

WHITE PAPER

# Utilização da Inteligência Artificial e da Automação para o retorno do investimento em inovação

Setor de Design e Manufatura



Patrocinado por

## A mudança imprescindível para a automação

O que impede a inovação? Muitas vezes, são as velhas maneiras de fazer as coisas, repetindo velhos padrões porque era assim que funcionava antes. É previsível e mensurável, mas não muda o status quo. O processo de inovar talvez gere a sensação de estarmos andando em uma corda bamba sem uma rede de segurança, mas, com a ajuda da automação, sentimos que temos um mentor incrível ao nosso lado, guiando-nos por novas possibilidades. Qualquer que seja a empresa: de arquitetura, de infraestrutura, de construção ou de manufatura, a automação transforma a forma como se trabalha, pois ajuda as equipes a explorar e descobrir novas maneiras de fazer as coisas.

Quando as pessoas me perguntam se a automação e a inteligência artificial vão tirar empregos, eu sempre pergunto a elas: "Já resolvemos todos os problemas do mundo?". Há uma montanha de desafios. Os setores de arquitetura, engenharia, construção e manufatura têm margens baixas, a mão de obra está envelhecendo e sofrem pressões para se adaptarem a novos padrões de manufatura, como construção industrializada e reshoring da manufatura.

A automação é benéfica, pois permite que você passe mais tempo resolvendo problemas do que se concentrando em tarefas entediadas e interpretando grandes volumes de dados. O cérebro humano não consegue absorver a crescente avalanche de dados que tudo (até mesmo uma viga de concreto cheia de sensores) coleta. As pessoas precisam de ajuda computacional para identificar padrões e obter insights.

Tudo isso é possível com a automação oferecida por meio de gêmeos digitais, design generativo e processos inovadores de construção, como o design para fabricação e montagem (DFMA). O gêmeo digital, que é uma réplica dinâmica e atualizada de um ativo físico, como um carro, um edifício ou uma ponte, pode absorver e trocar dados ao longo de todo o ciclo de vida de um ativo. Com a adição de dados operacionais em tempo real, os gêmeos digitais adquirem a consciência comportamental necessária para simular, prever e subsidiar decisões com base nas condições do mundo real.

Com o design generativo, você expressa o resultado que está procurando e permite que a computação imparcial e bruta crie, teste e avalie opções sozinha. Mesmo que você não use exatamente o resultado que recebe, essa abordagem mostra cenários que você não estava pensando, ativa inovações e ideias, e ajuda você a tomar decisões fundamentadas para problemas complexos de design.

Enquanto isso, o DFMA (conjunto de princípios de design que ajuda a conectar o processo do design à fabricação) é um fator determinante para o ambiente construído. Por meio da automação, você e suas equipes podem se tornar mais produtivos e adaptáveis às mudanças, o que ajuda a atingir as metas de sustentabilidade, incluindo a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas de 2021, que promete zerar as emissões líquidas de gases de efeito estufa de todos os edifícios até 2030.

Toda essa inovação mostra o que a automação promete. Não é um luxo. Para resolver os problemas complexos do mundo, isso é imprescindível.

---

**Mike Haley**  
**vice-presidente**  
**de Pesquisas da Autodesk**

# Utilização da Inteligência Artificial e da Automação para o retorno do investimento em inovação

## Setor de Design e Manufatura

A capacidade de inovar é essencial no mercado atual. A Forrester Research chama a estratégia de inovação sustentável e orientada para a tecnologia de “missão crítica” para evitar distúrbios e mudanças climáticas contínuas, e identificou que as organizações que adotam esse tipo de estratégia de inovação crescem 2,6 vezes mais rápido do que aquelas que não o adotam.<sup>1</sup>

A Inteligência Artificial (IA) e a automação são geralmente vistas como os principais facilitadores da inovação, permitindo que as organizações trabalhem melhor, mais rápido, de forma sustentável e eficiente, além de reduzir custos. Uma pesquisa de 2021 com 1.843 organizações internacionais de vários setores, realizada pela McKinsey & Co.<sup>2</sup>, mostrou que 87% relataram uma diminuição de custos como resultado do uso de IA na manufatura e 69% tiveram uma diminuição de custos no desenvolvimento de produtos e/ou serviços em 2020. Em 2020, respectivamente, 63% e 70% viram aumento de receita no desenvolvimento de produtos e/ou serviços e manufatura como resultado da adoção da IA.

