



ROADMAP BRASIL DA CONSTRUÇÃO MODULAR

A **B** **C** **MODULAR**

ALIANÇA BRASILEIRA PARA A CONSTRUÇÃO MODULAR

ROADMAP BRASIL DA CONSTRUÇÃO MODULAR



ALIANÇA BRASILEIRA PARA A CONSTRUÇÃO MODULAR



Roadmap Brasil da construção modular / coord. V.M. John et al. - São Paulo, Epusp/ABCM/CICS USP. - 2024.

72p

ISBN 978-65-89190-31-8

1.Construção modular I.John, Vanderley Moacyr II.Aliança Brasileira da Construção Modular III.Centro de Inovação em Construção Sustentável - CICS USP IV.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica V.t.

SUMÁRIO EXECUTIVO	4
Construção modular: a rota do futuro	
Benefícios da construção modular	
Planejando o futuro	
Visão	
Barreiras enfrentadas pela construção modular	
Ações estratégicas	
Síntese roadmap	
SOBRE A ABC MODULAR	18
DESAFIOS	23
BENEFÍCIOS DA CONSTRUÇÃO MODULAR	27
ROTA PARA O CRESCIMENTO SUSTENTADO	41
BARREIRAS PARA O DESENVOLVIMENTO	45
AÇÕES ESTRATÉGICAS	55
PRÓXIMOS PASSOS	63
REFERÊNCIAS	64
EQUIPE	66
PARTICIPANTES DA ABC MODULAR	69

SUMÁRIO EXECUTIVO

A construção brasileira precisa crescer para atender demandas sociais de um ambiente que oferece melhores condições de vida. O setor emprega predominantemente tecnologias centenárias que sofreram melhorias. Obras para resolver problemas urgentes têm longos prazos de entrega, sempre sofrem atrasos e aumentos de custo.

A baixa evolução tecnológica implica em operários com baixa remuneração, expostos a trabalho pesado e riscos laborais, com baixo prestígio social. O setor já tem dificuldades de atrair e manter sua força de trabalho. Com o Brasil se aproximando do fim do bônus demográfico, este quadro deverá se agravar e a carência de mão de obra vai inflacionar os custos, o que impacta programas sociais. O setor precisa acelerar a preparação para esta transição e, simultaneamente, reduzir seus impactos ambientais, especialmente para as mudanças climáticas, cujos efeitos já cobram o seu preço. Reduzir o impacto ambiental implica em mudar a forma de construir. O setor de cimento, por exemplo, prevê uma desmaterialização de 22% da construção até 2050. O desafio é crescer, reduzir o impacto ambiental e aumentar a produtividade. Isto vai exigir uma transformação tecnológica profunda e novos modelos de negócio.

A construção tem baixa taxa de inovação e, em nível global, sua produtividade cresce abaixo da indústria. Mas, segundo a McKinsey, a construção brasileira tem uma produtividade de 1/5 da média global do setor.

Com sua organização e base tecnológica atual, o setor tem limitado potencial para atender as demandas sociais, reduzir a pegada de CO2 e incorporar conceitos da indústria 4.0 de forma a aumentar a produtividade o que por consequência atrai recursos humanos. Isto requer criar condições para a introdução de inovações radicais que sejam escaláveis. Fomentar o crescimento sustentado da construção modular faz parte desta solução.

Construção modular: a rota do futuro

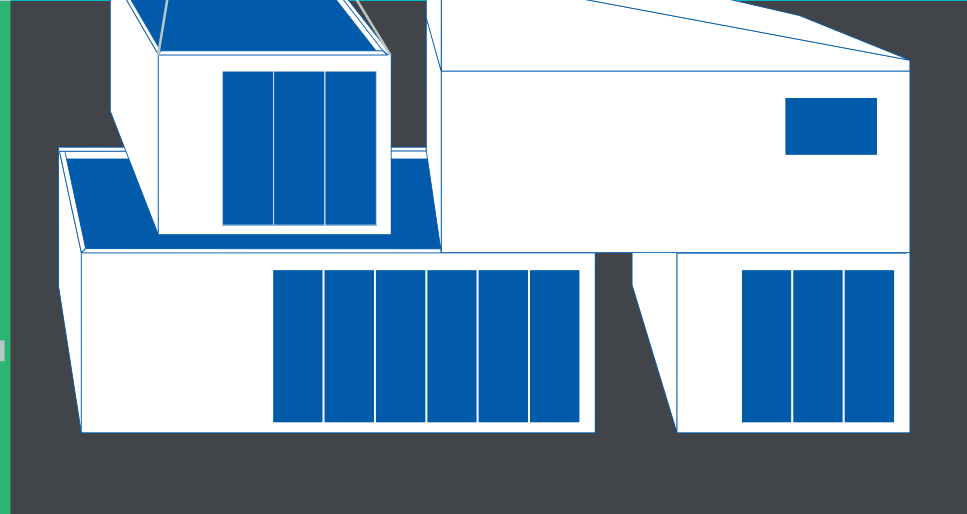
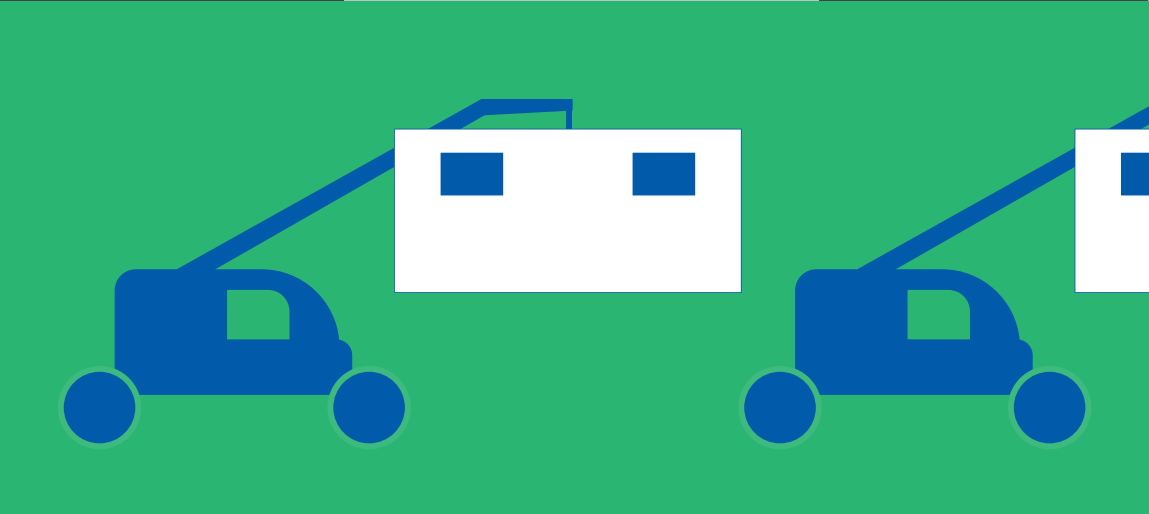
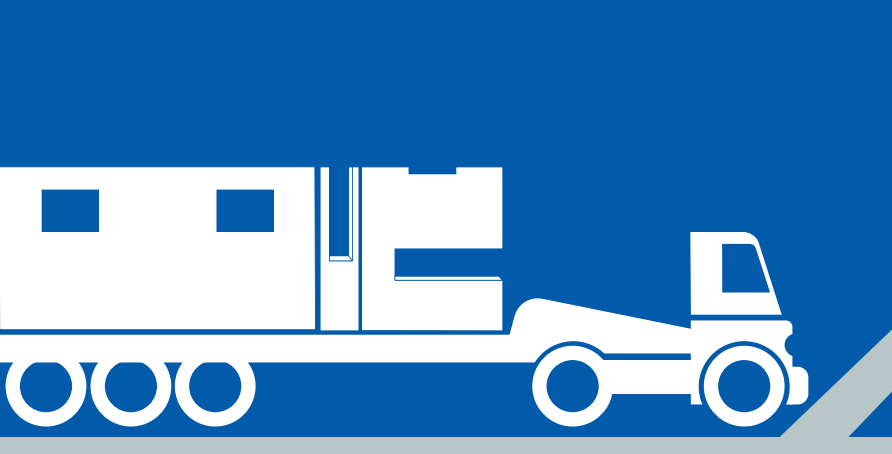
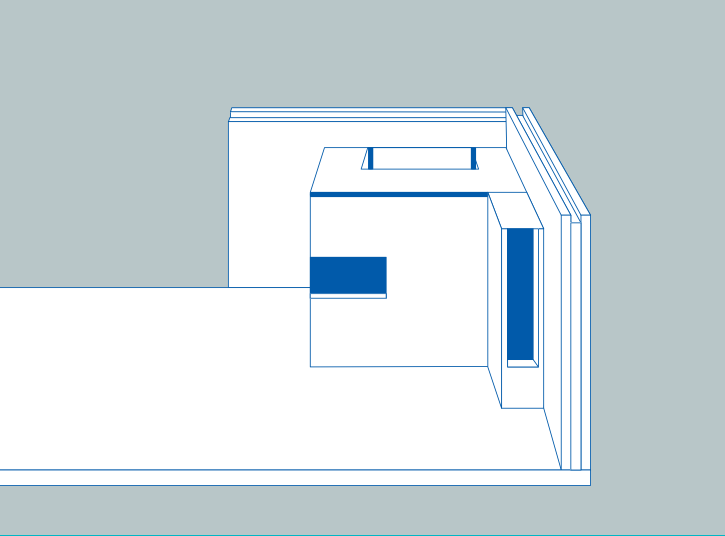
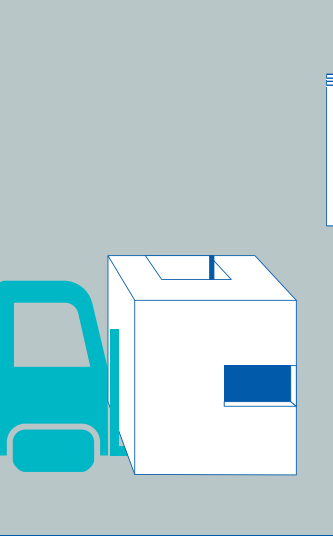
A construção modular é uma rota tecnológica de construção que monta em canteiro grandes elementos 2D e 3D produzidos em ambiente industrial. Trata-se de um sistema industrial aberto que produz edificações customizadas a partir de componentes padronizados.

