



DIFERENTES TECNOLOGIAS DE REPRESENTAÇÃO PARA A CRIAÇÃO DE PEÇAS MODULARES PRÉ-FABRICADAS

DIVERSE REPRESENTATION TECHNOLOGIES FOR THE DESIGN OF PREFABRICATED MODULAR COMPONENTS

MOMBELLI, Luiz Fernando Colvara¹,
VECCHIA, Luísa Félix Dalla²

Resumo

O objetivo deste trabalho é relatar e demonstrar como diversas tecnologias de representação beneficiaram o processo de criação de módulos habitacionais pré-fabricados. Esse desenvolvimento integra o projeto de pesquisa CZA+, que visa aprimorar a construção no contexto da Habitação de Interesse Social (HIS). O trabalho detalha as tecnologias empregadas em cada etapa, desde croquis esquemáticos feitos à mão até desenhos em *softwares* digitais, modelagens de maquetes digitais e protótipos físicos em impressão 3D. A bibliografia utilizada para embasar cada fase do desenvolvimento é apresentada, ressaltando os benefícios específicos de cada tecnologia. Croquis à mão proporcionaram flexibilidade inicial, enquanto *softwares* digitais permitiram precisão e detalhamento. As maquetes digitais facilitaram a visualização espacial, e os protótipos em impressão 3D destacaram a complexidade das conexões e a necessidade de ajustes estruturais. O estudo conclui que a integração de diversas tecnologias de representação gráfica e técnicas de modelagem digital é fundamental para o sucesso do projeto, oferecendo rapidez, qualidade e sustentabilidade. Além disso, direciona futuras pesquisas para os detalhamentos técnicos das peças, reforçando a importância do conhecimento integrado de representação gráfica e modelagem digital no avanço da construção de HIS.

Palavras-chave: representação gráfica; tecnologias; módulos; pré-fabricados; impressão 3D.

Abstract

The goal of this paper is to report and demonstrate how various representation technologies benefited the process of creating prefabricated housing modules. This development is part of the CZA+ research project, which aims to enhance construction within the context of Social Housing (HIS). The paper details the technologies employed at each stage, from hand-drawn schematic sketches to digital software drawings, digital models, and 3D-printed physical prototypes. The bibliography used to support each phase of development is presented, highlighting the specific benefits of each technology. Hand-drawn sketches provided initial flexibility, while digital software allowed for precision and detail. Digital models facilitated spatial visualization, and 3D-printed prototypes highlighted the complexity of connections and the need for structural adjustments. The study concludes that the integration of various representation

¹ Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0009-0003-2293-2714; luiz.mombelli@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0009-0001-5745-2719, luisa.vecchia@ufpel.edu.br

technologies and digital modeling techniques is essential for the project's success, offering speed, quality, and sustainability. Furthermore, it directs future research towards the technical detailing of the modules, emphasizing the importance of integrated knowledge of graphic representation and digital modeling in advancing HIS construction.

Keywords: graphic representation; technologies; modules; prefabricated; 3D printing.

1 Introdução

A **Habitação de Interesse Social (HIS)** é uma política pública que visa fornecer moradias adequadas para famílias de baixa renda ou em situação de vulnerabilidade social. Seu objetivo é garantir a todos o direito a uma habitação digna, promovendo o desenvolvimento urbano sustentável e combatendo a segregação e a precariedade habitacional (Medvedovski, 2002). Programas de HIS englobam construção, financiamento e regularização fundiária, buscando suprir as necessidades básicas de habitação de comunidades que não têm acesso ao mercado imobiliário tradicional (Brasil, 2001). A HIS não só visa fornecer moradias, mas também ampliar políticas de desenvolvimento urbano, qualidade de vida e inclusão social, promovendo o bem-estar e a equidade nas cidades (Brasil, 2005).