"O ambiente de negócios da cadeia de suprimentos, da energia, do clima ou das expectativas dos clientes está em constante mudança. Acho que só por isso a inovação é uma necessidade para garantir o crescimento dos negócios", diz John Suh, vice-presidente da Hyundai Motor Group e diretor do New Horizons Studio, uma equipe que está desenvolvendo veículos de mobilidade (UMV - ultimate mobility vehicle) com sede em Fremont, Califórnia. "Por causa da mudança, é preciso encontrar novas maneiras de fazer as coisas."

Os setores de design e manufatura (D&M), e arquitetura, engenharia e construção (AEC), estão adotando a IA e a automação como inovações ao simplificar processos, encontrar novos padrões e insights, e automatizar a tomada de decisões com base em dados. A IA e as abordagens, do tipo gêmeos digitais, design generativo e design para manufatura e montagem (DFMA), oferecem o potencial de fomentar a criatividade dos trabalhadores e fazer com que as atividades inovadoras afetem casos de

### DESTAQUES

As organizações nos ecossistemas de manufatura e construção às vezes **têm dificuldade para identificar e rentabilizar ideias inovadoras.**

As organizações que investem nas inovações necessárias para **resolver problemas antigos de novas maneiras desfrutam de um maior crescimento.**

A Inteligência Artificial e as abordagens como gêmeos digitais, design generativo e design para manufatura e montagem **oferecem o potencial de fomentar a criatividade dos trabalhadores.**

uso específicos, alcançando toda a organização e a direção estratégica.

Além das pressões dos clientes e da concorrência, fatores como a sustentabilidade e a necessidade de atrair trabalhadores mais jovens com conhecimento digital estão aumentando a necessidade de se tornarem mais inovadores para promover o crescimento futuro. Porém, as organizações nos ecossistemas de manufatura e construção por vezes lutam para identificar e rentabilizar ideias inovadoras. Os obstáculos comuns para promover e operacionalizar a inovação incluem resistência cultural, práticas de negócios enraizadas e incertezas sobre como instigar processos que possibilitem a inovação.

As organizações que buscam rentabilizar a inovação nos setores de D&M e AEC devem identificar quais mudanças precisam fazer para fomentar e adotar a inovação e, assim, possam transitar com sucesso no mercado do futuro. Essa transição exige que se entenda por que a inovação é tão importante e como as empresas inovadoras estão ganhando vantagem ao adotar a IA e as tecnologias relacionadas. Também significa aumentar a colaboração, identificar fatores que estejam atrasando a inovação e acatar as práticas recomendadas que ajudaram os usuários iniciais na transição de D&M e AEC para práticas e culturas de negócios de incentivo à inovação. As medidas bem-sucedidas incluem o estabelecimento de equipes diversificadas e multifuncionais, e a formalização da estrutura relacionada à inovação.

"A inovação não está apenas impulsionando o crescimento em AEC e D&M; também está, de alguma forma, sacudindo o setor de baixo para cima", diz Angelo Yu, fundador e CEO da PIX Moving, desenvolvedora multidisciplinar baseada na China, em Guiyang, e fabricante de veículos modulares inteligentes. "Assim como Henry Ford promoveu a adoção em massa de carros e a Apple iniciou a explosão da era digital, a inovação em design, engenharia e manufatura acabará mudando a maneira como trabalhamos, vivemos e nos divertimos."

## A pressão para inovar

O Gartner relata que a inovação requer três elementos principais: novidade, execução e um resultado útil.<sup>3</sup> Nos setores de AEC e D&M, os resultados úteis da inovação incluem a capacidade de reduzir drasticamente o tempo, o custo e os riscos e aumentar a sustentabilidade dos processos de construção e manufatura.

Considere como exemplo a Bryden Wood, uma empresa de arquitetura, engenharia e design sediada em Londres, que foca a inovação no setor de construção. A empresa está automatizando vários processos de AEC e implementando o design para manufatura e montagem, o que permitiu à empresa reduzir os custos de capital em 20% a 30%, reduzir cronogramas em 20% de muitos projetos e configurar designs em 2 dias, que uma equipe tradicional de design executaria em 15 meses. Da mesma forma, a PIX Moving usou algoritmos de design viabilizados por IA para reduzir os componentes de uma plataforma de chassi de skate impressa em 3D e com condução autônoma para um décimo do que era necessário antes e aplicar fabricação digital para reduzir o lead time em 75%. Esses são apenas

dois exemplos de organizações que se mexeram de forma mais agressiva do que seus concorrentes para adotar processos, tecnologias e mentalidade que possibilitaram a inovação e estão usufruindo grandes benefícios como resultado.

