

## Construção modular: *startup* apresenta sistema construtivo inovador e jornada do cliente disruptiva para o mercado imobiliário

**Paulo Sérgio Ferreira de Oliveira**

<sup>1</sup>Mestrando do programa ConstruINOVA – Núcleo de BIM  
Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, Brasil.  
E-mail: psfoliveira@uol.com.br

### RESUMO

Ao contrário da indústria, o setor da construção não tem se beneficiado da digitalização, no que diz respeito a processos, inovação e produtividade. A construção tradicional é cercada de incertezas, com problemas de qualidade, muitas vezes gerando aumento de custos e atrasos nos prazos das obras. A construção modular apresenta-se como uma solução para esses problemas, possibilitando a compressão de prazos, a redução de custos, além de maior qualidade, desempenho e previsibilidade. Este artigo tem como objetivo apresentar o conceito e a proposta de valor de uma *startup* em construção modular, com sistema construtivo híbrido, inteligente, rápido e eficaz, a partir de módulos volumétricos (3D) e painéis (2D). Além disso, a *startup* oferece, como principal inovação e diferenciação, uma jornada do cliente disruptiva e inédita no mercado imobiliário (pedido de patente protocolado junto ao INPI), que tem início no processo de venda, assistido por arquiteto habilitado, utilizando *software* de realidade virtual 3D, permitindo que o futuro proprietário escolha o produto e participe da customização, incluindo a seleção dos *kits* de acabamentos, iluminação, automação, climatização e também dos acessórios. O sistema computacional gerará automaticamente o orçamento, o memorial descritivo e da minuta de pré-contrato de compra e venda, bem como o acompanhamento remoto, por aplicativo mobile e em tempo real, da fabricação dos módulos (*off-site*) e da montagem da edificação no terreno (*on-site*), com atualização das imagens e do cronograma físico-financeiro (previsto x realizado). O propósito é transformar a construção em uma indústria moderna e eficaz e fazer da jornada do cliente uma experiência única. O mercado alvo compreende o segmento imobiliário residencial de casas de médio e de alto padrão. Os clientes-alvo são as loteadoras e incorporadoras interessadas na venda integrada de lotes e de casas modulares, financiados na mesma operação.

**Palavras-chave:** construção modular; construção *off-site*; BIM; jornada do cliente; pré-construção.

## **Modular construction: startup presents innovative construction system and disruptive customer journey to the real estate market**

### **ABSTRACT**

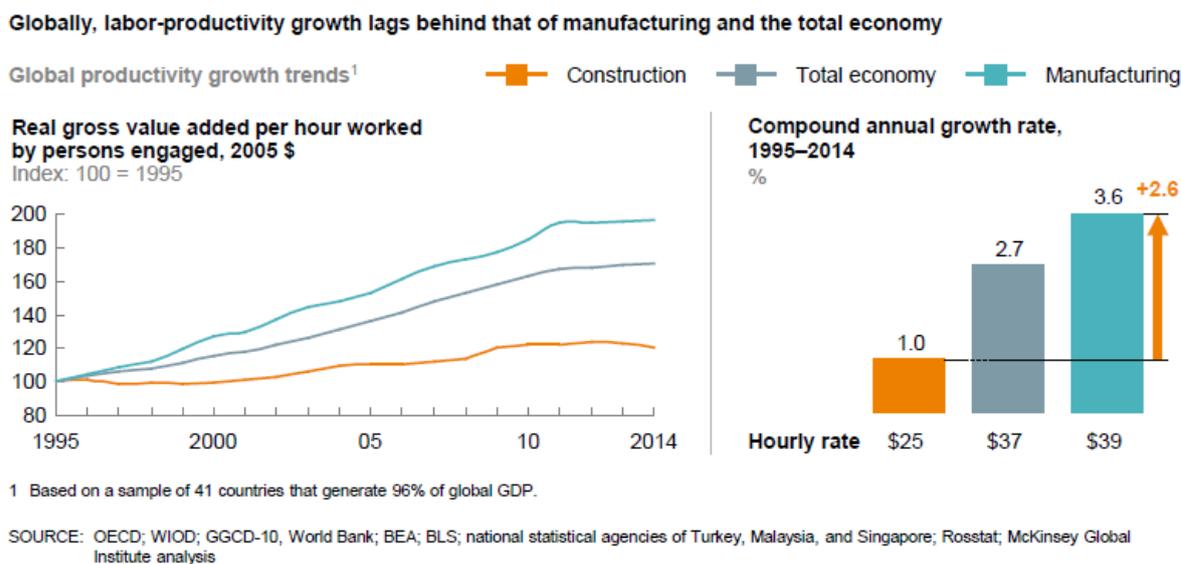
Unlike the industry, the construction sector has not benefited from digitalization, with regard to processes, innovation and productivity. Traditional construction is surrounded by uncertainties, with quality problems, often leading to increased costs and delays in the construction deadlines. Modular construction presents itself as a solution to these problems, making it possible to compress deadlines, reduce costs, in addition to higher quality, performance and predictability. This article aims to present the concept and the value proposition of a startup in modular construction, with a hybrid, intelligent, fast and effective construction system, using volumetric modules (3D) and panels (2D). In addition, the startup offers, as its main innovation and differentiation, a disruptive and unprecedented customer journey in the real estate market (patent application filed with the INPI), which starts in the sale process, assisted by a qualified architect, using 3D virtual reality software, allowing the choice of the product by the future owner, his participation in customization, including the choice of finishing kits, lighting, automation and air conditioning, as well as accessories. The computational system generates the automatic budget, the description of finishes and the draft of the pre-sale contract, as well as remote monitoring, by mobile application and in real time, of the manufacture of the modules (off-site) and the assembly of the building on-site, with updating of the images and of the schedule (planned vs. realized). The purpose is to transform construction into a modern and effective industry and make the customer's journey a unique experience. The target market comprises the residential real estate segment of medium and high standard houses. The target customers are the developers interested in the integrated sale of land and modular houses, financed in the same operation.

