



MÉTODOS DE PROJETO PARA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA HABITACIONAL: REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

DESIGN METHODS FOR HOUSING MASS CUSTOMIZATION: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

SANTOS, Edler Oliveira¹,
MENDES, Letícia Teixeira²

Resumo

Este artigo tem como objetivo enumerar e analisar os métodos de customização em massa habitacional desenvolvidos por pesquisas recentes. O entendimento do potencial e das limitações desses métodos pode orientar o desenvolvimento de estratégias de melhoria na produção de habitação social brasileira, atualmente caracterizada pela excessiva padronização. Assim, foi realizada uma revisão sistemática de literatura, na base de dados Scopus, que resultou na seleção de 12 estudos sobre esse tema. Os resultados indicam a existência de metodologias plurais para obtenção de variação e singularidade, em oposição à repetição em série. Os principais desafios indicados são a utilização integrada de ferramentas de otimização, a criação de interfaces de participação e o alinhamento entre projeto e fabricação digital nas etapas iniciais do processo. O atendimento parcial ou total a estes aspectos pode viabilizar a produção personalizada de habitações adequadas às demandas de contextos específicos.

Palavras-chave: design generativo, customização em massa, habitação.

Abstract

This article aims to list and analyze mass customization methods in housing developed by recent research. Understanding the potential and limitations of these methods can guide the development of improvement strategies in the production of Brazilian social housing, which is currently characterized by excessive standardization. Therefore, a systematic literature review was conducted in the Scopus database, resulting in the selection of 12 studies on this topic. The findings indicate the existence of multiple methodologies for achieving variation and uniqueness, as opposed to serial repetition. The main challenges identified are the integrated use of optimization tools, the creation of user participation interfaces, and the alignment between design and digital manufacturing in the early stages of the process. Partial or complete adherence to these aspects may enable the customized production of housing units that meet the demands of specific contexts.

Keywords: generative design, mass customization, housing.

¹ Universidade Federal de Pernambuco, <https://orcid.org/0000-0002-6723-8182>, edler.oliveira@ufpe.br

² Universidade Federal de Pernambuco, <https://orcid.org/0000-0002-1011-1420>, leticia.mendes@ufpe.br

1 Introdução

O crescimento do *déficit* habitacional sobretudo em áreas urbanas corresponde a um problema em escala global¹. No Brasil, e em outros países, esse desafio é comumente enfrentado com a provisão de unidades habitacionais repetidas em série. As demandas são heterogêneas, mas as soluções habitacionais são homogêneas.

A lógica de produção vigente, realizada pelo Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), desconsidera a diversidade de contextos e arranjos familiares, assim como a participação das pessoas nas decisões de projeto. O resultado da exclusão dos usuários no processo de concepção das habitações é a constante insatisfação dos moradores e comprometimento do seu bem-estar cotidiano – aspecto amplamente relatado nas pesquisas nacionais (Taube, Hirota, 2017; Muianga et al., 2021; Muianga et al., 2022).

Os conjuntos habitacionais produzidos a partir dessa lógica se caracterizam pela padronização de tipologias, materiais e sistemas construtivos que ignoram os condicionantes específicos dos contextos em que os projetos são implantados. Mesmo com a redução quantitativa do *déficit* habitacional, esse modo de produzir resulta em aglomerados monofuncionais construídos na periferia das cidades, distantes das áreas que possuem infraestrutura urbana consolidada (Burguière et al. 2016).

Tais aspectos evidenciam a urgência e a necessidade de continuação de pesquisas sobre abordagens de projeto distintas das atuais, em atendimento às demandas sociais por moradia. O reconhecimento dessa urgência suscitou, ao longo dos últimos anos, pesquisas que investigam métodos e/ou estratégias mediadas por ferramentas de design computacional que operam na geração de soluções adequadas às diferentes composições familiares (Nardelli, Vicent, 2011). Nesse âmbito, a customização em massa² (*mass customization*) representa um método útil ao enfrentamento desse problema ao viabilizar a personalização dos artefatos a partir de estratégias projetuais de variação, diferenciação e singularidade (Canuto, 2016).

