



METODOLOGIA E PROCESSO DE PROJETO DIGITAL: WORKFLOW DE SUBSTITUIÇÃO DE ESQUADRIAS EM HIS

METHODOLOGY AND DIGITAL DESIGN PROCESS: REPLACEMENT WORKFLOW OF FRAMES IN SOCIAL HOUSING

SANTANA, Ana Caroline de Lima¹,
ALVES, Gilfranco².

Resumo

Este artigo de caráter exploratório, está vinculado à pesquisa de mestrado dentro do programa de pós-graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade da UFMS, e ao grupo de pesquisa algo+ritmo. Se tem como objetivo, explorar a metodologia utilizada no desenvolvimento do workflow de substituição de esquadrias para habitações de interesse social, desenvolvido na pesquisa de mestrado. Utiliza como base teórica a Cibernética mais precisamente os conceitos de feedback looping, juntamente ao uso da metodologia BIM de projeto, para a viabilização da proposta. A partir da análise do método desenvolvido, observou-se o potencial metodológico adotado no contexto do processo de projeto aplicado no workflow em Habitação de Interesse Social. Entendendo suas possibilidades no contexto da mediação e fabricação digital em arquitetura, o trabalho visa, a partir dos resultados do desenvolvimento do workflow, contribuir com as discussões sobre a prática de projeto em arquitetura a partir da mediação digital, e a importância do gerenciamento e fluxo de informações dentro do processo de projeto.

Palavras-chave: Design Paramétrico, BIM, Customização em Massa, Metodologia de Projeto, Cibernética.

Abstract

This exploratory article is linked to the master's research within the Eficiência Energética e Sustentabilidade of UFMS graduate program and the algo+ritmo research group. It's objective is to explore the methodology used in developing the window replacement workflow for social housing, developed in the master's research. It is theoretically based on Cybernetics, specifically on feedback looping concepts, along with the use of BIM methodology for project development to enable the proposal. Through the analysis of the developed method, the methodological potential adopted in the context of the design process applied in the social housing workflow was observed. Understanding its possibilities in the context of digital mediation and fabrication in architecture, the work contributes, based on the results of the workflow development, to discussions on architectural design practice through digital mediation and the importance of information flow within the design process.

Keywords: Parametric Design, BIM (Building Information Modeling), Mass Customization, Project Methodology, Cybernetics.

¹ UFMS, <https://orcid.org/0009-0003-3929-7358> e ana.lima@ufms.br

² UFMS, <https://orcid.org/0000-0002-7288-5173> e gilfranco.alves@ufms.br

1 Introdução

Este artigo possui caráter exploratório, e está ligado à pesquisa de mestrado do programa de pós-graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade da UFMS, e também junto ao grupo de pesquisa algo+ritmo. Se pretende explorar neste artigo, os processos metodológicos por trás da pesquisa de mestrado, e seus resultados. O estudo aborda a exploração da customização em massa através da mediação digital de projeto, empregando no *design* paramétrico e o *Building Information Modeling* (BIM). O foco foi voltado no desenvolvimento de um *workflow* dentro das etapas de projeto arquitetônico de Habitação de Interesse Social (HIS).

O desenvolvimento do *workflow* se baseou em um primeiro momento, a partir da revisão bibliográfica dos temas que contextualizam a pesquisa. Principalmente sob o tema inquietante da produção habitacional para as classes sociais de baixa renda, a desigualdade social exerce um impacto significativo nas condições de moradia da população brasileira. Como pano de fundo tem-se déficit habitacional no Brasil, que atinge cerca de 6 milhões de moradias, com previsão de aumento nos próximos anos (Fundação João Pinheiro, 2021). O artigo concentra-se nos programas habitacionais em HIS, como o Minha Casa Minha Vida (MCMV), nos quais se tem uma intensa produção habitacional, porém o cenário de déficit persiste, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

A partir desta análise, a pesquisa buscou, sob a perspectiva da mediação digital em projetos de arquitetura, investigar maneiras de enfrentar essa realidade, visando aprimorá-la. Considerando a abrangência do MCMV, principal programa habitacional do país, foram analisadas suas potencialidades no processo de projeto a partir da própria mediação digital, buscando minimizar as lacunas projetais na tentativa de proporcionar mais interação com os usuários finais nas tomadas de decisão sobre suas próprias habitações.