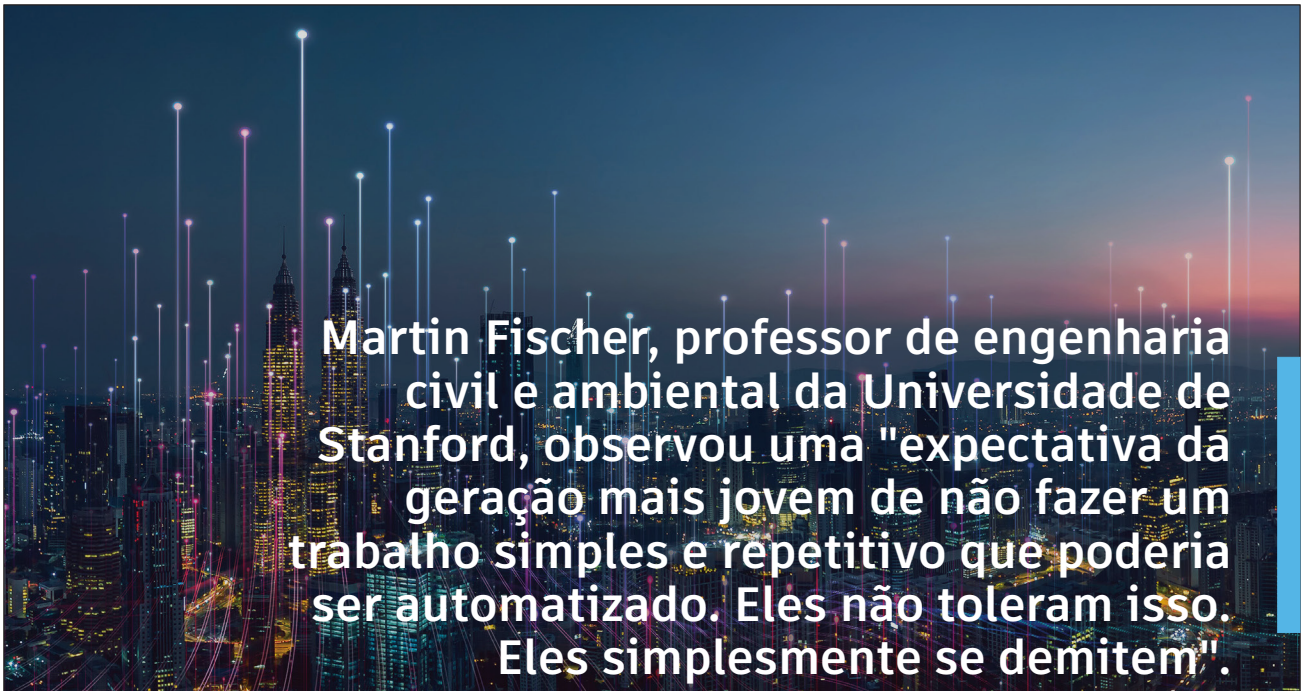
A capacidade de reduzir consideravelmente os recursos necessários para fazer design, projetar e construir algo, seja uma scooter, seja um arranha-céu, oferece uma clara vantagem competitiva em relação aos métodos tradicionais. Como as constatações da Forrester confirmam, as organizações que investem na inovação necessária para abordar problemas antigos de novas maneiras desfrutam de maior crescimento. Os sinais sugerem que esses recursos inovadores também se tornarão um meio de sobrevivência nos setores de D&M e AEC. De acordo com o white paper "Winning the Race for Survival", publicada no World Economic Forum em maio de 2020, "podemos estar no precipício do 'Darwinismo operacional', em que meras reduções nos custos podem não ser suficientes para competir com líderes que fazem da manufatura uma parte rápida e fundamental da sua vantagem em inovação digital". A pressão para inovar vem de clientes, dos concorrentes e da mão de obra das organizações.

Embora a demanda dos clientes e da concorrência não seja novidade, a pressão para inovar que vem da mão de obra está sendo sentida em muitos setores industriais à medida que lutam para atrair novos talentos. "Em todo o mundo, neste momento, há a necessidade de mais talentos, melhores talentos", revela Martin Fischer, professor de engenharia civil e ambiental da Universidade de Stanford. Fischer observou uma "expectativa da geração mais jovem de não realizar um trabalho simples e repetitivo que poderia ser automatizado. Eles não toleram isso. Eles simplesmente se demitem".