**Key-words:** modular construction; off-site construction; BIM; customer journey; pre-construction.

## 1. INTRODUÇÃO

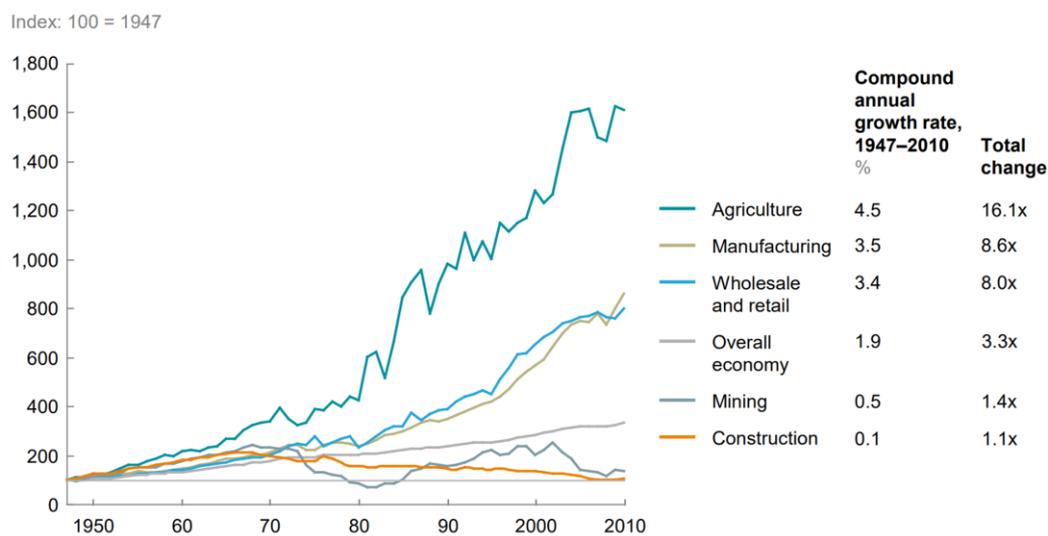
A maioria dos setores industriais sofreu grandes mudanças nas últimas décadas, colhendo os benefícios das inovações em processos, produtos e produtividade. Contudo, o setor de construção tem hesitado em abraçar as últimas oportunidades tecnológicas. Nesta direção, o relatório da McKinsey de fevereiro de 2017, “*Reinventing construction: a route to higher productivity*” (BARBOSA et al., 2017), mostrou que nas últimas duas décadas o crescimento médio da produtividade da mão-de-obra na construção mundial foi de apenas 1% ao ano, em comparação a um crescimento de 2,8% no total da economia global e de 3,6%, no caso de todo o setor de manufatura. A Fig. 1, extraída deste relatório mostra a evolução da produtividade dos setores de manufatura e construção, de 1995 a 2014.

*Figura 1: Evolução da produtividade dos setores de manufatura e de construção*



Este mesmo relatório destaca que, nos Estados Unidos, de 1947 a 2010, a produtividade no setor de construção ficou estagnada, em contraste com o aumento expressivo registrado nos setores de manufatura, mineração, agricultura, atacado e varejo (Fig. 2).

**Figura 2: Evolução da produtividade dos setores agricultura indústria, atacado e varejo e de construção nos EUA, de 1947 a 2010**



Olhando por outra perspectiva, a população mundial cresce a uma taxa aproximada de 200 mil habitantes por dia, nos grandes centros urbanos (*World Economic Forum e Boston Consulting Group, 2016*). Este crescimento impõe a necessidade de prover infraestrutura social, para habitação, transporte, saúde, educação e serviços públicos para toda essa população. No Brasil somente no setor habitacional, o déficit habitacional de 7,8 milhões de moradias em 2019, deverá saltar para 30,7 milhões de unidades (GONÇALVES, 2020)! O fato é que a construção tradicional não tem conseguido gerar ganhos de produtividade suficiente para começar a equacionar problemas desta magnitude.

Por este motivo, consultorias internacionais como a McKinsey, Deloitte e KPMG, bem como o Fórum Econômico Mundial, têm batido forte no setor de construção, por estar “empurrando para baixo” a produtividade global. Sabe-se que a construção tradicional não possui previsibilidade de custos e prazos, sendo também suas características comuns, o desperdício, o retrabalho e deficiências de qualidade, por falhas de projeto e de execução.

Com os avanços na impressão 3D, realidade virtual e aumentada, BIM, IoT, automação, robôs e drones autônomos, o modelo tradicional de construção está gradualmente dando lugar a sistemas industrializados e ao subgrupo denominado construção modular. Trata-se do processo de conceber, projetar e produzir componentes e módulos de uma casa ou edifício em uma fábrica, sob condições controladas, transportando-os até o local da obra, explorando conceitos e práticas avançadas de logística e integração da cadeia de valor, de forma planejada, controlada, segura, eficaz e muito rápida.

Diante deste contexto, o autor e um grupo de sócios com ampla experiência no setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), decidiram planejar e desenvolver uma *startup* em construção modular, com sistema construtivo predominantemente *off-site*, híbrido, inteligente, rápido e eficaz, a partir de módulos volumétricos (3D) e painéis (2D), para explorar o mercado

habitacional. A transformação digital proporcionada pela Indústria 4.0, tem como mote a experiência do cliente. Por este motivo, mais do que um sistema construtivo inteligente, a *startup* oferece como principal inovação e diferenciação, uma jornada do cliente disruptiva e inédita no mercado imobiliário, que também será detalhada neste artigo.

## 2. A OPORTUNIDADE

A origem da oportunidade se deu pela provocação de um fundo de investimento proprietário de uma loteadora que estava registrando dificuldades para venda de lotes em condomínios fechados, antes da pandemia de COVID-19. Ainda que pesasse a crise econômica naquele momento, uma pesquisa contratada por este fundo constatou que o cliente foge da aquisição de lotes e prefere adquirir imóveis prontos, novos ou usados, pela insegurança no cumprimento dos custos e prazos contratados, por parte da construtora que edificará a sua residência. A provocação e a oportunidade, portanto, residem na fabricação e montagem rápida de casas industrializadas, para que a loteadora possa explorar a venda integrada de lotes com casas, na mesma operação financeira. Destaca-se que o autor já passou por esta experiência, tendo dirigido o projeto e a construção de mais de trinta casas industrializadas, em condomínio fechado de alto padrão, quando vilas de casas eram entregues em cerca de quatro meses e meio. Cabe destacar que, de acordo com Associação Brasileira de Incorporadoras (ABRAINIC), em consequência da pandemia, o setor de loteamentos registrou um crescimento de vendas de 69,7% em 2020.

Conforme pesquisa de mercado feita pela AELO, SECOVI-SP e BRAIN, usando como base apenas as empresas loteadoras associadas da AELO, em 2019 foram lançados mais de 50.000 lotes e vendidos 69.875, com consequente consumo do estoque. Cerca de 28% deste total se refere a lotes em condomínios fechados, ou seja, 19.565 unidades. Se considerarmos que, em cinco anos 30% das casas construídas pela construção tradicional serão atendidas pela construção modular, ou 5.869 unidades, cujo valor de venda de casas com área média de 250m<sup>2</sup>, geraria um VGV da ordem de R\$ 7,8 bilhões (vide Tabela 1).

Tabela 1: Potencial de mercado estimado para casas modulares, em condomínios fechados

Dados de Mercado		Unidades	Valor
Número de lotes lançados em 2019		50.475	-
Número de lotes vendidos em 2019		69.875	-
Número de lotes vendidos em condomínios fechados	28%	19.565	-
VGV estimado para casas (250m <sup>2</sup> ) em condomínios fechados	28%	19.565	R\$ 25,9 bilhões
Potencial substituição de casas tradicionais por casas modulares	30%	5.870	R\$ 7,8 bilhões

É crível considerar esta estimativa, uma vez que a construção modular dobrou de tamanho no mundo nos últimos cinco anos e deverá crescer a uma taxa de 6,9% ao ano, até 2023, segundo a consultoria internacional Markets&Markets.