Assim, a lógica da mediação digital, combinada à customização em massa (CM), deu origem ao "*workflow* de substituição de esquadrias" para ser aplicado nas etapas de projeto do MCMV. Entende-se por CM uma atualização em relação a lógica pós-revolução industrial de ganho por escala, possibilitando que com a tecnologia disponível atualmente, se produza em série, mas de maneira customizada. Esse processo foi desenvolvido a partir da utilização de *softwares* de modelagem digital paramétrica e BIM, permitindo a escolha de elementos pelo usuário por meio da interação entre arquiteto, usuário e *software*. Isso promove uma maior interatividade entre o morador e sua habitação, resultando em uma melhoria na forma final da edificação e fortalecendo o sentimento de pertencimento dos moradores em relação às suas casas (Santana; Alves, 2023).

Assim como a utilização das tecnologias digitais no processo de projeto arquitetônico, a CM é pouco explorada dentro do contexto habitacional, especialmente em HIS, apesar de serem extremamente pertinentes e acessíveis à construção civil, (Kolarevic; Pinto, 2019).

Contextos regionais tão distintos e longínquos, e em um país continental como o Brasil influenciam essa realidade. No entanto, há um grande desinteresse e falta de vontade política em impulsionar essa mudança. As ferramentas tecnológicas estão mais acessíveis do que nunca, mas há pouca iniciativa para implementá-las e proporcionar acesso à população para uma interação mais ampla no processo de projeto. Além disso, é necessário um esforço para especializar a mão de obra, permitindo o uso de sistemas construtivos mais avançados e promovendo a fabricação digital na cadeia de construção civil.

Para completar o cenário, segundo Kolarevic (2003), tem-se uma produção baseada na lógica modernista da repetição em série para o ganho de escala na arquitetura, o que impacta diretamente na produção de HIS. Atualmente, há tecnologias inovadoras que possibilitam a personalização, isto é, a fabricação customizada de séries de objetos e componentes únicos (Alves, 2014). Assim a repetição em série na arquitetura e construção civil não é mais justificável. Através da mediação digital de projetos arquitetônicos, a customização em massa possibilita que o arquiteto incorpore as necessidades do usuário no projeto, concretizando-as por meio da fabricação digital. Essa abordagem tem o potencial de atender não apenas uma elite com mais recursos, mas também a população em geral (Kolarevic, 2019).

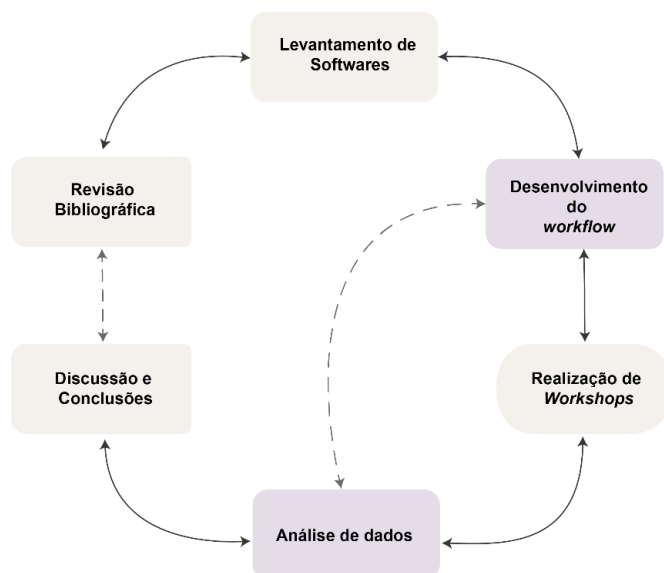
A partir desta visão, entende-se a capacidade da mediação digital aplicada juntamente a CM na perspectiva de projetos de HIS, tendo a Cibernética como potencializadora destes processos de interação de projeto. A Cibernética é uma ciência que propõe a observação de sistemas, sendo a própria observação também observada. Para isso utiliza mecanismos como circularidade (loop), feedback, auto-organização (autopoiesis) e controle, facilitando a comunicação entre as partes de um sistema e objetivando o equilíbrio do todo, por meio de compensações e ajustes para atingir metas estabelecidas (Heylinghen; Joslyn, 2001). Assim os passos propostos no desenvolvimento do *workflow*, sob uma perspectiva metodológica, compreendem suas implicações no processo de projeto arquitetônico. Além disso, examina as oportunidades decorrentes da aplicação da Cibernética na organização dos fluxos de informação, por meio do *feedback looping*, explorando as trocas de informações entre os atores envolvidos de modo mais interativo, e seu impacto nas etapas de projeto arquitetônico. Por fim, o artigo busca analisar o impacto do uso da metodologia BIM no desenvolvimento da proposta, assim como na implementação da customização em massa em habitações de interesse social.

2 Metodologia

A pesquisa se estabelece metodologicamente, a partir da Cibernética, mais especificamente do conceito de *feedback loopings*. Tal recurso permite a busca do

equilíbrio dentro de um sistema a partir da retroalimentação e da tomada de decisão em níveis mais interativos. A construção de cada tema nas vertentes da pesquisa se baseia na liberdade de revisitar tópicos anteriores, criando um fluxo contínuo de informações sem restrições à progressão ou regressão. A Figura 01 ilustra os fluxos estruturais sugeridos e a retroalimentação de informações, onde as setas entre os temas representam a fluidez, permitindo avançar ou retroceder conforme necessário.

