

# Projetando com blocos de montar: Residências mínimas no contexto da cidade contemporânea

Design with building blocks: Compact homes in the context of the contemporary city

## Frederico Braidá

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil  
frederico.braidá@ufjf.edu.br

## Janaina Castro

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil  
janaina.mendes@arquitetura.ufjf.br

## Cheyenne Azevedo

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil  
chayazevedo91@gmail.com

## Luiz Pereira

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil  
antonio.rozendo@arquitetura.ufjf.br

## Izabela Ferreira

Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil  
izabelafersil@gmail.com

## Abstract

This paper presents the results of the creation of a game, composed of building blocks, conceived as didactic material for the minimum residences design. The game was designed to be produced by rapid prototyping and digital manufacturing resources. Methodologically, the research was based on both a literature review and an empirical research on the use of a set of building blocks. The text shows the critical analysis and reflections on the results achieved with a workshop entitled "Designing compact homes with building blocks".

**Keywords:** Building blocks; Rapid prototyping; Digital fabrication; Education; Architecture.

## Introdução

Este artigo apresenta os resultados da criação de um jogo, composto por blocos de montar, concebido como material didático para o projeto de residências mínimas, tendo como premissa a produção baseada em recursos de prototipagem rápida e de fabricação digital. Portanto, deve-se destacar que este trabalho é decorrente de parte da pesquisa intitulada "A linguagem lúdica e volumétrica dos blocos de montar, das maquetes e dos modelos tridimensionais e o ensino da arquitetura e urbanismo na contemporaneidade: contribuições da prototipagem rápida e da fabricação digital na produção de material didático", a qual vem sendo desenvolvida desde 2014, no âmbito do Laboratório de Estudos das Expressões e Linguagens da Arquitetura, Urbanismo e Design (LEAUD), vinculado à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) e ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído (PROAC) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

Trata-se, praticamente, de um truísmo afirmar que, dentre os grandes temas vinculados ao universo da arquitetura e do urbanismo latino-americanos na contemporaneidade, está a questão de déficit habitacional. É nesse sentido que se faz pertinente a preocupação com o projeto da residência mínima, passível de ser enfocada, por um lado, com uma abordagem vinculada às políticas públicas das habitações de interesse

social; por outro lado, as residências mínimas, entendidas como residências compactas, também fazem parte da agenda contemporânea e estão em sintonia com as ideologias de sustentabilidade e mobilidade urbana. São fartos os exemplos de casas-contêineres, casas pré-fabricadas e casas portáteis (Echavarría, 2005).

Como se vê, o tema da residência mínima pode ser problematizado a partir de distintos enfoques. Diante de tal problemática, podemos encontrar algumas iniciativas de desenvolvimento de mecanismos que auxiliem os arquitetos na elaboração de projetos desse tipo de residência, sobretudo vinculados ao universo da Gramática da Forma (Mayer, 2012; Mendes, 2014). Nesse sentido, os jogos de blocos de montar apresentam-se como uma solução viável e coerente para a exploração projetual, sobretudo no contexto acadêmico e na fase de concepção, podendo ser empregados de forma lúdica e criativa no processo de composição formal.

Sabe-se que o emprego de jogos em ambientes de ensino-aprendizagem potencializa a criatividade e o pensamento estratégico, como destacam, entre outros, Alexandre & Sabbatini (2013), Alves (2015) e Burke (2015). Para estudantes de Arquitetura e Urbanismo, além de trabalhar a cognição criativa, os jogos podem servir como instrumentos para uma melhor percepção espacial-volumétrica e estrutural. Portanto, no intuito de propor uma solução possível para as questões supracitadas, este artigo tem por objetivo apresentar

os resultados de uma pesquisa que gerou como produto um jogo de blocos de montar voltado para o projeto de residências mínimas. O enfoque deste artigo se dá tanto no desenvolvimento (concepção e fabricação) do jogo, cujos pressupostos e premissas formais encontram-se nos processos de fabricação digital e de prototipagem rápida, quanto na discussão das possibilidades e limites da utilização desses blocos de montar decorrentes da análise dos resultados de um workshop realizado com pesquisadores, de distintos graus de formação acadêmica, vinculados ao LEAUD/FAU/UFJF.

Estruturalmente, o artigo está dividido em seis seções. Após esta introdução, são apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa realizada. Nas duas seções seguintes, aborda-se os temas do projeto arquitetônico de residências mínimas e dos jogos de blocos de montar no contexto do ensino. A partir dessa contextualização, são apresentados as premissas e os pressupostos do desenvolvimento do jogo, com especial ênfase no processo de fabricação e prototipagem das peças. Por fim, são discutidos os resultados decorrentes do workshop intitulado “Projetando residências mínimas com blocos de montar”.

## **Metodologia: procedimentos e técnicas**

Metodologicamente, este artigo é fruto tanto de uma revisão de literatura sobre residências mínimas e sobre uso de jogos em ambientes de ensino-aprendizagem, quanto de uma pesquisa empírica sobre a utilização de um jogo de blocos de montar, desenvolvido por meio de processos de fabricação digital (sobretudo por meio de processo aditivo – impressão 3D), a partir dos resultados alcançados com a realização de um workshop. Trata-se, portanto, de uma pesquisa qualitativa e exploratória, a qual buscou descortinar alguns limites e possibilidades da utilização de blocos de montar na fase de concepção de projeto arquitetônico residencial.

