

Fabricação digital aliada à flexibilidade na construção de moradias evolutivas

Maurício Da Silva Oliveira⁽¹⁾ y Fabiane Vieira Romano⁽²⁾

Resumo: Considerando o *déficit* habitacional brasileiro, este trabalho tem como objetivo, a partir de pesquisa bibliográfica, refletir sobre métodos projetuais e construtivos que possam contribuir para a mitigação deste cenário. Dentre os resultados esperados está a chamada de atenção do meio acadêmicos para avaliação de novos métodos construtivos de residências unifamiliares.

Palavras-chave: Residências Unifamiliares - Moradias Evolutivas - Flexibilidade - Fabricação Digital.

[Resúmenes en inglés y español en la página 46]

⁽¹⁾ Arquitecto e Urbanista pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo UFSM, Campus Santa Maria. No que se refere ao mestrado, a pesquisa concentra-se na análise da flexibilidade aplicada a residências unifamiliares, considerando as adaptações necessárias ao longo do ciclo de vida familiar.

⁽²⁾ Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria, mestrado em Engenharia de Produção (Projeto de Produto) pela Universidade Federal de Santa Maria e doutorado em Engenharia de Produção (Gestão do Design e do Produto) pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professora titular da Universidade Federal de Santa Maria, no Departamento de Desenho Industrial. Atua junto ao Curso de Desenho Industrial e ao Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo.

Introdução

Nos últimos anos, tem-se observado um aumento significativo na população global, o que tem gerado preocupações crescentes em relação ao planejamento urbano e à disponibilidade de moradias adequadas. Esse crescimento exponencial apresenta desafios complexos, que vão desde a gestão de recursos, até a infraestrutura necessária para garantir condições de vida dignas para todos.

O crescimento da população é uma problemática presente nas cidades do Brasil e do mundo. Em conformidade com dados disponibilizados pela Nações Unidas Brasil (2019), a população mundial, em 2050, deve ser de aproximadamente 9,7 bilhões de pessoas. Lopes (2016), aponta que é necessário que este crescimento seja ordenado, bem como, demanda grande número de habitações.

A construção de residências unifamiliares desempenha um papel crucial no setor imobiliário, impulsionando o desenvolvimento econômico e social em resposta à crescente demanda por moradias.

Com base nos dados disponibilizados pela Fundação João Pinheiro (2021), o déficit habitacional brasileiro em 2019 era de 5,876 milhões de residências. Na Figura 1, é possível visualizar como esse *déficit* estava distribuído pelas regiões do Brasil.



Figura 1: Déficit Habitacional Total segundo unidades da Federação - Brasil - 2019. Fonte: Fundação João Pinheiro (2021).

A centralidade da pesquisa reside na exploração de inovações na construção de residências evolutivas, unindo a tecnologia à análise da fabricação digital para a pré-fabricação de moradias. Esse enfoque possibilita a criação de residências com montagem personalizada, ajustadas às especificidades das necessidades familiares, além de proporcionar uma significativa redução nos custos e no tempo de construção. Nesse contexto, a fabricação digital emerge como uma ferramenta promissora para acelerar a construção de residências, alinhando-se às necessidades dos usuários.

Borges (2016), explica que a fabricação digital é um método de produção de objetos físicos a partir de modelos digitais, por meio de máquinas computadorizadas, eliminando etapas intermediárias de produção. A fabricação digital existe desde a década de 1950 e é muito utilizada nas indústrias aeroespacial e automotiva. Devido ao avanço desse tipo de maquinário e à redução do custo dos equipamentos, esse processo de fabricação passou a ser utilizado na construção civil.

A indústria da construção é uma das indústrias mais poluentes e ineficientes que existem, diz Hedwig Heinsman, da Dus [Architects]. [Olly Wainwright, do The Guardian afirma], 'Com a impressão 3D, há desperdício zero, custos de transporte reduzidos e tudo pode ser derretido e reciclado. Isso pode revolucionar a forma como fazemos nossas cidades' (Wainwright, 2014, tradução nossa).¹

Ao se explorar a aplicação da fabricação digital, é possível otimizar os processos construtivos, atendendo às demandas do mercado e promovendo o crescimento sustentável do setor imobiliário. Isso não apenas oferece uma resposta eficiente às exigências do mercado, mas também visa orientar estratégias de mercado para garantir a satisfação e qualidade do produto final.