Frente ao problema exposto, este artigo tem como objetivo enumerar e analisar os métodos de customização em massa habitacionais desenvolvidos por pesquisas recentes na área do design computacional. O entendimento do potencial e das limitações desses métodos, obtido a partir dos resultados da revisão, pode orientar o desenvolvimento de novas pesquisas sobre estratégias para melhoria na produção de habitação social brasileira.

¹ Os dados publicados pela Fundação João Pinheiro em 2024, indicam um *déficit* no Brasil equivalente a um total de 6.215.313 unidades habitacionais inadequadas no ano de 2022. Relatório disponível em: <https://fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/>. Acesso em: 28 mai. 2024.

² O conceito de customização em massa se originou no campo da Administração e foi criado por Stan Davis na década de 1980 em seu livro intitulado *Future Perfect*.

2 Customização em massa e design computacional

A customização em massa é uma abordagem de projeto e produção focada na obtenção de “produtos personalizados com custo de produção e preço monetário semelhantes aos de produtos produzidos em massa” (Kaplan, Haenlein, 2006, p. 176, tradução própria). Na arquitetura, e em áreas correlatas como o design de produto, a customização alia a experiência de personalização às vantagens econômicas da produção seriada.

No campo do design computacional, os modelos generativos são os que possuem maior aderência a essa abordagem projetual ao possibilitar a busca automatizada de alternativas de solução em contraposição à ideia de solução única. Nos processos generativos, o artefato não resulta do desenho da geometria, mas da manipulação de parâmetros e dados diversos (numéricos, geométricos etc.) por meio do uso de algoritmos. O projetista interage explicitamente com o mecanismo que gera o artefato e com a representação geométrica resultante da programação algorítmica (Oxman, 2006).

Celani, Vaz e Pupo (2013) afirmam que os modelos generativos podem ser utilizados em três situações distintas: 1. no processo de otimização de soluções, através de testes e simulações de desempenho (ambiental, estrutural, financeiro etc.) de modo a avaliar e encontrar a melhor alternativa; 2. na geração automatizada de famílias de artefatos a partir de um conjunto de regras previamente definidas que culminam na emergência de soluções diversas. A gramática da forma se enquadra nessa situação ao gerar soluções por meio de operações gráficas como espelhamento, translação, rotação etc.; 3. na exploração criativa de soluções, que não parte da definição *a priori* de regras e características específicas de artefatos, mas de parâmetros que potencializam a geração de soluções originais. Os algoritmos genéticos (AGs) são ferramentas que se enquadram nessa última situação ao explorar soluções ótimas por meio de operações inspiradas na biologia evolutiva, tais como a mutação, o cruzamento e a seleção (Celani, Vaz, Pupo, 2013; Martino, 2015).

Enquanto a customização, em nível de projeto, é viabilizada pelos modelos generativos de design computacional, a execução de artefatos customizados se relaciona diretamente aos novos meios de produção, sobretudo a fabricação digital (Brandão, Paio, Whitelaw, 2017, p. 419). De modo geral, a fabricação digital – por meio do processo *file-to-factory* e das máquinas de controle e comando numérico (CNC) – possibilita a rápida, econômica e precisa execução de componentes personalizados dos artefatos (Canuto, 2016).

Ao utilizar essas ferramentas de projeto e produção, a customização em massa também pode viabilizar a participação/interação entre clientes/usuários (*customers*), projetistas e fabricantes tanto na etapa de projeto (em processos de co-design), quanto na etapa de fabricação e montagem. Porém o nível de interação e participação tem relação

direta com o nível de controle sobre as decisões que cada um desses agentes pode obter em contextos de atuação específicos (Brandão, Paio, Whitelaw, 2017).

3 Revisão Sistemática de Literatura

A Revisão Sistemática de Literatura (RSL) foi iniciada em novembro de 2023 e finalizada em abril de 2024. A RSL corresponde ao recorte inicial da tese de doutorado do primeiro autor e tem o objetivo de enumerar e analisar os métodos de customização em massa habitacionais desenvolvidos nos últimos 10 anos.