Planejando o futuro

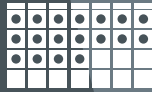





A consolidação da construção modular é crucial para enfrentar com sucesso nossos desafios sociais, ambientais e econômicos. Para isto, é preciso criar condições para que o setor, hoje embrionário, cresça de maneira sustentada, o que requer uma ação coordenada da sociedade. Os sócios da ABC Modular, que envolve empresas de construção modular, seus fornecedores, projetistas, clientes e academia, produziram um mapa de rota que permite começar, desde já, a construir nosso futuro.

Visão

“Em 2030 a Construção Modular será competitiva e uma das alternativas consideradas na fase de concepção de empreendimentos”.



Benefícios da Construção Modular

	Redução do prazo de entrega
	Redução dos riscos e incertezas
	Potencial de redução de custos
	Redução da informalidade
	Aumento de produtividade da construção
	Maior atratividade de mão de obra e menor risco ocupacional

8

A rota tecnológica da construção modular oferece inúmeros benefícios para a sociedade

	Aceleração da digitalização da construção 4.0
	Melhoria da qualidade
	Melhoria do desempenho do produto
	Redução da pegada de carbono e energia
	Redução de perdas e geração de resíduos
	Promoção da economia circular

9

Barreiras enfrentadas pela construção modular

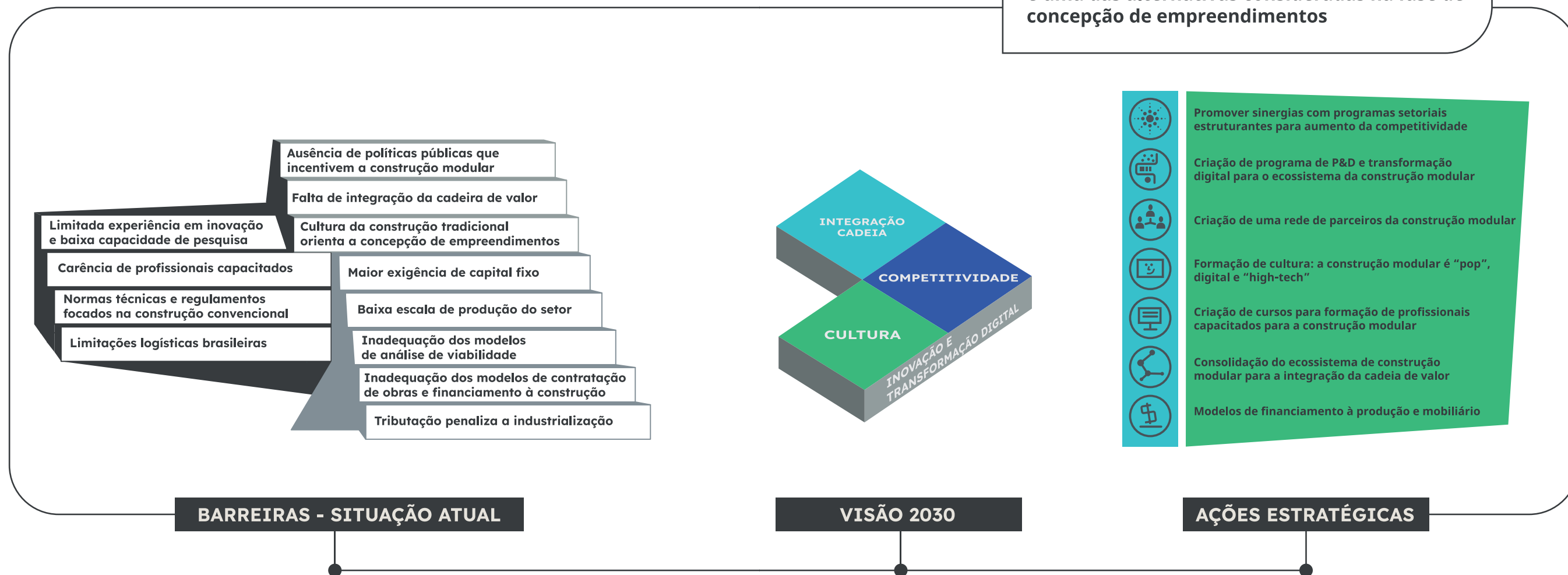
A construção modular tem processos, formas e locais de produção e prazos de operação muito diferentes da construção tradicional. Por outro lado, a cultura e a organização da sociedade, em todos os seus aspectos, estão voltadas para melhor explorar o potencial da construção tradicional. Esta realidade cria involuntariamente inúmeras barreiras ao desenvolvimento da construção modular:

- 1** A tributação da construção industrializada é superior à da convencional, fator que reduz muito a competitividade da construção modular.
- 2** Inadequação dos modelos de análise de viabilidade, inclusive de obras públicas, não considera os benefícios únicos da construção modular, incluindo redução significativa dos prazos para entrega da obra, incertezas e riscos, e possível circularidade.
- 3** Inadequação dos modelos de contratação de obras e financiamento à construção que tipicamente remuneram as atividades desenvolvidas em canteiro e exigem elevada poupança dos compradores.
- 4** Baixa escala de produção dificulta a amortização de investimentos fabris e de projetos da construção modular, bem como o desenvolvimento de soluções específicas para o setor.
- 5** Maior exigência de capital fixo que a construção tradicional, pois depende de investimentos em instalações fabris e equipamentos de montagem, que precisam ser amortizados pela produção em escala.
- 6** Cultura da construção tradicional orienta a concepção de empreendimentos, o que exige adaptação dos sistemas de construção modular a topologias que foram otimizadas para a tradicional, e não exploram o potencial da construção modular, um processo que aumenta custo e aumenta o prazo de entrega.

- 7** Baixa integração da cadeia de valor, com práticas de negociação entre fornecedores e parceiros obra-a-obra, com pouca experiência em colaboração para inovação e desenvolvimento de mercado.
- 8** Ausência de políticas públicas que incentivem a construção modular, presentes em muitos países do mundo e que têm sido essenciais para garantir o crescimento sustentado em países como Japão e Suécia.
- 9** Tanto a limitada experiência em inovação quanto a capacidade de pesquisa reduzida dificultam projetos de PD&I individuais e setoriais, que são essenciais para o crescimento e enfrentamento dos desafios de redução da pegada ambiental e ganhos de produtividade.
- 10** Normas técnicas e regulamentos focados na construção convencional dificultam a operação ou reduzem os benefícios potenciais da construção modular.
- 11** Carência de profissionais capacitados, pois os cursos profissionais de engenharia e arquitetura seguem orientados para a construção tradicional.
- 12** Limitações logísticas brasileiras impactam as soluções possíveis e o custo e raio de atuação das fábricas.

Roadmap das ações estratégicas

As ações propostas visam endereçar as barreiras mapeadas de forma integrada e com caráter multidisciplinar. A representação gráfica do roadmap busca sintetizar as discussões contidas nesse documento para facilitar sua disseminação entre os membros da cadeia de valor.



Ações estratégicas

O conjunto das ações estratégicas busca superar as barreiras identificadas e atua nas dimensões culturais, integração da cadeia de valor, inovação & transformação digital e competitividade. Elas deverão ser transformadas em ações com metas e prazos específicos.



Sinergia com os programas setoriais estruturantes

A construção modular é parte da cadeia de valor da construção e precisa se integrar, para contribuir em conjunto com as demais associações, nos programas setoriais estruturantes como o PBQP-H, o PROCEL e o Construa Brasil, cuja agenda setorial tem muita sinergia com o diagnóstico e ações deste Roadmap.



Criação de programa de PD&I e transformação digital

O tamanho da comunidade e a infraestrutura de pesquisa voltada para a área de construção no Brasil são pequenos para o tamanho dos desafios de sustentar o desenvolvimento de soluções para construção modular e industrializada que elevem a produtividade e reduzam o impacto ambiental. A indústria precisa estabelecer parcerias com as instituições de pesquisa e buscar o estabelecimento de um programa de fomento a pesquisa, desenvolvimento e inovação na construção, ancorado em recursos públicos e privados que reforcem os atualmente existentes como a EMBRAPPII.



Desenvolvimento de uma rede de associações parceiras da construção modular

Desenvolver uma rede de colaboração com associações setoriais da cadeia de valor em torno de agenda de temas de interesse comum, incluindo fabricantes de materiais e componentes, projetistas, e academia.



Promoção de cultura: a construção modular é “pop”, digital e “high-tech”

Desenvolver programa de comunicação que conscientize que a construção modular faz parte de um futuro melhor. Este programa é essencial para atrair estudantes, profissionais, projetistas, fornecedores, formuladores de políticas públicas, consumidores institucionais e pessoas físicas. A agenda deve incluir a divulgação de obras marcantes, resultados de pesquisa e inovações, concursos de engenharia e arquitetura, visitas a fábricas, palestras em escolas e entidades de classe, entre outras ações.



Formação de profissionais capacitados para atuar na construção modular

Os cursos superiores seguem formando profissionais para a construção tradicional, o que dificulta o crescimento do setor, que precisa treinar sua própria mão de obra. É necessário mobilizar as universidades, Sistema S e MEC na atualização de currículos, para incluir temas fundamentais portadores de futuro.