Destaca-se que a construção modular tem potencial para reduzir até 20% dos custos e até 50% dos prazos, além da redução expressiva dos resíduos produzidos pela construção tradicional (BERTRAM et al., 2019). Há, portanto amplas vantagens para a construção modular no combate ao desperdício e à ineficiência na gestão de interfaces e ainda, para a realização de tarefas que requerem empenho de grande quantidade de mão de obra. Ainda para enfatizar a oportunidade em questão, algumas das vantagens da construção modular, em relação à construção tradicional, são:

- Maior controle do projeto e da construção (fabricação e montagem);
- Rapidez, previsibilidade e segurança da entrega;
- Concentração de atividades em ambiente industrial (*off-site*);
- Maior tecnologia e inovação embarcada nos produtos;
- Montagem rápida (*on-site*);
- Maior flexibilidade e adaptabilidade às necessidades dos clientes;
- Qualidade e desempenho superiores;
- Edificações mais eficazes e sustentáveis.

Feitas estas considerações e avaliando-se o potencial de mercado, optou-se pela exploração da oportunidade, através do planejamento e desenvolvimento da *startup*, criada em fevereiro de 2020, com foco no mercado residencial de casas de médio e alto padrão. Os clientes-alvo são as incorporadoras, as loteadoras e os fundos de investimento, interessados na venda integrada de lotes com casas. Estes clientes tomam o risco de crédito e financiam os futuros proprietários, remunerando a *startup* para a fabricação, montagem e entrega das casas modulares.

### 3. CONCEITOS E PREMISSAS

A construção modular tem como embasamento uma forte concentração de atividades em ambiente industrial (*off-site*), com processos padronizados e controlados e o mínimo possível de atividades no canteiro de obras (*on-site*), onde problemas decorrentes, sobretudo, de condições climáticas e da gestão de grande contingente de mão de obra direta, geram frequentemente atrasos, retrabalho e aumento de custos.

A primeira etapa, que tem fundamental importância é a pré-construção, quando todas as soluções de engenharia e o projeto são desenvolvidas e ainda, o planejamento detalhado e o plano de ataque, ou seja, realiza-se o planejamento de todo o processo, num nível de detalhe elevado, simulando tudo o que acontecerá nas etapas subsequentes. Todas as atividades subsequentes, compreendendo, planejamento da fabricação e montagem, aquisição e suprimento, etapa de fabricação (*off-site*), transporte e montagem (*on-site*) são integradas pela logística, conforme ilustrado na Fig. 3.

O estoque intermediário nem sempre é necessário e, se possível, deverá ser evitado, de forma a racionalizar ao máximo o processo. A logística e o suprimento são de alto nível e atuam conforme os setores mais modernos da indústria com planejamento apurado, garantindo o fluxo ágil e contínuo na cadeia de valor. São empregados conceitos, tais como: lote econômico, logística reversa, *procurement*, *supply chain* e alianças estratégicas com fornecedores, sempre buscando a sincronização da cadeia de valor, agilidade, flexibilidade e redução de estoques, numa operação *just-in-time*, com a perspectiva de agregação de valor para toda a cadeia produtiva. Com isso, os riscos de implementação do projeto são reduzidos devido ao aumento de eficácia e confiabilidade dos processos construtivos, com consequentes ganhos de produtividade, menor necessidade de planos de contingência e melhoria da qualidade do produto final.

**Figura 3: Fluxo das principais atividades envolvidas em um processo de construção modular**



A *startup* se apresenta como uma integradora de construção modular, com engenharia e projeto embasados em três fundamentos: pré-construção, *fast construction* e projeto integrado em BIM, com equipes de projeto definidas, a cada novo projeto, e constituídas por projetistas especializados, consultores e fabricantes de componentes industrializados. A escolha dos componentes da equipe de projeto considera as características e tipologia do produto a ser desenvolvido.

O emprego da pré-construção se justifica por ser a forma mais ágil e econômica de se chegar ao produto pretendido. Busca-se a redução de riscos, a antecipação de incertezas de projeto, a garantia da construtibilidade e a minimização de mudanças. Ferramentas como *target costing*, engenharia e análise do valor (EAV) e *lean construction* são frequentemente utilizadas, como importantes aliadas para a máxima racionalização do projeto, de forma que o produto apresente o desempenho esperado, com qualidade e se enquadre dentro das métricas de custo e do prazo de fabricação e montagem definidos para o mesmo.

O BIM promoveu a colaboração digital e o uso de dados ao longo do ciclo de vida de uma edificação, inserindo o setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) no universo digital, criando uma metodologia de gestão de projetos integrada e colaborativa, explorando as competências multidisciplinares dos profissionais da equipe de projeto. Com o modelo da edificação em BIM, pode-se agregar valor substancial aos projetos. Ganhos de tempo e avanços consideráveis na montagem são obtidos através da simulação, sequenciamento e visualização de animações em 3D, garantindo que as peças acabadas, componentes e módulos tenham dimensões e fabricação precisos e que se encaixem perfeitamente. Muito além da questão espacial, o planejamento e a gestão do tempo (4D), pode incluir informações sobre quanto tempo leva para o fornecimento de cada componente, ao longo da cadeia de valor, racionalizando o estoque, bem como o tempo dispendido para fabricar um determinado produto, na sequência exata em que os componentes devem ser instalados e ainda, o tempo necessário para a montagem, também de acordo com a ordem correta dos módulos e painéis.

Isso gera segurança e eficácia muito maiores no planejamento e controle do tempo. Apesar disso, o 4D não elimina a necessidade de profissionais de planejamento estarem engajados e proativos na equipe de projeto, fazendo os devidos controles e ajustes, diante de eventuais desvios.

Com o 5D é possível extrair informações precisas de custo do modelo BIM, que podem estar associadas a diversos dados sobre os componentes, incluindo o custo de aquisição de insumos e o tempo para a sua efetiva instalação, mas não se limitando a isso. Os gestores podem extrair automaticamente quantidades e custos, derivados de componentes do modelo, para gerar e atualizar o orçamento de um produto ou empreendimento, por exemplo. Fazer o rastreamento e a gestão de gastos previstos e realizados também passa a ser uma tarefa muito mais fácil, lembrando que a precisão sempre dependerá da qualidade das informações inseridas no sistema.

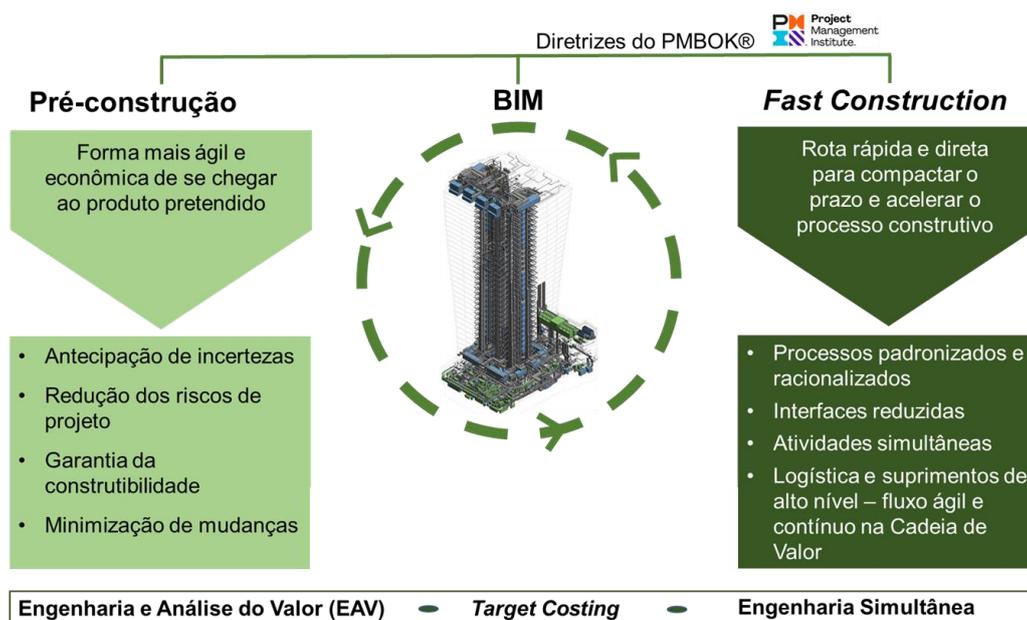
Através da integração com o BIM, o orçamento da casa modular será emitido instantaneamente pelo sistema computacional anteriormente mencionado, após a escolha do modelo da casa pelo futuro proprietário, incluindo os acabamentos, *kits*, móveis e eletrodomésticos.