Figura 1 – Fluxograma estrutural da pesquisa.



Fonte: Autores, 2024.

Portanto, vale destacar que para o desenvolvimento deste artigo, foram exploradas as nuances do desenvolvimento do *workflow* a partir da lógica metodológica da sua construção, entendendo suas possibilidades e impactos no processo de projeto arquitetônico.

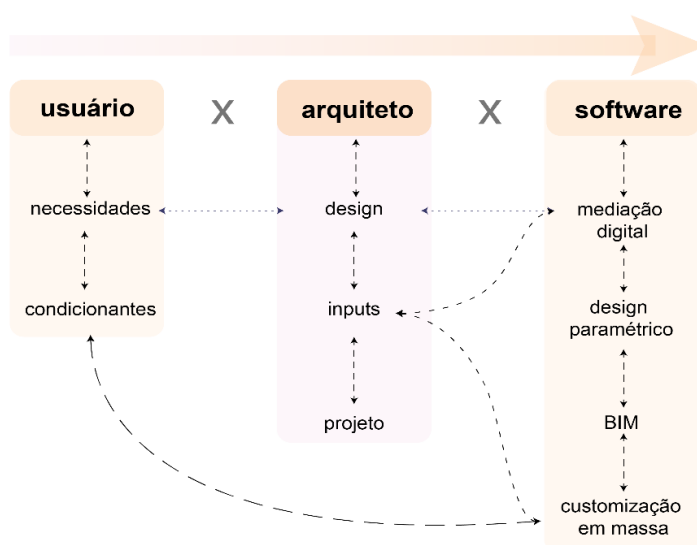
2.1 Interação usuário x arquiteto x software

O conceito atual de *design* digital, e estruturador desta pesquisa, tem suas raízes com a exposição "*Non-Standard Architectures*" realizada em 2003 no Centro Pompidou em Paris. O processo de projeto se caracterizou a partir deste ponto, pelo surgimento do conceito de *design* não-padrão; não-normativo; e não-repetitivo, se materializando a partir da mediação digital, (Oxman, 2006). O modo de se tratar arquitetura se baseia, a partir desse momento, em processos digitais que expandem a forma de se projetar, se preocupando menos com a representação e mais com o *design* em si, segundo Trujillo e Alves (2015). Os modelos digitais têm a capacidade de conectar o *design* à sua materialização, mesmo nas fases conceituais, otimizando o *design* em direção a um desempenho mais próximo da realidade.

Cabe destacar, que sem esse marco metodológico e processual proporcionados pelo avanço das tecnologias no desenvolvimento do *design*, esta pesquisa não seria viável. Na produção arquitetônica, as trocas de informações através da mediação digital são

essenciais para o desenvolvimento do projeto. Interações como arquiteto x software; arquiteto x usuário; usuário x software para a elaboração do *design* são cruciais para seu desenvolvimento, e podem ser observadas como etapas metodológicas (figura 2). Assim para o desenvolvimento do *workflow*, a sistematização dessas interações foi analisada, e configuradas a partir da Cibernética de Segunda Ordem, com o conceito de *feedback looping*, na retroalimentação das informações entre os diferentes atores do processo de projeto.

Figura 2 – Fluxograma de interações dos atores envolvidos no processo de projeto digital proposto para o *workflow*.



Fonte: Autores, 2024.

O pensamento do *design* não se limita apenas à estética e funcionalidade, mas também à troca dinâmica de informações ao longo de todas as etapas do projeto. Assim, as interações de projeto são amplificadas pelo ambiente digital, visto que quase todas ocorrem por meio de plataformas online, aplicativos e *softwares*.

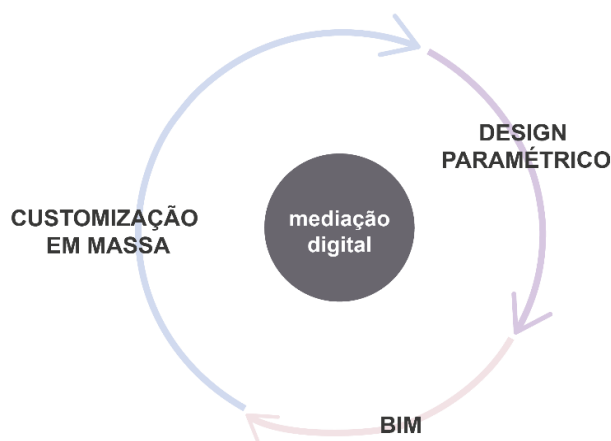
A definição de processos de trabalho flexíveis e estruturas organizacionais adaptáveis para o seu desenvolvimento são imprescindíveis para o desenvolvimento da CM (Pine, 1993), assim como do *design* paramétrico aplicado ao projeto, e da metodologia BIM ao longo do ciclo de vida da construção (figura 3). A mediação digital a partir do *design* paramétrico possibilita o desenvolvimento do projeto de maneira integrada. “O processo de projeto possibilitado pelo *Design Paramétrico* favorece a colaboração criativa e pode ser alimentado por *inputs* sociais, parâmetros inseridos no sistema, de baixo para cima; *bottom-up*” (Alves; Pratschke, 2013).