Em um primeiro momento, foram realizadas pesquisas de cunho bibliográfico, para que pudesse ser mapeado o estado da arte, tanto sobre a temática do projeto arquitetônico de residências mínimas quanto do emprego de jogos, com especial ênfase para os blocos de montar, no contexto do ensino. A partir do referencial teórico levantado, partiu-se para a fase de desenvolvimento do jogo, valendo-se dos recursos de fabricação digital e prototipagem rápida disponíveis na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFJF, dentre os quais destacam-se uma máquina de corte a laser e as impressoras 3D.

Para a análise e a reflexão crítica sobre os limites e as possibilidades do emprego dos blocos de montar no processo projetual, foi realizado o workshop intitulado “Projetando residências mínimas com blocos de montar”, do qual participaram 11 pesquisadores vinculados ao LEAUD, em diferentes níveis de formação acadêmica, porém já iniciados no campo do projeto de arquitetura e urbanismo. Destaca-se que os blocos de montar utilizados no referido workshop foram concebidos e modelados para ser produzidos por meio de impressão 3D.

Cabe ressaltar que a escolha deste processo foi determinada por fatores como redução dos custos e do tempo de fabricação, desenvolvimento de testes que permitem a rápida correção de erros e a possibilidade de trabalhar com um material biodegradável, como o poliláctico (PLA). Também a motivação da utilização de impressoras 3D se deu ao fato do desejo de disponibilização dos arquivos em uma plataforma digital que possa ser democraticamente acessada, de forma gratuita, sobretudo por escolas de arquitetura e urbanismo.

## **O projeto arquitetônico de residências mínimas**

Antigamente, no mercado imobiliário, existia grande procura por habitações – seja casas ou apartamentos – com amplas áreas como, por exemplo, sala de jantar para receber muitas pessoas. Atualmente, há uma demanda por residências menores, mais simples. De acordo com Alexandre Frankel, diretor executivo da Vitacon Incorporadora e Construtora, na atualidade, profissionais e clientes buscam conceitos como otimização de espaços, áreas e serviços compartilhados, mobilidade de fácil acesso para centros urbanos e, principalmente, simplicidade (Apartamentos..., 2016).

Se levarmos em conta as gerações que estão por vir, a previsão é que os tamanhos dos imóveis sigam diminuindo. De acordo com os infográficos publicados pelo site O Globo, no setor de economia, os tamanhos dos imóveis ficaram gradativamente menores ao longo das décadas (Carneiro, Valente & Batista, 2017). Nos anos 1970, as casas de dois quartos, com área média de 100m<sup>2</sup>, tinham um padrão diferente em relação ao que se hoje; atualmente não é mais algo habitual, para casas e apartamentos de médio padrão, ter um quarto com suíte e uma sala de jantar. Nos anos 1980, a área média dos apartamentos e casas era de 87,80m<sup>2</sup>; existia o quarto de empregada e uma extensa varanda, itens bem diferentes do que se tem atualmente em casas de dois quartos. Quanto à residência dos anos 1990, a área reduziu para 72,85m<sup>2</sup> e percebe-se que a sala teve uma redução. Por consequência das reduções ao longo do tempo, em 2010 chegou-se a 59,60m<sup>2</sup> de área e começaram a ser lançadas casas e apartamentos cada vez menores, onde mesas de jantar são substituídas por bancadas e as cozinhas chegam a ter uma área total de 4,70m<sup>2</sup> (Carneiro, Valente & Batista, 2017).

Nesse contexto, verifica-se que, cada vez mais, vem se repercutindo a questão das residências mínimas, com ênfase na modulação compacta, discussão sobre sistemas construtivos, facilidade de construção e o uso de materiais e tecnologias sustentáveis. Segundo Vasconcelos (2011), entende-se que projeto deverá abranger os conceitos de habitabilidade e ergonomia, definindo as dimensões de espaços mínimos a partir do uso, necessidades e dimensões do corpo.

A proposta atual – também devida ao mercado que estamos inseridos e nas condições financeiras para se ter uma moradia própria – é reinventar a cidade. A partir de estudos sobre a ergonomia ideal apontada em livros de arquitetura, e levando

em consideração as metragens de acordo com as particularidades de cada indivíduo, tem-se como dimensões mínimas para habitação: sala 10m<sup>2</sup>, quarto 9m<sup>2</sup>, cozinha 5,00m<sup>2</sup>, serviço 1,80m<sup>2</sup>, banheiro 3,50m<sup>2</sup>; em média, as residências mínimas têm cerca de 36m<sup>2</sup>. (Neufert, 1990).

Hoje em dia, existem casos de moradias compactas com varanda *gourmet*, item muito procurado pela população. Conforme Dante Seferian, diretor executivo da Danpris, apesar das casas e apartamentos serem pequenos, esses imóveis têm todas as funcionalidades de uma unidade com tamanhos maiores (Apartamentos..., 2016).

No caso do Brasil, o programa que se destaca no financiamento de residências mínimas é o “Minha Casa, Minha Vida”, que foi concebido em março de 2009 pelo Governo Federal, em parceria com estados, municípios e empresas, concedendo o acesso à casa própria para famílias de renda baixa e média. No entanto, a residência mínima não está vinculada ao poder aquisitivo; de acordo com Flávia Matos, responsável pelo Marketing da Exto Incorporação e Construção, os *compact homes* (casas compactas) podem atender diversos tipos de população, desde investidores, que buscam um investimento seguro, até moradores de outras cidades que optam por ter um ponto fixo e bem localizado na cidade (Apartamentos..., 2016).