Em paralelo, é necessário acelerar a atualização profissional. É desejável que o CONFEA e o CAU adotem regras que exijam a atualização contínua para manutenção dos registros profissionais e é importante criar um programa nacional de educação continuada on-line, reconhecido pela excelência.



Consolidação do ecossistema de construção modular para a integração da cadeia de valor

Trabalhar em conjunto com a cadeia de valor para definir o papel dos diferentes atores da cadeia de valor da construção modular, e desenvolver modelos de negócio e padrões contratuais que facilitem a integração entre empresas em torno dos interesses comuns para gerar um ecossistema saudável e colaborativo.



Modelos de financiamento à produção e imobiliário

Desenvolver modelos de negócio e contratuais adequados às peculiaridades e possibilidades oferecidas pela construção modular, com intuito de criar novos padrões que agilizem as negociações. É necessário que agentes financeiros trabalhem em conjunto por modelos de financiamento à produção e imobiliário adequados aos prazos, formas e locais de produção da construção modular.

SOBRE A ABC MODULAR

A Aliança Brasileira pela Construção Modular – ABC Modular é uma rede da cadeia de valor da construção modular, que reúne empresas e academia. Ela tem como objetivo promover a introdução sustentada no longo prazo de soluções inovadoras baseadas no conceito de construção modular. É entendida como construção leve, de baixo impacto ambiental, onde elementos 2 e 3D são produzidos em fábrica, explorando o potencial da indústria 4.0, simplesmente montados em canteiro.

A primeira atividade do que hoje é a ABC Modular foi uma mesa redonda realizada em 19 de agosto de 2019, promovida pela Centro de Inovação em Construção Sustentável da USP (CICS-USP) - uma rede acadêmica e empresarial cujo objetivo é promover a inovação e a sustentabilidade na construção brasileira - e pela Cátedra Construindo o Amanhã - mantida pela ArcelorMittal e USP. Esta mesa redonda, organizada e coordenada pela arquiteta Diana Csillag, discutiu o potencial e o desafio da construção modular no Brasil e evidenciou a necessidade de futuras discussões que reúnem a cadeia de valor. Como resultado desta reunião, o CICS decidiu encarregar a arquiteta Diana Csillag de convidar possíveis interessados para formar a Aliança da Construção Modular. Este processo foi apoiado pela Cátedra Construindo o Amanhã, pelo hubIC (ambiente cooperativo de inovação mantido pela USP, SINC/ABCP) e o Housing Pact (uma iniciativa de empresas voltadas para a habitação de baixa renda).

Desde então, a ABC Modular tem desenvolvido discussões temáticas, eventos on-line em que especialistas, empresários e acadêmicos de todo o mundo compartilham suas visões, trocas de experiências com organizações internacionais, oficinas de ideação voltadas ao fomento da inovação, e trocas de ideias com diversos atores do setor.

A construção é um setor industrial maduro, em que a inovação mais comum é de caráter incremental, focada em redução de custo e que, para prosperar, deve superar barreiras da normalização e regulamentação (POWELL; MORIS, 2004). Diferentemente da indústria automobilística, outro setor tradicional montador, a inovação da construção é dominada pelos seus fornecedores de materiais e

componentes, que não têm controle ou visão completa do processo de construção e não podem se beneficiar diretamente de ganhos de produtividade de canteiro e novos modelos de negócio. Estes fatores limitam ainda mais a inovação.

Por outro lado, os desafios da sustentabilidade social e ambiental exigem uma profunda transformação do setor, que só é possível com a introdução de inovações mais radicais, que exigem uma visão completa do produto e processo. Uma opção para acelerar a inovação e introduzir tecnologias e modelos de negócios mais disruptivos é a formação de redes ou consórcios interindustriais (POWELL; MORIS, 2004), que tornem possível que empresas e instituições de diferentes posições na cadeia de valor interajam, colaborem, planejem e coordenem suas atividades de inovação, reduzindo os custos e compartilhando os riscos.

A ABC Modular busca ser este espaço para organizar e promover a inovação baseada em tecnologias de construção abertas, em que o produto modular é resultado da montagem fabril de materiais e componentes desenvolvidos por uma cadeia de valor complexa. Soluções abertas permitem o desenvolvimento de sistemas modulares industrializados com menos capital que as soluções proprietárias verticalizadas. Sistemas abertos são reconhecidamente os que resultam em competitividade no longo prazo.



ALIANÇA BRASILEIRA PARA A CONSTRUÇÃO MODULAR

Quem faz parte da ABC Modular

Hoje, a ABC Modular é composta por 39 empresas, dentre as quais empresas com fábricas de módulos, da cadeia de fornecedores, projetistas, clientes. Trabalham em rede de Universidades do Brasil e do exterior e apoiada por um conselho de especialistas. Ela está sediada no Centro de Inovação em Construção Sustentável da Universidade de São Paulo (CICS-USP) e operada em parceria com o hubIC (ambiente cooperativo de inovação, mantido pela USP e ABCP).

A rede de universidades inclui as brasileiras: UEL, UFRJ, UFRGS e UFSC, e do exterior: PUC - Chile, U Melbourne - Australia, U Alberta - Canada, que se somam na estruturação da ABC Modular.

A Aliança também tem parceria com o Consejo de Construcción Industrializada - CCI do Chile e o Modular Building Institute – MBI/EUA. Uma lista completa dos membros atuais da ABC Modular está apresentada neste documento.





OS DESAFIOS DA CONSTRUÇÃO ATUAL

A construção é uma atividade global responsável por produzir o ambiente construído que garante a qualidade de vida moderna. Com o crescimento da população, cresce também a demanda por essa atividade. Além disso, em países em desenvolvimento, como o Brasil, a dívida social exige que nos próximos anos sejam construídas habitações e infraestrutura em quantidade e qualidade aceitáveis para atender toda a população. Em consequência, a busca pela equidade social exige que a construção brasileira cresça nas próximas décadas.

O setor da construção civil é conhecido pelo baixo grau de inovação, evidenciado pela predominância de soluções tecnológicas centenárias, que, embora tenham recebido melhorias incrementais, resultam em grandes prazos de entrega de produtos, que encarece os custos indiretos e reduz o retorno do investimento. Este quadro é agravado por grandes incertezas quanto a prazo e custo, associadas a incertezas decorrentes de projetos de baixa resolução, perdas de materiais em canteiro, complexidade da cadeia de suprimentos que se redefine a cada obra, e efeitos de eventos climáticos nas atividades de canteiro, os quais serão progressivamente agravados pelos eventos extremos das mudanças climática: os eventos extremos de calor, por exemplo, já impedem as atividades em canteiro em países como a Índia. Em consequência, o setor tem uma baixa produtividade que precisa ser sustentada por mão de obra barata.

Este quadro tem também um enorme custo social. Devido à baixa produtividade, os operários da construção tradicional têm remuneração baixa, com poucas perspectivas de melhoria. A atividade em canteiro é uma das que apresenta maior risco laboral. Construções que precisam resolver problemas sociais urgentes têm longos prazos de entrega, que quase sempre sofrem atrasos e aumentos de custo.

Além disso, a cadeia de valor da construção ao longo do ciclo de vida consome uma grande parcela dos recursos naturais extraídos do planeta, é responsável pela geração de grande volume de resíduos e por significativa fração das emissões de CO2 e consumo de energia, fatores agravados pela grande escala de produção. Os impactos ambientais elevados também já cobram seu preço já que eventos extremos resultados da mudança do clima afetam a todos.

O desafio é crescer, reduzir o impacto ambiental e aumentar a produtividade. Isto vai exigir uma transformação tecnológicas profunda e novos modelos de negócio em um curto espaço de tempo.

24

A evolução recente do setor não é encorajadora: de acordo com a McKinsey, o crescimento da produtividade da mão de obra na construção entre 2000 e 2017 foi de 1%, valor 3,6 vezes inferior ao observado na indústria manufatureira (BARBOSA et al., 2017). No Brasil, entre 1995 e 2005 a produtividade da construção foi reduzida e é hoje 20% da produtividade média da construção no mundo (BARBOSA et al., 2017). O mesmo estudo demonstra que os custos da construção, inclusive do Brasil, subiram acima da inflação entre 2008 e 2015. Problemas de gestão, organização da cadeia e regulamentação contribuem para o quadro. Mas certamente o fato de cada obra ser um protótipo, produzida a partir de um projeto de baixa resolução, executada em um canteiro sujeito a eventos climáticos e a interferência com vizinhos, tem uma contribuição substancial.

O envelhecimento da população torna escassa a mão de obra barata, inclusive no Brasil onde a população economicamente ativa começará a reduzir já na próxima década, isso torna progressivamente inviáveis soluções intensivas em mão de obra, agravadas pela baixa atratividade do setor junto a força de trabalho (DELOITTE, 2022a). Segundo a CBIC (2022), a construção brasileira já enfrenta dificuldades de contratação de mão de obra, fator confirmado por lideranças setoriais entrevistadas pela DELOITTE

(2022a). Este quadro de carência irá se agravar, inflacionando os custos da construção e impactando programas sociais e a rentabilidade do setor.