Uma estratégia comum para a implementação de HIS é utilizar construções pré-moldadas. Isso significa fabricar partes estruturais, como paredes, vigas e lajes, em uma fábrica especializada, com precisão e controle de qualidade. Essas partes são então transportadas e montadas no local da construção conforme o projeto (Cavalcanti, 2017). Esse método resulta em construções mais rápidas, com menos desperdício de materiais e melhor controle de qualidade, sendo uma opção popular para diferentes tipos de edifícios, incluindo residências, edifícios comerciais, industriais e públicos.

É possível aplicar estudos de modularidade às HIS, a fim de potencializar sua eficiência construtiva. A construção modular oferece vantagens como economia de tempo e custos, maior controle de qualidade, sustentabilidade e flexibilidade no design (Rocha *et al.*, 2015), sendo especialmente vantajosa para projetos que demandam rapidez, como habitações, hotéis, hospitais e escolas. Além disso, é vista como uma solução promissora para reduzir resíduos de construção e melhorar a eficiência energética na indústria, ganhando popularidade em todo o mundo.

Assim, este trabalho tem como objetivo demonstrar as diversas etapas do desenvolvimento de módulos pré-moldados, utilizando de análises bibliográficas e prototipagem em laboratório. O estudo destaca de que forma as diferentes tecnologias de

representação auxiliaram neste desenvolvimento, apresentando seus desafios e potencialidades neste tipo de exploração. Essa abordagem maximiza a elaboração das peças, uma vez que diversos *softwares* e equipamentos utilizados são complementares em suas funções. Portanto, é demonstrado como as tecnologias influenciam na criação das peças pré-fabricadas e, conseqüentemente, nos módulos geradores dos blocos utilizados nas configurações de habitações unifamiliares. Esse estudo é desenvolvido por um estudante em sua etapa final do curso de Arquitetura e Urbanismo. Assim, são também analisadas a gama de diferentes tecnologias de representação adquiridas ao longo do curso para diferentes finalidades além de sua potencialização por meio da participação em projeto de pesquisa.

Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa mais amplo, intitulado, intitulado Estudo de Processos para a CustomiZAção em Massa de projetos para HAbitações de Interesse Social (CZA+), que aborda o cenário de habitações de baixa renda, as quais, muitas vezes, não atendem às necessidades das famílias, resultando em unidades residenciais padronizadas com problemas como falta de iluminação e ventilação e, até mesmo, invasões de áreas públicas. Ademais, no Trabalho Final de Graduação 1 (TFG1) do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, foi desenvolvida a possibilidade da utilização de módulos pré-fabricados para a construção de residências unifamiliares, HIS e em contextos emergenciais.

O restante do trabalho está organizado como segue: na Seção 2 é apresentada a fundamentação teórica acerca do desenvolvimento das peças pré-fabricadas; na Seção 3 é explicada a metodologia do trabalho, demonstrando a elaboração da peça em pré-fabricado, na pesquisa do projeto CZA+, bem como a elaboração de uma residência a partir de módulos geradores na disciplina de TFG1; na Seção 4 são relatados os resultados deste trabalho, exemplificando os pontos positivos e negativos ao longo da pesquisa; na Seção 5 o trabalho é concluído e são indicados os tópicos a serem elaborados no futuro da pesquisa.

2 Revisão bibliográfica

Quando falamos na fabricação de residências unifamiliares de baixo custo, são apresentadas diversas dificuldades. Dalla Vecchia (2022), por exemplo, demonstra que um dos problemas ocasionados pela falta de padronização são as ampliações realizadas pelos próprios usuários, sem a consultoria de um profissional, além de apontar como solução inicial a customização em massa com ampliações já pré-estabelecidas. Mesmo que o estudo esteja para o âmbito de projeto conceitual para um sistema de customização em massa, ele é estruturado em ampla análise do contexto habitacional de baixa renda, servindo de base para a geração dos módulos, visto que aponta tópicos relevantes no contexto de HIS, como

baixa qualidade inicial das residências e dificuldade de modificações futuras dos usuários conforme suas necessidades.