O BIM, como desenvolvimento e gestão de projeto, se complementa neste fluxo metodológico, a partir da modelagem paramétrica e da programação das possibilidades de troca dos elementos, com suas características físicas, espacialidade, custos. Assim, possibilita a atualização simultânea e completa de cada objeto a partir das suas trocas,

integrando as informações no ciclo de vida de projeto, viabilizando a customização em massa.

O desenvolvimento de projetos arquitetônicos com especificações técnicas mais precisas influencia ainda mais a relação de consumo e a qualidade da edificação, para isso os projetistas dispõem de um número significativo de informações técnicas sobre produtos que deverá ser incorporado às atividades de projeto. Para facilitar essa associação de informações, a tecnologia BIM prevê a integração e a atualização de informações durante o ciclo de desenvolvimento de projetos arquitetônicos (Silva Junior; Mitidieri, 2018, p.335).

Figura 3 –Temas estruturais da proposta de *workflow* a partir da mediação digital.



Fonte: Autores, 2024.

Cabe destacar que a metodologia estruturada para o desenvolvimento do *workflow* de substituição de esquadrias em projetos de HIS, foi aplicada em *workshops* com a intenção de aprimorar os passos desenvolvidos, como destacado na estrutura da pesquisa (figura 1). Assim, em 2023, foram feitos dois *workshops*, sendo um presencial na UFMS a partir do grupo de pesquisa algo+ritmo¹, e outro no evento internacional *Digital FUTURES*² de maneira *online*. O *workshop*, intitulado '*VisualARQ: interatividade em projetos de HIS*' foi aplicado em ambos os momentos da mesma maneira. A interação com os alunos no desenvolvimento das etapas de modelagem e interação foi extremamente positiva, e se tornou uma validação do método dentro da pesquisa.³

3 Desenvolvimento do *workflow*

Com base nas definições metodológicas da pesquisa, foram estabelecidos o fluxo estrutural e os recortes para o desenvolvimento do *workflow* (figura 4). Com o objetivo de trabalhar no contexto do processo de projeto em habitações de interesse social, utilizando

¹ Site de divulgação do evento: <https://sites.google.com/view/projetohis/workshops>.

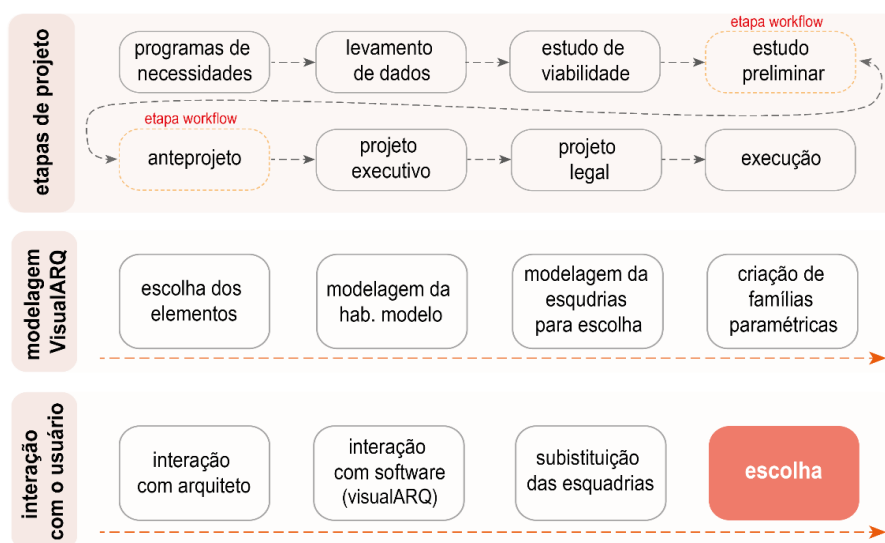
² Site do evento: <https://digitalfutures.international/visualarg-interatividade-em-projetos-de-habitacao-de-interesse-social/>

³ Link com as aulas ministradas no *workshop* digitalFUTURES na integra: <https://www.youtube.com/watch?v=UjwXriXZfYE&list=PLNKUEmYUG9Inl7a7GZ5BktjHM7ou-iSiy>

como plano de trabalho o programa MCMV, delineou-se o escopo de interação a partir dos elementos arquitetônicos essenciais da habitação.