O BIM 6D permite a inserção de informações referentes ao ciclo de vida do empreendimento, possibilitando uma gestão racional e eficaz dos ativos. Isso permite o eventual diagnóstico do desempenho dos diversos componentes, bem como a sua substituição planejada. Através do BIM 6D faz-se ainda a programação de atividades de manutenção, de forma inteligente, para o bom desempenho da operação ao longo de sua vida útil. A decisão de um *retrofit*, da modernização do ativo, ou mesmo de sua reposição, quando as intervenções de manutenção forem antieconômicas ou os sistemas existentes se mostrarem ineficientes também é mais lógica e racional.

Maiores avanços têm sido obtidos através do emprego adequado do IFC (*Industry Foundation Classes*), que é um formato de arquivo aberto, que tem a finalidade de permitir o intercâmbio de informações de um modelo entre diferentes aplicativos BIM, desde a concepção do projeto.

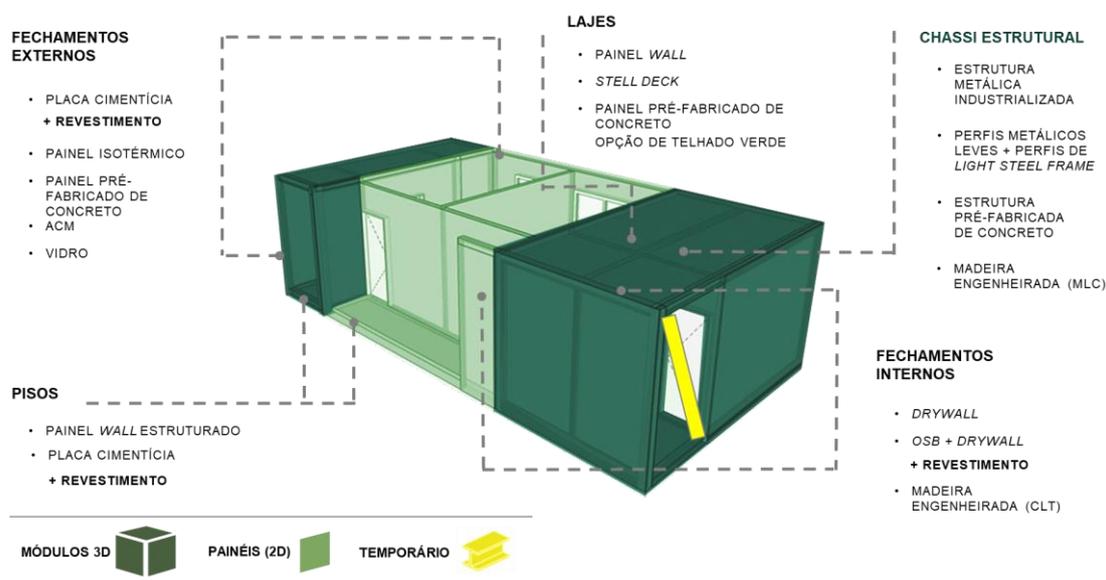
A *fast construction* é a rota mais rápida e direta para se compactar o prazo e acelerar o processo construtivo. O trabalho se concentra na padronização e racionalização de processos, na redução de interfaces, na engenharia simultânea, aplicando-se o paralelismo de atividades (contrapondo-se às atividades consecutivas da construção tradicional). Através dos esforços de pré-construção, *fast construction* e da Modelagem da Informação da Construção (BIM) podemos agregar valor substancial aos projetos. A *startup* também faz uso do PMBOK e das melhores práticas de gestão de projeto do PMI, conforme Fig.4.

**Figura 4: Principais fundamentos de engenharia e projeto da startup**



A *startup* utiliza um modelo híbrido, através de módulos volumétricos (3D) e painéis (2D), com sistema construtivo aberto, explorando a generosidade da construção modular, que permite a composição de diferentes tipos de painéis de vedação interna e externa, de pisos e de cobertura e ainda, de chassi estrutural. A melhor solução é definida para cada projeto, conforme a tipologia do produto, premissas para o desenvolvimento do projeto, custos e prazo necessário para a fabricação e montagem.

**Figura 5: Sistema construtivo modular híbrido da startup, com módulos 3D e 2D e opções para chassi estrutural e painéis, conforme a tipologia e características do produto**



Uma vez que o conceito da *startup* considera o máximo possível de atividades *off-site*, a opção pela utilização de um modelo híbrido, com módulos 3D e 2D, conforme Fig. 5., justifica-se por evitar a redundância de elementos estruturais, uma vez que os painéis se apoiam nos módulos volumétricos e também pela racionalização dos custos de frete, pela acomodação, na mesma carreta, de módulos 3D e 2D.

## 4. A INOVAÇÃO PROPORCIONADA NA JORNADA DO CLIENTE

No desenvolvimento do planejamento estratégico, a experiência do cliente, que está no cerne da Indústria 4.0, é única e disruptiva. Através de uma plataforma, composta por metodologia e sistema computacional específico, o processo busca o equilíbrio entre os ganhos da fabricação seriada e a personalização do produto. Este processo compreende as etapas de escolha, customização do produto, geração e ajuste do orçamento, venda, bem como o acompanhamento da fabricação dos módulos e da montagem pelo futuro proprietário, remotamente. Durante o período de garantia, usando a mesma plataforma, o proprietário poderá solicitar serviços de manutenção. Finalizado o período de garantia, ele também poderá contratar a prestação de serviços de manutenção, adquirir componentes, acessórios e novos módulos, por exemplo, a inclusão de uma suíte, ou ainda, comprar novos produtos da *startup*.

A comercialização será efetuada no *stand* de vendas localizado no loteamento onde as casas serão montadas. Este *stand* será, na realidade, uma casa de *showroom*, que é um dos modelos de casa fabricados pela *startup*, evitando custos com montagem e demolição de *stand*. Posteriormente, a casa do *showroom* será comercializada.