Diferentes tecnologias são utilizadas na arquitetura. O estudo de Bazzaro *et al.* (2018), por exemplo, é voltado para a integração do usuário no processo de projeto arquitetônico, integrando especialistas em áreas diversas e apontando as utilizações de ferramentas como: plantas bidimensionais, modelos físicos em papelão e renderizações tridimensionais. Apesar do estudo ser voltado para um âmbito sentimental e sensorial, serviu como norteador para percepção de resultados em relação à diversidade de tecnologias no processo de criação arquitetônica.

No entanto, uma grande limitação dessa abordagem é a compreensão limitada dos usuários em relação às representações arquitetônicas, especialmente no que se refere à tomada de decisões (Bates-Brkljac, 2007, 2013; Conniff *et al.*, 2010). De fato, os não especialistas carecem do conhecimento arquitetônico necessário para entender muitas dessas representações (Bazzaro *et al.*, 2018, p.9, tradução nossa).

Os resultados dessa pesquisa apontam para uma semelhança de percepção em relação entre os protótipos físicos e modelos virtuais em escala real, concluindo que alguns tipos de representação são mais voltados para especialistas do que para leigos, visto que necessitam de conhecimentos específicos, tais como, compreensão geométrica espacial, de representação gráfica, entre outros.

Uma dessas tecnologias é a criação de protótipos físicos. O objetivo da pesquisa desenvolvida por Imai *et al.* (2020) aborda como esses modelos podem auxiliar na solução das demandas do usuário. Os modelos apresentavam escalas diferentes e as percepções dos participantes eram apontadas em forma de questionários.

Ainda que a visão do conjunto seja essencial para o planejamento do espaço, a partir do tamanho real os dimensionamentos de peças e circulações são mais bem compreendidos e analisados. Questões importantes como a geometria da solução de projeto, com seus alinhamentos das circulações, não são tão claras e perceptíveis no ambiente real, tendo a sua importância relativizada (Imai *et al.*, 2020 p.14).

Ainda que o resultado da pesquisa demonstre uma diferença relevante para os modelos em escalas maiores em relação aos demais, os pesquisadores apontam a relevância dos demais dados e da comparação do projeto como um todo. Afirmam também que a forma de projetar bidimensional e esquemas digitais não foi substituída e que modelos em escala real são um instrumento adicional, para um resultado mais ergonômico do produto final.

As bibliografias apontam para uma diversa abordagem para compreensão das pessoas leigas e profissionais da construção em relação ao entendimento na etapa projetual de uma obra. As análises corroboram a necessidade de diversas representações gráficas a fim de buscar o entendimento do usuário.

3 Metodologia

A utilização de diversas formas de representação para a realização do trabalho ocorreu a partir de duas abordagens: a primeira direcionada para o projeto CZA+ e a segunda para a disciplina de TFG1.

Primeiramente foi realizado um estudo visando o embasamento teórico, direcionado para a criação de projetos, com uma revisão bibliográfica mais ampla abrangendo artigos e trabalhos concentrados nos temas pertinentes, como modularidade, pré-fabricação e construções modulares de habitações. O processo foi iterativo, então, para cada etapa da pesquisa, esses tópicos foram revisitados a fim de buscar soluções mais eficazes para a construção de HIS e residências de baixa renda.

A partir da revisão teórica, as peças pré-moldadas foram desenvolvidas utilizando o *software* de modelagem 3D SketchUp¹. Posteriormente, utilizou-se o *software* de desenho técnico AutoCAD² para a compatibilização das peças pré-fabricadas com plantas de habitações já existentes a fim de verificar a eficácia da modularidade. A última etapa consistiu na elaboração de opções de ampliações, visto que esta é uma necessidade recorrente dos usuários (Dalla Vecchia, 2022).