As etapas da revisão foram conduzidas pelas seguintes perguntas: A. Quais abordagens metodológicas foram desenvolvidas pelas pesquisas recentes sobre customização/personalização habitacional? B. Quais dados foram considerados na elaboração de modelos de design paramétrico/generativo de artefatos habitacionais? C. Quais ferramentas de design paramétrico/generativo foram utilizadas para sugerir melhorias na produção habitacional?

As respostas a esses questionamentos possibilitaram a aproximação ao panorama atual dos métodos de projeto utilizados para a customização de habitações produzidas massivamente. Não obstante, essa aproximação inicial pode orientar a continuação da revisão considerando aspectos mais específicos. A seguir, foram detalhados o método de busca, a seleção e a sistematização dos resultados obtidos.

3.1 Estratégia de busca e seleção

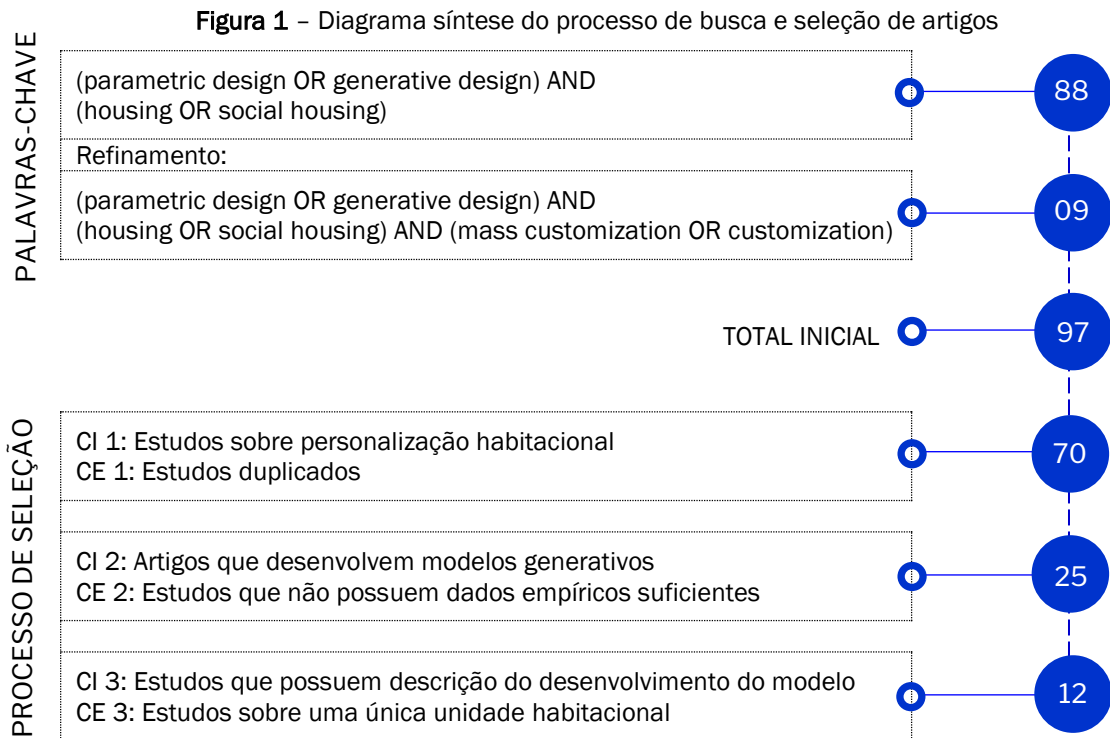
A fonte de informações utilizada foi a base de dados Scopus, reconhecida na comunidade científica pela indexação abrangente de pesquisas em diversas áreas do conhecimento. Como procedimento de busca, foram utilizadas diferentes combinações das seguintes palavras-chave em língua inglesa: *parametric design*, *generative design*, *mass customization*, *customization*, *housing*, *social housing*.

A busca foi delimitada pela seleção dos seguintes filtros disponíveis na base de dados: pesquisas realizadas de 2013 a 2023, correspondente ao período de 10 anos contados a partir do início da pesquisa; inclusão somente de artigos na versão final, revisados por pares; exclusão de artigos de revisão; estudos inseridos nas áreas de Engenharia, Ciências Sociais, Artes e Humanidades, que possuem proximidade com Arquitetura e Urbanismo e/ou Design. Essa etapa resultou no mapeamento de 97 artigos.