Segundo o Sindicato da Habitação (Secovi-SP), com base em levantamento da Empresa Brasileira de Estudos de Patrimônio (Embraesp), na última década, a menor tipologia construída em São Paulo reduziu 22% de seus tamanhos. (Imóveis...,2013). Em um documento elaborado pelo Centro de Pesquisa e Análise da Informação do Secovi Rio (Cepai), são apresentadas outras tendências do mercado para residências mínimas nos próximos anos: estabilização dos preços para que as casas se tornem acessíveis à população, crescimento das unidades de apenas um quarto e a migração das pessoas para o Centro (Imóveis...,2013).

Como se vê, a questão do tema da residência mínima é complexa e revela-se contemporânea. Nos países latino-americanos, de forma geral, em especial no Brasil, verifica-se um elevado déficit habitacional, que é o número que leva em conta o total de famílias em condições de moradia inadequadas. Em outros países, a casa compacta é um sonho de consumo não somente para população de baixa renda, mas para aqueles que buscam, por exemplo, uma forma de habitar o planeta mais sustentável ou almejam a mobilidade, ou seja, para as pessoas que estão à procura de outras formas de morar. É por essas e algumas outras razões que se deve destacar que esse tema da residência mínima tem sido recorrentemente abordado nas escolas de Arquitetura e Urbanismo.

## **Os jogos de blocos de montar no contexto do ensino e da prática profissional**

Os jogos estão presentes em toda história da sociedade. Com o passar do tempo, sua função vem se adaptando e

modificando-se a partir das necessidades de cada época. Especialmente como elementos de socialização e lazer, os jogos mostram grande influência no desenvolvimento dos indivíduos, desde a infância. Huizinga (2007, p.33) afirma que “[...] o jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da ‘vida cotidiana’”.

Atualmente, vem aumentando cada vez mais a utilização de jogos, tanto no âmbito educacional quanto profissional. Segundo Braida et al. (2016), “algumas pesquisas evidenciam que, com o decorrer dos anos, vem aumentando tanto o acesso aos jogos como o tempo dispendido no ato de jogar”. Assim, observa-se que a influência dos jogos no cotidiano dos indivíduos hoje é uma realidade e reflete-se sobre as possibilidades de emprego dos jogos que exploram os blocos de montar.

Com o advento da prototipagem rápida, e juntamente com os modelos tridimensionais, tanto os modelos físicos quanto os digitais vêm ganhando grande destaque no ensino de arquitetura e urbanismo. Desde as fases iniciais de concepção de projeto e estudos de volumetria, até mesmo para apresentações finais, este recurso vem mostrando sua potencialidade. Apesar disso, ainda se nota que sua utilização é pouco explorada, uma vez que os jogos, principalmente os físicos, não são completamente acessíveis financeiramente.

No âmbito educacional, os blocos de montar foram sistematicamente utilizados por Vygotsky e Piaget. A teoria construtivista de Montessori também faz uso e explora as potencialidades dos jogos para desenvolvimento psíquico-motor. Segundo a Teoria Crítica da Educação, a imaginação deve ser estimulada, uma vez que, a mesma permite que crianças absorvam mais facilmente os conceitos quando estão brincando (Volpato, 2002). Em 2006, um estudo realizado por Rocha (2009) mostrou que as metodologias que envolvem jogos e atividades lúdicas no processo de aprendizagem exibem melhores resultados do que as demais.

Neste contexto dos jogos e ensino, deve-se destacar a influência de Friedrich Wilhelm August Fröbel, educador alemão, que desenvolveu seu primeiro sistema de jardim de infância, baseado em jogos e atividades lúdicas. Para Fröbel, os jogos eram instrumentos que através do brincar, possibilitavam a criação de significados, entendimento do funcionamento dos objetos e das ações, além de facilitar a compreensão do papel de agentes criativos no mundo (Fröbel..., 2013).

Conhecidos como Fröbel Gifts, os blocos de montar de Fröbel (Figura 1) foram desenvolvidos segundo uma série de princípios, entre os quais se destacam a educação baseada em jogos, educação centrada na criança e educação holística. Outro diferencial que proporcionou a ascensão dos blocos de Fröbel foi a capacidade destes de imitar situações cotidianas, como por exemplo, a estruturação de pontes e casas (Fröbel..., 2013).



**Figura 1:** Fröbel Gifts, jogo de número cinco.

Disponível em <http://froebelgifts.com/gift5.htm>.

Desempenhando papel significativo no ensino de projeto (em Arquitetura e Urbanismo), os blocos de montar podem ser amplamente utilizados, uma vez que, juntamente com os modelos tridimensionais, os jogos podem ser considerados instrumentos eficazes na geração de estímulos de criatividade (Ostrower, 2008; Santos, 2014; Pina, Borges Filho & Marangoni, 2011), que ajudam principalmente na fase introdutória do ensino. Por meio dos jogos, os conceitos base são mais facilmente absorvidos, auxiliando no melhor entendimento e desenvolvimento da visão espacial, formal e estrutural.