Ao adotar essa abordagem, não apenas se promove a eficiência e a adaptabilidade das moradias, mas também se abre espaço para a otimização contínua, alinhando-se às exigências dinâmicas da sociedade contemporânea e às transformações no cenário habitacional. Dessa forma, a integração da fabricação digital na construção de residências revela-se como uma estratégia importante para a evolução do setor habitacional.

A fabricação digital tem se destacado como uma ferramenta na arquitetura, impulsionando a inovação tecnológica nos canteiros de obras e promovendo uma série de benefícios, que vão desde a redução de custos, até o maior controle dos processos de construção. Além disso, ela desempenha um papel fundamental na democratização do acesso à moradia, possibilitando que as residências sejam adaptáveis aos diferentes ciclos familiares.

Ao se projetar habitações para o futuro é essencial considerar as tendências demográficas e sociais, destacando a necessidade premente de investigar a flexibilidade e adaptabilidade das residências ao longo do ciclo de vida familiar. Este estudo propõe a discussão sobre métodos construtivos e projetuais que visam não apenas atender às demandas atuais dos moradores, mas também antecipar e satisfazer as necessidades emergentes ao longo da vida útil do imóvel.

Como destacado por Roiphe (2007), a elaboração do programa de necessidades na arquitetura assume uma posição de destaque, representando requisitos essenciais para o uso específico das residências. Essa abordagem desempenha um papel fundamental nas etapas iniciais do processo de concepção, exercendo influência sobre o projeto arquitetônico, o conceito geral, a localização e os condicionantes legais. Em consonância com essa perspectiva, a sociedade urbana reflete a complexidade das novas gerações, caracterizadas por composições familiares diversificadas e uma crescente população idosa. Os distintos estágios do ciclo de vida familiar ressaltam a natureza das necessidades em cada fase, impactando diretamente na tipologia das habitações. Essa análise justifica-se pela necessidade de uma adaptação eficaz das residências às demandas dinâmicas da sociedade contemporânea, proporcionando ambientes habitacionais que atendam de forma integral e flexível às mudanças sociais, promovendo a qualidade de vida e a satisfação dos habitantes ao longo do tempo. Assim, compreender a evolução das necessidades habitacionais ao longo do ciclo de vida familiar torna-se essencial para a concepção de espaços residenciais verdadeiramente adaptativos e sustentáveis.

Embora os programas de necessidades tenham evoluído em complexidade nas últimas décadas, a estrutura básica permanece dividida em: áreas sociais, privadas/íntimas e serviços. Ao explorar os espaços de convivência, compreendemos como as interações e organização das pessoas se modificaram ao longo do tempo. O Quadro 1 apresenta os diferentes estágios do ciclo de vida familiar, evidenciando a complexidade e as necessidades em cada fase familiar.

Estágio	Designação	Descrição
1	Jovem solteiro	Domicílio com um adulto jovem, com menos de 35 anos e renda limitada ou crescente
2	Casal jovem sem filhos	Domicílio com um casal jovem, com menos de 35 anos, sem filhos, com renda crescente
3	Casal com filho com menos de 6 anos ("Ninho cheio")	Domicílio com um casal, com idade entre 35 e 64 anos, e filhos pequenos
4	Casal com filhos de 6 anos ou mais ("Ninho cheio")	Domicílio com um casal, com idade entre 35 e 64 anos, e filhos jovens e dependentes
5	Casal idoso com filhos dependentes ("Ninho cheio")	Domicílio com um casal, com idade acima de 64 anos, e filhos dependentes
6	Casal idoso sem filhos residentes e chefe da família ativo ("Ninho vazio")	Domicílio com um casal, com idade acima de 64 anos
7	Casal idoso sem filhos residentes e chefe da família inativo ou aposentado ("Ninho vazio")	Domicílio com um casal, com idade acima de 64 anos
8	Idoso sozinho e ativo	Domicílio com idoso (mulher ou homem), acima de 64 anos
9	Idoso sozinho e inativo ou aposentado	Domicílio com idoso (mulher ou homem), acima de 64 anos

Quadro 1: Estágios do ciclo de vida familiar. Fonte: Limeira (2016, p. 207).

