprodução.

Já os modelos 03 e 04 da turma A e 01 e 03 da turma B, não atendem todos os critérios. No caso da turma A, os dois protótipos levaram mais tempo para serem concluídos, inclusive um deles apresentou problemas nos encaixes. Além disso não são modulares, pensando na variabilidade do projeto e de difícil entendimento, para quem não o projetou. Na turma B, apesar do modelo 01 apresentar variabilidade, foi de difícil montagem, pela quantidade de peças geradas, e o modelo 03, além destes mesmos problemas, não apresenta modularidade.

Percebe-se que os quatro grupos que não atenderam todos os requisitos, tiveram problemas com o tempo de oficina, com atraso para finalizar tanto o projeto no software, como na montagem. Conclui-se assim, que se houvesse mais tempo, os modelos iriam ser melhor elaborados.

Conforme previsto pelo presente estudo, além da inserção deste novo método de projeção, fabricação e construção de habitações (Arquitetura *Open Source*) em ateliê, visando compreender os desafios e as dificuldades, buscou-se ainda, repassar aos alunos, como acontece a troca de arquivos e informações de forma *online*. Deste modo, é necessário que os acadêmicos compreendam, além do processo de disponibilização *open source*, a importância da interoperabilidade deste processo, no qual, qualquer pessoa no mundo seja capaz de assimilar a informação deixada por outra pessoa e fazer seu uso. Desta forma, tem que se ter o cuidado e responsabilidade pelo objeto disponibilizado, com arquivos compatíveis e informações corretas. Logo, no quinto dia de oficina da turma B, os participantes interagiram com os arquivos que foram produzidos e disponibilizados pela turma A. Foi solicitado para os estudantes descarregarem esses arquivos e fazer seu uso. Algumas duplas fizeram o *download* de mais do que um dos modelos, enquanto outras trabalharam somente com um.

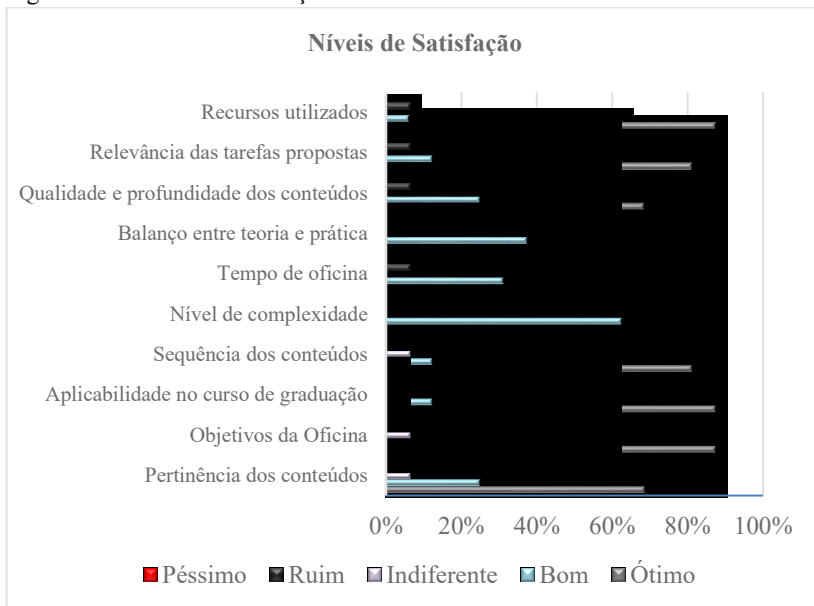
Foi tomado o devido cuidado de não interferir neste processo, deixando que os acadêmicos trabalhassem e entendessem sozinhos a informação disponibilizada pelos seus colegas, pois a autora desta pesquisa, possuía conhecimento dos projetos, por ministrar a primeira semana da oficina para a turma A. Assim, mesmo quando os alunos

requisitavam informações, ou tinham dúvidas do modelo, essas não eram respondidas, para não interferir neste processo. Explicou-se para os estudantes, como forma de exemplo, que se outra pessoa, em outro país, desejasse fazer uso deste modelo, ela não teria auxílio para o entendimento. Para compreender como foi esse processo na visão dos acadêmicos, foram elaboradas perguntas no questionário *online*, que serão apresentadas no decorrer da pesquisa.

### 5.2.2 Questionários *online*

Aqui são apresentados os dados obtidos a partir da aplicação dos questionários *online*, que estão disponíveis nos Apêndices B e C. Em função das duas turmas passarem pelos mesmos procedimentos, foi adotado o mesmo questionário em ambas, com exceção de uma seção a mais de perguntas para a turma B, sobre trabalhar com o objeto do colega. Os questionários obtiveram o retorno total de 16 participantes, de um total de 18. Destes, 93,75% ficaram satisfeitos com a oficina. A Figura 48 - Níveis de Satisfação da oficina., indica algumas questões pontuais solicitadas e seus respectivos níveis de satisfação.

Figura 48 - Níveis de Satisfação da oficina.



Fonte: A autora (2019).



Quanto aos **aspectos positivos**, 6,25% apontaram ser o ensinamento tanto da teoria como a prática, 81,25% como sendo a inserção de um novo tema e um *software* que não conheciam para sua a formação, 6,25% elegeram o conhecimento à plataforma *open source*, e um participante, expôs, em suas palavras, que o aspecto positivo foi: “Ampliar a visão de como a arquitetura pode ser mais útil e acessível no futuro”. Já com relação aos **aspectos negativos**, 62,5% salientaram o pouco tempo de oficina, 18,75% o uso dos programas e 18,75% indicaram que não houve aspectos negativos. Quanto às **dificuldades**, 75% registraram a utilização dos *softwares*, 6,25% a montagem do protótipo, 6,25% o tempo da oficina, 6,25% a dificuldade de ser uma nova forma de pensar o projeto e 6,25% não tinham nada a declarar.

Os estudantes foram questionados se o tempo de ensinamento do programa, assim como a etapa de orientação para produção da atividade foi suficiente, os quais, 62,5% responderam afirmativamente. Quando indagados se consideram útil a utilização deste formato de oficina/aula para compreensão das tecnologias apresentadas, 93,75% apontaram que sim. Além disso, como sugestão para o formato da oficina, 25% indicaram mais tempo, 6,25% sugeriram um tutorial dos *softwares*, 6,25% salientaram ter mais oficinas como continuação à essa, 6,25% expressaram trabalhar menos conteúdos na oficina e 56,25% não tinham sugestões.

Quando questionados se já tinham ouvido falar sobre Arquitetura *Open Source*, 68,75% responderam que não. Apesar deste contexto, 87,5% afirmaram, após a oficina, que consideram ter informações suficientes para propor uma Arquitetura *Open Source*, sendo um número significativo, pela porcentagem apresentada de alunos que nunca tinham ouvido falar sobre. É importante salientar, que os demais declararam e não conseguir propor uma Arquitetura *Open Source*, por alegarem não ter conhecimento o suficiente nos *softwares*, e pela possibilidade de não lembrar dos conteúdos ensinados quando estiverem sozinhos.

Os acadêmicos, também foram indagados sobre o que acham da aplicação deste novo processo de projeção, construção e fabricação de habitações (arquitetura *open source*) em disciplinas de projeto. Como foi uma pergunta aberta, aqui serão expostos os principais comentários e o restante está disponível no Apêndice D. Participante 04 - Turma A: “*Muito útil para ampliar a visão de arquitetura no futuro*”. Participante 06 - Turma B: “*De extrema relevância, já que é uma forma de compartilhar não só ideias, mas conhecimentos*”. Participante 09 - Turma B: “*Vejo como uma arquitetura para todos, onde as portas se abrem e*



*vem com ela a facilidade.. A tecnologia vindo para realmente mudar o conceito da arquitetura”.*

Das limitações que os estudantes percebem no uso da Arquitetura *Open Source*, 12,5% evidenciaram o acesso às tecnologias, 6,25% o tempo, 6,25% a versatilidade, 25% o uso dos *softwares*, 12,5% os materiais, 18,75% como sendo a falta de controle e a confiabilidade dos modelos *online*, 6,25% a falta de conhecimento e 12,25% nenhuma limitação.