Apesar de se mostrarem amplamente eficientes no desenvolvimento da criatividade e sistema de ensino e aprendizagem, os jogos desenvolvidos para arquitetura ainda são poucos e, muitas vezes, inacessíveis para a maioria dos estudantes e instituições de ensino, como por exemplo o LEGO Architecture Studio e o Arckit. Embora esses jogos tenham sido desenvolvidos para arquitetos, eles ainda são pouco explorados como materiais didáticos nas escolas de arquitetura e urbanismo.

Físicos ou digitais, os blocos de montar apresentam-se como instrumentos potenciais para o processo projetual. Os blocos de montar constituem um repertório formal que varia de jogo para jogo, muitas vezes análogo à realidade, que resulta em um conjunto de soluções através de uma gramática própria. Além disso, eles podem comunicar, de forma imediata, noções sobre as formas, cores, materiais, tamanhos e proporções.

Mas, ainda que de forma comedida, os blocos de montar têm sido utilizados por projetistas, seja no meio acadêmico ou profissional. Por exemplo, têm-se as LEGO Towers e LEGO House projetadas pelo escritório de arquitetura BIG (Bjarke Ingels Group). No Brasil, pode ser mencionado o arquiteto Demetre Anastassakis, que possui uma ampla expressividade em projetos de habitações de interesse social, fazendo o uso dos blocos de montar LEGO para auxiliar na concepção projetual.

Em uma entrevista realizada com o arquiteto, ele menciona que foi decidido que, em seus projetos, o módulo projetual seria o quarto mais comum na casa brasileira – referente a uma pesquisa da USP – de 3m x 3m em planta, por 2,6 a 3m de pé direito. No fim dos anos 1990, de acordo com Anastassakis (2016), ele juntou-se com outros arquitetos e estudantes de diferentes áreas (arquitetura, engenharia, sociólogos, entre outros) e idealizou o grupo CoOperaAtiva,

com o propósito de concorrer a um concurso de habitação popular em São Paulo. Desde aquele momento, o grupo já utiliza o LEGO para a exploração do entendimento projetual.

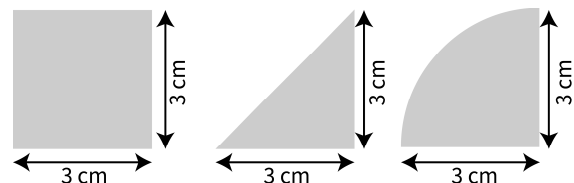
## Desenvolvendo um jogo para o projeto de residências mínimas

Com o objetivo de criar um material didático para ser utilizado em ateliê de projeto, foi desenvolvido, durante o segundo semestre 2016, pelos pesquisadores do Laboratório de Estudo Linguagens e Expressões da Arquitetura Urbanismo e Design (LEAUD), da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), um jogo, formado por blocos de montar, com peças fabricadas em uma impressora 3D, voltado para projetos arquitetônicos de residências mínimas.

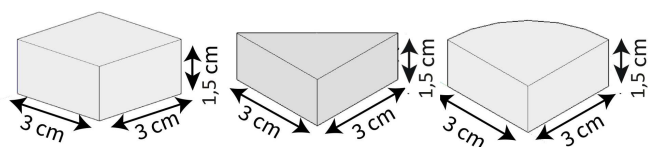
O desenvolvimento do jogo contou com duas fases principais: (1) concepção e (2) fabricação. A principal diretriz, era a exploração e a utilização de recursos de prototipagem rápida e de fabricação digital. Na fase de concepção, foram definidas as seguintes premissas projetuais: os blocos deveriam ser de simples montagem (podendo ou não ter encaixes) e de fácil transporte, para que pudessem ser realizados estudos volumétricos expeditos e modificáveis.

Como principal referência, foram adotados os jogos de Fröbel, devido à simplicidade de suas peças e à capacidade de mimese da realidade. Segundo Márquez (2012), esse jogo era uma fonte de inspiração arquitetônica para os arquitetos antes da LEGO lançar o encaixe de tubos e botões em 1958.

Com relação ao formato, foram concebidas três peças diferentes. (Figura 2). A primeira, trata-se de um prisma de base quadrada. As outras duas são resultantes da transformação dessa peça inicial. O triângulo parte da secção diagonal da peça quadrada, dando origem a um triângulo retângulo isósceles. Por fim, a peça curva é resultado da subtração de um quarto de círculo de raio 3cm. O prisma de base quadrada que deu origem as demais peças possui dimensões 3x3x1,5cm. (Figura 3). A peça triangular tem seus lados congruentes com 3cm e sua hipotenusa com 4,24cm.



**Figura 2:** Blocos projetados planta baixa. Fonte: dos autores.



**Figura 3:** Blocos projetados perspectiva. Fonte: dos autores

O prisma de base quadrada representa um quarto e a altura tem a dimensão de meio pavimento, onde está situado o plano imaginário que dá origem a planta baixa das edificações. As peças ainda podem ser rotacionadas, sendo que o prisma pode ser apoiado na sua face menor de 1,5cm. As peças triangulares podem formar as peças quadradas quando unidas pela hipotenusa e criar formatos mais alongados ao serem unidas pelos lados iguais. Para o desenho do jogo, foi adotada a escala 1:100, por ser de fácil manuseio e uma das mais usuais no contexto brasileiro, podendo ser medida até com uma régua, além do fato de existirem outros jogos que podem ser utilizados em outras escalas.