Conforme ressaltado por Tibau (1972, como citado em Machado, 2012, p. 50), um programa arquitetônico residencial deve ser concebido como flexível e transitório, capaz de se adaptar a fatores dinâmicos que abrangem dimensões funcionais, simbólicas, culturais e estéticas ao longo do tempo. Essa abordagem visa não apenas garantir a funcionalidade do espaço, mas também sua capacidade de se ajustar às necessidades emergentes dos moradores.

Uma residência deve ser capaz de se adequar às distintas configurações familiares com alta qualidade, oferecendo ambientes que se ajustem de forma harmoniosa à sua expansão e reconfiguração espacial. Isso implica não apenas em projetar espaços que sejam funcionalmente versáteis, mas que possam também ser pensados, levando em consideração métodos construtivos, como a fabricação digital, que permitam ajustes e modificações eficientes ao longo do tempo, garantindo que a casa permaneça relevante e confortável para seus ocupantes, independentemente das mudanças que possam ocorrer em suas vidas.

Flexibilidade pensada desde o projeto

A flexibilidade é crucial para evitar a necessidade de reformas frequentes e para permitir novos arranjos espaciais sem grandes intervenções. Desde a fase inicial do projeto, até sua execução, é necessário prever possíveis organizações espaciais futuras, garantindo que o ambiente residencial possa se adaptar às mudanças de estilo de vida e preferências dos ocupantes.

Além da flexibilidade espacial, é importante considerar a sistematização dos aspectos e sistemas técnicos, integrando elementos invariantes e variáveis de forma harmoniosa. Os elementos construtivos devem permanecer independentes, permitindo modificações sem afetar o funcionamento do restante do sistema. Isso não apenas facilita a adaptação do ambiente residencial, mas também torna o processo mais eficiente e sustentável, refletindo uma abordagem proativa na antecipação de necessidades e mudanças ao longo do tempo. Segundo Folz (2005), durante a exposição Weissenhofsiedlung, em Stuttgart, Mies van der Rohe liderou a construção de casas pré-fabricadas, incluindo duas projetadas por Gropius. O modelo habitacional adotava um sistema de montagem a seco, fazendo uso de estrutura de aço e painéis de cortiça revestidos de cimento amianto. De acordo com as contribuições de Félix (2020), Walter Gropius propôs a “Copper House”, um projeto residencial em formato de “L” que se desenvolvia em três fases distintas:

- Inicialmente, a planta baixa incorporava um banheiro em um dos braços do “L”, seguido por uma área social integrada com cozinha, sala de jantar e sala de estar, culminando com um quarto.
- Na segunda fase, o quarto inicial era removido para ampliar o espaço de convivência, enquanto dois quartos, incluindo um duplo, eram adicionados lateralmente.

- Na última fase, a casa era expandida com a inclusão de um quarto e um escritório.

A proposta não apenas evidencia a evolução física da residência ao longo das fases (Figura 2), mas também destaca sua flexibilidade, explorando as possibilidades oferecidas pelo sistema construtivo escolhido em termos de composição espacial (Félix, 2020). Esse enfoque, na adaptação e na exploração das potencialidades do ambiente residencial, reforça a importância da flexibilidade na concepção arquitetônica, alinhando-se com a necessidade de se antecipar às mudanças ao longo do tempo.



Figura 2: Copper House – esquema evolutivo (1931-1942). Fonte: adaptado de Félix (2020).

Apesar dos desafios enfrentados, Walter Gropius persistiu na promoção da ideia de casas pré-fabricadas, sustentando que a industrialização desempenhava um papel crucial na redução de custos na arquitetura. Sua defesa fundamentava-se na utilização de peças intercambiáveis produzidas em escala industrial, vislumbrando maior precisão nas medidas, encaixes perfeitos, agilidade na montagem e diminuição dos custos de mão-de-obra.

Gropius compartilhava com Le Corbusier a visão de que a industrialização oferecia a oportunidade de evitar contratempos, como encaixes inadequados e atrasos na construção. Ambos destacavam a necessidade de mudanças técnicas e de engenharia, incluindo a incorporação de materiais artificiais. Gropius reconhecia a importância da intervenção estatal para implementar essas transformações, prevendo que a iniciativa privada enfrentaria desafios na gestão de questões econômico-financeiras, e a pesquisa inicial de protótipos exigiria consideráveis recursos.