Em seguida, esses estudos foram analisados a partir de 3 critérios de inclusão e 3 critérios de exclusão. Foram incluídos: 1. os artigos que abordam a customização/personalização habitacional de interesse social, ou de habitações fora desse escopo; 2. os estudos que desenvolveram modelos paramétricos/generativos, independente das ferramentas e procedimentos utilizados; 3. as pesquisas que possuem

uma descrição detalhada das etapas de desenvolvimento do modelo paramétrico/generativo.

Foram excluídos: 1. os artigos duplicados dentro do conjunto de artigos inicialmente mapeados; 2. os artigos que não apresentaram dados empíricos suficientes para a compreensão do desenvolvimento modelo; 3. os estudos que testaram ferramentas de personalização em uma única unidade habitacional (Figura 1).



Fonte: Autores do artigo (2024).

Após a aplicação paulatina desses critérios, foram selecionados 8 artigos de periódicos (Grupo 1) e 4 artigos de eventos científicos (Grupo 2). No grupo 1, 50% dos artigos foram publicados no jornal *Automation in Construction*, dado que indica o potencial desse periódico para a realização e/ou expansão de pesquisas sobre o tema aqui abordado.

Em ambos os grupos, há 3 casos de autores que participaram de mais de um artigo. Krystian Kwieciński, em colaboração com outros pesquisadores, desenvolveu 2 artigos em sequência sobre uma interface interativa para personalização habitacional denominada *HOPLA – Home Planner* (Kwieciński, Markusiewicz, 2018; Kwieciński, Słyk, 2023).

Joshua Joe e Anthony Pelosi, em colaboração com Christopher Welch, desenvolveram 2 artigos em sequência sobre uma ferramenta de design generativo e fabricação de habitações personalizadas denominada *PARAMTR – Personally Augmented Real-Time Algorithm Modularly Tweaked Runtime* (Joe, Pelosi, Welch, 2020; Joe Pelosi, 2021).

Jim Wang, em conjunto com outros autores, desenvolveu, em 2 artigos, modelos de customização em massa como alternativa às soluções padronizadas de novos assentamentos em áreas de expansão de cidades e comunidades na zona rural da China

(Wang *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2023). Apesar do foco em áreas rurais, esses artigos foram selecionados pela utilização de dados do contexto e da cultura local como *input* para os modelos desenvolvidos.

Esses artigos com autoria repetida foram mantidos porque não possuem conteúdo integralmente duplicado. Além disso, apresentam a continuidade e evolução de estudos que buscaram superar limitações dos modelos previamente desenvolvidos. A introdução de melhorias significativas nos métodos e ferramentas utilizadas indicam avanços nesse campo de conhecimento que não podem ser ignorados.

3.2 Abordagens metodológicas

Em meio às diferenças relacionadas à tipologia habitacional, dados de *input* e escala de projeto, foram categorizados 3 conjuntos de abordagens metodológicas (e suas respectivas subcategorias destacadas em negrito) distintas em relação ao modelo de projeto, à participação de clientes/usuários e às etapas do processo.

Em relação aos **modelos de projeto**, 10 artigos desenvolveram **modelos generativos orientados por restrições**, enquanto 2 artigos desenvolveram **modelos de geração baseados no desempenho**. Na primeira subcategoria de modelos, 2 pesquisas utilizam o *software* Autodesk Revit devido à possibilidade de atualização dinâmica das modificações sugeridas por usuários durante o processo de customização (Lee, Ha, 2013; Khalili-Araghi, Kolarevic, 2016). Apenas 1 estudo trabalha com aprendizagem de máquina para geração e discriminação de soluções ótimas a partir de critérios pré-estabelecidos por meio do recurso à inteligência artificial (Ghannad, Lee, 2022). Há 2 estudos que usam Python como ferramenta de programação na interface dos *softwares* AutoCAD e Google SketchUp, juntamente com a gramática da forma como método de análise e geração de plantas-baixas de habitações rurais (Wang *et al.*, 2017, 2013). As outras 5 pesquisas utilizam o *software* Rhinoceros + Grasshopper devido à relativa facilidade de programação por não especialistas. Dentre estas, 2 adicionam o Autodesk Revit para viabilizar a preparação de arquivos para fabricação digital (*file-to-factory*) (Joe, Pelosi, Welch, 2020; Joe, Pelosi, 2021), enquanto outras 3 utilizam a gramática da forma como método para geração automatizada de diversas configurações de casas térreas (Kwieciński, Markusiewicz, 2018; Tong, Wilhelm, 2022; Kwieciński, Słyk, 2023) (Tabela 1).