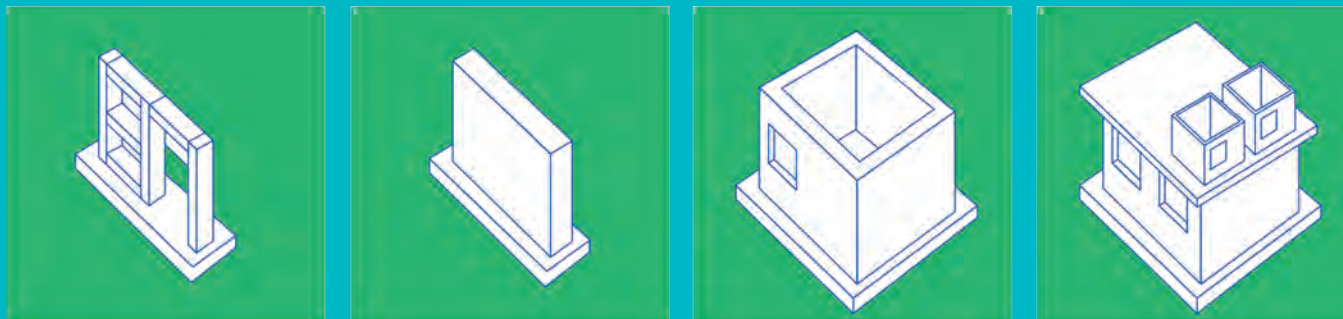
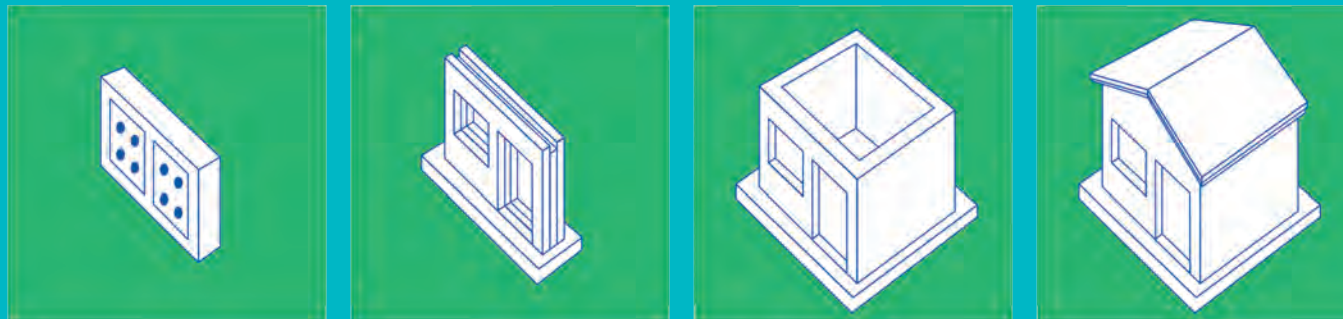
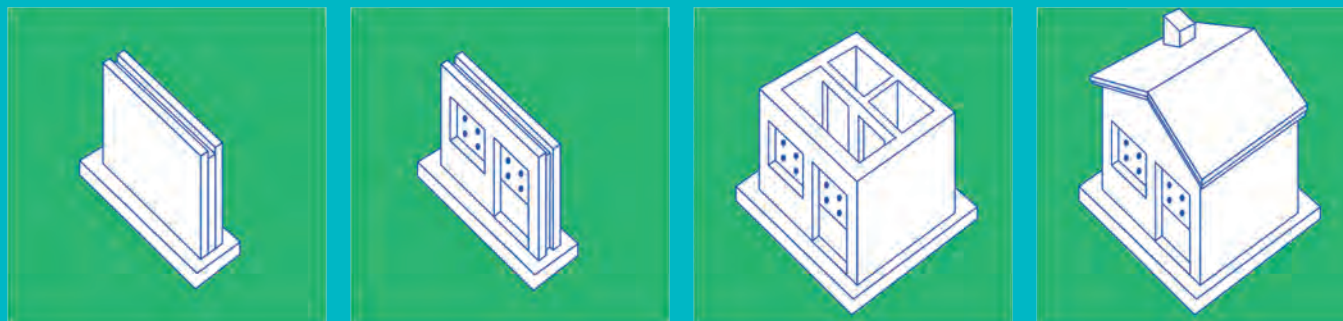
Na estrutura atual, a construção tem limitado potencial para se beneficiar da revolução digital da indústria 4.0, que acelera a inovação e os ganhos de produtividade. A indústria 4.0 combina a digitalização dos processos de projeto e se integra a processos de automação da produção das fábricas, com melhoria contínua ancorada em coleta de grande quantidade de dados coletados por sensores IoT cada vez mais baratos analisados por técnicas de big-data e aprendizagem de máquina. Na construção, a digitalização tem se consolidado nos populares modelos BIM.

A agenda ambiental, em particular a necessidade de mitigação de CO2, irá impor ao setor metas de mitigação do CO2 embutido nos materiais, o que certamente exigirá mudanças tecnológicas profundas, que passam pela desmaterialização - com menos materiais ao longo do ciclo de vida - e de maior circularidade. O setor de cimento prevê uma desmaterialização de 22% da construção entre 2020 e 2050.

A sociedade brasileira precisa iniciar sua preparação para enfrentar os desafios simultâneos do crescimento, redução da pegada de CO2 e incorporação de conceitos da indústria 4.0 para aumentar a produtividade de forma a atrair recursos humanos. Isto requer criar condições para um processo de inovações radicais que sejam escaláveis. Fomentar o crescimento sustentado da construção modular faz parte desta solução.

No Brasil, observamos muitas iniciativas, da cadeia de valor e de governos, para impulsionar o setor da construção a superar estes desafios. Os exemplos incluem o PBQP-H abrigado no Ministério das Cidades e, mais recentemente, o Programa Construa Brasil hospedado no Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Este documento reflete um esforço de uma parte da cadeia produtiva, comprometida com a rota tecnológica da construção modular, em somar às iniciativas existentes.

25



A CONSTRUÇÃO MODULAR E SEUS BENEFÍCIOS

A construção modular pode ser definida como uma rota tecnológica de construção que realiza em canteiro a montagem de grandes elementos 2D e 3D produzidos em ambiente industrial. A construção modular é um sistema industrial aberto que permite a produção de soluções customizadas a partir de componentes modulares industrializados padronizados.

A construção modular se integra à construção tradicional pela oferta de componentes industrializados modulares, compatíveis entre si, e de módulos acabados de áreas complexas, como módulos 3D para banheiros e cozinhas, e módulos 2D para painéis de vedação e de fachada e pisos.

O desenvolvimento de construção modular é uma das grandes tendências de inovação na construção no mundo (ARMSTRONG et al., 2023; DELOITTE, 2022a) e no Brasil (DELOITTE, 2022b), com formações de *startups*, no Brasil e exterior, com significativos investimentos.

Segundo a McKinsey (BERTRAM et al., 2019), a construção modular implica na transformação de uma indústria orientada por projetos para uma orientada por produtos.

Esta rota tecnológica inovadora oferece grandes benefícios para toda a sociedade.

> Ilustração adaptada de BERTRAM et al., 2019



Redução do prazo de entrega

O ciclo de negócio típico da cadeia da construção é de 3 a 5 anos, o que reduz o retorno do investimento e aumenta as incertezas (DELOITTE, 2022b). A construção modular permite reduzir em mais de 50% o prazo de entrega da obra em comparação com a construção tradicional (BERTRAM et al., 2019), o que acelera o atendimento das urgências da agenda social e de emergências de nosso país. A produção industrial dos módulos é iniciada até mesmo antes da instalação do canteiro.



Redução dos riscos e incertezas

Estudos demonstram que mais de 90% dos grandes projetos de construção em destaque, atrasam e apenas metade é executada dentro do orçamento; a modularização da construção é a solução para construir mais rápido, mais barato, melhor (FLYVBJERG; GARDNER, 2023). A construção modular reduz os riscos e incertezas associados ao prazo e também aos custos de construção. A pesquisa da filial brasileira da Deloitte (DELOITTE, 2022b) observou que 79% das empresas de construção consideraram a imprevisibilidade de custos um dos principais desafios do setor. Cresce o risco de a obra ser afetada por eventos climáticos extremos, como enchentes e ondas de calor que impedem trabalho externo, secas, deslizamentos (CHANGALI; MOHAMMAD; NIEUWLAND, 2015).



Potencial de redução de custos

No longo prazo, a construção modular tem um grande potencial de redução de custos, sempre que os ganhos de produtividade na fábrica, turbinados pela aprendizagem, compensem os maiores custos de logística. No caso Brasileiro, existe um desafio adicional substancial: a falta de isonomia fiscal.



Redução da informalidade

A informalidade técnica, ambiental e fiscal é um problema ainda importante na construção. A construção modular deve reduzir este risco, pois suas atividades são concentradas em fábricas que podem ser mais facilmente controladas.



Aumento de produtividade da construção

A construção modular, baseada em fábrica que pode facilmente incorporar ferramentas da indústria 4.0, tem maior produtividade que a construção tradicional. O crescimento do setor de construção modular será gradual com progressivo ganho de mercado, tanto devido à produção industrial planejada e mecanizada, quanto à aplicação de ferramentas da indústria 4.0, com significativos ganhos econômicos e sociais – incluindo melhores salários para a equipe.



Maior atratividade de mão de obra e menor risco ocupacional

Ambiente de trabalho industrial, com empregos permanentes, de melhor qualificação e, devido à produtividade, melhores salários são características do setor. O ambiente fabril também diminui o esforço físico dos operários, com ambientes mais seguros, com menores níveis de ruído e poeira. Isso reduz o risco ocupacional (ARMSTRONG et al., 2023) e melhora a qualidade de vida no trabalho.



Aceleração da digitalização da construção 4.0

A construção modular depende da digitalização. As famílias de módulos padrão exploram ao máximo os potenciais das bibliotecas BIM, e este se integra perfeitamente com os sistemas de automação, robótica e de IoT que são típicos das fábricas de construção modular. O projeto digital BIM 3D alimenta máquinas automáticas como routers CNC que cortam, dobram, furam componentes com grande precisão, o que facilita a montagem. Sensores geram dados sobre o andamento do processo, incluindo a montagem e reduzindo os erros. A repetição das soluções facilita estratégias de aperfeiçoamento contínuo do produto e processo baseados em inteligência artificial e aprendizagem de máquina (big data).