Contudo, segundo as observações de Folz (2005), Le Corbusier admitia a falta de apoio, tanto entre os arquitetos, quanto entre os habitantes, para a mentalidade de produção em série. Essa resistência revelava a complexidade em aceitar e implementar mudanças radicais na concepção tradicional da arquitetura, evidenciando a necessidade, não apenas

de avanços técnicos, mas também de uma mudança cultural e de mentalidade para viabilizar plenamente a adoção de métodos industrializados na construção de habitações. Conforme ressaltado por Fonseca (2011), ao se projetar edifícios que irão servir como moradia por décadas, torna-se imperativo considerar não apenas as necessidades funcionais atuais, mas também antecipar as experiências reais dos espaços ao longo do tempo. Nesse contexto, a concepção de projetos com a ideia de flexibilidade emerge como um elemento-chave, permitindo adaptações a demandas ainda não identificadas. Um exemplo prático seria a possibilidade de expansão do espaço habitacional em resposta ao nascimento de um filho, ou à necessidade de proximidade entre os membros da família. Da mesma forma, à medida que os filhos crescem e ganham independência, a flexibilidade oferece a vantagem de permitir que a habitação evolua de acordo com as distintas fases e requisitos da família, evitando mudanças frequentes de residência.

Fonseca (2011), em sua dissertação de mestrado, desenvolveu três propostas de residências que incorporam o conceito de flexibilidade na concepção das moradias, estabelecendo-o como uma prioridade. A Figura 3 apresenta um lote de 8x16m e esquematiza a evolução das residências (marcadas em verde), de acordo com as necessidades. Essa abordagem não apenas destaca a importância de projetar para a longevidade, mas também demonstra uma estratégia tangível para acomodar as mudanças ao longo do ciclo de vida das famílias, promovendo a sustentabilidade e a eficiência do espaço construído.

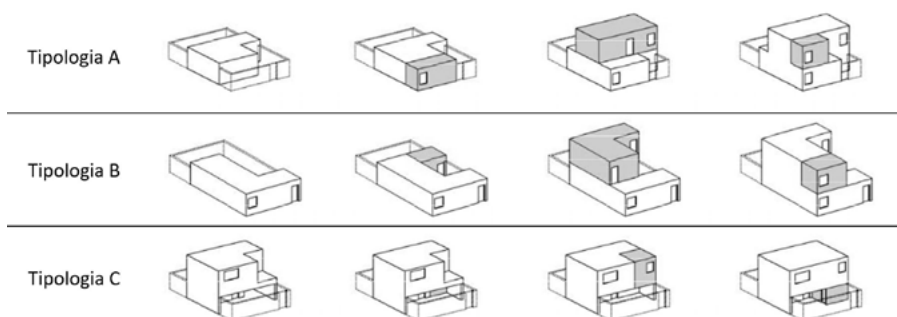


Figura 3: Esquema de evolução das três tipologias Fonte: adaptado de Fonseca (2011).

Com o intuito de atingir os objetivos estabelecidos, a autora delimitou estrategicamente a localização do núcleo fixo (cozinha, banheiros e acessos verticais), a inclusão de salas espaçosas, varandas flexíveis, além da integração de painéis e/ou portas móveis, associados a um sistema construtivo modular. Essas escolhas influenciam diretamente na distribuição dos demais ambientes, favorecendo a flexibilidade do espaço e a capacidade de adaptação a diferentes necessidades ao longo do tempo.

Na Figura 4, são apresentadas quatro situações familiares distintas da tipologia “B”, cada uma representando uma configuração adaptativa da residência:

- Casal sem filhos: Ocupação do núcleo mínimo.
- Casal com 1 filho: Ampliação de um módulo no pavimento térreo.
- Casal com 2 filhos: Expansão da casa para um pavimento superior.
- Casal com 2 filhos e um casal de idosos: Adição de mais um módulo no pavimento superior.