Com relação à experiência de produzir um projeto *open source*, a questão foi aberta, deste modo, aqui serão expostos os principais comentários e o restante está disponível no Apêndice E. Participante 03 - Turma A: “*Ótima, pois a maioria dos alunos participantes da oficina não conheciam a plataforma open source e nem seu processo de produção*”. Participante 07 - Turma A: “*Por em prática o que aprendemos na teoria é a melhor parte do processo de aprendizagem, assim dá pra ver se realmente vai dar certo ou se precisamos aperfeiçoar o projeto*”. Participante 04 - Turma B: “*Muito interessante, nos faz repensar sobre o modo de projetar*”.

Das dificuldades e problemas que encontraram ao desenvolver o módulo *open source*, 56,25% salientaram o entendimento do *software*, 12,5% a montagem do protótipo, 12,5% o processo de criação, 6,25% a interoperabilidade entre os *softwares* e maquinários, e 12,5% não tiveram dificuldade. Com relação ao procedimento de disponibilização do modelo na plataforma *open source*, 81,25% apontaram como fácil e prático, 12,5% interessante e 6,25% inovador. Além disso, 87,5% acreditam ter deixado informações suficientes para que outra pessoa possa fazer uso do seu projeto, em qualquer parte do mundo.

Sobre a opinião dos alunos com relação à melhoria do processo da troca de arquivos e informações *online*, 43,75% preferiram não opinar, ou não souberam responder, 6,25 sugeriram um bate-papo na janela do modelo disponibilizado, 6,25% indicaram mais opções para descrever o projeto, 6,25% recomendaram um maior contato com o criador que disponibilizou a criação, 6,25% opinaram a criação de *softwares* universais, 6,25% propuseram a utilização das redes sociais no processo, 6,25% apontaram maior facilidade e rapidez, 6,25% lembraram do teste do modelo antes da disponibilização *online*, 6,25% expressaram informações mais claras do objeto, 6,25% manifestaram como a forma de divulgação. Uma das perguntas, questionou os alunos, se estes acreditavam que haviam conseguido conciliar no seu objeto os critérios da Arquitetura *Open Source* (Modularidade, Variabilidade,

Parametrização, Inteligível e passível de reprodução e modificação), a qual teve 93,75% de afirmação.

Como já mencionado, a turma B teve uma seção a mais de perguntas, por ter trabalhado com os modelos desenvolvidos pela turma A. Desta forma, os participantes da turma B foram questionados sobre essa experiência de manipular um modelo *open source* (projetos concebidos pelos colegas). A pergunta foi aberta, então aqui serão expostos os comentários mais relevantes e o restante pode ser conferido no Apêndice F. Participante 01 - Turma B: “*Consegui identificar o que foi proposto entendendo a lógica e se necessário poderia fazer alterações*”. Participante 02 - Turma B: “*Interessante, visto que agora posso utilizar em meus trabalhos e para a vida isso*”. Participante 06 - Turma B: “*Relevante, já que podemos analisar o objeto e como ele poderia ser mudado/melhorado*”. Participante 08 - Turma B: “*Notei alguns erros no modelo que abri, volta pra a questão de responsabilidade, se a pessoa que visse o modelo online não tivesse conhecimento no software e apenas quisesse executar o mesmo com estava disponível, teria problemas, então é necessário cautela e revisar muito os modelos antes de publicar*”. Participante 09 - Turma B: “*Foi interessante, entender e analisar o quanto podemos usar indeterminadas ideias e mudar para melhor algo já construído, sabendo que duas cabeças trabalham melhor do que somente uma, imagina milhares de cabeças pensantes prontas para melhorar algo já pronto*”.

Sobre as dificuldades e problemas que os alunos da turma B encontraram ao trabalhar com o arquivo do colega, 11,11% apontaram como a falta de contato com quem produziu, 11,11% a dificuldade no uso do programa, 11,11% a falta de informações do modelo, 11,11% as falhas do projeto, 44,44% afirmaram que não houve dificuldades ou problemas e 11,11% optaram por não responder. Quando questionados se conseguiram compreender a informação e o modelo disponibilizado, 88,88% afirmou positivamente. Solicitou-se ainda a opinião dos estudantes, no quesito falta de informações do modelo, os quais 55,55% responderam que não faltavam informações.

Por fim, deixou-se um espaço para sugestões e apontamentos sobre a oficina, sem obrigatoriedade de respostas. Os comentários deixados pelos estudantes podem ser conferidos no Apêndice G.

#### **5.2.4 Conclusões oficina final**

Constata-se assim, que apesar de todos os participantes possuírem o mesmo problema e atividade na oficina ministrada

(concepção de módulos habitacionais simplificados), os nove projetos foram concebidos de forma distinta. Após 10 dias de oficina, em duas semanas consecutivas, o resultado final foi positivo, pois foi observado que os alunos realmente estavam interessados no tema abordado, motivando-os nas suas criações. Além disso, fazer com que o aluno compreenda projetos desenvolvidos por outras pessoas e disponibilizados de forma *online*, além da importância da interoperabilidade, favorece em seus próprios projetos. Este é um grande passo para a difusão da comunidade colaborativa e participativa, alavancando a inserção deste novo método em ateliê.

Como finalização da experimentação realizada, um dos protótipos serviu de modelo para outra pesquisa, desenvolvida pela pesquisadora Gladys Ilka Klein Taparello, também do PósARQ – UFSC. A pesquisadora trabalha com Arquitetura Performativa e Materiais Responsivos, produzindo elementos higroscópicos que reagem à umidade do ambiente. Em dado momento de seu estudo, foi necessário fabricar uma estrutura, para afixar tais elementos, verificando suas implicações quando submetidos ao meio ambiente.

Desta forma, um dos projetos *open source* desenvolvidos na presente investigação, pelos estudantes das oficinas finais, foi adaptado às necessidades da pesquisadora e cortado em escala real, no maquinário CNC do Pronto 3D Chapecó. Tal projeto foi escolhido entre os demais por se adaptar melhor às necessidades de Taparello. Para a escolha, primeiramente verificou-se o modelo que melhor otimizaria os custos de produção, tanto de material como hora/máquina de fabricação. Muitos dos projetos possuíam tablados que conectavam ao solo (modelos duplas 02 e 03 turma A e duplas 01, 03 e 04 turma B), que para tal pesquisa, não seria necessário e acarretaria em mais custos de produção, pois mais peças necessitariam ser cortadas, portanto, estes foram os primeiros a serem descartados. Após, verificou-se as geometrias mais simples e menos suscetíveis à erros quando fabricados em escala 1:1. Muitos dos protótipos possuíam coberturas em balanço, além disso, alguns apoios se conectavam de maneira frágil na superfície (modelos duplas 01 e 04 turma A).

Taparello necessitava de pelo menos duas fachadas planas para afixar tais elementos. Analisando os projetos que restaram (modelos duplas 02 e 05 turma B), ambos necessitariam de modificações, pois possuíam bancos acoplados em sua estrutura e que eram desnecessários. Os bancos, além de acarretar o uso de mais material e possivelmente prejudicar a estrutura física do modelo, descontinuavam a fachada plana que a pesquisadora necessitava. Assim sendo, escolheu-se o projeto da

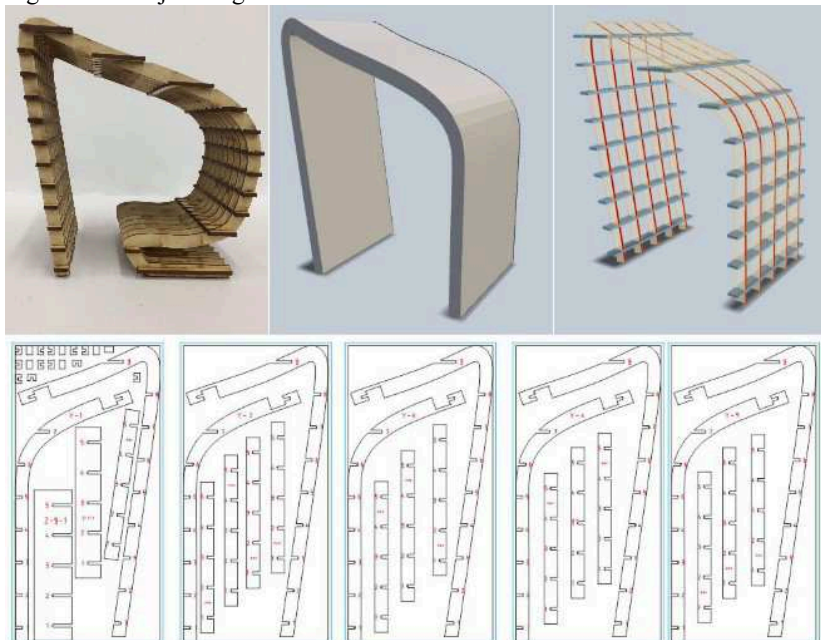
dupla 05 da Turma B, por ser o mais coerente com o que Taparello necessitava para afixar os elementos, possuindo já uma fachada plana e sendo necessário somente a modificação na outra, com remoção do banco.