Há somente 2 artigos na segunda subcategoria de modelos de geração que abordam o desempenho ambiental utilizando estratégias distintas. O estudo de Abdulmajeed *et al.* (2023) desenvolve o modelo generativo no Rhinoceros + Grasshopper mas executa a simulação termo energética de casas pátio de 3 pavimentos em uma ferramenta específica do Revit. Já o estudo de Bianconi, Filippucci, Buffi (2019) executa as etapas de geração e simulação termo energética de sobrados na interface Rhinoceros + Grasshopper com

auxílio dos *add-ons* LadyBug e HoneyBee. Este artigo se destaca pelo desenvolvimento de um processo evolutivo com auxílio do algoritmo genético Octopus. Diferente do primeiro estudo mencionado nesta subcategoria (onde as soluções não emergem do processo de otimização), a geometria dos sobrados resulta da otimização de requisitos ambientais. Nesse caso, o algoritmo genético apresentou como *output* uma gama de soluções concorrentes com desempenho termo energético igualmente adequado. Essas soluções foram sistematizadas em um catálogo de projeto onde os clientes pudessem escolher as que melhor atendem às suas necessidades (Bianconi, Filippucci, Buffi, 2019).

Em relação à **participação dos usuários**, somente 1 estudo viabiliza que os futuros moradores participem da ampliação das casas e da autoconstrução de novos cômodos (Wang *et al.*, 2017). Enquanto esse artigo se atém à etapa de uso, há 8 artigos que focam na participação na etapa de projeto. Dentre esses, há 3 artigos que mencionam a possibilidade de participação dos usuários nas soluções projetuais, mas mantém implícito o modo como esse aspecto pode ser viabilizado (Joe, Pelosi, Welch, 2020; Joe, Pelosi, 2021; Abdulmajeed *et al.*, 2023).

Em contrapartida, há 5 artigos que explicitam as ferramentas de participação nas decisões de projeto. Nesse conjunto, há pesquisas que adotam **interfaces de usuário** diferentes da interface de modelagem e projeto, assim como há estudos que utilizam a mesma **interface do software de projeto** como meio de participação.

Fazem parte da primeira subcategoria as pesquisas de Bianconi, Filippucci e Buffi (2019), Kwieciński e Markusiewicz (2018), Kwieciński e Słyk (2023), que adotam ferramentas para facilitar a realização de tarefas de personalização das habitações (plataforma Design Explorer, plataforma Unit + mesa interativa com tela multitouch + tablet, respectivamente). Compõem a segunda subcategoria as pesquisas de Lee e Ha (2013), Khalili-Araghi e Kolarevic (2016), que usam a interface nativa do *software* Autodesk Revit para manipulação de dados pelos usuários. De modo geral, os resultados dessas pesquisas indicam maior potencial de participação em interfaces de usuário, que são interativas e possuem maior usabilidade do que interfaces de *softwares* de projeto e modelagem computacional (Tabela 1).

Em relação à abrangência das **etapas do processo**, há 7 artigos que se limitam à **etapa de projeto**. Esse limite possivelmente tem relação direta com o atendimento de outras demandas, por exemplo, a integração de soluções arquitetônicas e urbanísticas (Wang *et al.*, 2017, 2013; Tong, Wilhelm, 2022), a elaboração de interfaces interativas (Kwieciński, Markusiewicz, 2018; Kwieciński, Słyk, 2023) e a utilização da metodologia BIM para otimizar a relação entre menor custo operacional e maior volume de soluções personalizadas (Lee, Ha, 2013; Khalili-Araghi, Kolarevic, 2016).