O "The 2021 Future Manufacturing Workforce Study", uma pesquisa com 882 funcionários da Gen Z Manufacturing, realizada pela UKG, empresa de gerenciamento de mão de obra, constatou que 94% consideravam importante, muito importante ou extremamente importante trabalhar na realização de projetos para sua satisfação no trabalho. Três quartos concordaram, concordaram um pouco ou concordaram totalmente que o setor de manufatura oferece condições de trabalho desfavoráveis.

As tentativas de atrair novos talentos para as organizações industriais levam a uma espécie de choque cultural quando os trabalhadores mais antigos, imersos na experiência de manufatura, encontram jovens talentos digitalmente experientes sem esse conhecimento. "Isso causa uma grande desconexão e disfunção cultural em alguns casos em que os recém-chegados não são bem-recebidos", conta Jo Geraghty, cofundadora da Culture Consultancy, uma organização de consultoria de mudanças de cultura baseada em Londres. As organizações precisam prover maneiras de os novos funcionários aprenderem com a experiência e o conhecimento dos trabalhadores mais antigos e usar as habilidades em dados deles para atualizar e transformar processos.

As metas de sustentabilidade também estão aumentando a pressão para inovar a aquisição, os materiais e os processos, com as partes interessadas, incluindo investidores, clientes e funcionários, cada vez mais



concentradas em metas, além de simplesmente gerar receita. "O reconhecimento está aumentando, especialmente em relação à sustentabilidade. Agora, é inaceitável não ter uma estratégia para reduzir os materiais ou aumentar a eficiência dos materiais, entre outras coisas", explica Jaimie Johnston, diretor e dirigente de sistemas globais da Bryden Wood.

Exigências e incentivos dos governos, como os incentivos fiscais oferecidos para inovar em Singapura, também estão aumentando a pressão. Governos de todo o mundo, desde o Reino Unido até o Brasil e o México, estão determinando ou impulsionando fortemente o uso da BIM (modelagem de informações), um processo holístico de criação e gerenciamento de informações para um ativo construído, geralmente começando com projetos financiados pelo governo. Os requisitos de sustentabilidade estão chegando aos códigos de construção, como os novos requisitos da Califórnia para o uso de painéis solares, baterias e bombas de calor elétricas em algumas novas casas e edifícios.<sup>4</sup> As propostas do Acordo Verde Europeu incluem novas regras para tornar quase todos os bens físicos mais ecológicos e implementar regulamentações mais robustas em relação à construção sustentável. Os resultados da Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada em Glasgow em 2021, incluíram zerar as emissões globais de dióxido de carbono até 2050, o que afeta tanto as organizações de AEC quanto as de D&M. Para a cadeia de valor de cimento e construção, por exemplo, essa meta exigirá triplicar o ritmo atual de descarbonização. Os participantes de um painel do setor de construção, convocado pela McKinsey & Co. no evento, determinaram que a criação de uma cultura de inovação é a chave da estratégia para atingir essa meta.<sup>5</sup>

Corresponder a essa complexa rede de pressões exigirá

grandes mudanças nas empresas, tanto em AEC quanto em D&M. Para evitar distúrbios, mudanças climáticas contínuas e alcançar um crescimento mais rápido nesses setores, as organizações precisarão repensar os processos e a cultura, tanto internamente quanto em todos os ecossistemas, identificando e se comprometendo com novas formas de trabalhar.

### **Principais alavancadores de inovação**

A tecnologia está se mostrando um facilitador fundamental para a inovação, aplicando algoritmos e modelos cada vez mais sofisticados aos dados e automatizando a iteração das escolhas de design. As fontes de dados essenciais estão se proliferando na manufatura e na construção, graças a sensores e câmeras cada vez mais acessíveis e à capacidade de coletar e acumular dados por meio de redes de celulares e sem fio e da nuvem. Além de simplesmente digitalizar os processos analógicos existentes usando esses dados, as organizações estão ampliando essa digitalização ao reorganizar os processos de negócios, compartilhando e colaborando com as informações digitais de novas maneiras, colocando as informações no centro desse novo modelo operacional. As organizações de AEC e D&M estão aproveitando a automação, a IA, os gêmeos digitais, o design generativo e o DFMA para promover a inovação e criar valor comercial simplificando os processos, encontrando novos padrões e insights, e automatizando a tomada de decisões com base em dados.

A IA promete afetar profundamente toda a economia global. A McKinsey criou um modelo simulando o possível impacto cumulativo do uso de IA na economia mundial até 2030, incluindo uma análise de como isso afetaria as empresas.