A modificação foi realizada por Taparello, com auxílio quanto a dúvidas de fabricação, encaixes e do modelo 3D à pesquisadora deste estudo. É importante salientar que Taparello detém conhecimento nos *softwares* em que os modelos foram produzidos (*Grasshopper* e *Rhinoceros*), além disso, possui formação em Arquitetura e Urbanismo.

Para a fabricação em escala 1:1, a quantidade de peças resultantes do fatiamento no *software Slicer Fusion 360* foi diminuída, além disso, foi necessário ajustar os arcos maiores da estrutura, pois estes possuíam dimensões maiores que a mesa de corte da máquina CNC do laboratório Pronto 3D Chapecó. Deste modo, foram realizados ajustes, com encaixes que dividiam a peça em duas, utilizando *software CAD*, inspirando-se nos encaixes do sistema *Wikihouse*.

A Figura 49 apresenta o protótipo original e o projeto modificado, com planificação das peças para fabricação digital. Já a Figura 50 exhibe o processo de corte e acabamento das peças.

Figura 49 - Projeto original e modelo modificado.



Fonte: A autora (2019).

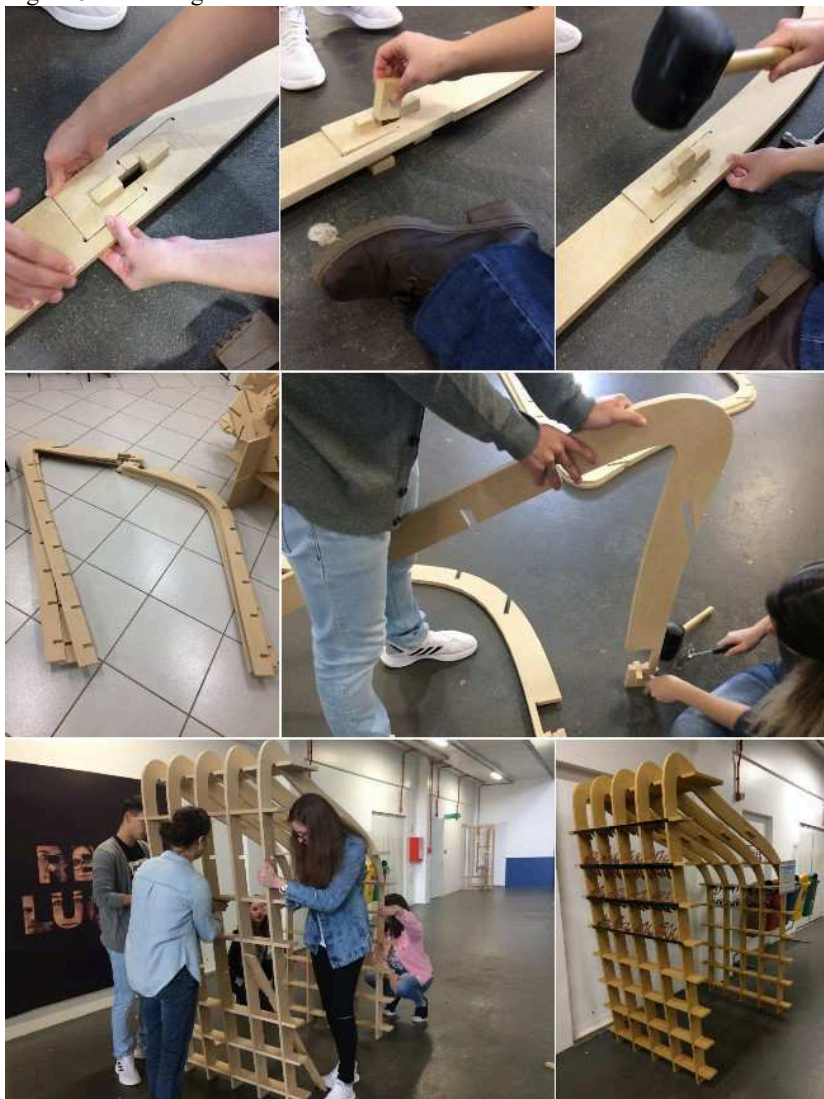
Figura 50 – Corte e acabamento das peças.



Fonte: A autora (2019).

A montagem contou com a ajuda de alguns participantes das oficinas de Arquitetura *Open Source*, pois nem todos conseguiram participar. A Figura 51 apresenta o processo de montagem da estrutura, com participação dos alunos e o modelo final resultante, com os elementos de Taparello afixados.

Figura 51 - Montagem da estrutura em escala 1:1.



Fonte: A autora (2019).

Esta utilização, confirma a eficácia dos projetos *open source*, em se adequar à necessidade de outra pessoa. As modificações realizadas no modelo, visaram a otimização de chapas, ocasionando menor custo e

maior rapidez de finalização. Os encaixes também tiveram que ser modificados por se tratar de uma estrutura em tamanho 1:1.

Além disso, a experimentação mostrou-se satisfatória ao repassar em ateliê os conceitos da Arquitetura *Open Source*. Os alunos conseguiram desenvolver um projeto, prototipá-lo, disponibilizá-lo de forma *online* e outra pessoa conseguiu utilizar, modificando-o conforme seu uso.

## 6 CONCLUSÕES

O desenvolvimento da presente pesquisa possibilitou a inserção de um novo método de criação e materialização de habitações em ateliê de arquitetura, por meio de oficinas de capacitação com estudantes, compreendendo assim, quais os desafios e as dificuldades de tal aplicação em estúdio de projeto, visando contribuir com estudos que aplicam novas perspectivas em cursos de Arquitetura e Urbanismo.

Como apresentado durante a investigação, a sociedade está passando por uma nova era, denominada por muitos pesquisadores, de Quarta Revolução Industrial, com foco na inteligência e na conectividade de tudo e de todos. Toda e qualquer transformação ocasionada pelas revoluções industriais, impactam diretamente no modo de produção arquitetônica. A habitação, sua forma de concepção, fabricação e construção, é moldada conforme o passo da sociedade rumo à evolução, transformação e necessidade das cidades. Nunca antes houve tanto acesso às tecnologias e informações em tempo real. Junto deste avanço, surgem as plataformas globais de compartilhamento de arquivos. É neste contexto que o tema principal do estudo foi focado: a Arquitetura *Open Source*. Isto posto, é indiscutível que a quarta revolução industrial impactará diretamente na produção arquitetônica e quando se discute uma nova forma de conceber arquitetura, a faculdade não pode ignorar, devendo incorporar o avanço no ensino.

A averiguação apresenta considerações importantes ao que se refere um novo método de concepção em ateliê, que permite criações que não seriam possíveis com a forma tradicional de ensino nas escolas de arquitetura e que condiz com a atual realidade apresentada, do compartilhamento de informações globais.

O estudo parte da identificação e definição dos fundamentos, conhecimentos e ferramentais que os alunos precisam compreender para desenvolver projetos *open source* em sala de aula, por meio de um traçado teórico sobre os três temas principais abordados. Com os conceitos definidos, seguiu-se para a experimentação em ateliê.