Em seguida, as peças foram utilizadas para a criação de um sistema construtivo prático e tecnológico, baseado nos conceitos de projetos modulares de linha de montagem (Tanney, 2019), a fim de intervir na demanda de habitações básicas e capazes de prover uma alternativa para habitação emergencial, devido aos problemas frequentes nesse tópico (Feres, 2014). Para tal, pensou-se em utilizar as peças desenvolvidas de modo mais otimizado, utilizando os conceitos modulares (Ulrich, 1995). Nesse caso, criando um bloco inicial para, posteriormente, ser adicionados blocos de ampliações.

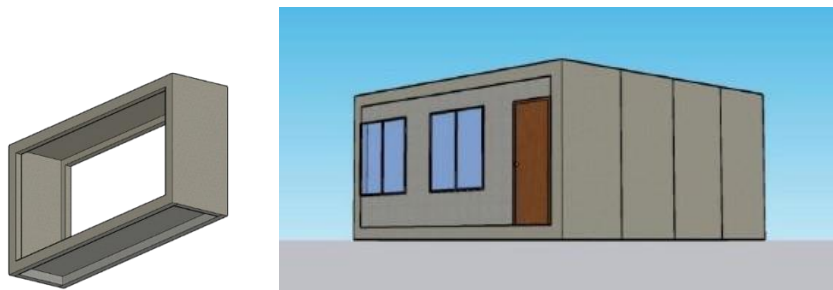
Com as dimensões dos blocos já estabelecidas, assim como possibilidades de ampliações futuras, notou-se a necessidade de uma maquete física, visto que tal recurso ajuda na compreensão dos espaços construídos e suas limitações (Imai *et al.*, 2020). Para a realização dessa etapa foram utilizadas impressoras 3D pela disponibilidade da ferramenta e dos materiais, agilidade de elaboração dos modelos e compatibilidade com as tecnologias de representação digital que vinham sendo utilizadas nas demais etapas.

¹ Disponível em: <https://www.sketchup.com/pt-br>.

² Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/>.

4 Resultados e discussões

Figura 1 – Modelagem digital do MB utilizando o *software* SketchUp (à esquerda) e Modelagem digital de exemplo de HIS, idealizada com as peças pré-fabricadas, com 36 m² de área construída, desenvolvida no *software* SketchUp, utilizando os MB



Fonte: Autores.

A pesquisa acerca de padrões modulares para residência unifamiliar foi voltada para uma HIS desenvolvida com os conceitos de modularidade (Mombelli, 2023). Para a elaboração de uma residência unifamiliar optou-se pela criação de uma peça em pré-fabricado, capaz de ser replicada de modo a suprir a maior área possível. Essa peça foi chamada de **Módulo Base (MB)** (Figura 1) e suas dimensões têm como principal limitante as normas de utilização das rodovias (Brasil, 2016).

Na criação do MB não foi levado em consideração sua materialidade, visto que o estudo está voltado para o âmbito projetual. Em seguida, duas categorias de MB foram criadas, sendo divididas em “áreas secas” e “áreas úmidas”. Esta divisão se dá pelas peculiaridades diferentes das áreas, como revestimentos e soluções hidráulicas, resultando nos **Módulos Geradores (MG)**. Constatou até essa etapa que, com apenas dois módulos de área secas e dois módulos com 50% área seca e 50% área úmida seria possível criar uma residência com 36 m² (Figura 1).

Figura 2 – Estudo de compatibilização das plantas já existentes (à esquerda) com os MG (à direita). Demonstrando a compatibilidade dos MG



Fonte: Autores.