Melhoria da qualidade

A escala de produção dos módulos permite maiores investimentos em projeto e na execução de protótipos. Aliado às melhores condições de controle na atividade fabril e redução das incertezas da atividade em canteiro, que passa a ter todas as atividades planejadas e controladas em detalhe, o uso de módulos e protótipos resulta em menor risco de ocorrência de falhas construtivas.



Melhoria do desempenho do produto e da experiência dos usuários

A construção modular propicia melhorias substanciais no desempenho do produto, pois projetos de curto prazo e baixa definição da construção tradicional são substituídos por processos de pesquisa e desenvolvimento de um produto que, via de regra, inclui prototipação. A repetição do uso propicia o aperfeiçoamento contínuo, e impacta positivamente na redução de defeitos e na melhoria da experiência dos usuários.

O modelo de montagem com customização em massa permite adequar cada edifício aos requisitos de desempenho, considera características regionais e as necessidades de cada usuário, e oferece melhor qualidade de vida e experiência dos usuários.

Canteiros com atividades limitadas à montagem tornam possível que múltiplas empresas de construção modular atuem no mesmo empreendimento de forma simultânea, e viabilizam diversidade construtiva e arquitetônica em empreendimentos habitacionais, com ganhos urbanísticos e de qualidade de vida.



Redução da pegada de carbono e energia

Os impactos ambientais da construção são uma função da massa de materiais utilizados. A construção modular desmaterializa a construção, pois grandes elementos precisam ser leves para facilitar e baratear a logística e montagem, com enorme potencial de redução da pegada de carbono e energia embutida na construção.



Redução das perdas e geração de resíduos

Dados mostram que a construção tradicional tem perdas bem mais elevadas que a indústria e que estas perdas diminuem até mesmo com pequenos avanços na industrialização (FORMOSO et al., 2002). A construção modular reduz acentuadamente as perdas e a geração de resíduos de processo. Colaboram para este fato: (a) a escala de repetição dos módulos torna atrativo um projeto que reduza as perdas de materiais; (b) a produção em ambiente fabril é planejada no detalhe e mais controlada, e evita erros e desperdícios; (c) o canteiro se resume a atividades de montagem. A construção baseada em módulos montados pode ser concebida para facilitar a adaptação do edifício, tanto na fábrica, como no ciclo de vida da edificação, uma vez que proporciona flexibilidade e adaptabilidade às necessidades futuras dos usuários. Os resíduos pós-uso também são diminuídos pela possibilidade de reutilização dos módulos.



Aceleração da economia circular

A construção é o maior consumidor de recursos naturais e, em consequência, o maior gerador de resíduos da economia (HAAS et al., 2015). A desmaterialização e a circularidade são estratégias ambientais importantes que reduzem inclusive impactos ambientais como a geração de CO2, mas esta é considerada uma “oportunidade perdida” para a construção tradicional. A construção modular baseada em montagem e desmontagem facilita a adoção de estratégias circulares (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016), tanto pela reutilização de grandes módulos quanto por viabilizar novos modelos de negócio circulares, como aluguel de módulos (sem terreno) e recompra de módulos.

518 Habitações em 6 meses

Para realocar parte das famílias afetadas pela tragédia ocasionada pelo deslizamento de encostas, resultado de chuva recorde em São Sebastião em fevereiro de 2023, foi selecionada uma solução em construção modular da Tecverde. A obra, localizada no bairro Baleia Verde, fica a menos de 2km da Vila do Sahy, região mais afetada pelas chuvas e deslizamentos.

Com prazo de entrega de apenas 6 meses, o projeto envolve: 480 apartamentos divididos em 30 prédios com térreo mais três pavimentos, cada torre terá 16 unidades de 42m² e 38 casas de 41m² e 47m². (Fonte: Tecverde)



Habitações de interesse social

A Tecverde Engenharia fabrica casas para empreendimentos de interesse social de larga escala nos programas habitacionais do governo desde 2014, utilizando a construção modular com painelização (2D) em conjunto com outros componentes produzidos na indústria, que viabilizam este sistema como uma solução econômica para o déficit habitacional. (Fonte: CMC)



Penitenciárias Modulares

A Visia desenvolveu e comercializa uma linha de produtos modulares que permite a montagem de complexos penitenciários (com capacidade para 200 presidiários) entregues em tempo recorde de 90 dias. A Penitenciária Estadual Charqueadas 2 (RS), com 23 mil metros quadrados para 1650 presidiários foi construída em 12 meses. A tecnologia combina módulos de concreto de alto desempenho reforçado com fibras de vidro com um chassi metálico. O fechamento exteno é de painéis GRC com lajes em concreto armado.

(Fonte: Visia)



Sustentabilidade na construção modular

Sistemas construtivos modulares e industrializados possuem como característica a racionalização dos processos construtivos, o que contribui para a sustentabilidade. Os sistemas modulares são construções leves. A produção industrial reduz perdas, facilita a reciclagem. A desmaterialização favorece a redução da pegada ambiental e do carbono. Os módulos usados frequentemente são desmontados, recuperados em fábrica e colocados no mercado. Isso fomenta a economia circular, reduz resíduos e aumenta a eficiência do uso de recursos naturais. Qualquer que seja o material, a construção modular é potencialmente mais sustentável.

O setor também utiliza madeira, que quando oriunda de florestas plantadas, manejadas segundo os melhores padrões internacionais, é material renovável. O carbono capturado pela fotossíntese durante o crescimento das árvores é um estoque temporário carbono biogênico. (Fonte: Construtora ITA)



Circularidade na prática

Recompra de módulos de escola com 20 anos de uso. A CMC Módulos montou um edifício modular para uma escola americana em Belo Horizonte. Após 20 anos de uso as necessidades do cliente mudaram.

A CMC não apenas fabricou e montou um novo prédio em tempo recorde, mas aceitou módulos originais como parte do pagamento. Os módulos da construção original foram desmontados, transportados para a fábrica e, após retrofit, já retornaram ao mercado. (Fonte: CMC)



Indústria 4.0 na prática

As fábricas de módulos são operações industriais modernas que, como estratégia de competitividade, já incorporam soluções típicas da indústria 4.0. A concepção é realizada em 3D, com softwares BIM. O projeto digital alimenta máquinas automáticas como routers CNC que cortam peças com precisão, o que facilita a montagem melhorando a qualidade. Máquinas dedicadas auxiliam a montagem. Sensores geram informações sobre as etapas da produção industrial, transporte e montagem, o que aumenta a qualidade.



ROTA PARA O CRESCIMENTO SUSTENTADO

A consolidação da construção modular como alternativa de mercado trará enormes benefícios para a sociedade. No entanto, o seu crescimento sustentado exige planejamento e coordenação. O mapa da rota pretende ser um guia para esta jornada.

Para melhor entender os desafios e oportunidades de acelerar o crescimento sustentado da construção modular no Brasil, a ABC Modular estabeleceu o processo estruturado de discussão, com a participação de todos os seus membros, cujos resultados são agora apresentados nesta primeira versão Roadmap 1.0 para a Construção Modular no Brasil. O principal objetivo desse processo foi consolidar uma análise do contexto atual e propor uma visão estratégica e um conjunto ações para a melhoria das condições competitivas e de crescimento do setor.

A atividade foi realizada segundo a metodologia de roadmapping (desenvolvida pelo Institute for Manufacturing da Universidade de Cambridge) e coordenada pelo Prof. Maicon Gouvêa de Oliveira (Oliveira et al. 2012). Durante 3 meses foram realizadas mais de 20 horas de reuniões e oficinas, que envolveram mais de 30 especialistas e representantes de empresas do setor de construção civil.

O resultado desta reunião foi transformado em um texto, amplamente discutido e revisado pelos integrantes da ABC Modular. Trata-se de uma versão 1.0, uma contribuição dos membros da ABC Modular para os primeiros passos da jornada de modernização do setor da construção civil brasileira: novas versões serão publicadas sempre que o avanço dos fatos e dos conhecimentos a tornarem oportuna. Também não pretende ser original. Dada a natureza aberta participativa e os objetivos do processo, muitos dos temas e propostas aqui levantados foram originalmente elaboradas em outros fóruns que discutem temas relativos à modernização da construção. Na impossibilidade de referenciar com precisão, optamos por registrar aqui nosso reconhecimento e agradecimento a todos.

Visão

“Em 2030 a Construção Modular será competitiva no mercado brasileiro e uma das alternativas consideradas na fase de concepção de empreendimentos”

Situação atual

A construção modular é hoje uma pequena, mas dinâmica fração do mercado de edificações em todo o mundo. Impulsionado pela generalização da percepção que esta forma de construção tem vantagens únicas, o setor vem experimentando crescimento rápido, resultado do empreendedorismo ancorado em inovações de processos e produtos. Este empreendedorismo tem se revelado capaz de, pela primeira vez, atrair vultosos investimentos de venture capital para *startups* do setor, e traz uma dinâmica de crescimento em uma escala sem precedentes. É notável que esta tendência tenha chegado à construção Brasileira, com pouca tradição em inovação, startups ou investimentos de venture capital. Existe também dentro da academia círculos profissionais e associativos, dirigentes públicos e agentes de mercado um otimismo significativo com as possibilidades atuais de crescimento da construção modular no Brasil e no mundo. Trata-se de uma oportunidade única que precisa ser aproveitada.

No entanto, para que possa cumprir com seu potencial, ela precisa ganhar uma parcela significativa do mercado, um processo que precisa ser sustentado nas próximas décadas. Mas a construção modular se desenvolve em um mercado orientado para construção tradicional. Todos os aspectos deste mercado, sejam econômicos, sociais ou culturais, são definidos pela construção tradicional.