Com a aplicação dos experimentos pedagógicos, resultados expressivos foram encontrados. Em ambas as oficinas o *software* utilizado e o tempo destinado mostraram-se como os principais desafios e dificuldades encontrados pelos discentes. Mesmo nas oficinas finais, em que o tempo foi aumentado com relação às oficinas pilotos, isso foi constatado, revelando que foram muitos conteúdos, programas, processos, criação e ainda materialização realizados em poucas horas, os



quais poucos estudantes conheciam, sendo um desafio e dificuldade da abordagem em ateliê.

Por meio da realização das experimentações em ateliê, repassando os fundamentos e conhecimentos definidos como essenciais sobre a investigação, todos os discentes conseguiram, com suporte da fabricação digital, criar, produzir e compartilhar um projeto *open source*. Embora grande porcentagem dos participantes não conhecessem o assunto previamente à oficina, a exploração se mostrou eficiente, como constatado acima. Além do mais, a grande maioria mostrou-se confiante para propor habitações *open source* após a atividade. Como aspecto negativo à ser citado, nem todos os critérios definidos foram atingidos nos modelos desenvolvidos, porém, observou-se que os grupos com essas negatividades foram os que sentiram maior dificuldade com o tempo, compreendendo que se tivessem mais prazo, talvez conseguiriam ter proposto algo que abrangesse todos os critérios.

O desenvolvimento da estrutura em escala 1:1 mostrou eficácia dos projetos *open source* desenvolvidos. Foi possível a utilização por outro usuário, fazendo *download*, adaptando para às suas necessidades e fabricando em escala diferente do original, entendendo a interoperabilidade presente na ação.

Com relação ao processo de projeto colaborativo que os alunos foram submetidos, mostrou-se como uma troca positiva de aprendizados. Como observado e relatado pelos estudantes, a questão do compartilhamento em rede e do *open source* foi compreendida. Todos conseguiram trabalhar com o modelo compartilhado, fazendo menções pontuais das dificuldades encontradas, assim como os aspectos positivos de processar a informação e criação de outra pessoa.

Ao submeter o aluno a um novo método de projeção, há uma mudança no processo de concepção, interferindo na formação acadêmica. Ao aplicar tais conteúdos em ateliê, o acadêmico absorve novas estratégias que podem ser aplicadas a diferentes projetos, obtendo melhores resultados. Quando se trabalha com arquitetura *open source*, é necessário projetar pensando em outros aspectos, que são diferentes do método tradicional, no qual leva-se em consideração alvenaria, estrutura convencional e revestimentos padrões, pois além de todos os elementos de uma arquitetura pré-fabricada, ainda possui o compartilhamento em rede. Nesse sentido, outros aspectos fundamentais devem ser considerados, como a interoperabilidade entre arquivos, *softwares* e maquinários, assim como a forma de criação, fabricação e construção são diferentes, sendo necessário pensar nesses parâmetros desde o início do projeto. É fundamental conceber, pensando nas limitações dos

equipamentos de prototipagem e fabricação digitais, na otimização de peças nas chapas dos materiais utilizados, em arquivos inteligíveis para que outra pessoa possa usar, nos revestimentos, na forma dos encaixes, no transporte e na montagem.

Deste modo, alguns tópicos são tomados como considerações finais:

- Todos os fundamentos, conhecimentos e ferramentais que foram identificados no referencial teórico, são fundamentais para a aplicação da Arquitetura *Open Source* em ateliê, a qual é uma nova forma de projetar arquitetura, diferente da tradicional;

- As experimentações pedagógicas foram essenciais para identificar os desafios e as dificuldades da inserção deste novo método de projeto, em vista do pouco material encontrado sobre a aplicação de tal assunto em ateliê;

- É necessário conceber o projeto pensando nos maquinários, na otimização das chapas, na pré-fabricação, na interoperabilidade e no compartilhamento;

- O arquivo *open source* deve ser inteligível e passível de ser modificado, para que outra pessoa, possa fazer seu uso;

- A troca de informações contribui na formação acadêmica, ao passo que os estudantes absorvem a ideia do colega, conseguindo verificar questões e estratégias diferentes das suas;

- E por fim, assim como qualquer projeto em arquitetura, este deve ser muito bem pensando, antes de mandar para a fabricação ou disponibilizar de forma *online*.

## 6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como recomendações para trabalhos futuros, destaca-se a intenção de aplicar oficinas com maior carga horária, com desenvolvimento dos modelos em escalas reduzidas e reais. Sugere-se também a elaboração de uma proposta, a partir dos resultados obtidos neste estudo, de uma disciplina sobre Arquitetura *Open Source* para os cursos de Arquitetura e Urbanismo. Deste modo, o tema será trabalhado mais detalhadamente, chegando a resultados finais mais complexo de habitações.

Propõe-se também experimentos pedagógicos futuros que trabalhem com os modelos desenvolvidos neste estudo, modificando-os para outras necessidades, verificando a interoperabilidade de todos os projetos.

Além destes pontos específicos levantados até o momento, é importante ressaltar que o estudo desperta para questões relevantes a serem consideradas em trabalhos futuros, considerando este novo paradigma apresentado. Dentre as questões, estão a adaptação dos projetos *open source* sem a supervisão de um arquiteto ou profissional que tenha domínio e formação em conhecimentos essenciais para a concepção e construção de uma habitação, como conforto, ergonomia, dimensões mínimas, além de aspectos legais e ambientais de cada região. Além disso, até mesmo profissionais encontram dificuldades na modificação e adaptações de arquiteturas *open source*, muitas vezes ocasionadas pelos *softwares* utilizados, na qual uma minoria possui domínio. Deve-se levar em consideração também, que adaptar um projeto para outra localidade do planeta não é simples. Requer estudos e aprofundamentos.

O propósito na iniciativa da arquitetura *open source*, em levar habitações de qualidade para quem não tem acesso à moradia, é indiscutível, porém questões importantes nesse processo precisam ser discutidas. Apesar do conceito *open source* promover a democratização, este ainda encontra dificuldade e conflitos em questões que necessitam de aprofundamentos e discussões.

Outra questão que pode ser trabalhada em trabalhos futuros é o mercado de terras e como acontece o processo de apropriação do local, pois a habitação necessita de um sítio de implantação, levando discussões importantes ao que tange a cidade e seu espaço, além do contexto socioeconômico relacionado ao Brasil.

Essas considerações e questões levantadas podem ser revistas em trabalhos futuros, as quais são questões amplas de discussão.

## REFERÊNCIAS

ABEL, R.; BROWN, M.; SUESS, J. A New Architecture for Learning. *Educase Review*, v. 48, n. 5, september/october. 2013. Disponível em: <<https://er.educause.edu/articles/2013/10/a-new-architecture-for-learning>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

ALVES, M. B. M. et al. Fontes de informação online: nível avançado: revisão de literatura. Florianópolis, 2012. 69 slides, color. Disponível em: <[http://portal.bu.ufsc.br/files/2013/10/SLIDES\\_REVISAO\\_LITERATURA\\_2015\\_CC.pdf](http://portal.bu.ufsc.br/files/2013/10/SLIDES_REVISAO_LITERATURA_2015_CC.pdf)>. Acesso em: 09 julho. 2018.

ANDRADE, P. S. A. de M. **A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E SUA RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE ATUAL: uma revisão da literatura.** 2017. 52 f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

BATISTELLO, P.; BALZAN, K. L.; PIAIA, L. P.; MIOTTO, J. Prototipagem rápida e fabricação digital em ateliê vertical: do processo à materialização. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 19., 2015, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SIGRADI, 2015, p. 137-142.

BATISTELLO, P.; PEREIRA, A. T. C. Ambientes virtuais de aprendizagem: uma experiência com o Facebook como objeto de aprendizagem. In: XXXII ENSEA -Encontro Nacional sobre o Ensino de Arquitetura e Urbanismo e XVII CONABEA -Congresso da ABEA, 38, 2013, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2013, p. 195-212.

BECKER, S. A. et al. **NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition.** Austin, Texas: The New Media Consortium. 2017. 60 p.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. de A.; MACEDO, M. O MÉTODO DA REVISÃO INTEGRATIVA NOS ESTUDOS ORGANIZACIONAIS. **Gestão e Sociedade**, [s.l.], v. 5, n. 11, p.121-136, 2 dez. 2011. *Revista Gestão e Sociedade*. Disponível em:<<https://ges.emnuvens.com.br/gestaoesociedade/article/view/1220/906>>. Acesso em: 10 julho. 2018.