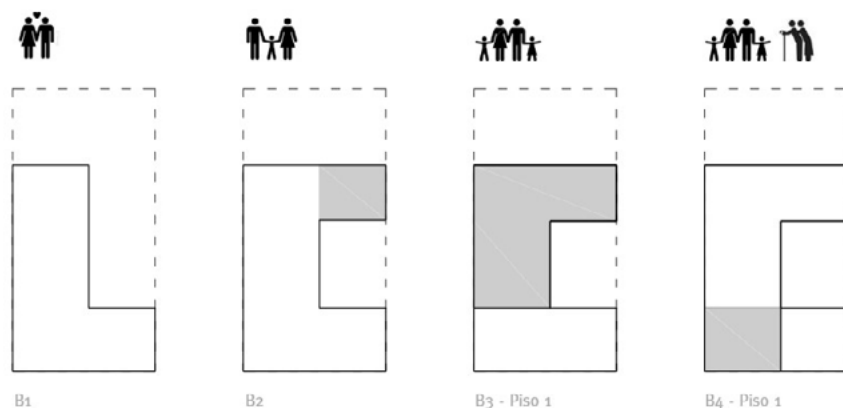


Figura 4: Esquema ilustrativo da evolução da tipologia “B”. Fonte: Fonseca (2011).

Essa abordagem flexível não apenas reflete a consideração meticulosa das diferentes fases da vida familiar, mas também demonstra a versatilidade do projeto para acomodar diversas configurações residenciais, proporcionando um ambiente adaptável e eficiente ao longo do tempo. A concepção modular e as soluções flexíveis apresentadas evidenciam a abordagem proativa da autora na busca por soluções inovadoras e sustentáveis na arquitetura residencial.

Aplicação da impressão 3d na arquitetura e construção

Taparello (2016), expõe que a impressão 3D é a fabricação de objetos físicos por meio das informações criadas em sistemas CAD (computer assisted design ou desenho assistido por computador). A autora explica que o sistema também pode ser denominado de Fabricação Aditiva, em decorrência da sobreposição de camadas dos filamentos, dando forma aos objetos. O sistema de fabricação digital é datado da década de 1980, tendo sido patenteadado pela empresa 3D Systems.

É válido salientar que o sistema pode utilizar diferentes matérias-primas para a fabricação dos objetos, como exemplo: cera, poliestireno, nylon, vidro, cerâmica, terra, aço, plásticos, materiais comestíveis, dentre outras. No que se refere às áreas que utilizam desta tecnologia, pode-se citar: automobilismo, desenho industrial, medicina, arqueologia, dentre outras. Gorni (2003), elenca as etapas do processo de fabricação dos objetos por meio dos itens abaixo.

1. Criação de um modelo CAD da peça que está sendo projetada;
2. Conversão do arquivo CAD em formato STL, próprio para estereolitografia;
3. Fatiamento do arquivo STL em finas camadas transversais;
4. Construção física do modelo, empilhando-se uma camada sobre a outra;
5. Limpeza e acabamento do protótipo (Gorni, 2003).

Silva (2019), ao abordar o avanço da tecnologia, substituindo métodos analógicos para os digitais, cita que novas formas de concepção de projetos surgem para acompanhar a transformação da arquitetura contemporânea, seja pelos métodos de concepção, de desenvolvimento ou de aplicação.

O autor aponta que o desenvolvimento e a implementação da fabricação digital na arquitetura e construção são provenientes de três tipos de agentes: instituições acadêmicas, empresas privadas e profissionais de arquitetura. Além disso, cita que o mais usual é a utilização por meio de empresas de pequeno porte e startups. No que se refere às pesquisas acadêmicas, o autor demonstra por meio de gráfico de setores (Figura 5), os materiais pesquisados, sendo o concreto o material de maior destaque nas publicações.

A análise crítica e a busca por novas alternativas na construção de moradias têm implicações significativas para o campo da arquitetura e da engenharia, e também para a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento urbano. Investir em pesquisas nesse sentido é essencial para enfrentar os desafios contemporâneos e construir um futuro mais sustentável.

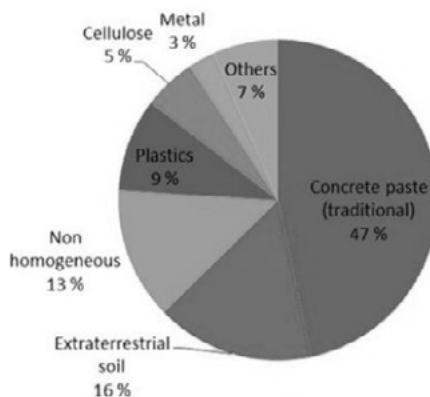


Figura 5: Publicações acadêmicas sobre ciência dos materiais para fabricação digital. Fonte: Silva (2019).