Um kit do jogo é composto por 16 peças. Pode-se falar, portanto, que a gramática do jogo parte de um vocabulário composto por três tipos peças que podem ser combinadas livremente face a face, não utilizando encaixes, sobrepondo uma peça a outra ou justapondo as mesmas. Há também que se destacar que, originalmente, o jogo não foi concebido nem com marcadores nem com cores. No entanto, tais elementos podem ser aplicados, gerando, por consequência, uma linguagem mais complexa.

## Prototipagem e fabricação do jogo

Os blocos de montar, inicialmente, foram fabricados em algumas versões de teste. O primeiro modelo foi bastante elementar, cortado em isopor. Uma segunda versão, foi empregada uma máquina corte a laser; para o modelo, foi utilizada a madeira Pinus, com espessura de 15 milímetros.

O uso dessa máquina, encontrada na própria instituição de ensino (Universidade Federal de Juiz de Fora), resultou em peças com um acabamento indesejado, devido a alguns fatores limitantes, tais como: o tipo da madeira utilizada, apesar de um custo acessível, tornou as peças irregulares uma vez que o Pinus é caracterizado pela presença de nós que, quando não previamente tratados, resultam em objetos com falhas; o maquinário disponível para o processo não possuía especificações que permitiam o corte preciso de peças com a espessura desejada para a modulação necessária aos blocos; e as peças cortadas à laser necessitam de acabamento com seladores e vernizes, por exemplo, sobretudo porque as laterais das peças ficavam muito queimadas.

Assim, a intenção da equipe em fabricar o protótipo de uma forma ágil e com fácil reprodução, além da possibilidade de rápida correção de erros e relação custo-benefício moderada, fez com que o projeto investigasse o uso da prototipagem rápida e digital através do processo de impressão 3D. Este processo é definido como FDM (*fused deposition modeling*) ou processo de modelagem por fusão e deposição. Através da impressora 3D, o processo pode ser acompanhado de perto pelos bolsistas, corrigindo e fabricando novamente as peças quase que instantaneamente.

As peças foram fabricadas em uma impressora nacional (Impressora 3D Stella) (Figura 4), de propriedade do grupo de pesquisa, o que reduziu os custos com maquinário. Além disso, o filamento utilizado permitiu a impressão de 16 peças

– correspondentes a um kit – com um gasto de, aproximadamente, 18 metros de material. De acordo com um cálculo simples, baseado no valor pago pelo quilo do material e pela quantidade utilizada do mesmo, estas peças resultaram em um custo de, aproximadamente, R\$8,00 (oito reais). Considerando a aplicação de um kit de peças por aluno em uma sala de aula com 15 estudantes, este gasto não ultrapassaria R\$120,00 (cento e vinte reais) em seu total. O processo de corte à laser permitiu um gasto um pouco inferior com a matéria-prima (madeira), no entanto, a necessidade de acabamento – lixas, seladores, verniz, tintas, pinceis etc. – resultaria em gastos adicionais, além de um tempo maior para que as peças pudessem ser, totalmente, finalizadas e só então utilizadas pelos estudantes.

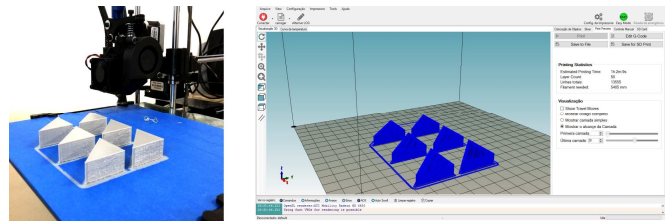


Figura 4: Fabricação das peças através da Impressora 3D Stella.  
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Apesar de serem necessários alguns testes com relação às dimensões que a impressora consegue fabricar com melhor precisão de acordo com diferentes configurações especificadas em seu *software* de fatiamento, o processo permite a participação direta dos integrantes da equipe durante a fabricação do projeto. Este fato facilita a rápida identificação de possíveis falhas na impressão.

Quanto ao material, há uma redução significativa de desperdícios, além da possibilidade de reciclagem, ao utilizar os polímeros na impressão 3D. O polímero selecionado foi o poliácido láctico (PLA). Esse tipo de filamento é derivado do amido de milho, sendo assim, um material biodegradável. Seu uso se dá em uma temperatura próxima à 195°C e seus índices de resistência a impactos são satisfatórios para a finalidade desejada. Além disso, as peças impressas podem ter controle de preenchimento, reduzindo o tempo e o gasto com o material, diferentemente do corte em madeira, que resulta em peças maciças e em pequenas rebarbas e pedaços de material inutilizados em outros cortes. Existem, ainda, possibilidades diversas com relação às cores e ao próprio material, que podem ser o politereftalato de etileno (PET), filamento flexível ou acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), se necessário for, por exemplo.

Outro fator importante para o uso da prototipagem digital é o uso de *softwares* de modelagem tridimensional com a tecnologia CAD (*computer aided design*) ou desenho assistido por computador para o desenvolvimento do projeto. Desenvolver o modelo virtualmente através do uso de CAD, também permite o ajuste de aspectos formais durante a modelagem, bem como otimização do tempo de desenvolvimento projetual e economia de materiais que

seriam aplicados em moldes ou modelos de teste. O processo de produção é acelerado, uma vez que correções podem ser feitas no modelo virtual de forma instantânea.