BOZA, L. E. Parametrics, Performance and (Pre) Fabrication. **WITHOUT A HITCH: NEW DIRECTIONS IN PREFABRICATED ARCHITECTURE**, 2008, p. 276-282. Disponível em: <<https://scholarworks.umass.edu/wood/2008/>>. Acesso em: 10 julho. 2018.

BRASIL. CREATIVE COMMONS. **O que é Creative Commons?** 2019. Disponível em: <<https://br.creativecommons.org/>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

CASA G - Casa Generativa para Rio Grande do Sul. Porto Alegre - PVE Capes Propar UFRGS: Benamy Turckienicz; Rodrigo Garcia Alvarado. 2010. Disponível em: <<http://casagenerativa.blogspot.com/>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CLARO, M. A; JORDÃO, L. C. S. O ENSINO EM PROJETO DE ARQUITETURA FRENTE ÀS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS – UM PROCESSO REFLEXIVO. In: XXXIII ENSEA – Encontro Nacional sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo e XXXVI COSU – Reunião do Conselho Superior da ABEA, 39, 2014, Balneário Camboriú. **Anais... Balneário Camboriú**, 2014, p. 117-127.

CELANI, G. Espaços para a interdisciplinariedade: laboratórios de fabricação digital na pesquisa, ensino e extensão. In: PHILIPPI JR., Arlindo; FERNANDES, Valdir (Org.). Práticas da interdisciplinaridade no ensino e pesquisa. 1. ed. São Paulo: Manole, 2014. v. 1, p. 747-764.

CELANI, G; MEDRANO, L. O escritório modelo experimental da UNICAMP: um laboratório para o desenvolvimento de novos métodos e processos de projeto. In: PROJETAR - PROJETO COMO INVESTIGAÇÃO: ENSINO, PESQUISA E PRÁTICA, 4., 2009, São Paulo, SP. **Anais... São Paulo**, 2009.

CORDEIRO, A. M. et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 5, p. 428-431, nov./dez., 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912007000600012>>. Acesso em: 10 julho. 2018.

CRUZ, N. **Da produção à customização em massa: parametrização e desenvolvimento do sistema construtivo Wikihouse** . 2016. 41 p.

Dissertação (mestrado em arquitetura) - Instituto Universitário de Lisboa, ISCTE-IUL. Lisboa, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10071/13196>>. Acesso em: 23 abril. 2018.

DAVIS, Stan. **Future Perfect**. 1 ed. Massachussets: Addison Wesley, 1987.

DMITRUK ORTIZ, H. B. (Org.). **Cadernos metodológicos: diretrizes do trabalho científico**. 8. ed. Chapecó: Argos, 2012.

DRUCKER, P. O futuro já chegou. **Revista Exame**, v. 22, n. 03, 2000.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FONYAT, M. de A. R. **A Pré-fabricação e o Projeto de Arquitetura**. 2013. 189 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

GARDNER, A. The Architecture of Mass Collaboration: How Open Source Commoning Will Change Everything. 2013. 82f. dissertação (mestrado em arquitetura) - University of Cincinnati, Ohio, 2013.

GERSHENFELD, N. How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution. **Foreign Affairs**, v. 91, n.6, nov/dec, p. 43-57, 2012.

GHISI, M. L. Knowledge Society: Entering a Post Capitalist Era?. In: **Creative and Knowledge Society/International Scientific Journal**. Pan-European University, 1/2014. p. 7 - 29.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUILLÉN, Vicente Castillo. **Uma lei de propriedade intelectual para a promoção e defesa da arquitetura espanhola**. 2014. Disponível em: <[https://www.plazatio.com/es/noticias/una-ley-de-propiedad-intelectual-para-el-impulso-y-defensa-de-la-arquitectura-espanola?utm\\_medium=website&utm\\_source=archdaily.com.br](https://www.plazatio.com/es/noticias/una-ley-de-propiedad-intelectual-para-el-impulso-y-defensa-de-la-arquitectura-espanola?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com.br)>. Acesso em: 09 jul. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal: 2016.** Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101543>>. Acesso em: 05 julho. 2018.

KIERAN, Stephen; TIMBERLAKE, James. **Refabricating Architecture:** How Manufacturing Methodologies are Poised to Transform Building Construction. 1 ed. McGraw-Hill Education, 2004. 192 p.

KOLAREVIC, Branko (Ed.). **Architecture in the digital age:** design and manufacturing. New York; Taylor & Francis, c2003. 314 p.

LAWSON, Bryan. **Como arquitetos e designers pensam.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 293 p.

MACIEL, C. A.; SANTA CECÍLIA, B. Arquitetura open source: metodologia de processo colaborativo para disciplinas de projeto. In: PROJETAR – Originalidade, criatividade e inovação no projeto contemporâneo: ensino, pesquisa e prática, 7, 2015, Natal. **Anais...** Natal, 2015, 13 p.

MANHÃES, M. et al. Criatividade como atitude: um conceito chave para o entendimento das tendências em tecnologias educacionais no Ensino Superior. In: VANZIN, T.; ULBRICHT, V. R.; BATISTA, C. R. (Orgs.). **Criatividade e Inovação na educação.** 1. ed. São Paulo: Pimenta Cultural, 2015. 266 p.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297 p.

MEDEIROS, R. de; RESENDE, C. C. O projeto e a integração com o conteúdo tecnológico no ensino de Arquitetura e Urbanismo no Brasil. In: XXXIII ENSEA – Encontro Nacional sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo e XXXVI COSU – Reunião do Conselho Superior da ABEA, 39, 2014, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú, 2014, p. 185-195.

MORAIS, R. R. de; MONTEIRO, R. A indústria 4.0 e o impacto na área de operações: Um ensaio. In: V SINGEP - Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2016, 10 p.

NARDELLI, E. S. Tecnologia digital avançada na produção de Habitações de Interesse Social – HIS no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 14, 2010, Bogotá. **Anais...** Bogotá: SIGRADI, 2010, p. 403 – 406.

PARVIN, A. Architecture (and the other 99%): open-source architecture and the design commons. **John Wiley & Sons Ltd.**, Nova Jersey, EUA, p. 90-95, 2013. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ad.1680>>. Acesso em: 7 maio. 2018.

PASSARO, A.; ROHDE, C. Casa Revista: arquitetura de fonte aberta. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 19., 2015, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SIGRADI, 2015, p. 70-76.

PAVIANI, Neires Maria Soldatelli; FONTANA, Niura Maria. Oficinas pedagógicas:: relato de uma experiência. *Conjectura*, Caxias do Sul, v. 14, n. 2, p.77-88, ago. 2019. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/view/16/15>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

PEREIRA, José Ramón Alonso. **Introdução à história da arquitetura:** das origens ao século XXI. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 384 p.

PUPPO, R. T. **Inserção da prototipagem e fabricação digitais no processo de projeto:** um novo desafio para o ensino de arquitetura. 2009. 260f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

PUPPO, R.; CELANI, G. Implementando a fabricação digital e a prototipagem rápida em cursos de arquitetura: dificuldades e realidades. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 12, 2008, Cuba. **Anais...** Cuba: SIGRADI, 2008, 6 p.



RATTI et al. Open Source Architecture (OSArc). **Revista Domus**, Milão, v. 948, p. III-IV, jun. 2011.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática x revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. v-vi, jun. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-21002007000200001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-21002007000200001)>. Acesso em: 14 julho. 2018.

SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n1/12.pdf>>. Acesso em: 14 julho. 2018.

SASS, L., BOTHA, M. Instant House: A model of design production with digital fabrication. **International Journal of Architectural Computing**, v. 4, n. 4, 109–123, 2006.

SASS, L.; MICHAUD, D.; CARDOSO, D. Materializing a Design with Plywood. In: eCAADe, 25, 2007, Alemanha. **Anais...** Alemanha, 2007, p. 629-636. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/da8a/55e1ea263edebe20532a268028f0eb0c1d13.pdf>>. Acesso em: 10 julho. 2018.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. 1. ed. EDIPRO, 2016. 160p.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. UNIDADE 2 – A PESQUISA CIENTÍFICA. In: GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. (Orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

SMITH, Ryan E. **Prefab architecture: a guide to modular design and construction**. John Wiley & Sons, 2010. 400 p.