A venda, assistida por um arquiteto devidamente habilitado e com CRECI, tem início através de uma ferramenta de projeto de arquitetura imersiva, através de *software* específico de realidade virtual 3D (Fig. 6). O futuro proprietário poderá escolher o modelo da casa e a planta da mesma, definindo a melhor composição de módulos, conforme as suas necessidades (as plantas possuem variações). Após isso, o arquiteto implanta a casa virtualmente no terreno escolhido, permitindo a sua imediata visualização e alterações rápidas, proporcionando flexibilidade e agilidade para contemplar as necessidades e preferências do futuro proprietário, incluindo: tipo, cor e textura da fachada, *kits* de revestimentos e acabamentos, *kits* de lazer, de climatização, de automação e de energia fotovoltaica, além de opcionais, tais como: móveis, armários planejados e eletrodomésticos.

Feitas todas as escolhas, em tempo real, o sistema computacional apresenta o orçamento do produto. O arquiteto auxilia o futuro proprietário a buscar uma configuração que possibilite a convergência de suas necessidades com seu orçamento pessoal. Após a definição e ajustes da solução, o sistema emite o orçamento revisado, o memorial descritivo de acabamentos e a minuta do pré-contrato de compra e venda.

Assinado o pré-contrato, o futuro proprietário receberá na hora o modelo de sua casa, produzido no *showroom* por uma impressora 3D, bem como a licença para a instalação e uso de um App *mobile* da *startup*, através do qual ele poderá acompanhar, em tempo real, o processo de fabricação dos módulos (*off-site*) e de montagem de sua casa no terreno (*on-site*), com a atualização das imagens e do cronograma, com total transparência.

A casa modular será entregue com os acabamentos, opcionais e *kits* escolhidos, conforme o preço fechado e no prazo máximo de 120 dias, após a aprovação do projeto pela municipalidade.

**Figura 6: Espaço do showroom voltado à experiência do cliente, com venda assistida por arquiteto especializado e sistema computacional com software de realidade virtual 3D**



Através do App *mobile*, na etapa pós-obra, com a unidade já finalizada, o cliente recebe uma mensagem para agendar a entrega da sua unidade. A vistoria e o eventual *check-list*, quando necessário, também serão efetuados através do aplicativo. Uma vez eliminadas as pendências, o cliente recebe as chaves e o manual do proprietário.

## 5. DRIVERS DE INOVAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS E DA OPERAÇÃO

O principal *driver* de inovação é a metodologia e o sistema computacional referentes à jornada do cliente, que foram objeto do protocolo de um pedido de patente junto ao INPI, visando a proteção do conceito do negócio. Outros *drivers* são os ganhos de produtividade, de desempenho, de qualidade, de durabilidade e de sustentabilidade.

A sustentabilidade é prioridade da *startup*, inclusive na sua perspectiva econômica. Os produtos são projetados para atender padrões de elevada eficácia hidroenergética, geram 80% menos de resíduos em sua produção e consomem muito menos água e energia para serem produzidos, em relação aos produtos da construção tradicional. O projeto considera materiais e componentes adequadamente escolhidos e questões relativas à ventilação natural e iluminação, também considerando a composição de uma edificação sustentável. A fabricação e montagem têm baixa geração de ruído e de poeira e os produtos possuem menor custo de manutenção e operação. A *startup* adota como padrão, a entrega das casas com sistema de aquecimento solar, sistema de coleta e reuso de água de chuva e com infraestrutura para energia fotovoltaica, climatização e automação dos seus principais sistemas eletro-eletrônicos, de HVAC e de energia fotovoltaica.

A fabricação dos módulos 3D e 2D é feita em linha de produção industrial (*off-site*), com processos padronizados e controlados, o que gera produtividade e fluxo otimizado de equipes, de componentes industrializados e de matérias-primas.

A modularização proposta é a mais sofisticada e completa possível, com o uso de painéis acabados interna e externamente, com *kits* prontos de instalações hidráulicas e chicotes elétricos embutidos. São utilizados *kits* hidráulicos prontos, sistema PEX, chicotes e conectores elétricos, permitindo uma instalação rápida, segura e limpa, sem fita isolante, no conceito *plug & play*.

O sistema de instalação elétrica escolhido pela *startup* é inteligente, com sistema de iluminação acionado em 24V, gerando menor campo magnético, em benefício da saúde dos moradores, permitindo ainda cenários de iluminação programados pelo proprietário. Este sistema pode ser facilmente integrado à automação. As saídas hidráulicas são horizontais, evitando-se furos em lajes. A engenharia é de precisão e tem compromisso com a qualidade e desempenho. A manutenção é desenhada para ser rápida e funcional, com *shafts* e canaletas externos, de forma a evitar que o cliente seja incomodado, numa eventual manutenção.

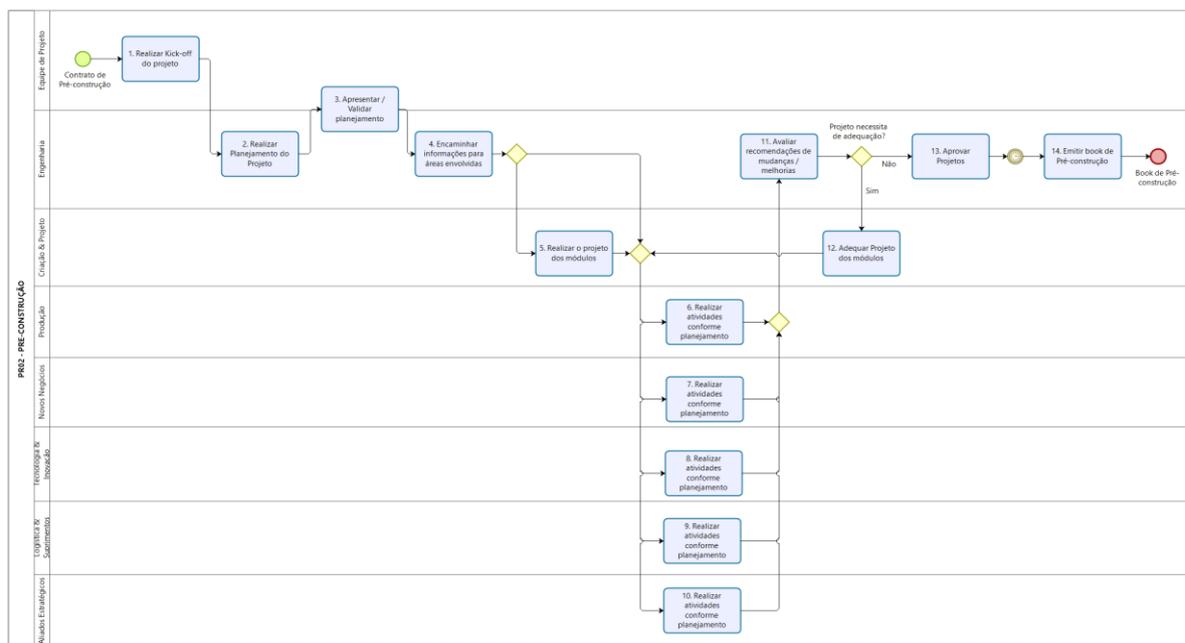
A estrutura da empresa atende aos preceitos *lean*. A equipe de sócios compõe um rico portfólio de habilidades e competências complementares. Visando soluções robustas de engenharia e projeto, alianças estratégicas são estabelecidas, projeto a projeto, com consultores especializados, projetistas, bem como com fornecedores e fabricantes de componentes industrializados.