Assim, ao final do processo, obteve-se um kit do jogo formado por 16 peças impressas em PLA, monocromático e com acabamento bastante satisfatório, dispensando grande investimento de tempo em pós-processamento das peças, sobretudo pelo fato de terem sido concebidas sem encaixes.

## Workshop “Projetando residências mínimas com blocos de montar”: resultados e discussão

O principal objetivo do workshop intitulado “Projetando residências mínimas com blocos de montar” foi verificar algumas possibilidades e limitações do uso do jogo concebido e fabricado pelo grupo de pesquisa para a concepção de projetos de residências mínimas. Pode-se destacar que toda a organização do workshop esteve fundamentada na revisão de literatura sobre o projeto para residências mínimas e sobre o uso de jogos em contexto de ensino-aprendizagem. Tratou-se, portanto, de uma experiência de gamificação aplicada ao desenvolvimento de um projeto arquitetônico, da qual participaram 11 pesquisadores vinculados ao Grupo de pesquisa LEAUD/FAU/UFJF, sendo seis alunos do curso de graduação em arquitetura e urbanismo, uma pesquisadora graduada em design de interiores e quatro alunos do curso de mestrado em Ambiente Construído (PROAC/UFJF) (Figura 5). Todos já possuíam experiência prévia em projeto arquitetônico e/ou de design de interiores, seja acadêmico ou profissional. Somam-se, a esses participantes, os cinco organizadores do workshop (autores deste artigo), também pertencentes ao referido grupo de pesquisa, totalizando 16 pessoas envolvidas.

O workshop foi dividido em duas etapas principais: (1) Primeira etapa: apresentação do workshop, divisão dos grupos/formação das equipes, desenvolvimento da concepção projetual e apresentação dos resultados; (2) Segunda etapa: discussão e avaliação dos resultados, com a aplicação de um questionário. Durante a primeira etapa, os participantes foram divididos em quatro grupos. Observa-se que os organizadores não participaram desses grupos de trabalho, a fim de não influenciar os resultados. Na segunda etapa, o questionário foi aplicado de forma individual, mas a avaliação e a discussão dos resultados do workshop foram realizadas de forma coletiva.

Inicialmente, na primeira etapa, foram apresentados, aos participantes, os objetivos do workshop e a versão final do jogo prototipado em uma impressora 3D. Foi dada uma ênfase no vocabulário formal do jogo, bem como nas regras da sua gramática de formas. Os participantes foram informados que, por não possuir encaixes, as peças, para a criação dos volumes, deveriam ser unidas face a face, justapostas lateralmente ou sobrepostas. As 16 peças disponíveis para cada grupo poderiam ser rotacionadas livremente, desde que respeitados os giros de 90°, a fim de se manter as possibilidades dos contatos entre as faces.

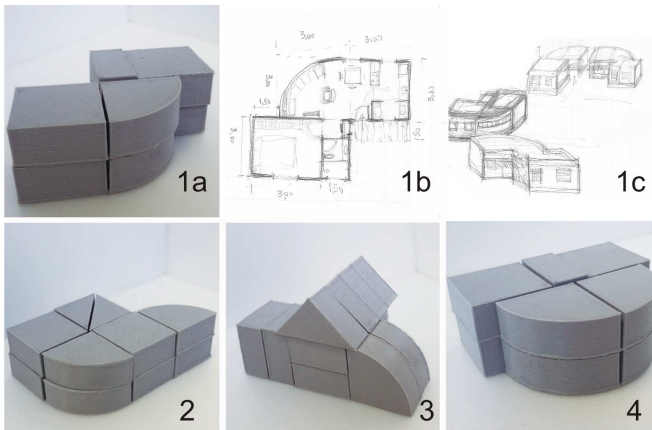
Após uma breve explanação sobre os projetos para residências mínimas, os quatro grupos iniciaram a experimentação do jogo, desenvolvendo uma concepção de um projeto arquitetônico, a partir da utilização dos blocos de montar. Nessa fase, foi solicitado aos participantes que, paralelamente à concepção dos volumes concebidos com o jogo, fossem desenvolvidos croquis da volumetria, plantas-baixa, desenhos de fachada, entre outros que julgassem necessários, a fim de evidenciarem o projeto em sua plenitude, além de notações com a explicitação dos materiais idealizados.



**Figura 5:** Realização do workshop com pesquisadores do LEAUD.  
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Pode-se observar que, primeiramente, houve uma certa desconfiança dos participantes no que diz respeito à quantidade de peças disponibilizadas por grupo no workshop. Porém, ao se familiarizarem com o tema e com o próprio jogo, os participantes compreenderam que a quantidade de peças era suficiente para a exploração formal das residências mínimas.

O workshop resultou em quatro projetos (Figura 6), concebidos em grupos (uma dupla e três trios), os quais foram apresentados, para todos os participantes e organizadores, durante a segunda etapa. Apesar de distintos em seus resultados volumétricos finais, os projetos contaram com alguns pontos em comum, dentre os quais destacam-se o partido de residências de um único pavimento térreo (com áreas que variaram entre 29,5m<sup>2</sup> a 45m<sup>2</sup>) e a utilização das peças curvas, que se fizeram presentes em todos os projetos. Apenas um dos projetos foi concebido pensando-se em uma cobertura de telhado cerâmico; os outros três grupos adotaram laje plana impermeabilizada em suas residências projetadas.