Inicialmente, optou-se pelo uso do *software VisualARQ (Assuni)*, como um *plug-in* do *Rhinoceros 3D (Mcneel)*, para o desenvolvimento do *workflow*. A escolha foi motivada pela familiaridade dos autores com o *software*, e pelas oportunidades oferecidas pelo *Rhino*, que permite uma exploração mais ampla das possibilidades formais de *design*. Além disso, o uso do *Grasshopper* como ferramenta de desenvolvimento paramétrico algorítmico também foi considerado.

Figura 4 – Estruturação metodológica das etapas do *workflow*.



Fonte: Adaptado de Santana e Alves (2023).

Para estruturar a composição do *workflow* foram propostas três vertentes de análise do processo de projeto para encaixá-lo dentro das etapas de projeto arquitetônico. Primeiramente, os mapeamentos das etapas de projeto de Lawson (2006), para se entender o fluxo de criação no processo de projeto, e em segundo lugar, a metodologia BIM de projeto para se estabelecer a ordem das etapas e fluxo das informações. Contemplou-se, assim, os conceitos de mapeamento das fases de projeto trazidos por Lawson (2011) e revisados por Kowaltowski et al. (2011). Portanto, uma vez que o projeto arquitetônico se caracteriza por ser um ciclo repleto de fluxos de informações, percebe-se que estes não possuem uma ordem cronológica restrita. Optou-se, então, por trazer o *workflow* para as etapas iniciais projeto, onde já se tem uma gama de informações previamente decididas sobre a edificação.

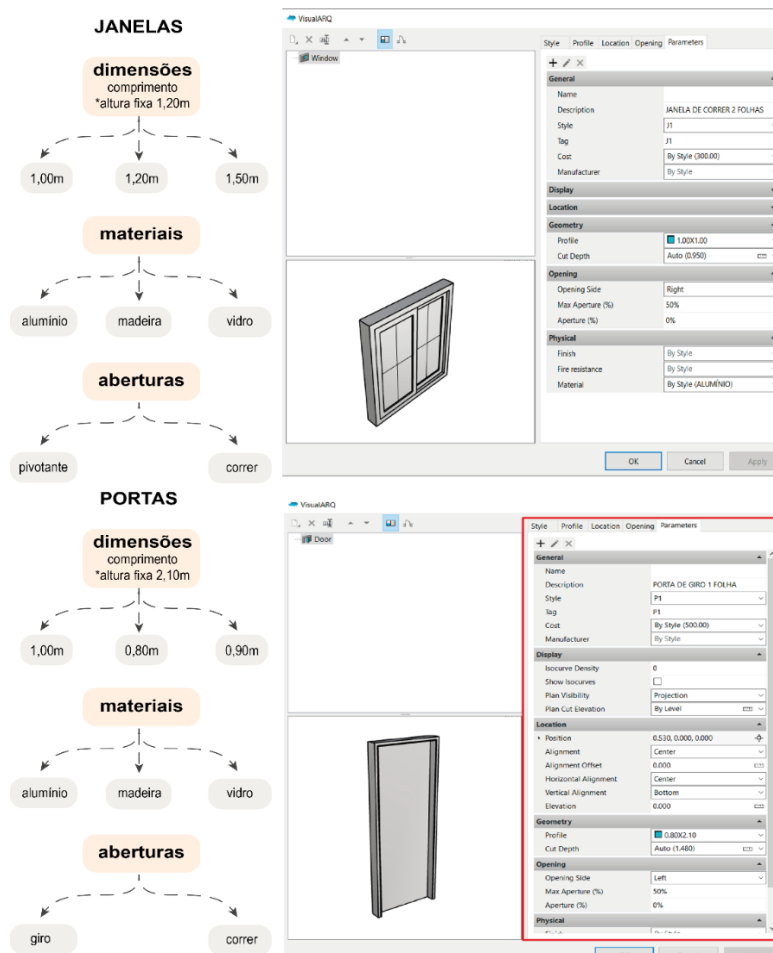
Para o desenvolvimento do *workflow*, optou-se pelo uso de projeto modelo de HIS para o desenvolvimento do experimento. Com isso foi selecionado o projeto modelo da CAIXA, para HIS, com 37m²⁴, e a partir da escolha do projeto a ser aplicado o *workflow*, foram selecionados os elementos arquitetônicos a serem utilizados no experimento. Este recorte

⁴ Link para site da caixa: caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx/asp/ent_hist.asp

foi necessário devido à limitação de tempo da pesquisa, uma vez que o intuito do procedimento metodológico era servir de diretriz para todos os elementos, sendo experimentado brevemente por uma categoria para se provar aplicável para outras. Assim, foram escolhidas as esquadrias como elemento arquitetônico a ser testado, possuindo maiores possibilidades de alterações específicas, com um grau de dificuldade relevante para o desenvolvimento do *workflow*. Com a seleção do elemento, foram delineadas as possibilidades de modificação; materialidade, tamanho e tipo de abertura, como ilustra a figura 5.