Não obstante, há 5 artigos que abordam as **etapas de projeto e fabricação** em alcances distintos. Nessa subcategoria, 4 estudos consideram a modularidade nas soluções de projeto como principal requisito de fabricação/construção, mas sem associação direta a materiais específicos. As ferramentas utilizadas nesses estudos para viabilizar o processo *file-to-factory* são o *software* Autodesk Revit e o *plug-in* Rhino.Inside, que permite o desenvolvimento de modelos paramétricos na interface do Revit (Joe, Pelosi, Welch, 2020; Joe, Pelosi, 2021; Abdulmajeed *et al.*, 2023), e o visualizador xBIM Explorer, plataforma *open source* que permite a visualização de arquivos em formato IFC (padrão BIM), com informações detalhadas sobre componentes construtivos (Ghannad, Lee, 2022).

Ainda nesta subcategoria, somente o estudo de Bianconi, Filippucci e Buffi (2019) avança no tratamento dos requisitos de fabricação/construção. Isto é, ao considerar, além da modularidade, as características de um material específico – a madeira laminada cruzada (CLT) – os autores desenvolvem arquivos para fabricação que possuem detalhes de componentes construtivos e suas respectivas peças de vinculação (Tabela 1).

Tabela 1 – Síntese das abordagens metodológicas

	Modelos de projeto generativo		Participação de usuários		Etapas do processo	
	Geração baseada em restrições	Geração baseada no desempenho	Interface de <i>software</i>	Interface de usuário	Projeto	Projeto e Fabricação
Abdulmajeed <i>et al.</i> (2023)		○				○
Wang <i>et al.</i> (2023)	○				○	
Kwieciński, Słyk (2023)	○			○	○	
Ghannad, Lee (2022)	○					○
Tong, Wilhelm (2022)	○				○	
Joe, Pelosi (2021)	○					○
Joe, Pelosi, Welch (2020)	○					○
Bianconi, Filippucci, Buffi (2019)		○		○		○
Kwieciński, Markusiewicz (2018)	○			○	○	
Wang <i>et al.</i> (2017)	○				○	
Khalili-Araghi, Kolarevic (2016)	○		○		○	
Lee, Ha (2013)	○		○		○	

Fonte: Os autores (2024).

A categorização dos modelos de projeto foi necessária para aumentar a compreensão quanto ao perfil de cada pesquisa. Contudo, os limites entre as subcategorias dos modelos de projeto se tornam tênues na medida em que todas as pesquisas que desenvolvem modelos de geração baseada no desempenho também partem de restrições de projeto, originadas (ou não) de contextos específicos. Do mesmo modo, há uma pesquisa (Wang *et al.*, 2023) que não realiza a simulação de desempenho na interface dos *softwares* de modelagem, mas utiliza as métricas de avaliação do método da sintaxe espacial.

4 Discussão

Os resultados da revisão indicam a existência de pluralidade de métodos de projeto desenvolvidos pelas pesquisas recentes sobre customização/personalização habitacional. As abordagens metodológicas plurais são igualmente legítimas uma vez que possuem coerência entre os dados utilizados, as ferramentas e as abordagens metodológicas desenvolvidas. Todavia, esse panorama expõe caminhos de pesquisa ainda pouco explorados, que podem/devem ser abordados em novos estudos.

Atualmente, há uma escassez de pesquisas sobre modelos de geração de artefatos habitacionais baseados no desempenho. Dos dois artigos que se enquadram nessa categoria, somente Bianconi, Filippucci e Buffi (2019) exploram o potencial generativo de ferramentas de otimização (nesse caso, são utilizados os AGs), enquanto Abdulmajeed *et al.* (2023) explora apenas o potencial analítico desse tipo de ferramenta. Nesse caso, a utilização dos AGs possibilitou o desenvolvimento de um conjunto amplo de possibilidades de solução que atendiam a diversos requisitos.

Também há a escassez de pesquisas que desenvolvem e/ou avaliam meios de participação de clientes/usuários (*customers*) no processo de personalização da própria moradia. A incorporação de ferramentas de participação, sobretudo as que possuem interfaces de usuário, adiciona uma camada de complexidade ao desenvolvimento de modelos de customização diretamente relacionada à usabilidade (Kwieciński, Markusiewicz, 2018; Kwieciński, Słyk, 2023; Bianconi, Filippucci, Buffi, 2019). Isto é, o foco na criação de interfaces de usuário e na avaliação de usabilidade pode excluir (dentro das limitações de pesquisa) a possibilidade de abordar aspectos basilares às soluções habitacionais, tais como o desempenho ambiental e o financeiro.