No *roadmap* da *startup*, também está desenhado o uso de sensores e a captura de dados que poderão ser explorados para apoiar o cliente de diversas formas, incluindo questões relacionadas à melhora do consumo de água, de energia elétrica e à manutenibilidade.

Quanto à aquisição de clientes, está previsto um significativo investimento em marketing digital, eventos e a expansão das alianças estratégicas. Neste contexto, o atendimento e o relacionamento com o cliente será sempre prioridade, para que a experiência de compra e uso dos produtos sejam sempre os melhores possíveis.

Os processos foram desenhados para a máxima eficácia operacional e também para que a operação seja escalável e passível de franquia, conforme exemplifica a Fig. 7.

**Figura 7: Desenho de processos – etapa de pré-construção**



## 6. O IMPACTO DA EXPERIÊNCIA DO CLIENTE

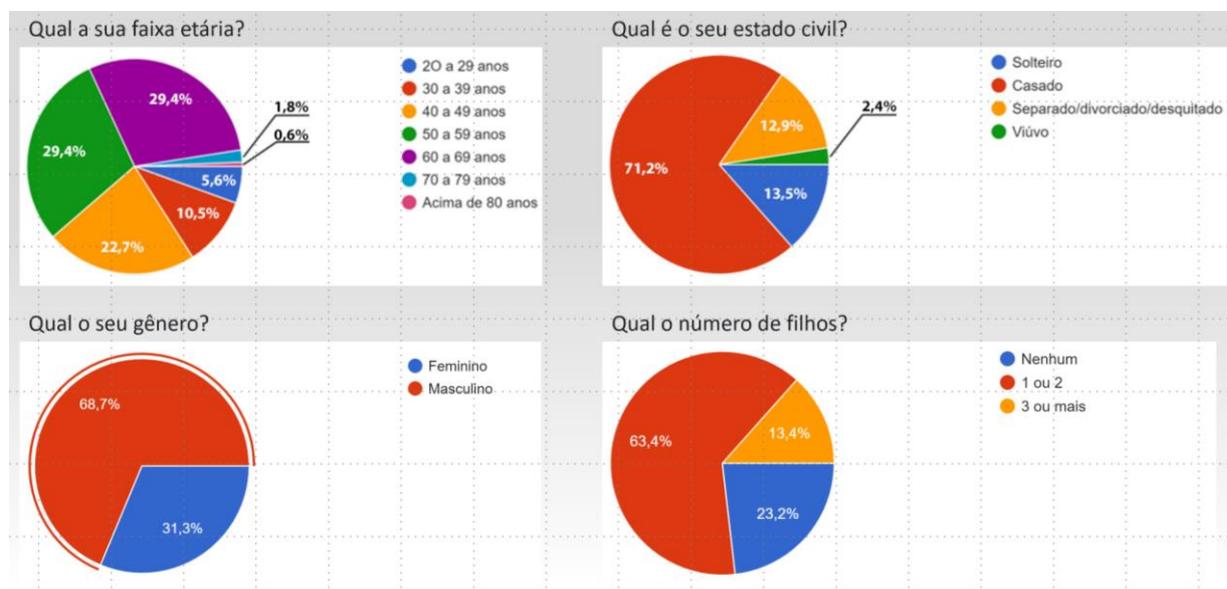
Realizamos uma pesquisa de mercado, utilizando o Google Forms, com foco no público-alvo, para avaliar o impacto da experiência do cliente, sobre:

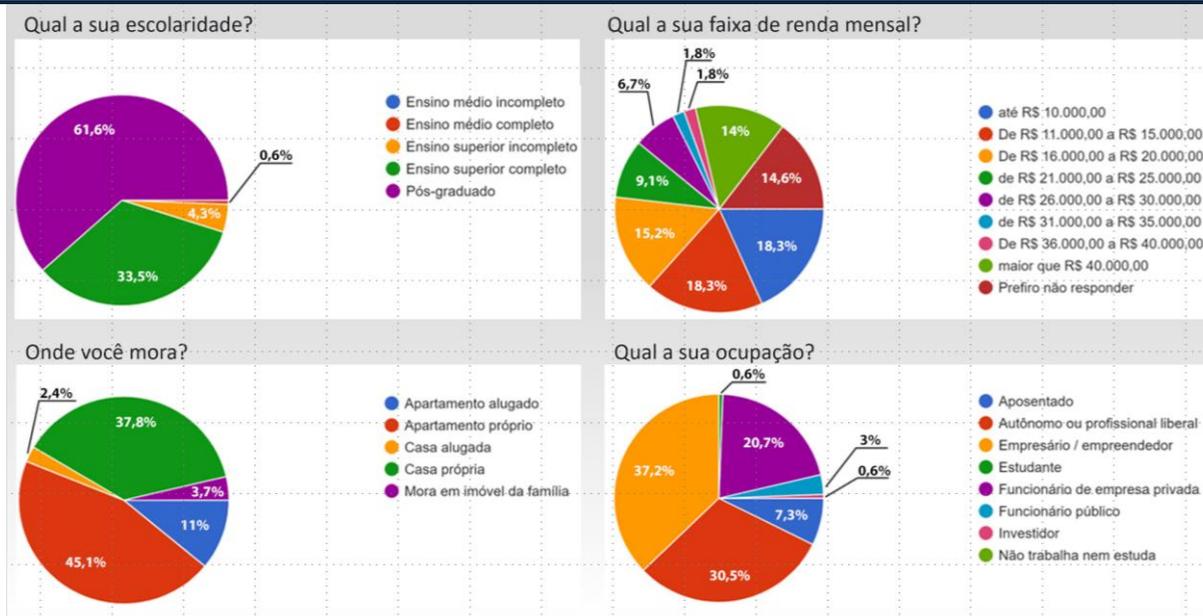
a. O processo de construção de casas modulares em condomínios fechados, no que tange à escolha do modelo da casa, dos *kits* de acabamento, de lazer, de automação, de climatização e de energia fotovoltaica e ainda, os opcionais: móveis, eletrodomésticos e armários planejados;

b. O acompanhamento da fabricação dos módulos e montagem da casa modular no lote, com atualização das imagens e do cronograma, em tempo real, através de *APP mobile*.

Obtivemos, nesta pesquisa, 163 respondentes. Quanto à caracterização da amostra, 95,1% possuem ensino superior completo ou pós-graduação, 34,0% têm renda mensal entre R\$ 16 mil e R\$ 40 mil, 14,0% possuem renda mensal acima de R\$ 40 mil e 14,6% do total preferiu não responder sobre a faixa de renda. Um total de 82,9% da amostra reside em casa ou apartamento próprio, 92,0% possuem entre 30 e 69 anos, 63,4% têm um ou dois filhos, 13,4% têm três ou mais filhos, 68,7% são homens e 31,3% mulheres. Quanto à ocupação, 30,5% da amostra é composta por autônomos ou profissionais liberais, 37,2% são de empresários e empreendedores, 20,7% trabalham em empresas privadas e 3,0% trabalham para empresas públicas. A Fig. 8 apresenta em detalhes as informações sobre a qualificação da amostra.