A partir dessas definições se tem os primeiros passos no desenvolvimento prático do *workflow*, em um primeiro momento, com a modelagem da habitação padrão. Em seguida, são modeladas as possibilidades de substituição das esquadrias e parametrizadas essas opções, incorporando informações sobre suas características físicas e custos. Isso permite que as substituições aconteçam de forma automática e rápida, com apenas alguns cliques, graças à parametrização desses objetos. “A modelagem paramétrica baseada em objetos é uma grande mudança para a indústria da construção e está facilitando a mudança de uma tecnologia artesanal baseada em desenhos para uma baseada em modelos digitalmente legíveis” (Eastman et. al., 2009, p. 26).

Figura 5– Opções de alteração das esquadrias na interface do *Rhino* e *VisualARQ*.

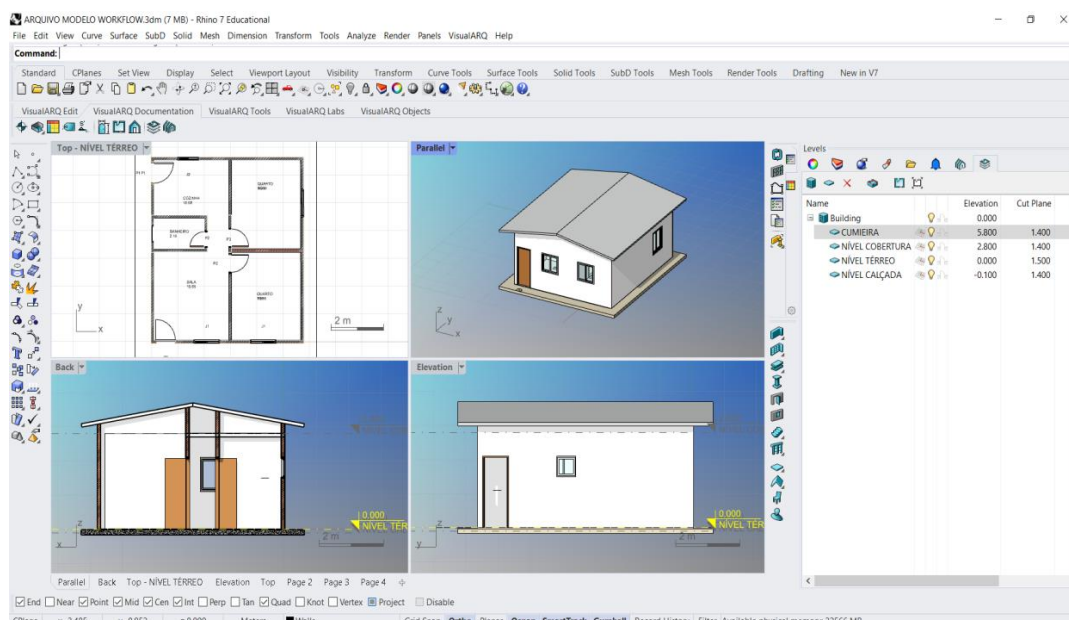


Fonte: Autores, 2024.

Dentro do quesito materialidades, optou-se por variar entre três materiais comuns ao mercado brasileiro que tradicionalmente são empregados nas esquadrias, a saber, madeira, alumínio e vidro; dentre as dimensões, optou-se por colocar uma variação de três tamanhos, para as janelas e portas, como a figura 4 demonstra; para as tipologias de abertura colocou-se três tipos de variação; para as portas, giro, e para as janelas tem-se a opção correr e pivotante.

As características dos softwares utilizados (*Rhino* e *VisualARQ*) permitem a modelagem minuciosa e também a visualização dos elementos em 3D e 2D, potencializando a navegação no projeto, e interação dos atores com o mesmo. Além disso, a modelagem BIM desses elementos no *VisualARQ* viabiliza atualizações automáticas dos quantitativos, tudo em uma mesma interface (Figura 6 e 7).

Figura 6 – Interface *Rhino* e *VisualARQ* com a modelagem para a interação.



Fonte: Autores, 2024.