Isto inclui as relações cliente-fornecedor, os modelos de tributação, as normas técnicas, os modelos de contrato e negócios, os mecanismos de financiamento à indústria e imobiliário, os regulamentos e as políticas públicas, a formação de profissionais, as condições logísticas, as práticas de conceber empreendimentos e os edifícios, e muito mais. Os empreendimentos são concebidos em torno de soluções construtivas, prazos de entrega e riscos típicos da construção tradicional e eventualmente adaptados de forma pouco eficiente, custosa e demorada para a construção modular. A construção modular é fisicamente diferente da tradicional, mas precisa construir com componentes e soluções técnicas voltadas aos problemas específicos da construção tradicional ou desenvolver soluções verticais, o que exige mais capital e tem custo mais elevado que produtos padrão.

Este cenário não tem impedido o crescimento da construção modular, mas introduz barreiras que geram ineficiências, reduzem atratividade e os potenciais benefícios desta forma de construir. Isso afeta a competitividade e reduz o crescimento sustentado da construção modular, condição para que ela dê os frutos que a sociedade dela espera. Estas barreiras involuntárias precisam e podem ser removidas com a ação consciente dos integrantes da cadeia de valor, e liberam o potencial do setor de contribuir para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

BARREIRAS PARA O DESENVOLVIMENTO

No nosso processo de discussão foram indicadas muitas barreiras. Optamos por listar neste documento 12 barreiras que consideramos as mais limitantes para a competitividade e crescimento da construção modular no Brasil. Tais barreiras são apresentadas na ordem de prioridade segundo a visão dos participantes envolvidos.

1

Tributação da construção industrializada superior à da convencional

A tributação atual brasileira traz benefícios para a construção civil on-site, que conta com Regime Especial de Tributação com uma taxa de 4%. Já as atividades off-site da construção modular sofrem os tributos da indústria, incluindo imposto sobre o lucro líquido o PIS (1,65% do faturamento) e COFINS (7,5% do faturamento). Quanto maior o grau de industrialização da construção maior é a desvantagem da industrialização. Estimamos que uma obra em que 80% das atividades são industriais, tipicamente sofre uma taxa de 10% superior à obra do mesmo valor feita com construção convencional.

2

Inadequação dos modelos de análise de viabilidade

Os modelos existentes para estudos de viabilidade de empreendimentos imobiliários e até mesmo de projetos de obras públicas não consideram: (a) os impactos econômicos, sociais, políticos e ambientais da redução de prazo de entrega; (b) a redução das incertezas (riscos) associadas a custos e prazo de execução; (c) a possibilidade de desconstrução e reaproveitamento ao final da vida útil; (d) a melhoria de qualidade de vida no trabalho e de segurança para os trabalhadores, e seus impactos na redução dos custos indiretos; e (e) a significativa redução de impactos ambientais.

3

Inadequação dos modelos de contrato de obras e financiamento à construção

O financiamento e a licitação da atividade de construção tipicamente remuneram as atividades desenvolvidas em canteiro, que ocorrem progressivamente em um longo período. A maior parte das atividades de construção modular ocorrem na fábrica, e frequentemente são iniciadas antes mesmo da instalação do canteiro, que por sua vez é uma estrutura simples. Já as atividades no canteiro são breves e representam uma parcela menor do custo. Isto obriga as empresas de construção modular a financiar com recursos próprios as atividades realizadas previamente nas fábricas, as quais podem responder por parcela superior a 70% do custo. Como consequência, há um aumento na demanda de capital de giro e custos associados, o que reduz a competitividade do setor. Por outro lado, o modelo não premia a redução dos custos do empreendedor decorrente da diminuição de prazos de entrega, nem tampouco a redução dos riscos pela redução das incertezas associadas às atividades em canteiro da construção tradicional.

Além disso, o financiamento ao consumidor do mercado imobiliário exige que este pague uma parcela de 30% do valor do negócio, exceto em programas públicos de habitação. Esta poupança usualmente é integralizada na forma de prestações durante a fase de construção em canteiro, que precisa ser longa para permitir acumular valor suficiente. Os prazos curtos da construção modular inviabilizam este modelo.

4

Baixa escala de produção no setor

A construção modular já tem mercado crescente no Brasil. Mas a escala ainda é pequena se considerarmos as necessidades e o desafio de aumentar a produtividade da construção.

A larga escala de produção é essencial para a competitividade da construção modular, pois viabiliza a amortização e remuneração de investimentos fabris

elevados, os investimentos em PD&I permanentes, projetos e protótipos, essenciais para ganho progressivo de competitividade.

É pouco atrativo para os fornecedores o desenvolvimento em pequena escala de suprimentos otimizados para os problemas da construção modular. Em resposta, muitas empresas de construção modular buscam a verticalização, e por isso desenvolvem suas soluções proprietárias, aumentam seus custos e capital e comprometendo a variedade das soluções que pode oferecer no futuro. Isso porque estas soluções implicarão em investimentos fabris adicionais –, e incidentalmente reduzem ainda mais a atratividade de empresas da cadeia de suprimentos.

5

Maior exigência de capital fixo

Uma empresa de construção modular precisa de unidades fabris, operadas de forma contínua o que requer investimentos significativos, com longo prazo de retorno. Isto exige: (a) capital para investimento na instalação fabril e em sistemas de logística; (b) expectativa sólida de mercado, no curto e longo prazo, capaz de amortizar e remunerar o investimento em uma produção em escala. A estrutura fabril, com seus custos fixos e equipe de trabalho especializada permanente, torna a construção modular mais suscetível ao regime cíclico da construção, particularmente para operações verticalizadas.

6

Cultura da construção tradicional orienta a concepção de empreendimentos

A concepção dos empreendimentos, prazos de entrega, os modelos de negócio e os paradigmas e soluções de projeto são todas otimizadas para a construção tradicional. Frequentemente a adoção de construção modular implica em reprojeter a construção,

o que resulta em aumento artificial de prazos, e baixa otimização, pois a tipologia do empreendimento, que não explora o potencial da tecnologia modular, não pode ser mudada.

7

Baixa de integração da cadeia de valor

A construção tradicional é orientada por projeto, e cada obra é um negócio em si. Esta lógica estabelece um relacionamento de curto prazo entre os integrantes da cadeia produtiva, baseado fundamentalmente em preço. Isto é agravado por práticas de concorrência pública centradas em custos e tabelas de preço voltadas para construção tradicional.

48

Por outro lado, são ainda incipientes a cultura e os mecanismos de colaboração entre a academia e a indústria para transformar os conhecimentos de baixo TRL em inovações no mercado.

Embora o marco geral da inovação tenha criado mecanismos formais para que a integração ocorra, a progressão na carreira acadêmica depende ainda quase que exclusivamente da publicação de teses, dissertações e artigos, que, embora, fundamentais, não são suficientes.

Isto gera uma fragmentação dos interesses da cadeia de valor, e dificulta ação conjunta essencial para promover as inovações das quais o futuro do país e da Construção Modular dependem.

8

Ausências de políticas públicas que incentivem a construção modular

O desenvolvimento da construção modular traz muitos benefícios sociais, ambientais e econômicos para a sociedade como um todo – trabalhadores, empresas, consumidores e órgãos governamentais (ver item 2). A consolidação do setor da construção civil pela introdução da construção modular off-site é uma tarefa de médio prazo. Exige a criação de condições atrativas o suficiente para o surgimento de um número crescente de empresas inovadoras, capazes de atrair investimentos para construção de fábricas, com escala para levar a cadeia de suprimentos a desenvolver produtos adequados para a construção industrializada.

Este contexto vai exigir a transformação na formação de recursos humanos, inclusive os de nível superior, o que requer transformações no ensino de engenharias e arquitetura. Este desenvolvimento precisa começar imediatamente para que o setor esteja capaz de neutralizar os impactos do crescente de encarecimento e escassez de mão de obra na construção, e de evitar uma escalada de custos da habitação e infraestrutura que a sociedade necessita. Dada a atual baixa participação no mercado e a aceleração do esgotamento do bônus demográfico, um crescimento acelerado da construção modular não afetará de forma significativa a geração de emprego na construção no curto e médio prazo, mas garantirá a construção de baixo carbono do futuro.

No entanto, falta no Brasil uma política pública de médio e longo prazo que ofereça incentivos ao desenvolvimento do setor, inclusive previsibilidade de crescimento do mercado de compras públicas de construção modular nos diferentes mercados - serviços de saúde, educação, habitação - como se observa em países como o Chile, Reino Unido e EUA.

49

9

Limitada experiência em inovação e capacidade de pesquisa reduzida

Apesar da grande evolução recente, com a criação da EMBRAPPII e do Marco Regulatório da Inovação, ainda existe pouca experiência em inovação no Brasil, particularmente na cadeia de valor da construção. Poucas são as empresas com equipe dedicada e com experiência em desenvolver produtos originais. Existe também pouca tradição na construção civil de criar startups, que em uma área deep-tech exigem investimentos de médio e longo prazo, recursos humanos e equipamentos especializados.

Por outro lado, desde o encerramento do programa FINEP Habitare, não existe programa de incentivo a pesquisa na área de construção. Por esta razão, pesquisadores da área de construção têm sido atraídos para áreas que contam com abundantes recursos de pesquisa, particularmente dos fundos setoriais do petróleo.

Como consequência, o potencial de colaboração entre empresas, universidades e centros de pesquisa é também afetada pela baixa disponibilidade de laboratórios e pessoal especializado dedicado à construção em geral e modular em particular.

De uma forma geral, no Brasil faltam também incentivos para engajamento de acadêmicos nos processos de inovação, posto que a integração com empresas e a transferência dos conhecimentos para o mercado não fazem parte da progressão da carreira e muitas universidades ainda não incorporaram em seus procedimentos as previsões do Marco Legal da Inovação.

Temos problemas de tempo para emissão de patentes, o que agrava a proteção do patrimônio intelectual.