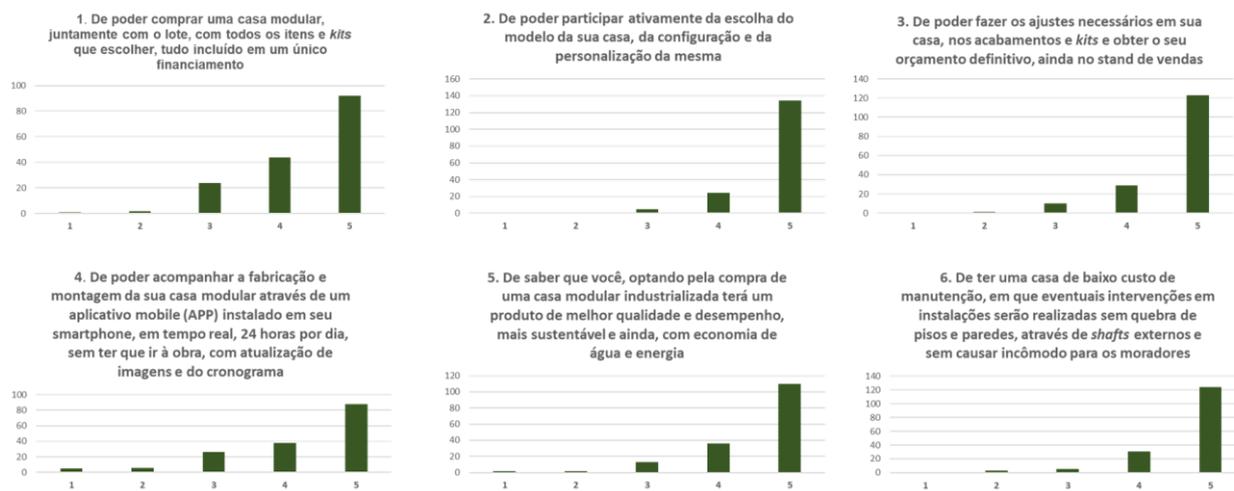
**Figura 8: Pesquisa de mercado – qualificação da amostra**

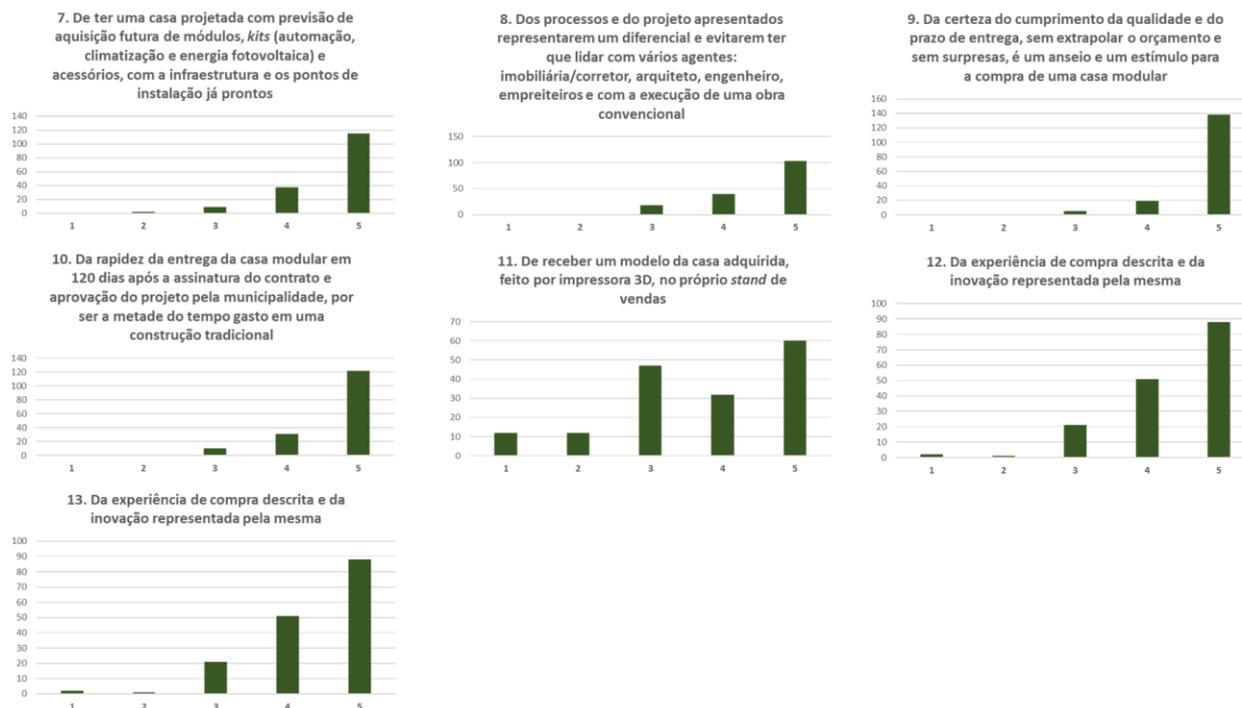




De forma a entender a relevância da experiência, conforme Fig. 9, numa escala de 1 a 5 onde 1 é pouco importante e 5 é muito importante, as respostas às principais questões foram:

**Figura 9: Resultado da pesquisa – importância da experiência do cliente para cada questão apresentada**





Observa-se uma alta concentração de respostas destacando relevância 4 e 5 para a maioria das questões, excetuando-se a questão 11 (impressão em 3D e entrega do modelo da casa para o futuro proprietário). Presume-se que a experiência a ser oferecida ao futuro proprietário, pela *startup*, terá impacto positivo e alto potencial para agregar valor ao processo de escolha, aquisição dos produtos e ao acompanhamento remoto das etapas de sua fabricação e montagem.

## 7. O PROTÓTIPO

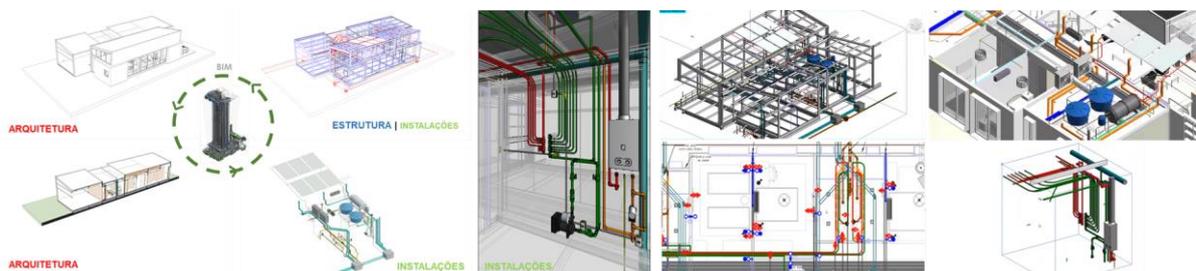
A *startup* se encontra na etapa pré-operacional. Foi desenvolvido o projeto de casas modulares para serem comercializadas, fabricadas e montadas, em conformidade com o desenho da jornada do cliente. Como protótipo, optou-se por uma casa de 193m<sup>2</sup>, que será implantada em um condomínio fechado, no interior do estado de São Paulo (Fig. 10). Com a fabricação e montagem do protótipo, pretende-se simular a jornada do cliente, em espaço apropriado, testando num produto real as diversas variações e opções possíveis, com geração imediata do orçamento, do memorial descritivo de acabamentos e da minuta de pré-contrato.