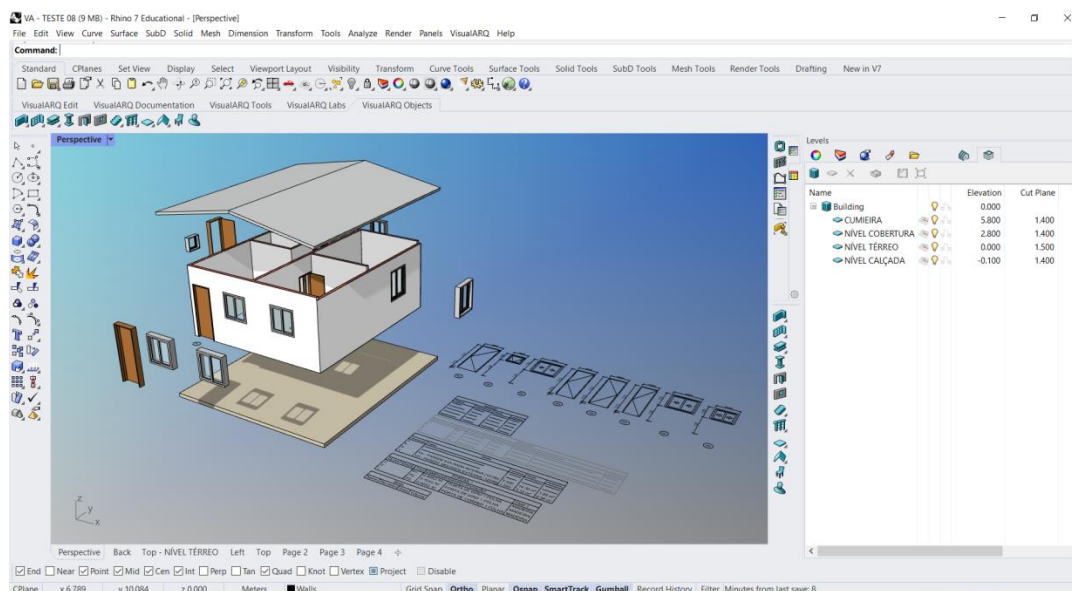
A partir das modelagens o experimento encontra-se pronto para interação com o usuário, propondo-se que na interface dos próprios softwares o arquiteto possa navegar pelo projeto, ao lado do usuário, apresentando as possibilidades de troca. O usuário poderá escolher dentro da gama de possibilidades desenvolvida pelo arquiteto, materialidade, tamanho e abertura das esquadrias. As possibilidades de escolha bem definidas e apresentadas para o usuário são essenciais para o funcionamento do *workflow* e da CM no processo de projeto, como afirma Rocha (2011);

Argumenta-se que todas as estratégias de customização possuem um menu de escolhas, ou seja, uma definição dos atributos do produto que podem e não podem ser customizados, embora eles possam não ser traduzidos e apresentados aos clientes por meio de um dispositivo de

interface, como uma caixa de ferramentas online ou um catálogo (Rocha, 2011, p.46)

Essas possibilidades são apresentadas com poucos cliques na interface do *software*. A partir da escolha do usuário, dentro das possibilidades apresentadas, o projeto é selecionado e atualizado pelo arquiteto, dando continuidade ao projeto em seu ciclo de vida.

Figura 7 – Interface do *Rhino* e *VisualARQ* e extração de informação do projeto.



Fonte: Autores, 2024.

Assim, a customização em massa dos elementos das habitações de HIS são viabilizadas a partir do uso da mediação digital de projeto, fornecendo informações essenciais ao empreendimento, tais como quantitativos e possibilidades de orçamentação, fundamentais nas tomadas de decisão e alimentação de toda a cadeia de produção da obra.

4 Conclusão

Ao longo deste estudo, o potencial da mediação digital no desenvolvimento de projetos arquitetônicos foi explorado, com foco na customização em massa de habitações de interesse social. A partir da análise e compreensão das metodologias de projeto, especialmente no contexto do programa MCMV, buscou-se propor o *workflow* para a substituição de esquadrias, visando melhorar a qualidade e a eficiência das habitações de interesse social. É importante ressaltar, assim como discutido no decorrer do texto, que os resultados alcançados pelo *workflow* de substituição de esquadrias, são diretrizes para aplicação do método em outros elementos da habitação. E que, por sua vez, deverá ser adaptado às características técnicas de cada elemento em suas condições.

A metodologia adotada, fundamentada na Cibernética de Segunda Ordem e na integração do BIM e do *design* paramétrico, mostrou-se eficaz na concepção e

desenvolvimento do *workflow* proposto. A partir de uma revisão bibliográfica abrangente e da análise das necessidades dos usuários, estruturamos um processo metodológico que busca atender às demandas por moradias dignas e adequadas para a população de baixa renda. Tal processo foi testado nos *workshops* realizados, conforme citado anteriormente.