SOUZA, M. T. de; SILVA, M. D. da; CARVALHO, R. de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p.102-106, mar. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/eins/v8n1/pt\\_1679-4508-eins-8-1-0102.pdf](http://www.scielo.br/pdf/eins/v8n1/pt_1679-4508-eins-8-1-0102.pdf)>. Acesso em: 10 julho. 2018.

STOTT, Rory. 5 Iniciativas que mostram a ascensão da arquitetura open source [5 Initiatives That Show the Rise of Open Source Architecture]. 22 Out. 2016. **ArchDaily Brasil**. (Trad. Santiago Pedrotti, Gabriel). Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/797398/5-iniciativas-que-mostram-a-ascensao-da-arquitetura-open-source>>. Acesso em: 09 Jul. 2019.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez & Autores Associados, 1988.

VALENCIA, Nicolás. Quem protege os direitos de propriedade intelectual de uma obra arquitetônica? [¿Quién protege los derechos de propiedad intelectual de una obra arquitectónica?]. 19 Set. 2014. **ArchDaily Brasil**. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/627429/quem-protege-os-direitos-de-propriedade-intelectual-de-uma-obra-arquitetonica>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

VANZIN, T.; BASTIANI, J. de; ALMEIDA, L. O. de. Criatividade e inovação: a impressão 3D no ensino de arquitetura. In: VANZIN, T.; ULBRICHT, V. R.; BATISTA, C. R. (Orgs.). **Criatividade e Inovação na educação**. 1. ed. São Paulo: Pimenta Cultural, 2015. 266 p.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal Of Advanced Nursing**, [s.l.], v. 52, n. 5, p.546-553, 2005.

ZAPATA, F. A. 21st Century D.I.Y. Architecture. In: Virtual Conference on Sustainable Architectural Design and Urban Planning, 2007.



## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ONLINE APLICADO COM AS TURMAS A E B DA OFICINA PILOTO.

### QUESTIONÁRIO DE FINALIZAÇÃO DA OFICINA: ARQUITETURA OPEN SOURCE APLICADA EM ATELIÊ - TURMA A

Agradeço imensamente pela participação de todos na oficina, e espero que esta tenha contribuído para sua formação acadêmica e profissional. Para continuidade da pesquisa, solicito o preenchimento do presente questionário. As respostas não serão julgadas e você não será identificado. O presente questionário visa somente responder questões do estudo e entender qual a relevância do tema abordado. Sua resposta é de fundamental importância para a pesquisa. Obrigada!

\*Obrigatório

#### Sobre a oficina

**1. 01. Qual a sua avaliação geral da oficina? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Satisfeito  
 Indiferente  
 Insatisfeito

**2. 02. Por favor, marque a opção correspondente ao seu nível de satisfação: \***

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	Péssimo	Ruim	Indiferente	Bom	Ótimo
Pertinência dos conteúdos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Objetivos da oficina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicabilidade no curso de graduação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sequência dos conteúdos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de complexidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tempo da oficina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balanco entre teoria e prática	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade e profundidade dos conteúdos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância das tarefas propostas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Recursos utilizados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**3. 05. Por favor, deixe seu comentário sobre os aspectos positivos da oficina \***

---



---



---



---



---

4. 06. Por favor, deixe seu comentário sobre os aspectos negativos da oficina \*

---

---

---

---

---

5. 07. Por favor, deixe seu comentário sobre as dificuldades da oficina \*

---

---

---

---

---

6. 08. O tempo de ensinamento do software grasshopper, assim como o tempo de orientação para produção da avaliação foi suficiente? \*

---

---

---

---

---

7. 09. Você sentiu falta de algum tema que não foi abordado? Se sim, qual? \*

---

---

---

---

---

8. 10. Considera útil a utilização deste formato de oficina/aula para compreensão das tecnologias apresentadas? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

9. 11. Tem alguma sugestão para o formato da oficina? \*

---

---

---

---

---

**Sobre a Arquitetura Open Source**

10. 01. Você já tinha ouvido falar sobre Arquitetura Open source?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

11. 02. Como você vê a aplicação deste novo processo de projeção, construção e fabricação de habitações (arquitetura open source) em disciplinas de projeto? \*

---



---



---



---

12. 03. Quais as principais limitações que você percebe no uso da Arquitetura Open Source? \*

---



---



---



---

13. 04. A didática utilizada em sala de aula e o conteúdo ministrado foi adequado e suficiente para a compreensão da Arquitetura Open Source e dos softwares utilizados? se não, tens alguma sugestão de melhoria? \*

---



---



---



---

14. 05. Considera ter informações suficientes sobre o assunto para propor uma Arquitetura Open Source? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim *Ir para a pergunta 16.*  
 Não *Ir para a pergunta 15.*

#### Justificativa questão 04

15. 05.1 Porque não considera ter informações suficientes sobre o assunto para propor uma Arquitetura Open Source? \*

---



---



---



---

**Sobre a atividade proposta (avaliação A2-2)**

16. 01. Como foi a experiência de trabalhar, planificar e prototipar o objeto do colega? \*

---

---

---

---

---

17. 02. Quais as principais dificuldades e problemas que encontrou ao trabalhar com o arquivo do colega? \*

---

---

---

---

---

18. 03. Você conseguiu compreender a informação/modelo deixado pelo colega? \*

---

---

---

---

---

19. 04. O que você acha que melhoraria o processo da troca de arquivos e informações? \*

---

---

---

---

---

**Aspectos gerais**

20. 01. Deixe aqui contribuições, observações e/ou sugestões sobre a oficina. \*

---

---

---

---

---

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO *ONLINE* APLICADO COM A TURMA A DO EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.

### QUESTIONÁRIO DE FINALIZAÇÃO DA OFICINA: ARQUITETURA OPEN SOURCE: CONSTRUÇÃO DE MÓDULOS HABITACIONAIS EM ATELIÊ - TURMA A

Agradeço imensamente pela participação de todos na oficina, e espero que esta tenha contribuído para sua formação acadêmica e profissional. Para continuidade da pesquisa, solicito o preenchimento do presente questionário. As respostas não serão julgadas e você não será identificado. O presente questionário visa somente responder questões do estudo e entender qual a relevância do tema abordado. Sua resposta é de fundamental importância para a pesquisa. Obrigada!

\*Obrigatório

#### Sobre a oficina

**1. 01. Qual a sua avaliação geral da oficina? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Satisfeito  
 Indiferente  
 Insatisfeito

**2. 02. Por favor, marque a opção correspondente ao seu nível de satisfação: \***

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	Péssimo	Ruim	Indiferente	Bom	Ótimo
Pertinência dos conteúdos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Objetivos da oficina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicabilidade no curso de graduação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sequência dos conteúdos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de complexidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tempo da oficina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balanço entre teoria e prática	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade e profundidade dos conteúdos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância das tarefas propostas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Recursos utilizados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**3. 05. Por favor, deixe seu comentário sobre os aspectos positivos da oficina \***

---



---



---



---



---



4. 06. Por favor, deixe seu comentário sobre os aspectos negativos da oficina \*

---

---

---

---

---

5. 07. Por favor, deixe seu comentário sobre as dificuldades da oficina \*

---

---

---

---

---

6. 08. O tempo de ensinamento do software grasshopper, assim como o tempo de orientação para produção da avaliação foi suficiente? \*

---

---

---

---

---

7. 09. Você sentiu falta de algum tema que não foi abordado? Se sim, qual? \*

---

---

---

---

---

8. 10. Considera útil a utilização deste formato de oficina/aula para compreensão das tecnologias apresentadas? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

9. 11. Tem alguma sugestão para o formato da oficina? \*

---

---

---

---

---

**Sobre a Arquitetura Open Source**

10. 01. Você já tinha ouvido falar sobre Arquitetura Open source?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

11. 02. Como você vê a aplicação deste novo processo de projeção, construção e fabricação de habitações (arquitetura open source) em disciplinas de projeto? \*