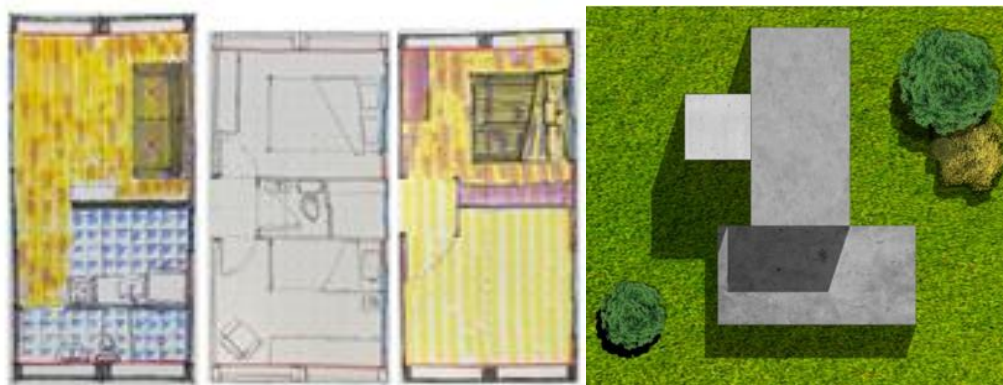
Nesta etapa, a fim de consolidar a criação dos módulos, buscou-se por modelos de plantas-baixas de residências unifamiliares para compatibilização com os MG. Com uma análise do modelo de HIS disponibilizado pela Caixa-Econômica Federal, foi possível

compatibilizar a planta com cinco modelos de MG (Figura 2). Para essa etapa foi utilizado o *software* AutoCAD, não sendo levado em consideração características da planta analisada, como áreas mínimas, paredes internas e aberturas, além da junção dos módulos.

A utilização do SketchUp como ferramenta inicial de trabalho é devido à necessidade de modelagem 3D simples e domínio do desenvolvedor com a ferramenta digital, além de possuir uma versão gratuita. Os resultados dessa etapa foram considerados relevantes para o avanço da pesquisa. Como futuras ampliações são uma realidade no contexto das HIS e, muitas vezes, ocorrem de maneira irregular (Dalla Vecchia, 2022), etapas de ampliações foram previstas.

A utilização do AutoCAD para a compatibilização das plantas é devido a visão bidimensional da plataforma e domínio do desenvolvedor com a ferramenta digital, além de possuir uma versão acadêmica gratuita. Também se considerou a compatibilidade com outros *softwares* da Autodesk e a capacidade de importação e exportação de arquivos. Para as propostas de ampliações foi utilizado o *software* Photoshop³ pois possibilita a edição de imagens de forma bidimensional, tem ampla difusão na área de editores de imagens, capacidade de exportar arquivos em diversas configurações, além do domínio do desenvolvedor com a ferramenta digital. Os resultados dessa etapa foram considerados relevantes para o avanço da pesquisa.

Figura 3 – Croquis esquemáticos, dos blocos iniciais, blocos de dormitórios e circulação. Planta utilizando lápis e papel (à esquerda) e de implantação (à direita), ambos desenvolvidos no *software* Photoshop



Fonte: Autores.

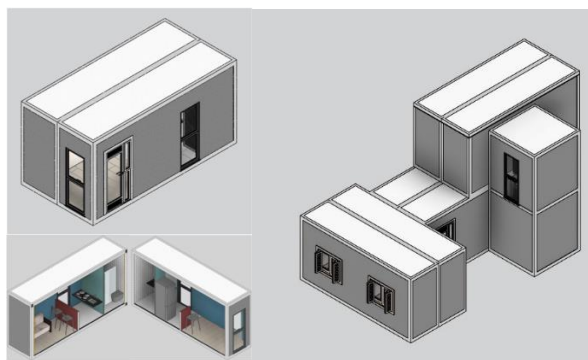
Com os resultados positivos na criação das HIS e na compatibilização das plantas, optou-se pela utilização das peças para realização de uma construção modular para residência unifamiliar. Os croquis iniciais (Figura 3) já foram desenvolvidos pensando em futuras ampliações, não considerando limites de terrenos.

³ Disponível em: <https://www.adobe.com/br/products/photoshop.html>.

A união de dois MG foi chamada de BLOCO a fim de evitar confusão de entendimento com a palavra MÓDULO, que já vem sendo utilizada na pesquisa. A solução de gerar um BLOCO (unir dois MG) é devido a capacidade de se criar espaços minimamente confortáveis dentro dos limitantes de transportes (Brasil, 2016). Inicialmente pensou-se em um BLOCO contendo banheiro, cozinha e sala/quarto que, posteriormente, viria a ser ampliado com BLOCOS de dormitórios e/ou circulação vertical, ambos possuindo 3m de altura, 6m de largura e 3 metros de profundidade.