Ao abordar a América do Sul, o estudo sugere que Brasil é o país com o maior número de laboratórios, sendo a impressora 3D o equipamento mais utilizado, seguido por máquinas de corte a laser e corte por fresa.

Montjoy (2022), ressalta que questionar os métodos tradicionais de construção é uma necessidade e que, apesar da impressão 3D ser uma tecnologia recente, já foi testada com êxito em diferentes tipos de construções. Nesse sentido, a aplicação da fabricação digital na construção de moradias é uma alternativa para atender mais pessoas de maneira mais eficiente, sustentável e com custos reduzidos.

O processo de impressão se dá por meio de uma grande máquina de impressão que utiliza concreto ou outros tipos de materiais (como polímeros especiais, plástico reciclado, dentro outros). O processo de fabricação se dá por meio da montagem do equipamento, que é capaz de se movimentar nos três eixos (x, y e z). Para que sejam feitas as paredes, a máquina imprime as camadas até chegar na forma projetada.

Por ser um sistema portátil, possibilita a pré-fabricação, além da redução no tempo de construção, onde uma casa pode ser construída em poucos dias; aliado ao fato da precisão da impressão, reduzindo o risco de erros e o desperdício de materiais.

A impressão traz outros benefícios além dos citados anteriormente, que é a flexibilidade projetual, com a facilidade em executar paredes retas ou curvas com precisão, oferecendo ao arquiteto possibilidades de explorar a sua criatividade para criar formas únicas e ter a segurança de que será feito conforme o que foi projetado.

A empresa Saint Gobain Weber Beamix, em colaboração com a BAM, criou a primeira fábrica de impressão em concreto da Europa. Em seu primeiro projeto construiu cinco casas que atenderam aos requisitos de construção de conforto ambiental e demonstraram o potencial na construção de habitações em massa, com custos reduzidos.

Ao citar a questão do déficit habitacional, o autor pondera: “estima-se que 900 milhões de pessoas entre a população global vivem em favelas, enquanto 330 milhões de famílias urbanas não podem acessar acomodações acessíveis, adequadas e seguras.” O crescente aumento dos custos com os aluguéis e construção por meio de métodos tradicionais evidencia a necessidade dessa revolução tecnológica na arquitetura. Essa alternativa mostra o potencial de amenizar as necessidades de moradia sem perder qualidade, bem como a redução dos custos aliada a possibilidade de flexibilidade e equilíbrio entre forma e função.

Gorni (2003) aponta a importância da criação de protótipos de estudos, permitindo que sejam realizadas análises e simulações. No que se refere à implementação do sistema pela construção civil, menciona que o setor é resistente a aplicação desta nova tipologia construtiva, seja por conservadorismo, falta de estudos aprofundados no assunto ou pela necessidade de máquinas de tamanho maiores. Ao citar o Brasil, menciona que, em 2016, existiam duas *startups* que desenvolviam a impressão de residências de baixo custo, sendo elas a InovaHouse 3D e a Urban 3D.

Conforme Scheeren (2021), o Fórum Econômico Mundial elaborou diretrizes necessárias para que o setor da construção alcance uma maior integração com os princípios da Indústria 4.0, o que requer transformações estruturais para a aplicação efetiva das tecnologias digitais. Além disso, destaca-se o papel das iniciativas de impressão 3D de

moradias, que têm se tornado conhecidas pelo público. Empresas têm sido pioneiras nesse campo, implementando sistemas de manufatura aditiva para construção de casas unifamiliares, residências verticais e até mesmo edifícios inteiros, sendo elas:

- Winsun: Fundada em 2003, em Xangai, China, destacou-se como uma das precursoras na implementação de sistemas de manufatura aditiva utilizando material cimentício. Desde 2008, a empresa tem se dedicado à construção de diversos elementos, incluindo casas unifamiliares e residências verticais, entre outros projetos.
- Cobod: Em 2017, a empresa dinamarquesa introduziu um sistema mecanizado modular para construção, utilizando impressão 3D in loco. Esse sistema foi aplicado na construção da primeira residência materializada na Europa utilizando a fabricação digital.
- Apis Cor: Em 2017, na Rússia, a empresa realizou a impressão 3D das paredes e divisões de uma residência de 38m², em 24 horas.
- ICON: Nos Estados Unidos, com sede no Texas, desenvolveu um sistema semelhante e o utilizou na construção da primeira casa impressa em 3D no país.
- WASP: Empresa sediada no sul da Itália, inicialmente focada no desenvolvimento de impressoras 3D, lançou em 2015 a BigDelta, utilizando a ferramenta em grande escala, que foi capaz de construir protótipos de residências utilizando materiais ecológicos (Scheeren, 2021).

Na Figura 6 verificam-se 3 (três) exemplos de construções realizadas a partir da fabricação digital:



Residências construídas em partes pela empresa Winsun e, montadas no local.



"The Chicon House", construída pela empresa ICON.



Residência "Gaia", a primeira casa impressa com terra.

Figura 6: Exemplos de residências construídas com a fabricação digital. Fonte: adaptado de Scheeren (2021).

Para Scheeren (2021), apesar dos avanços, o desenvolvimento e aplicação das novas tecnologias digitais na arquitetura e construção ainda estão em estágio inicial se comparados a outros setores. Muitas práticas permanecem em nível experimental e de avaliação,

enfrentando algumas limitações em relação à flexibilidade da construção tradicional. No entanto, o controle homogêneo de fabricação dos componentes e a rapidez na fabricação simultânea são fatores que têm despertado o interesse de investidores no setor.

Conclusões

A qualidade da habitação é fundamental para o bem-estar e a qualidade de vida dos usuários. Moradias adequadas não apenas oferecem abrigo, mas também contribuem para a saúde física e mental, a segurança e o desenvolvimento pessoal e familiar. Portanto, investigar novas alternativas na construção de moradias pode significar um avanço na promoção do bem-estar social.

A convergência da fabricação digital com a flexibilidade na construção de moradias evolutivas é uma alternativa para o paradigma das residências unifamiliares. Ao integrar novas tecnologias como a impressão 3D, é possível criar espaços habitacionais que se adaptam de forma dinâmica às necessidades dos moradores ao longo do tempo com agilidade e redução de custo. Essas possibilidades oferecem possíveis adaptações na residência, permitindo ajustes estruturais e funcionais conforme as mudanças nas circunstâncias familiares, estilo de vida e preferências estéticas, possibilitando a criação de lares que evoluem junto com seus habitantes, proporcionando conforto e funcionalidade em todas as fases da vida.

Outro aspecto relevante é o contexto urbano. O crescimento populacional e a urbanização rápida em muitas regiões do mundo exigem soluções habitacionais que sejam, não apenas adequadas às necessidades das famílias, mas também integradas de forma sustentável. Pesquisas sobre novas alternativas na construção de moradias podem contribuir para o desenvolvimento de modelos habitacionais que promovam cidades mais verdes.

É válido salientar o fato de que as moradias atendam aos usuários, suprimindo suas diferentes necessidades, com a adaptabilidade que é esperada ao longo do ciclo de vida familiar, não exigindo a troca da residência, apenas readequando-a conforme as novas demandas familiares.

A divulgação dessas iniciativas tem sido fundamental para atrair a atenção do público em geral, evidenciando os processos singulares envolvidos e o potencial transformador das novas tecnologias na indústria da construção. Essa combinação de inovação tecnológica e divulgação eficaz pode contribuir significativamente para o avanço do setor rumo a uma maior eficiência, sustentabilidade e acessibilidade das construções.

Nota

1. Texto original: 'The building industry is one of the most polluting and inefficient industries out there', says Hedwig Heinsman of Dus. 'With 3D-printing, there is zero waste, reduced transportation costs, and everything can be melted down and recycled. This could revolutionise how we make our cities.'