**Figura 6:** Projetos realizados com os blocos fabricados a partir da impressão 3D. Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Pode-se verificar que o jogo projetado constitui um mundo projetual próprio, o qual pode ser caracterizado como um mundo projetual volumétrico (Mitchell, 2008, p.61). É dentro desse mundo projetual estabelecido que os participantes poderiam explorar seus projetos. Portanto, cabe destacar que, se, por um lado, a utilização de blocos de montar mostra-se pertinente para o exercício lúdico do projeto de arquitetura e urbanismo, por outro, não se pode desconsiderar que ele, tal como outros mundos projetuais, impõe restrições formais, determinando, a priori, parte a volumetria a ser concebida. Se faz imperativo ter em mente, assim como assinalado por Mitchell (2008, p.69), que “o espaço de possibilidades formais a serem exploradas por um arquiteto é estabelecido a partir da seleção das unidades primitivas e dos axiomas de seu mundo projetual”.

Logo, pode-se perceber, que, devido a essa questão, os resultados formais se aproximaram uns dos outros. Pode-se dizer que os projetos, de certa forma, pertencem a uma mesma família, uma vez que foram projetados a partir de um mesmo vocabulário, com uma mesma gramática. O emprego de formas curvas é um exemplo da evidência da influência do vocabulário formal disponível para o projeto. Os participantes relataram ser sugestionados a utilizarem a peça que apresentava uma linha curva, na tentativa de buscarem soluções projetuais que escapassem do senso comum, da exploração formal que privilegia, prioritariamente, as linhas retas. Também, todos adotaram a escala 1:100 como sendo a escala adequada levando-se em consideração as dimensões das peças, a quantidade de peças disponibilizadas e o programa arquitetônico da residência mínima.

Cabe salientar que as peças projetadas permitiam a utilização das formas geométricas como volumes cheios (sólidos). Assim como Frank Lloyd Wright se valia dos blocos de Fröebel (Mitchell, 2008; Panet et al., 2006), os participantes do workshop puderam desenvolver seus projetos, ludicamente, a partir da exploração dos blocos disponíveis. Aliando-se a questão formal à funcional, ao implementar o mundo projetual dos blocos de montar, os participantes exploravam a setorização das residências, uma vez que, em projetos para

residências mínimas, as corretas relações entre os distintos setores se mostram imprescindíveis.

Mediante os resultados alcançados com o workshop e a avaliação dos participantes, verificou-se a pertinência do jogo composto pelos blocos de montar concebido pelo LEAUD para o projeto de residências mínimas. Ao final, todos mostraram-se satisfeitos com os resultados alcançados e motivados pela adoção do jogo no processo projetual. No entanto, alguns desdobramentos possíveis foram observados.

Em primeiro lugar, embora os participantes tenham aprovado a impressão das peças em PLA monocromático (todas as peças foram impressas na cor cinza, sem texturas), não sendo levados a estabelecer conexões entre as cores das peças e os possíveis materiais de acabamento da obra das residências, cogita-se a fabricação de uma nova versão do jogo empregando-se as cores como elemento pertencendo ao vocabulário; assim cada cor poderia estar associada a um cômodo de uma residência mínima e/ou a um material específico.

Em segundo lugar, foi aventada a possibilidade do desenvolvimento de peças com encaixes, os quais possibilitem uma maior variedade formal, como, por exemplo, a construção de volumes com peças em balanço. Esses encaixes já estão sendo estudados pelo grupo de pesquisa, o qual busca as melhores soluções, levando-se em conta o processo de fabricação por meio de impressoras 3D a base de polímeros.

Por fim, devido ao curto espaço de tempo destinado ao workshop (aproximadamente quatro horas), as peças disponíveis para os projetos já haviam sido fabricadas; há a possibilidade de ampliar o tempo do workshop, permitindo que os participantes alterem os parâmetros das peças do jogo disponibilizado em uma plataforma digital (o vocabulário formal pré-estabelecido) e imprimam suas próprias peças. Acredita-se que, assim, os participantes teriam ainda mais possibilidades projetuais e poderiam se valer, verdadeiramente, das potencialidades dos recursos de prototipagem rápida e de fabricação digital a serviço do projeto de arquitetura e urbanismo.

## Considerações Finais

Conforme buscou-se demonstrar neste artigo, a questão da residência mínima tem se apresentado como um dos grandes temas da agenda contemporânea dos campos da arquitetura e do urbanismo. Assim, há que se fazer um esforço para se buscar metodologias que deem respostas satisfatórias para esse tipo de projeto. É dentro desse contexto que o grupo de pesquisa LEAUD desenvolveu um jogo de blocos de montar, tendo como premissa básica a exploração dos recursos de fabricação digital e prototipagem rápida.

Cabe ressaltar que o uso de fabricação digital e prototipagem rápida se mostrou altamente eficiente pelo seu caráter ágil e de custo acessível. Através da impressão 3D em polímero, o projeto foi prototipado pelos próprios bolsistas, atingindo uma

alta qualidade de acabamento, dispensando um grande investimento em tempo com pós-processamento das peças.

Após a fabricação das peças, além de serem testadas pelos próprios pesquisadores, os limites e as possibilidades do uso das mesmas foram explorados em um workshop intitulado “Projetando residências mínimas com blocos de montar”. A partir das lacunas evidenciadas, algumas gerações de alternativas foram levantadas como proposta de aprimoramento para uma próxima versão do jogo.