Ainda em uma etapa conceitual, partindo das necessidades dos usuários de ampliações (Dalla Vecchia, 2022), as aberturas de esquadrias foram pensadas para facilitar no posicionamento dos blocos de dormitórios e de circulação entre os cômodos internos. Utilizou-se o *software* Photoshop para a elaboração de ampliações e exemplo de implantação da residência no terreno. Mesmo com os resultados positivos na criação e utilização dos BLOCOS, optou-se pela utilização do *software* Revit⁴ para um maior entendimento de materialidade e construção.

Figura 4 – Modelagem digital de materialidade dos ambientes internos representando o BLOCO inicial (à esquerda) e futuras ampliações horizontais (à direita). Desenvolvido no *software* Revit.



Fonte: Autores.

A utilização do Revit para a criação e apresentação dos BLOCOS (Figura 4) é devido a capacidade de gerar modelos 3D; domínio do desenvolvedor com a ferramenta digital; possuir uma versão acadêmica gratuita; compatibilidade com outros *softwares* da Autodesk; capacidade de importação e exportação de arquivos; e utilização de um sistema *Building Information Modeling* (BIM).

Prevendo uma complexidade de encaixes (Ulrich, 1995) das peças pré-fabricadas, buscou-se uma maquete física, visto que o âmbito digital não aborda questões como gravidade, flexibilidade e rigidez. Para isso, iniciou-se a criação de modelos em escala reduzidas, elaborados com impressão 3D.

Os protótipos foram desenvolvidos em tamanho e proporção a fim de facilitar a elaboração das impressões. Tendo 2,5% do tamanho original das peças, os protótipos foram

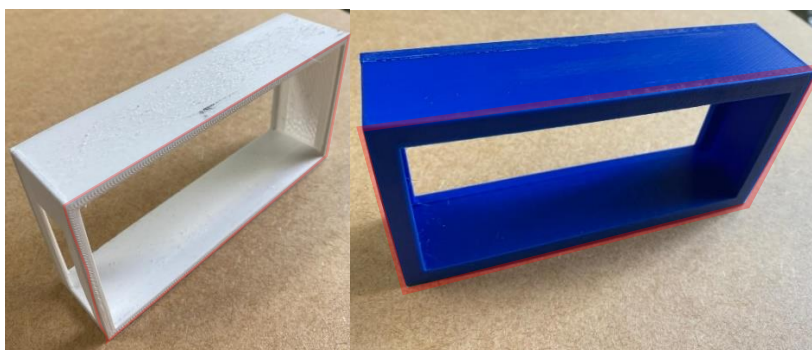
⁴ Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/>.

impressos em polímero Políácido Láctico (PLA) e plástico Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), por serem os materiais disponíveis.

As primeiras impressões apresentaram uma baixa resistência estrutural, possuindo paredes muito finas, além das espessuras de paredes, pilares e vigas não possuírem grandes diferenças, dificultando, assim, a compreensão estrutural e funcional dos MB. Os próximos modelos foram impressos extrapolando algumas medidas estruturais.

Com os protótipos já impressos, foi trabalhado o posicionamento dos modelos, sendo possível perceber a complexidade das conexões futuras dos blocos, devido aos fechamentos e aberturas pré-estabelecidas, estrutura de pilares e vigas de apoio e a rigidez dos materiais construtivos, assim como a união dos MB e das divisões dos ambientes internos e suas aberturas de esquadrias, pois quais quer sinais de infiltração ou má realização das conexões resultaria na integridade da estrutura.

Figura 5 – Fotografia das peças estudadas com impressão 3D dos módulos base. Ressaltando as diferenças estruturais (em vermelho). Com as medidas reais em escala (à esquerda) e as dimensões das vigas ressaltadas (à direita)



Fonte: Autores.