10

Normas técnicas e regulamentos focados na construção convencional

As normas técnicas aplicadas aos projetos e às obras de construção civil refletem as necessidades e problemas da construção tradicional e não tratam diretamente de questões relacionadas com a construção modular e geram dúvidas para sua correta aplicação.

11

Carência de profissionais capacitados

Os recursos humanos disponíveis não têm formação para atuar na construção modular. Agrava ainda mais a situação o fato de que os cursos superiores, particularmente engenharia civil, mas também de produção, mecatrônica e arquitetura, não incluem em seus currículos habilidades e temas fundamentais para os profissionais do futuro e para a construção modular. A formação em projeto para desempenho, que requer domínio de ciências das edificações como acústica, térmica, energia, processos e mecanismos de degradação de materiais e componentes complexos, e avaliação de desempenho ambiental, não fazem parte do currículo típico de engenharia e arquitetura. Nestas áreas também existe pouca capacitação de docentes e infraestrutura de pesquisa. O domínio de ferramentas de projeto como BIM é ainda limitado.

12

Limitações logísticas brasileiras

A construção modular depende da existência de uma infraestrutura logística para transporte de grandes peças entre a fábrica e canteiro de montagem. A deficiente infraestrutura rodoviária brasileira, com pavimentos de baixa qualidade e a grande extensão territorial, inflacionam o custo da logística. A inexistência de um sistema público com informações sobre gabaritos e legislação urbana e rodoviária, também dificulta o planejamento de transporte de grandes peças.

Exemplo Inglaterra

A Inglaterra criou o programa “Transforming construction”, parte integrante do Acordo do Setor da Construção e reúne empreiteiros, cadeia de suprimentos, inovadores, governo, clientes e a comunidade de pesquisa.

As metas do desafio incluíram:

- Projetos entregues 50% mais rápidos e custos de toda a vida útil reduzidos em 33%;
- Emissões ao longo da vida reduzidas pela metade;
- Produtividade aumentada em 15%.

Os investimentos em PD&I de US\$530 milhões entre 2018-2023, 60% investidos pela indústria, são orientados em três desafios centrais:

1. Mudança para uma abordagem de projeto para a fabricação – dos fornecedores até o canteiro.
2. Adoção de tecnologias digitais para fornecer garantia, eficiência de projetos e feedback de desempenho para o design.
3. Mudança para os resultados de venda (o que um edifício faz ao invés do que é), e maximizar o valor de toda a vida dos ativos.



AÇÕES ESTRATÉGICAS > SUPERAÇÃO DE BARREIRAS

O crescimento sustentado e a consolidação da rota de construção modular como uma alternativa de mercado dependem de mudanças na cadeia de valor envolvendo as dimensões:

Cultural

A cultura é a base da longevidade de qualquer sistema. Ela consiste em um modelo mental que muda o olhar dos agentes, reforçam a interdependência e minimizam a visão compartimentada das etapas do processo (projeto, obra, reabilitação, etc).

Cadeia de valor

Busca colocar em prática a atuação colaborativa e sinérgica que potencializa os ganhos para toda a cadeia, e reduzem a perda de energia nas interfaces entre processos e atores.

Inovação e transformação digital

A inovação contínua, tanto em processos como em desempenho do produto final é ancorada na digitalização da indústria 4.0. Associada a ganhos de produtividade e prazo de entrega, qualidade do produto, redução do impacto ambiental e melhoria da experiência do cliente, é a ferramenta para ganho de vantagem competitiva.

Competitividade

Criar condições favoráveis para que a construção modular seja cada vez mais competitiva, levando a um progressivo ganho de escala, o que, por sua vez, aumenta ainda mais a competitividade, é a única forma de viabilizar o crescimento sustentado no longo prazo. Para superar as barreiras e realizar a visão 2030, sete ações estratégicas foram priorizadas.





Sinergia com os programas setoriais estruturantes

O setor da construção civil conta com programas e políticas públicas setoriais estruturantes, entre eles do **PBQP-H** e o **Construa Brasil**, em torno dos quais a cadeia de valor tem trabalhado sistematicamente ao longo dos anos. Estes programas têm sido o principal vetor de transformação do setor.

A construção modular é parte da cadeia de valor da construção e certamente se beneficia e deve contribuir para o atingimento e aperfeiçoamento destas metas, sempre em colaboração com os demais parceiros. Esta atuação deve se pautar por explorar as sinergias entre as agendas da construção modular e as ações dos programas.

O Programa **Construa Brasil**, do Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio, foca em temas importantes como desburocratização, digitalização e industrialização, com metas importantes para construção modular e industrializada:

- Isonomia tributária com a construção tradicional;
- Desenvolver modelos de financiamento para construção industrializada;
- Difusão da construção industrializada;
- Acelerar a transformação digital e promover a difusão do uso de ferramentas BIM e de automação nas fábricas;
- Melhorias do processo de concessão dos alvarás de construção;
- Promover a Convergência dos Códigos de Obras e Edificações.

O **PBQP-H**, hospedado na Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, tem décadas de contribuição e gere programas estratégicos, como o SiNAT - essencial para garantir que as inovações tenham desempenho mínimo, garantindo um ambiente competitivo sadio. Gere os PSQs da cadeia de suprimentos e discute a questão ambiental.



Estabelecimento de programa de PD&I e transformação digital

A construção modular e industrializada é estratégica para o futuro do país. O seu crescimento e consolidação dependem de um fluxo contínuo de inovações tecnológicas (hard tech) e gerenciais (soft tech), que precisam ser continuamente alimentados por novos conhecimentos fundamentais.

Por esta razão, o seu desenvolvimento dependerá da formação de um ecossistema de pesquisa, desenvolvimento e inovação de caráter multidisciplinar, e deve reunir empresas, academia e clientes inclusive governamentais. Este desenvolvimento é, por natureza, multidisciplinar, e envolve pelo menos as disciplinas de arquitetura, design, engenharia civil, mecatrônica, eletrônica, software, gestão, marketing e negócios. Este ecossistema precisa ser capaz de produzir novos conhecimentos que possam, em colaboração com o setor, ser transformados em soluções inovadoras que explorem de forma competitiva os conceitos da indústria 4.0, qualidade de vida e experiência do usuário, e de baixo impacto ambiental.

Um desafio é atrair para a área pesquisadores, seniores e jovens. A construção de redes de parcerias entre as empresas e associações com os centros de pesquisa é fundamental neste processo, isso porque além de permitir a elaboração de agendas de pesquisa, permitirá a atração recursos públicos e privados, essenciais para qualquer pesquisa. Exemplo de programa de PD&I voltado para construção, com recursos públicos e privados é o **“Transforming construction”** do Reino Unido. A nascente EMBRAPII brasileira tem modelo sólido de parceria, mas não apoia infraestrutura, tampouco a pesquisa básica necessária. A comunidade é pequena e enfrenta carência de infraestrutura de pesquisa.

Assim é necessário atrair recursos públicos para infraestrutura, laboratório e fixar pessoal de excelência.

A construção modular é uma operação muito diferente da construção tradicional e da indústria tradicional. Além da tecnologia de produção, ela requer ferramentas específicas para gestão, orçamentação, marketplaces especializados, cujo desenvolvimento requer pesquisas sistemáticas. Para tal é imprescindível o fomento da transformação digital, incorporação do uso de ferramentas digitais em BIM em todos esses processos, de ferramentas de automação e conceitos de indústria 4.0 na fábricas e de IoT e big-data para melhorar a experiência dos usuários dos edifícios.

A criação de plataforma de padrões abertos adotados por um grupo de empresas de construção modular, com a criação de um design dominante que explore o potencial da modularização e venha ser parte da cultura dos clientes, é condição para ganho de competitividade e escala. Por um lado, padrões abertos adotados por grande número de empresas representam ganho de escala de produção e são mais atrativos para fornecedores. Estes padrões abertos podem se transformar em design dominante setorial, levando os clientes a conceberem empreendimento otimizado para construção modular, com a tranquilidade de que existem no mercado vários fornecedores que aderem a estes padrões e que irão competir pela obra. Isso elimina os riscos inerentes de conceber um projeto para uma solução proprietária de um fornecedor específico. Estes padrões também significam ganho de produtividade, redução de prazo e custos os associados a necessidade de adaptar projetos concebidos para sistemas tradicionais para os sistemas modulares. Ao viabilizar a consolidação de uma cadeia de fornecedores com soluções especializadas, reduzem a necessidade verticalização da produção, reduzindo a necessidade de capital e os riscos do negócio. Assim, é necessário desenvolver plataformas abertas de padrões de construção modular, que garantam a interconectividade e intercambialidade de produtos de diferentes fabricantes nos produtos de um conjunto de empresas de construção modular, o que acelera o estabelecimento de cadeia de suprimentos competitiva.



Desenvolvimento de redes de associações parceiras da construção modular

As empresas de construção modular utilizam uma variedade de materiais e componentes, e isto se reflete na adesão de fabricantes de diversos produtos da cadeia de valor à ABC Modular. Estes fabricantes também participam de associações setoriais de sua cadeia produtiva. Tais associações têm interesses em ampliar e desenvolver o mercado da construção modular e podem ser convidadas a formar uma rede de trabalho em torno de uma agenda comum, inclusive em torno dos eixos de ação do Roadmap.

Além destas, é importante explorar sinergias com associações que promovem a industrialização de diferentes ramos da construção, os projetos, a pesquisa, bem como com as associações de clientes e parceiros.



Promoção de cultura: construção modular é “pop”, digital e “high-tech”

Professores universitários, pesquisadores, clientes, inclusive os públicos, e a sociedade em geral se beneficiará do sucesso da construção modular. Mas eles ainda, na sua maioria, não estão mobilizados. A indústria precisa comunicar à sociedade que a construção modular é o futuro, que já adota tecnologias sofisticadas da era digital, oferece soluções rápidas, customizadas, de baixo impacto ambiental e alto desempenho. A atração de estudantes e jovens profissionais para o setor de construção modular, seja como carreira quanto como cliente, precisa ser priorizado.