---

---

---

---

---

12. 03. Quais as principais limitações que você percebe no uso da Arquitetura Open Source? \*

---

---

---

---

---

13. 04. A didática utilizada em sala de aula e o conteúdo ministrado foi adequado e suficiente para a compreensão da Arquitetura Open Source e dos softwares utilizados? se não, tens alguma sugestão de melhoria? \*

---

---

---

---

---

14. 05. Considera ter informações suficientes sobre o assunto para propor uma Arquitetura Open Source? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim *Ir para a pergunta 16.*  
 Não *Ir para a pergunta 15.*

#### Justificativa questão 04

15. 05.1 Porque não considera ter informações suficientes sobre o assunto para propor uma Arquitetura Open Source? \*

---

---

---

---

---

**Sobre a atividade proposta (desenvolvimento dos módulos habitacionais)**

16. 01. Como foi a experiência de produzir um objeto open source? \*

---

---

---

---

---

17. 02. Quais as principais dificuldades e problemas que encontrou ao produzir um objeto open source? \*

---

---

---

---

---

18. 03. Como foi o processo de disponibilizar o objeto em uma plataforma open source? \*

---

---

---

---

---

19. 04. Você acredita que conseguiu deixar informações suficientes para que outra pessoa possa fazer uso do seu objeto open source, em qualquer parte do mundo? \*

---

---

---

---

---

20. 05. O que você acha que melhoraria o processo da troca de arquivos e informações online? \*

---

---

---

---

---

21. 06. Você conseguiu conciliar no seu objeto os critérios da Arquitetura Open Source (Modularidade, Variabilidade, Parametrização, Inteligível e passível de reprodução e modificação)? \*

---

---

---

---

---

### Aspectos gerais

22. 01. Deixe aqui contribuições, observações e/ou sugestões sobre a oficina.

---

---

---

---

---



## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO *ONLINE* APLICADO COM A TURMA B DO EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.

### QUESTIONÁRIO DE FINALIZAÇÃO DA OFICINA: ARQUITETURA OPEN SOURCE: CONSTRUÇÃO DE MÓDULOS HABITACIONAIS EM ATELIÊ - TURMA B

Agradeço imensamente pela participação de todos na oficina, e espero que esta tenha contribuído para sua formação acadêmica e profissional. Para continuidade da pesquisa, solicito o preenchimento do presente questionário. As respostas não serão julgadas e você não será identificado. O presente questionário visa somente responder questões do estudo e entender qual a relevância do tema abordado. Sua resposta é de fundamental importância para a pesquisa. Obrigada!

\*Obrigatório

#### Sobre a oficina

##### 1. 01. Qual a sua avaliação geral da oficina? \*

Marcar apenas uma oval.

- Satisfeito  
 Indiferente  
 Insatisfeito

##### 2. 02. Por favor, marque a opção correspondente ao seu nível de satisfação: \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Péssimo	Ruim	Indiferente	Bom	Ótimo
Pertinência dos conteúdos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Objetivos da oficina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicabilidade no curso de graduação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sequência dos conteúdos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de complexidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tempo da oficina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balanco entre teoria e prática	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade e profundidade dos conteúdos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância das tarefas propostas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Recursos utilizados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

##### 3. 05. Por favor, deixe seu comentário sobre os aspectos positivos da oficina \*

---



---



---



---

4. 06. Por favor, deixe seu comentário sobre os aspectos negativos da oficina \*

---

---

---

---

---

5. 07. Por favor, deixe seu comentário sobre as dificuldades da oficina \*

---

---

---

---

---

6. 08. O tempo de ensinamento do software grasshopper, assim como o tempo de orientação para produção da avaliação foi suficiente? \*

---

---

---

---

---

7. 09. Você sentiu falta de algum tema que não foi abordado? Se sim, qual? \*

---

---

---

---

---

8. 10. Considera útil a utilização deste formato de oficina/aula para compreensão das tecnologias apresentadas? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

9. 11. Tem alguma sugestão para o formato da oficina? \*

---

---

---

---

---

**Sobre a Arquitetura Open Source**

10. 01. Você já tinha ouvido falar sobre Arquitetura Open source?

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

11. 02. Como você vê a aplicação deste novo processo de projeção, construção e fabricação de habitações (arquitetura open source) em disciplinas de projeto? \*

---

---

---

---

---

12. 03. Quais as principais limitações que você percebe no uso da Arquitetura Open Source? \*

---

---

---

---

---

13. 04. A didática utilizada em sala de aula e o conteúdo ministrado foi adequado e suficiente para a compreensão da Arquitetura Open Source e dos softwares utilizados? se não, tens alguma sugestão de melhoria? \*

---

---

---

---

---

14. 05. Considera ter informações suficientes sobre o assunto para propor uma Arquitetura Open Source? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Ir para a pergunta 16.*  
 Não *Ir para a pergunta 15.*

### Justificativa questão 05

15. 05.1 Porque não considera ter informações suficientes sobre o assunto para propor uma Arquitetura Open Source? \*

---

---

---

---

---



**Sobre a atividade proposta (desenvolvimento dos módulos habitacionais)**

16. 01. Como foi a experiência de produzir um objeto open source? \*

---

---

---

---

---

17. 02. Quais as principais dificuldades e problemas que encontrou ao produzir um objeto open source? \*

---

---

---

---

---

18. 03. Como foi o processo de disponibilizar o objeto em uma plataforma open source? \*

---

---

---

---

---

19. 04. Você acredita que conseguiu deixar informações suficientes para que outra pessoa possa fazer uso do seu objeto open source, em qualquer parte do mundo? \*

---

---

---

---

---

20. 05. O que você acha que melhoraria o processo da troca de arquivos e informações online? \*

---

---

---

---

---

21. 06. Você conseguiu conciliar no seu objeto os critérios da Arquitetura Open Source (Modularidade, Variabilidade, Parametrização, Inteligível e passível de reprodução e modificação)? \*

---

---

---

---

---

### **Sobre trabalhar com objeto Open Source**

22. 01. Como foi a experiência de trabalhar com um objeto open source (objeto desenvolvido pela 1ª turma da oficina)? \*

---

---

---

---

---

23. 02. Quais as principais dificuldades e problemas que encontrou ao trabalhar com esse arquivo open source? \*

---

---

---

---

---

24. 03. Você conseguiu compreender a informação e o modelo disponibilizado? \*

---

---

---

---

---

25. 04. Para você, faltou algo nesse arquivo disponibilizado? \*

---

---

---

---

---

### **Aspectos gerais**

**26. 01. Deixe aqui contribuições, observações e/ou sugestões sobre a oficina.**

---

---

---

---

---

**APÊNDICE D – QUADRO PERGUNTA E RESPOSTA SOBRE ARQUITETURA *OPEN SOURCE* - TURMAS A E B – EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.**

Como você vê a aplicação deste novo processo de projeção, construção e fabricação de habitações (arquitetura open source) em disciplinas de projeto?	
Participante 01 - Turma A	“É uma opção de aplicabilidade para a realidade de pessoas de baixa renda”.
Participante 02 - Turma A	“Muito boa”.
Participante 03 - Turma A	“É uma boa alternativa de produção, já que erros sempre podem passar despercebidos nas primeiras criações, com a disponibilidade dos arquivos para outras pessoas, o projeto pode ser aprimorado e com o menor índice de erros”.
Participante 04 - Turma A	“Muito útil para ampliar a visão de arquitetura no futuro”.
Participante 05 - Turma A	“Torna-se muito mais rápido projetar”.
Participante 06 - Turma A	“Facilitaria a visualização de vários aspectos da edificação no decorrer das disciplinas”.
Participante 07 - Turma A	“Acho essencial o ensinamento de ambas ser simultâneo, pois arquitetura deve ser para todos e não apenas para uma classe com maior poder aquisitivo”.
Participante 01 - Turma B	“Vejo como uma nova ferramenta, pode haver resistência no início, mas a forma de projetar vem evoluindo e mudando constantemente com o tempo, devemos nos atualizar e adequar às novas tecnologias ”.