Foi utilizado o *software* Fusion⁵ para a criação dos modelos 3D das impressões e o *software* Cura⁶ para a compatibilização dos modelos digitais com as impressoras SETHI3D e GT MAX 3D H5. As impressoras são as disponíveis na faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas.

Como a escala de maquete é muito inferior, algumas medidas tiveram que ser tomadas para a compreensão das peças: uma peça com medidas diferentes das originais para o entendimento estrutural e modificação de angulação de alguns pontos para uma melhor utilização dos materiais de impressão 3D (Figura 5).

A utilização do Fusion para a criação e apresentação dos modelos 3D ao invés de utilizar o modelo já realizado no Revit é devido ao programa ter uma opção de importação e exportação mais direta com os *softwares* utilizados para programar a impressão 3D. Já a utilização do *software* Cura para o fatiamento e geração do Gcode para impressão 3D se deu

⁵ Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/>.

⁶ Disponível em: <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>.

devido a disponibilidade de uma versão gratuita, compatibilidade com os modelos de impressora disponíveis e compatibilidade com *software* Fusion.

Ao longo da pesquisa, foram utilizadas diversas tecnologias de representação gráfica, com funções de modelagem, porém com possibilidades diferentes. Em uma etapa de concepção foi utilizado o SketchUp pela flexibilidade de modelagem, flexibilidade de desenho, introdução de texturas e opções de renderização, sendo assim, podendo se ter um entendimento do resultado pretendido; já na etapa de elaboração das impressões o Fusion possui uma alta compatibilidade com diversos programas, além de possuir uma precisão própria para realização de impressão 3D.

O mesmo se aplica aos diferentes benefícios da geração de maquetes digitais e maquetes físicas: na versão digital realizada no *software* Revit, foi possível visualizar opções técnicas diferentes, espessura de revestimentos internos, fechamentos e aberturas, opções diversas de mobiliários e espaços internos, além das mudanças de *layout* das ampliações; já na maquete física, realizada com impressão 3D, ficou evidente a complexidade de união entre os MB e das opções viáveis de futuras ampliações, itens a serem desenvolvidos em trabalhos futuros.

5 Conclusão

A HIS é uma política pública que visa fornecer moradias adequadas para famílias de baixa renda, promovendo o desenvolvimento urbano sustentável e combatendo a segregação habitacional. Para isso é apresentado a construção modular, especialmente com peças pré-moldadas, como uma estratégia eficiente para HIS, oferecendo rapidez, controle de qualidade e sustentabilidade.

A fabricação de residências unifamiliares de baixo custo enfrenta desafios, como ampliações realizadas pelos próprios usuários sem consultoria profissional. A utilização de tecnologias variadas de representação, desde plantas bidimensionais até modelos físicos e virtuais, pode melhorar a qualidade projetual e a compreensão dos usuários. Estudos apresentados ao longo do trabalho, demonstram que modelos físicos são uma alternativa eficaz na percepção espacial em paralelo com representações digitais ou em papel.

Ao longo da pesquisa, foram abordadas várias formas de representação gráfica para o desenvolvimento de peças pré-moldadas, os MB e MG visando futuras ampliações. Para isso, incluindo modelagem 3D no SketchUp e compatibilização de plantas no AutoCAD, tal estudo evoluiu para a criação dos Blocos residenciais, utilizando um sistema modular em pré-fabricados eficiente para HIS. A compatibilização das plantas e a modelagem digital ajudaram na visualização das futuras ampliações. A impressão 3D destacou a complexidade das conexões entre módulos e a necessidade de ajustes estruturais. As tecnologias de representação gráfica utilizadas ao longo do projeto demonstraram ser complementares,

cada uma contribuindo de forma específica para o avanço da pesquisa. O estudo mostrou que as etapas de desenvolvimento foram abordadas com tecnologias de representação diferentes, o que se demonstrou como uma solução promissora para a criação das peças pré-moldadas, oferecendo rapidez na geração de dados, flexibilidade de representação e um bom controle de qualidade dos resultados. A integração de diversas tecnologias de representação gráfica foi fundamental para o desenvolvimento do projeto, apontando caminhos para futuras pesquisas e voltado para o detalhamento de juntas e ampliações HIS.