O registro, análise e difusão de casos de obras emblemáticas, o desenvolvimento de premiações são estratégias importantes. Visitas às fábricas, palestras junto a estudantes de engenharia e arquitetura, associações profissionais e de clientes são estratégias importantes.

Concursos de projetos, voltados para profissionais, estudantes e até empresas são formas importantes de prestigiar a excelência.

Manter uma comunicação entre sociedade, empresas de construção modular e seus fornecedores, informando seus ganhos de mercado, as inovações técnicas bem como novos modelos de negócio, permitem o acompanhamento do desenvolvimento desse setor.



Formação de profissionais capacitados para a construção modular

Incentivo à educação continuada de profissionais: propor ao CREA e ao CAU que estabeleçam exigência de atualização continuada para manter o registro profissional.

Estabelecer um programa público nacional, on-line, de aprendizagem aberta, para capacitação dos profissionais de todos os níveis, que seja reconhecido pela excelência e acoplado a um sistema de certificação. Nesta ação, o Sistema S pode ser envolvido para oferta de programas de capacitação voltados para a construção modular e automação.

Buscar modernização dos cursos de engenharia (não apenas a civil) e arquitetura, com atuação junto ao MEC e às principais universidades do país. Desenvolver propostas de disciplinas ementas de disciplinas modelo e ofertar material de suporte para atividades didáticas, especialmente relacionadas à transformação digital com o ensino de ferramentas BIM.

Organizar visitas técnicas para professores e alunos selecionados e promover programa de estágio são atrativos adicionais.



Consolidação do ecossistema de construção modular

Os ganhos de competitividade da construção modular interessam a todos os integrantes da cadeia de valor. Porém, ele requer modelos de negócio diferentes da construção tradicional, com o desenvolvimento de formas de colaboração entre parceiros, incluindo o desenvolvimento de novas soluções.

Para que o ecossistema se desenvolva de modo saudável e colaborativo é necessário definir o papel dos diferentes atores da cadeia de valor, e desenvolver modelos de negócio e padrões contratuais e técnicos que facilitem a integração entre empresas em torno dos interesses comuns. Um plano de normalização robusto e tecnicamente consistente que incentive padrões abertos é uma ferramenta importante para consolidação da construção modular no ecossistema da construção.



Modelos de financiamento à produção e imobiliários

A construção modular tem processos, formas e locais de produção e prazos de operação muito diferentes da construção tradicional. Isto introduz a necessidade de capital e fluxos de caixa peculiares. Este diferente ritmo da construção modular também traz benefícios aos parceiros privados e públicos, pois prazos curtos significam menos incertezas e usufruto mais rápido dos investimentos do cliente. Modelos de precificação destas vantagens precisam ser desenvolvidos. O longo prazo entre o início e a finalização da obra, por exemplo, é compatível com a elevada poupança exigida do comprador de imóvel financiada com garantia hipotecária. Mas é incompatível com os prazos da construção modular e precisa ser repensada.

Por outro lado, os modelos de contrato, de financiamento à construção e imobiliário (consumidor final) foram naturalmente otimizados para os padrões dominantes da construção tradicional e são barreiras involuntárias. É fundamental trabalhar junto a bancos que operam crédito imobiliário, o Conselho do FGTS, clientes visando:

Desenvolver novos modelos de especificação, contratação e licitação que não penalizem, mas incentivem a construção modular.

Desenvolver modelos de financiamento imobiliário, tanto B2B quanto B2C adequados às especificidades de produção fabril, curto prazo de obra, incluindo adequação em local e forma de medição.

Desenvolver modelos de contrato e de negociação que permitam explorar os benefícios da construção modular ao longo do ciclo de vida, superando os modelos vigentes, desenvolvidos para a construção convencional.

Desenvolver, em conjunto com clientes, modelos de estudos de viabilidade de empreendimento que explorem as possibilidades únicas de modelos de negócio, circularidade, benefícios da velocidade de construção, e as topologias otimizadas de estruturas e edifícios.

Desenvolver novos modelos de parceria entre os diferentes integrantes da cadeia produtiva - fornecedores, projetistas e clientes – para diminuir riscos e custos, bem como facilitar e agilizar os processos de desenvolvimento de produtos e de inovação.

PRÓXIMOS PASSOS

O presente documento busca lançar as bases para um diálogo estruturado da cadeia de valor da construção modular para estabelecer um mapa de rota para o seu crescimento sustentado no Brasil. Ele reflete as prioridades e a compreensão atual de uma parcela significativa daqueles que atuam direta ou indiretamente na área e que buscou sistematizar informações usualmente dispersas.

Sendo um guia para discussão, não é um documento acabado: esperamos que venha a ser corrigido e complementado a partir do diálogo com todos os stakeholders do setor. Para isto, a ABC Modular buscará ativamente estabelecer um processo de colaboração e alinhamento institucional de entidades representativas da cadeia de valor, incluindo clientes e formuladores de políticas públicas. A ABCModular e seus associados buscarão contribuir com as ações e iniciativas estruturantes em curso, como o Construa Brasil e o PBQP-H, somando-se às demais associações envolvidas.

Como todo Roadmap, este deverá se desdobrar em projetos específicos, cada um deles com metas temporais e indicadores. Esta será uma tarefa de grupos de trabalho que deverão ser criados, reunindo tanto membros da ABC Modular como demais stakeholders da cadeia de valor.

REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, G. et al. Familiar challenges — new approaches: Global Construction Survey. [S. l.]: KPMG International, 2023. Disponível em: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2023/06/familiar-challenges-new-solutions.pdf>. .

BARBOSA, F. et al. Reinventing Construction: A Route To Higher Productivity: Research Insight Impact. [S. l.]: McKinsey & Company, 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>. .

BERTRAM, N. et al. Modular construction: From projects to products. [S. l.]: McKinsey & Company, 2019. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/modular-construction-from-projects-to-products>. .

CHANGALI, S.; MOHAMMAD, A.; NIEUWLAND, M. van. The construction productivity imperative: McKinsey Productivity Sciences Center. [S. l.]: McKinsey & Company, 2015. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/the-construction-productivity-imperative>. .

DELOITTE. 2023 engineering and construction industry outlook. Preparation is key for the year ahead. [S. l.: s. n.], 2022a. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/energy-and-resources/articles/engineering-and-construction-industry-trends.html>. .

DELOITTE. Produtividade e oportunidades para a cadeia de construção. [S. l.]: Deloitte, 2022b. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/energy-and-resources/articles/produtividade-oportunidades-cadeia-construcao.html>.

FLYVBJERG, B.; GARDNER, D. How big things get done: the surprising factors that determine the fate of every project, from home renovations to space exploration and everything in between. Toronto: Signal, 2023.

FORMOSO, C. T. et al. Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. Journal of Construction Engineering and Management, [s. l.], v. 128, n. 4, p. 316, 2002.

HAAS, W. et al. How Circular is the Global Economy?: An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005: How Circular is the Global Economy?. Journal of Industrial Ecology, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 765–777, 2015.

POWELL, J.; MORIS, F. Different Timelines for Different Technologies. The Journal of Technology Transfer, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 125–152, 2004.

SMITH, R. E.; QUALE, J. D. (editors) Offsite Architecture - constructing the future. New York: Routledge, 2017.

WORLD ECONOMIC FORUM. Shaping the Future of Construction A Breakthrough in Mindset and Technology. Geneva: World Economic Forum, 2016. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report_.pdf.

EQUIPE

Coordenação Geral

Beda Barkokebas (UC Chile)

Diana Csillag (CICS USP)

Ercilia Hirota (UEL)

Maicon Oliveira (EESC USP)

Vanderley M John (POLI USP)

Redação

Vanderley M John

Ercilia H Hirota

Beda Barkokebas

Rubiane Antunes

Maicon Oliveira

Ramon Pollnow

Diagramação e ilustrações

Maria Alice Gonzales

PARTICIPANTES DAS OFICINAS

Oficina 1

Roberto Aflalo – Aflalo/Gasperini arquitetos

Gabriel Gorescu – Saint Gobain Brasil

Ana Lucia Silva – Tigre Brasil

Guilherme Pires Lutti – Tigre Brasil

Claudia Kattah – Laminatus Engenharia e Inovação

Paulo Salvador – Modularis Offsite Building

Lucas Bonfogo – Decorlit Soluções Construtivas

Romero Fabel – Laminatus Engenharia e Inovação

Oficina 2

Raphael Soares Paiva - MRV

Francisco Graziano – Pasqua&Graziano Associados

Thaís Helena Martinetti - Infibra

Jorge Batlouni – Tecnum Construtora

Rita Martinez – Tecnum Construtora

Heber Campos - Tuper

Oficina 3

Edison Tateishi – CMC Modular

Paulo Oliveira - Aratau

Charlene Costa Frasson – Ibratin

Décio Martins – DMC Construtora

Sérgio Fernando Domingues - Tarjab

Tarcis Antunes - TecnoFrame

Guilherme Marques Nogueira – Bix Soluções Construtivas

Oficina 4

Heitor Vasconcelos Gouveia – Ambar Tech

Ramon Kuhn Pollnow - Tecverde

Gabriela Magrin – Kingspan Isoeste

Luis Filipe Batista Cordeiro Araújo – Arcelor Mittal

Rafael Passos Valadares – Direcional

PARTICIPANTES DA ABC MODULAR

Ciclo 2021

Ciclo 2022



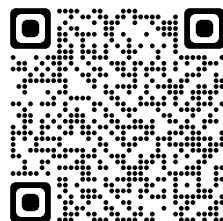
Ciclo 2023



A B C

MODULAR

**ALIANÇA BRASILEIRA PARA
A CONSTRUÇÃO MODULAR**



2024