A utilização de meios digitais como o *VisualARQ* e o *Rhino*, permitiu uma abordagem flexível e adaptável, capaz de responder às especificidades de cada projeto. Além disso, a interação entre os diversos temas abordados ao longo da pesquisa possibilitou uma visão integrada e sistêmica do processo de projeto. As possibilidades de desenvolvimento do método a partir da programação visual no *Grasshopper*, tende a ser explorado em futuras pesquisa, com a intenção de uma maior automatização das etapas do *workflow*.

O artigo apresentado no SIGraDi 2023, intitulado *Parametric Design And Bim: Mass Customization Of Architectonic Elements In Social Housing*⁵, mostrou resultados parciais da pesquisa de mestrado. Este trabalho desenvolveu-se a partir da visão geral da proposta do workflow e pode ser consultado para mais informações sobre a pesquisa.

Em suma, espera-se que este estudo contribua para o avanço do conhecimento no campo da Arquitetura e do Urbanismo, a partir da utilização da mediação digital e da customização em massa em habitações de interesse social. Espera-se também, que os resultados aqui apresentados possam servir de base para futuras pesquisas e iniciativas no sentido de promover uma arquitetura mais inclusiva, sustentável e humanizada.

Agradecimentos

Agradecimentos. Agradecemos a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do MS (FUNDECT), a CAPES, a Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo e Geografia (FAENG), o Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade (PPGEES), ao grupo de pesquisa algo+ritmo UFMS e a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Referências

ALVES, Gilfranco Medeiros. **Cibersemiótica e processos de projeto: metodologia em revisão**. 2014. Tese (Doutorado em Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. doi:10.11606/T.102.2014.tde-07012015-105828. Acesso em: 2019-06-12

_____. **Entrevista com Kas Oosterhuis. Conversa sobre o Hyperbody, arquitetura interativa, design paramétrico e processos de projeto e de produção contemporâneos**. Entrevista, São Paulo, ano 14, n. 054.01, Vitruvius, maio 2013 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/14.054/4758>>.

⁵ Link para site com o artigo publicado no SIGraDi 2023 com o tema da pesquisa: https://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/sigradi2023_68

- ALVES, Gilfranco; PRATSCHKE, Anja. **Punk rock, jogos e processos digitais de projeto: atitudes proativas e colaborativas para a arquitetura do século XXI**. Vírus, v. 10, 2014Tradução. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus10/?sec=6&item=1&lang=pt>. Acesso em: 11 abr. 2024.
- EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. [s.l.]: John Wiley & Sons, 2011.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Cartilha Déficit Habitacional E Inadequação De Moradias No Brasil - Principais resultados para o período de 2016 a 2019, 2021**. Convênio PNUD/Ministério das Cidades.
- HEYLINGHEN F.; JOSLYN C., **Cybernetics and Second Order Cybernetics**, In: R. A. Meyers (ed.), Encyclopedia of Physical Science and Technology 3rd ed. New York, Academic Press, 2001.
- KOLAREVIC, Branko. **From Mass Customisation to Design “Democratisation”**. Architectural Design, v. 85, n. 6, p. 48–53, 2015. DOI: 10.1002/ad.1976.
- _____. **Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing**. New York: Spon, 2003.
- KOLAREVIC, Branko; DUARTE, José Pinto. **From Massive to Mass Customization and Design Democratization**. In: KOLAREVIC, Branko; DUARTE, José Pinto (org.). Mass Customization and Design Democratization. [s.l.]: Routledge, 2019.
- LAWSON, Bryan. **Como Arquitetos e Designers Pensam**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- OXMAN, Rivka. **Theory and design in the first digital age**. Haifa: Faculty of Architecture and Town Planning Technion, 2006.
- PINE, B. Joseph. **Mass customization: the new frontier in business competition**. Boston: Harvard Business School Press, 1993.
- ROCHA, Cecilia. **A conceptual framework for defining customisation strategies in the housebuilding sector**. 2011. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/38795>.
- SANTANA, Ana Caroline; ALVES, Gilfranco. **Parametric Design And Bim: Mass Customization Of Architectonic Elements In Social Housing**. In: XXVI International Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics. São Paulo: Blucher, 2023 P. 509-520. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/sigradi2022-0
- SILVA JUNIOR, Mauro Augusto; MITIDIERI FILHO, Claudio Vicente. **Verificação de critérios de desempenho em projetos de arquitetura com a modelagem BIM**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 9, n. 4, p. 334-343, dez. 2018. ISSN 1980-6809. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650453>. Acesso em: 16 out. 2018. DOI:<https://doi.org/10.20396/parc.v9i4.8650453>.