Referências

- Borges, M. (2016). *Fabricação digital no Brasil e as possibilidades de mudança de paradigma no setor da construção civil*. Ambiente Construído, 16 (4), 79-91. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000400106>
- Fundação João Pinheiro (2021). *Déficit habitacional no Brasil –2016-2019*. <https://bit.ly/4dZUqqT>
- Félix, R. (2020). *Habitação Evolutiva. Projeto para o Programa de Autoconstrução em Santa Maria da Feira*. [Tesis maestria, Universidade do Porto] Repositório Aberto da Universidade do Porto. <https://hdl.handle.net/10216/134008>
- Folz, R. (2005). *Industrialização da habitação mínima: Discussão das primeiras experiências de arquitetos modernos – 1920-1930*. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, 12(13), 95-112. <https://bit.ly/4g6v1NS>
- Fonseca, N. M. (2011). *Habitação mínima: o paradoxo e o bem-estar*. [Tesis maestria, Universidade de Coimbra]. Repositório científico da UC. <https://hdl.handle.net/10316/18413>
- Gorni, A. (2003, Septiembre 10). *Introdução à prototipagem rápida e seus processos*. Antonio Gorni On Line. <https://www.gorni.eng.br/protrap.html>
- Lopes, G. (2016). *Exploração das possibilidades da Impressão 3d na construção*. [Tesis maestria, Universidade do Porto]. Sigarra U.Porto. <https://bit.ly/3XmxVGZ>
- Limeira, T. M. (2016). *Comportamento do consumidor brasileiro* (2nd ed). Saraiva.
- Machado, A. (2012). *Flexibilidade espacial: um princípio revisitado em empreendimentos imobiliários paulistanos*. [Tesis maestria, Universidade Presbiteriana Mackenzie]. Adelpa Repositório Digital. <http://dspace.mackenzie.br/handle/10899/25931>
- Martins, T. S. (2011). *Desenvolvimento tipológico da habitação unifamiliar a partir da solução base Coolhaven*. [Tesis maestria, Universidade da Beira Interior]. uBibliorum. <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/2331>
- Montjoy, V. (2022, Junio 19). *Por moradias sustentáveis e acessíveis: a impressão 3D é o futuro ou o presente?* ArchDaily Brasil. <https://bit.ly/3yOxLir>
- Nações Unidas Brasil (2019). *População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU*. Casa ONU Brasil. <https://bit.ly/3X6algz>
- Santana, R. (2020) *Análise dos indicadores de déficit habitacional e inadequação de domicílios*. [Tesis maestria, Universidade de Brasília]. Repositório Institucional da UnB. <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/39414>
- Silva, F. (2018). *O processo de projeto digital como método de investigação da aplicação da impressão 3D na arquitetura*. [Tesis maestria, Universidade Federal de Alagoas]. Repositório Institucional da UFAL. <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/3815>
- Scheeren, R. (2021). *Fabricação digital na América do Sul: laboratórios, estratégias, processos e artefatos para o design, a arquitetura e a construção*. [Tesis doctoral, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital USP. <https://doi.org/10.11606/T.102.2021.tde-05042022-173034>
- Taparello, G. (2016). *A industrialização da construção com terra através da impressão 3D*. IX Sustentável, 2(2), 87–92. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2016.v2.n2.87-92>
- Roiphe, S. R. (2007). *Uma análise da evolução do programa de necessidades nas residências do Alphaville Residencial 10*. [Tesis maestria, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital USP. <https://doi.org/10.11606/D.16.2007.tde-20052010-085947>

Wainwright, O. (2014, Marzo 28). *Work begins on the world's first 3D-printed house*. The Guardian. <https://bit.ly/3ACqfaH>

Resumen: Considerando el déficit habitacional brasileño, este trabajo tiene como objetivo, a partir de una investigación bibliográfica, reflexionar sobre métodos de diseño y construcción que puedan contribuir a mitigar esta situación. Uno de los resultados esperados es llamar la atención de la comunidad académica para la evaluación de nuevos métodos constructivos de viviendas unifamiliares.

Palabras clave: Viviendas Unifamiliares - Viviendas Evolutivas - Flexibilidad - Fabricación Digital.

Abstract: Considering the Brazilian housing deficit, this work aims, through bibliographic research, to reflect on design and construction methods that can contribute to mitigating this scenario. One of the expected results is to draw the attention of the academic community to the evaluation of new construction methods for single-family homes.

Keywords: Single-Family Homes - Evolutive Housing - Flexibility - Digital Fabrication.

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo.]