*Figura 10: Planta baixa do protótipo, de 193m<sup>2</sup>*



Acima, na planta baixa, em azul estão representados os módulos 3D e em vermelho, os cômodos em que serão usados módulos 2D, nos painéis de piso, de vedação interna, de vedação externa e de cobertura. Na Fig. 11 destacam-se detalhes do projeto desenvolvido em BIM.

*Figura 11: Detalhes do projeto, desenvolvido em BIM*



Paralelamente à finalização do projeto, o modelo em BIM conterá, nas dimensões 4D e 5D, informações e detalhes para o processo de fabricação e montagem e ainda, permitirá a extração de informações para alimentar o sistema computacional da jornada do cliente.

*Figura 12: Ilustração da fachada e de vistas do interior do protótipo*



Na Fig. 12 observa-se, na fachada, com aspecto amadeirado, painéis isotérmicos utilizados em parte da vedação externa. Em cinza, a vedação externa é composta por placas cimentícias. No projeto em questão, pretende-se explorar as juntas, tratadas com selante elastomérico apropriado, como elemento arquitetônico.

Nos produtos desenvolvidos pela *startup* não será usado *basecoat* e tela para tratamento das juntas, como tradicionalmente se faz nas casas de *Light Steel Framing* e de *Wood Framing* para ocultá-las. O conceito é de um produto moderno de construção modular.

A expectativa é que o protótipo esteja montado para validação, até o final de dezembro de 2021.

## 8. BARREIRAS À INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

No Brasil, lamentavelmente há barreiras importantes que impedem o avanço da industrialização da construção, a saber:

- A questão tributária, que inicia com uma estrutura tributária complexa e injusta e a necessidade de análise do impacto, ajustes e aprovação de uma reforma tributária coerente, bem como da aprovação da isonomia tributária entre a construção tradicional e a construção industrializada;
- A burocracia e a lentidão envolvendo direito imobiliário e as aprovações de projeto legal e de licenciamento ambiental, assim como posturas municipais e códigos de obra que apresentam restrições à construção industrializada;
- A insuficiência e descontinuidade de programas voltados para os setores habitacional, de saúde, educação, transporte e infraestrutura, que possam ser padronizados para a geração de escala e viabilização da construção industrializada;
- A necessidade do aparelhamento das faculdades e universidades de Arquitetura e Engenharia para a inclusão da construção *off-site*, construção industrializada e construção modular na grade de ensino das universidades e faculdades de Arquitetura e Engenharia. Também é fundamental a capacitação dos profissionais já engajados no mercado;
- A carência de programas e políticas de incentivo à inovação, bem como de fomento e de financiamento para o desenvolvimento tecnológico e para a inovação, voltados para *startups* e empresas jovens;
- A necessidade da disponibilização de modelos e programas de financiamento e crédito imobiliário adequados para edificações produzidas pela construção *off-site*, de ciclo muito mais rápido do que uma obra de construção tradicional.

Para a superação destas barreiras foi criado o Movimento Brasil Viável – Construção Industrializada ([www.brasilviavel.com.br](http://www.brasilviavel.com.br)), com realização do C3 – Clube da Construção Civil e do Enredes, cujo evento de *kick-off* aconteceu em junho de 2021. Este movimento já apontou os caminhos para a remoção dos gargalos e está trabalhando num conjunto de ações para esta finalidade.

## 9. CONCLUSÃO

A construção modular industrializada é uma resposta inteligente à necessidade de produzir edificações eficazes, de melhor qualidade e desempenho, com previsibilidade, custos menores, prazos muito reduzidos e ainda, de forma mais sustentável. A indústria da construção modular está em processo de transformação, em escala global, para se adaptar às necessidades das novas gerações e negócios, permitindo ganhos substanciais de produtividade para atender o crescimento populacional dos grandes centros urbanos, provendo a infraestrutura necessária para habitação, transporte, saúde, educação e serviços públicos.

Apesar disso, há fortes barreiras que impedem o avanço da industrialização da construção no Brasil, que precisam ser combatidas. Apesar dos vastos recursos naturais e do potencial econômico, somos um país pobre, com problemas sociais sérios, que precisa produzir muito mais, com menos recursos e precisamos do crescimento rápido da construção *off-site* e da construção modular para oferecermos soluções eficazes a estes problemas, contribuindo para o aumento da produtividade, da melhora da qualidade, da redução do desperdício e do custo de operação e manutenção do patrimônio construído. O País precisa se posicionar e se inserir na Indústria 4.0. O setor de construção deve acelerar a sua evolução e inserção no mundo digital, para aumentarmos a competitividade estrutural, gerando valor para o mercado interno e almejando a exportação de produtos industrializados produzidos pela engenharia brasileira.

A *startup* de construção modular descrita, apresenta um sistema construtivo inteligente, aberto e inovador e ainda, uma experiência para o cliente disruptiva e inédita no mercado imobiliário. O embasamento em uma engenharia com projeto integrado e colaborativo em BIM, em *fast construction* e em pré-construção, geram um repertório rico e abrangente para o desenvolvimento de produtos e soluções tecnológicas inovadoras, de forma a contribuir para o desenvolvimento e evolução da construção modular brasileira.

## 10. REFERÊNCIAS

BARBOSA, F. et al. *Reinventing construction: a route to higher productivity*. McKinsey & Company, fev. 2017. Available from:

<[https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital Projects and Infrastructure/Our Insights/Reinventing construction through a productivity revolution/MGI-Reinventing-Construction-Executive-summary.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/Reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/MGI-Reinventing-Construction-Executive-summary.ashx)>.

BERTRAM, N. et al. *Modular construction: from projects to products*. McKinsey & Company, jun. 2019. Available from:< [https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/capital projects and infrastructure/our insights/modular construction from projects to products new/modular-construction-from-projects-to-products-full-report-new.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/capital%20projects%20and%20infrastructure/our%20insights/modular%20construction%20from%20projects%20to%20products%20new/modular-construction-from-projects-to-products-full-report-new.ashx)>.

GONÇALVES, R; CASTELO, A; BRANCHER, M. *Estudo técnico dedicado à Atualização das Necessidades habitacionais 2004-2030*. Relatório ECCONIT/ABRAINC, set. 2020. Available from:

<[https://www.abrainc.org.br/wp-content/uploads/2020/12/Deficit\\_Habitacional\\_-V-8-dez-2020.pdf](https://www.abrainc.org.br/wp-content/uploads/2020/12/Deficit_Habitacional_-V-8-dez-2020.pdf)>.

World Economic Forum Report. *Shaping the Future of Construction. A Breakthrough in Mindset and Technology*. World Economic Forum in collaboration with The Boston Consulting Group, 2016. Available from:

<<https://www.abrainc.org.br/wp-content/uploads/2020/09/estudodeficithabitacional.pdf>>.