Do ponto de vista de um estudante na etapa final do curso de Arquitetura e Urbanismo, esse estudo destaca a importância do domínio de diferentes tecnologias de representação, desde croquis à mão, passando por modelagem e desenho digital, até o BIM e tecnologias de fabricação digital para o bom desenvolvimento projetual. Além disso, o estudo demonstra a relevância da participação em pesquisa para potencializar o aprendizado, não apenas dos temas relacionados à pesquisa em si, mas também das tecnologias de representação envolvidas e a possibilidade de potencializar o desenvolvimento projetual.

Colaboradores

Mombelli, Luiz Fernando: Desenvolvimento dos protótipos, modelagem das peças, desenho, análise bibliográfica, escrita do texto. Dalla Vecchia, Luísa Félix: revisão teórica, orientação.

Agradecimentos

Agradeço a minha orientadora, Luísa Félix, pela paciência e dedicação para me instruir na pesquisa. Aos demais colegas e profissionais que me auxiliaram nas diversas etapas do trabalho. À Fapergs que financia a pesquisa em questão.

Referências

BAZZARO, Leticia *et al.* ***Impact of architectural representation on users' feelings: from 2D plans to virtual models and physical prototypes.*** *Journal of Architectural Psychology*, v. 15, n. 2, p. 89-103, 2018.

BRASIL. **Estatuto da Cidade.** Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Define os princípios e diretrizes da política urbana, incluindo a promoção de moradia digna como um de seus objetivos. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2001.

BRASIL. **Lei nº 11.124**, de 16 de junho de 2005. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS e institui o Conselho Gestor do FNHIS. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2005.

CAVALCANTI, I. V. C. A. **A utilização de pré-moldados de concreto armado ocorreu na racionalização de obras públicas.** 2017. Monografia (Trabalho de conclusão de curso).

Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba.

DALLA VECCHIA, L. R. F. Sistema de Customização em Massa para a Melhoria da Qualidade Projetual de Ampliações de Casas no Contexto de HIS. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v17, n4, 2022.

FERES, Giovana Savietto. **Habitação emergencial e temporária, estudo de determinantes para o projeto de abrigos**. 2014. 194 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

IMAI, César; FABRICIO, Márcio Minto. Desenvolvimento de modelo físico de simulação espacial em projetos de HIS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 423-440, jan./mar. 2020.

MEDVEDOVSKI, N.S. diretrizes especiais para regularização urbanística, técnica e fundiária de conjuntos habitacionais populares. In: **Coletânea Habitare**. Rio de Janeiro: Alex Kenya Abiko e Sheila Walbe Ornstein, 2002. Cap.6, p.131-160.

MOMBELLI, Luiz F. C. **CONSTRUÇÃO MODULAR COMO FORMA DE POTENCIALIZAR PROJETOS DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**. In: XXXI Congresso de Iniciação Científica, 8ª SIIPE - Semana Integrada de Inovação, Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

ROCHA, C., FORMOSO, C., & TZORTZOPOULOS, P. (2015). **Adopting Product Modularity in House Building to Support Mass Customisation**. *Sustainability*, 7(5), 4919–4937. <https://doi.org/10.3390/su7054919>.

TANNEY, Joseph; Kolarevic, Branko; Duarte, José Pinto. Mass Customization and Design Democratization. In: Kolarevic, Branko; Duarte, José Pinto (Org.). **The Modern Modular: The Mass Customization of the Single Family Home**. 1. ed. Londres: Routledge, 2019. p. 157-174.

ULRICH, Karl T. **The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm**. *Research Policy*, [S.l.], v. 24, n. 3, p. 419-440, 1995.