Não obstante, os modelos paramétricos/generativos foram elaborados a partir do escopo pré-definido pelos projetistas. Isto é, os dados das demandas sociais não foram utilizados como briefing na construção de modelos. A gramática discursiva de Duarte (2005, p. 266, tradução própria) aponta uma alternativa para isso, uma vez que, na etapa inicial, “processa dados do usuário e do contexto para gerar o programa habitacional (*design brief*)”.

O alinhamento entre projeto e fabricação digital é o aspecto (dentre os 3 discutidos) que possui maior recorrência no conjunto das pesquisas mapeadas (ver Tabela 1). No entanto, o potencial dessa integração pode ser mais bem explorado em pesquisas que considerem não apenas a modularidade como principal requisito de projeto e produção. Além desse requisito, a produção completa de arquivos para fabricação (*file-to-factory*) e a prototipagem de artefatos habitacionais em escala reduzida ou em escala real são aspectos ainda pouco abordados neste âmbito.

Além dessas dificuldades temáticas, o maior desafio das pesquisas sobre customização em massa habitacional é, talvez, a integração entre esses temas no desenvolvimento de sistemas/modelos que gerem soluções personalizadas pelos usuários, com bom desempenho e com arquivos que informem a etapa de fabricação. Dentre os artigos, apenas o estudo de Bianconi, Filippucci e Buffi (2019) integra esses 3 aspectos, mas não avalia a usabilidade da interface criada

5 Conclusão

Os resultados levam a concluir que persistem alguns desafios de projeto que devem ser enfrentados quando se pretende romper com o padrão vigente da produção habitacional. Os principais, como já dito, são o uso de ferramentas de otimização, de participação e o alinhamento entre projeto e fabricação digital nas etapas iniciais do processo.

Quanto à otimização, ferramentas como os algoritmos genéticos possibilitam a exploração criativa entrelaçada à busca de soluções ótimas em diversos aspectos. Essa abordagem é compatível com a customização em massa na medida em que pode resultar na geração de diversidade dentro de um amplo conjunto de artefatos habitacionais produzidos massivamente.

Quanto à participação, os artigos selecionados reforçam a premissa de que a personalização habitacional impõe como desafio a inserção de usuários nas decisões de projeto. No entanto, essa inserção pode ser feita desde o início do processo, com a definição de variáveis e parâmetros realizada a partir de um *briefing* de projeto.

Quanto ao alinhamento entre projeto e fabricação, os estudos analisados indicam a necessidade de produzir arquivos – orientados ao processo *file-to-factory* – que possuam detalhes suficientes para a informar a produção de componentes construtivos. A tecnologia disponível, como as máquinas de controle e comando numérico (CNC), pode garantir a produção em larga escala de componentes construtivos personalizados, com agilidade e custos reduzidos.

Por fim, a integração parcial ou total entre estes aspectos deve ser minimamente considerada em novas pesquisas sobre o desenvolvimento de modelos/métodos de personalização habitacional em contextos genéricos ou específicos.