Como fatores positivos da adoção do mundo projetual dos blocos de montar estão o caráter lúdico do exercício projetual a partir de um jogo, o desenvolvimento do projeto a partir de um material concreto e a rápida possibilidade de se fazer diferentes estudo volumétricos em curto espaço de tempo e a um baixo custo financeiro. Como limitações, foram apontadas, principalmente, as restrições formais decorrentes do repertório vocabular das peças que compõem o jogo, bem como o alto poder sugestivo das mesmas. Destaca-se, entretanto, que tais limitações são inerentes a praticamente qualquer mundo projetual.

Por fim, pode-se enfatizar que a utilização de jogos para concepção de projetos em geral, e não somente os voltados a residências mínimas, se faz bastante válido, uma vez que o caráter predominantemente lúdico contribui para o exercício da criatividade formal. Também se destaca que os recursos de fabricação digital e de prototipagem rápida têm muito a contribuir nos processos de projeto, sobretudo nos campos da arquitetura e do urbanismo.

## Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pelos recursos financeiros (TEC APQ 01041/14 e TEC PPM 00766/15) destinados à execução do projeto de pesquisa, do qual resultou este artigo. Também agradecemos ao CNPq e à Universidade Federal de Juiz de Fora por viabilizarem a apresentação deste artigo no XXI SIGraDi. Por fim, os autores agradecem a todos que participaram do workshop e que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste artigo.

## Referências

- Alexandre, C., & Sabbatini, M. (2013). A contribuição dos jogos digitais nos processos de aprendizagem. In V Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação, Recife. Anais... Recife: UFPE. Disponível em [goo.gl/V4T7dq](http://goo.gl/V4T7dq).
- Alves, F. (2015). Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras. São Paulo: DVS Editora.
- Anastassakis, D. (2016). Sobre a utilização dos blocos de montar LEGO. Entrevista concedida ao LEAUD, por e-mail. (Inédito).
- Apartamentos menores ganham cada vez mais destaque na capital paulista. (2016). Disponível em <http://g1.globo.com/especial-publicitario/zap/imoveis/noticia/2016/02/apartamentos-menores-ganham-cada-vez-mais-destaque-na-capital-paulista.html>.
- Braida, F. et al. (2016). Projetando com blocos de montar digitais: possibilidades e limitações do jogo LEGO digital designer. In XX

- Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, Buenos Aires. Blucher Design Proceedings. São Paulo: Editora Blucher, 2016. v. 3. p. 244-251.
- Burke, B. (2015). Gamificar: como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias. São Paulo: DVS Editora.
- Carneiro, L., Valente, G., & Batista, H. G. (2017). Exemplos de plantas de apartamentos de dois quartos ao longo das décadas. Disponível em [goo.gl/SivoiP](http://goo.gl/SivoiP).
- Echavarría, P. (2005). Arquitectura portátil: entornos impredecibles. Barcelona: Structure.
- Fröebel gifts. (2013). Site. Disponível em <http://froebelgifts.com/method.htm>.
- Huizinga, J. (2007). Homo ludens: o jogo como elemento da cultura. São Paulo: Perspectiva.
- Imóveis de um dormitório ficam cada vez menores. (2013). Revista Zap em Casa. Disponível em <https://revista.zapimoveis.com.br/imoveis-de-um-dormitorio-ficam-cada-vez-menores/>.
- Márquez, L. (2012). LEGO completa 80 anos e permanece arquitetonicamente impressionante. ArchDaily Brasil. Disponível em <http://www.archdaily.com.br/73619/lego-completa-80-anos-e-permanece-arquitetonicamente-impressionante>.
- Mayer, R. (2012). A gramática da habitação mínima: análise do projeto arquitetônico da habitação de interesse social em Porto Alegre e Região Metropolitana. (Tese de Doutorado). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Mendes, L. T. (2014). Personalização de habitação de interesse social no Brasil: o caso da implantação urbana em conjuntos habitacionais. (Tese de Doutorado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Mitchell, W. J. (2008). A lógica da arquitetura: projeto, computação e cognição. Campinas: Editora da UNICAMP.
- Neufert, E. (1990). Arte de projetar em Arquitetura. São Paulo: Gustavo Gili.
- Ostrower, F. (2008). Criatividade e processos de criação. (23. ed.) Petrópolis: Vozes.
- Panet, A. et al. (2006). Modulação de Frank Lloyd Wright. In Colóquio de Pesquisas em Habitação. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil. Disponível em <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/coloquiomom/comunicacoes/p Janet.pdf>.
- Pina, S. A. M.; Borges Filho, F.; Marangoni, R. F. (2011). Maquetes e modelos como estímulo à criatividade no projeto arquitetônico. In Kowaltowski, D. C. C. K. et al. (orgs.). O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia. (pp.109-123). São Paulo: Oficina de Textos.
- Santos, V. R. (2014) Jogos na escola: os jogos nas aulas como ferramenta pedagógica. Petrópolis/RJ: Vozes.
- Rocha, M. S. P. M. L. (2009). A atividade lúdica, a criança de 6 anos e o ensino fundamental. Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional, 13(2),203-212. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/pee/v13n2/v13n2a02.pdf>.
- Vasconcelos, C. Q. (2011). Análise da funcionalidade e de ergonomia em habitações compactas. (Dissertação de mestrado). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Volpato, G. (2002). Jogo e brinquedo: reflexões a partir da teoria crítica. Educ. Soc., Campinas, 23(81), 217-226. Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br/>.