Participante 02 - Turma B	“Vejo futuro, é bem útil para projetar objetos curvados e prototipar e até ajudar outros disponibilizando na rede”.
Participante 03 - Turma B	“Mudaria a forma como vemos a arquitetura atualmente, mas principalmente nos falta conhecimento para projetar a arquitetura assim "fácil" ”.
Participante 04 - Turma B	“Super positivos, contribui bastante para os projetos ”.
Participante 05 - Turma B	“É algo muito importante e revolucionário na forma de se desenvolver a arquitetura, deve-se os arquitetos começar a pensar nessa forma de projetar e se adequar a uma tecnologia acessível a todos com a Arquitetura Open Source ”.
Participante 06 - Turma B	“De extrema relevância, já que é uma forma de compartilhar não só ideias, mas conhecimentos ”.
Participante 07 - Turma B	“Maravilhoso, abre as possibilidades”.
Participante 08 - Turma B	“Acho que é algo que vem para melhorar o processo criativo, e ajudar a impulsionar a área de cooperatividade, não só na arquitetura como áreas em geral, criando uma comunidade entre profissionais e leigos, enriquecendo os saberes de todos”.
Participante 09 - Turma B	“Vejo como uma arquitetura para todos, onde as portas se abrem e vem com ela a facilidade.. A tecnologia vindo para realmente mudar o conceito da arquitetura”.

Fonte: A autora.

**APÊNDICE E – QUADRO PERGUNTA E RESPOSTA SOBRE A ATIVIDADE PROPOSTA - TURMAS A E B – EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.**

Como foi a experiência de produzir um objeto open source?	
Participante 01 - Turma A	“Surpreendente”.
Participante 02 - Turma A	“Foi difícil, porque algumas peças não se encaixaram direito”.
Participante 03 - Turma A	“Ótima, pois a maioria dos alunos participantes da oficina não conheciam a plataforma open source e nem seu processo de produção”.
Participante 04 - Turma A	“Satisfatória”.
Participante 05 - Turma A	“Muito feliz, um pouco complicado no começo por se tratar de algo novo, mas o resultado foi muito gratificante”.
Participante 06 - Turma A	“Foi boa, porém com algumas dificuldades”.
Participante 07 - Turma A	“Por em prática o que aprendemos na teoria é a melhor parte do processo de aprendizagem, assim dá pra ver se realmente vai dar certo ou se precisamos aperfeiçoar o projeto”.
Participante 01 - Turma B	“Foi diferente e motivador”.
Participante 02 - Turma B	“Interessante, novo”.
Participante 03 - Turma B	“Muito boa, principalmente sofrer montando o protótipo como geralmente acontece”.
Participante 04 - Turma B	“Muito interessante, nos faz repensar sobre o modo de projetar”.

Participante 05 - Turma B	“Foi interessante, e me chamou atenção para procurar mais objetos e utilizar dos mesmos”.
Participante 06 - Turma B	“Quando se projeta e conseqüentemente se desenvolve um protótipo, podemos perceber o que deu certo ou errado”.
Participante 07 - Turma B	“Uma nova possibilidade”.
Participante 08 - Turma B	“Boa, acredito que com o modelo, foi possível expressar nossa criatividade, e ver isso tomando forma real, passar a realmente executar e pensar que na aula realizamos um modelo, mas que caso alguém encontre nosso modelo online pode utilizar o mesmo em tamanho real, e isso pode salvar à essa pessoa muito tempo, ajudando mesmo sem conhecer”.
Participante 09 - Turma B	“É uma experiência que realmente mostra que tudo que fazemos pode sim virar em realidade, e que não é apenas uma teoria falha e sim uma prática completamente explicativa”.

Fonte: A autora.

**APÊNDICE F – QUADRO PERGUNTA E RESPOSTA SOBRE TRABALHAR COM O OBJETO DO COLEGA - TURMA B – EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.**

Como foi a experiência de trabalhar com um objeto <i>open source</i> (objeto desenvolvido pela 1ª turma da oficina)?	
Participante 01 - Turma B	“Consegui identificar o que foi proposto entendo a lógica e se necessário poderia fazer alterações”.
Participante 02 - Turma B	“Interessante, visto que agora posso utilizar em meus trabalhos e para a vida isso”.
Participante 03 - Turma B	“Foi boa, mas percebemos que pelo nosso prévio conhecimento já olhamos o modelo com um olhar diferente e querendo propor mudanças”.
Participante 04 - Turma B	“Bem interessante. Percebe-se como a troca acontece”.
Participante 05 - Turma B	“Meio complicada”.
Participante 06 - Turma B	“Relevante, já que podemos analisar o objeto e como ele poderia ser mudado/melhorado”.
Participante 07 - Turma B	“Foi como pegar a mistura para bolo e acrescentar os ovos e o leite”.
Participante 08 - Turma B	“Notei alguns erros no modelo que abri, volta pra a questão de responsabilidade, se a pessoa que visse o modelo online não tivesse conhecimento no software e apenas quisesse executar o mesmo com estava disponível, teria problemas, então é necessário cautela e revisar muito os modelos antes de publicar”.



Participante 09 - Turma B	“Foi interessante, entender e analisar o quanto podemos usar indeterminadas ideias e mudar para melhor algo já construído, sabendo que duas cabeças trabalham melhor do que somente uma, imagina milhares de cabeças pensantes prontas para melhorar algo já pronto”.
------------------------------	---

Fonte: A autora.

**APÊNDICE G – QUADRO SUGESTÕES E APONTAMENTOS SOBRE A OFICINA - TURMAS A E B – EXPERIMENTO PEDAGÓGICO FINAL.**

Deixe aqui contribuições, observações e/ou sugestões sobre a oficina.	
Participante 02 - Turma A	“Muito boa essa oficina, poderia ter mais vezes para que outros estudantes tivessem a mesma oportunidade que nós tivemos...”.
Participante 04 - Turma A	“Se oficina for sempre com o objetivo de fabricar um mobiliário o conteúdo está ótimo. Na questão de ampliar a visão e entender a Arquitetura <i>open source</i> , é extremamente boa e suficiente”.
Participante 05 - Turma A	“Gostei muito da oficina, se tiver um "parte II" mais aprofundado gostaria de participar”.
Participante 07 - Turma A	“Adorei o tema da oficina! Até então eu tinha apenas um vago conhecimento sobre”.
Participante 01 - Turma B	“A oficina foi de grande proveito. Parabéns e obrigado Carla!”.
Participante 02 - Turma B	“Mais horas aula :D”.
Participante 03 - Turma B	“Foi muito boa a iniciativa de reproduzir essa pesquisa na uno e abrindo para os alunos a oportunidade de participar e aprender os novos softwares. Pois muitas vezes a arquitetura se torna simples pois não conseguimos reproduzir nossas ideias e vendo que é possível modelar expande os horizontes. Parabéns!”.

Participante 04 - Turma B	“Oficina muito bacana, didática bem fácil de compreender. Foi muito positivo”.
Participante 06 - Turma B	“Deveria ser com uma carga horária maior, assim poderíamos aprofundar mais sobre o assunto e desenvolver mais projetos”.
Participante 07 - Turma B	“Agradeço pela oportunidade de participar da oficina”.
Participante 08 - Turma B	“Não tenho sugestões, apenas a agradecer pela oportunidade, o recurso de open source era algo que nunca tinha ouvido falar, mesmo estando inserida no meio da arquitetura e ler sobre o assunto, ainda é algo que não tinha conhecimento, isto abriu a minha mente sobre a maneira de cooperação e integração entre leigos e profissionais, também abriu minha mente sobre a maneira com que esse recurso pode ser utilizado para ajudar pessoas de baixa renda, propondo casas que podem ser fabricadas a partir de um simples modelo, é algo que realmente deveria ser mais falado, achamos que a realidade dos fab labs e da impressão 3d é algo tão longe da nossa realidade no Brasil, quando na verdade, é algo presente em todo mundo a partir do clique de um botão”.

Participante 09 - Turma B	“Somente gostaria de agradecer a Carla em especial, por ter aberto esta oportunidade a nós estudantes de arq & Urb, e deixando claro que agregou um conhecimento maravilhoso e abriu nossa mente para maiores possibilidades que antes eram inimagináveis dentro da arquitetura”.
------------------------------	---

Fonte: A autora.