Referências

- ABDULMAJEED, A.; AGKATHIDIS, A.; LOMBARDI, D.; DOUNAS, T. Mass-customisation of dwellings in the Middle East:developing a design-to-fabrication framework to resolve the housing crisis in Saudi Arabia. In: eCAADe – Digital Design Reconsidered, 41., 2023, **Proceedings...** Graz-Austria: Graz University of Technology, 2023, pp. 157-164.
- BIANCONI, F.; FILIPPUCI, M.; BUFFI, A. Automated design and modeling for mass-customized housing. A web-based design space catalog for timber structures. **Automation in Construction**, v. 103, pp. 13-25, March 2019.
- BRANDÃO, F.; PAIO, A.; WHITELAW, C. Mapping Mass Customization. **Shape and form studies – eCAADe 35**, v. 2, pp. 417-424, October 2017.
- BURGUIÈRE, E. et al. **Produção social na moradia no Brasil: panorama recente e trilhas para práticas autogestionárias**. Rio de Janeiro: Letra Capital Ed., 2016.
- CANUTO, R. Mass customization. In: BRAIDA, F. et al. (orgs.). **101 conceitos de arquitetura e urbanismo na era digital**. São Paulo: ProBooks, 2016. p. 134-135.
- CELANI, G.; VAZ, C.; PUPPO, R. Sistemas generativos de projeto: classificação e reflexão sob o ponto de vista da representação e dos meios de produção. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**, v. 1, n. 1, p. 22-39, 2013.
- DUARTE, J. P. A discursive grammar for customizing mass housing: the case of Siza's houses at Malagueira. **Automation in Construction**, v. 14, n. 2, pp. 265-275, March 2005.
- GHANNAD, P.; LEE, Y. Automated modular housing design using a module configuration algorithm and a coupled generative adversarial network (CoGAN). **Automation in Construction**, v. 139, pp. 1-20, May 2022.
- JOE, J.; PELOSI, A. PARAMTR V2. Human-Generative Design tools for prefabricating large-scale residential developments. In: International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), 1. 2021, **Proceedings...** HongKong-China: Chinese University of Hong Kong, 2021, pp. 41-50.
- JOE, J.; PELOSI, A.; WELCH, C. PARAMTR: Enhanced generative design tools for large-scale housing developments within a prefabrication context. In: International Conference of the Architectural Science Association (ANZAScA), 54., 2020, **Proceedings...** Auckland-New Zealand: Auckland University of Technology (AUT), 2023, pp. 855-864.
- KAPLAN, A. M.; HAENLEIN, M. Toward a Parsimonious Definition of Traditional and Electronic Mass Customization. **Journal of Product Innovation Management**, v. 23, p. 168-182, 2006.

KHALILI-ARAGHI, S.; KOLAREVIC, B. Development of a framework for dimensional customization system: A novel method for customer participation. **Journal of Building Engineering**, v. 5, pp. 231-238, January 2016.

KWIECIŃSKI, K.; MARKUSIEWICZ, J. HOPLA. Interfacing Automation for Mass-customization. In: eCAADe – Human-computer Interaction in Design, 36., 2018, **Proceedings...** Lodz-Poland: Lodz University of Technology, 2018, pp 159-168.

KWIECINSKI, K.; SŁYK, J. Interactive generative system supporting participatory house design. **Automation in Construction**, v. 145, pp. 1-15, November 2022.

LEE, S.; HA, M. Customer interactive building information modeling for apartment unit design. **Automation in Construction**, v. 35, pp. 424-430, June 2013.

MARTINO, J. A. DE. **Algoritmos evolutivos como método para desenvolvimento de projetos de arquitetura**. 2015. 310 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, Campinas-SP, 2015.

MUIANGA, E. A. D. *et al.* Critical analysis of housing condition impacts on residents' well-being and social cost. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 16, n. 4, p. 33–66, October 2021.

MUIANGA, E. A. D. *et al.* Housing transformations and their impacts on the well-being of dwellers. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 4, p. 255-274, 2022.

NARDELLI, E. S.; VICENT, C de. C. Generative and parametric design in Brazilian social housing production. **City Modelling - eCAADe 29**, pp. 93-98, September 2011.

OXMAN, R. Theory and design in the first digital age. **Design Studies**. Great Britain, v. 27, n. 3, p.229-265, May 2006.

TAUBE, J.; HIROTA, E. H. Customização em massa no processo de provisão de Habitações de Interesse Social: um estudo de caso. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 253-268, Dezembro 2017.

TONG, P.; WILHELM, H. Algorithmic vernacular: a generative design process for hillside settlements and dwellings, optimized for siting, access and prefabricated construction. **Architectural Science Review**, v. 65, n. 5, pp. 395-406, July 2022.

WANG, J. *et al.* New-type intensive rural settlements in China based on the unified and self-construction. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, v. 12, n. 6, pp. 1073-1084, August 2017.

WANG, J. *et al.* A Rule-Based Design Approach to Generate Mass Housing in Rural Areas of the North China Plain. **Buildings**, v. 13, pp. 2-16, October 2023.