## Os que não adotarem [a inteligência artificial] "poderão enfrentar um declínio de cerca de 20% no fluxo de caixa em relação aos níveis atuais", de acordo com o relatório da McKinsey & Co. de 2018.

Em seu relatório "Notes from the AI border: Modeling the impact of AI on the world economy", publicado em setembro de 2018, analistas da McKinsey descobriram que os pioneiros na adoção da IA poderiam dobrar o fluxo de caixa (benefício econômico obtido menos o investimento associado e os custos de transição) até 20030, com uma variação cumulativa de 122%. **FIGURA 1** De acordo com o relatório, os não adotantes "podem vivenciar uma queda de 20% no fluxo de caixa em relação aos níveis atuais ao assumir o mesmo modelo de custo e receita que o atual".

A capacidade de aproveitar as técnicas de IA para executar tarefas que geralmente exigem inteligência humana (muitas vezes em uma escala e velocidade que vão além da capacidade humana) está permitindo que as organizações criem novas formas de trabalhar nos processos de design, engenharia e produção. A PIX Moving, por exemplo, está aproveitando a IA e a automação para desenvolver sistemas que podem produzir rapidamente um produto personalizado pronto para fabricação. O Yu, da PIX Moving, diz que o uso de técnicas de design e fabricação digital viabilizados por IA resulta no uso de menos componentes, reduz o lead time e diminui a dependência da cadeia de suprimentos, gerando uma resposta mais rápida às necessidades de personalização, e uma abordagem sem restrições, o que reduz significativamente os custos da organização.

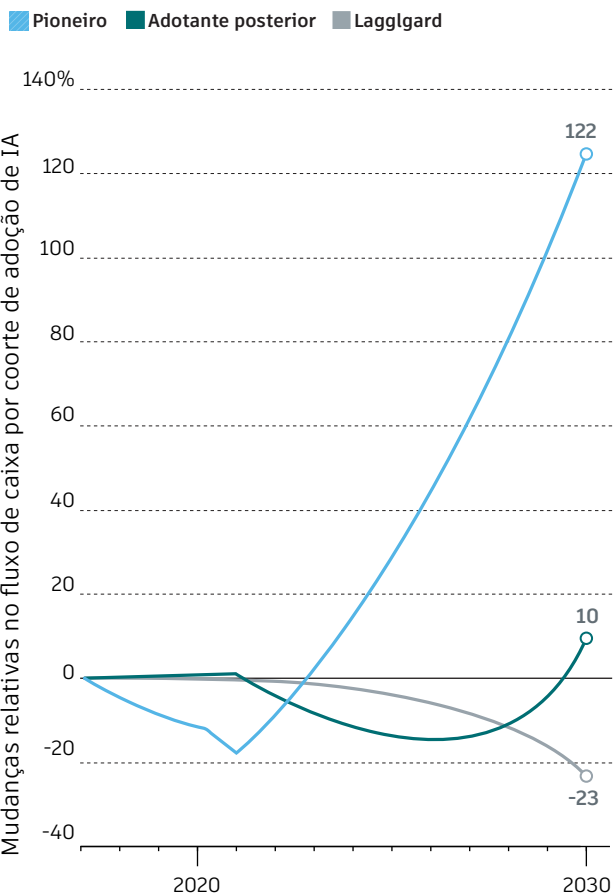
Segundo Yu, esses sistemas de fabricação definidos por software libertam a PIX Moving dos fatores que limitam a inovação dos fabricantes automotivos tradicionais. Esses fatores incluem fábricas extragrandes, investimentos pesados, grandes obstáculos para a adoção, lead times mais longos e processos demorados, como a configuração de ferramentas e linhas de produção, que atrasam a iteração e impõem riscos. Quando a mesma tarefa (design e produção de carros) é viabilizada por ferramentas como a IA, o processo "é distribuído, com participação do usuário e descentralizado, não depende de moldes, reduz os acessórios de ferramentas e nos permite responder com flexibilidade às mudanças do mercado", diz ele.

Alguns dos aplicativos mais usados da IA na construção estão no acompanhamento do andamento e na segurança. Ao analisar os dados de imagens capturadas por câmeras montadas em guindastes (e, cada vez mais, por drones), as empresas de construção estão reduzindo consideravel-

FIGURA 1

### As vantagens são maiores para os primeiros usuários

Até 2030, os pioneiros na adoção da inteligência artificial podem dobrar o fluxo de caixa



Fonte: McKinsey & Co., setembro de 2018

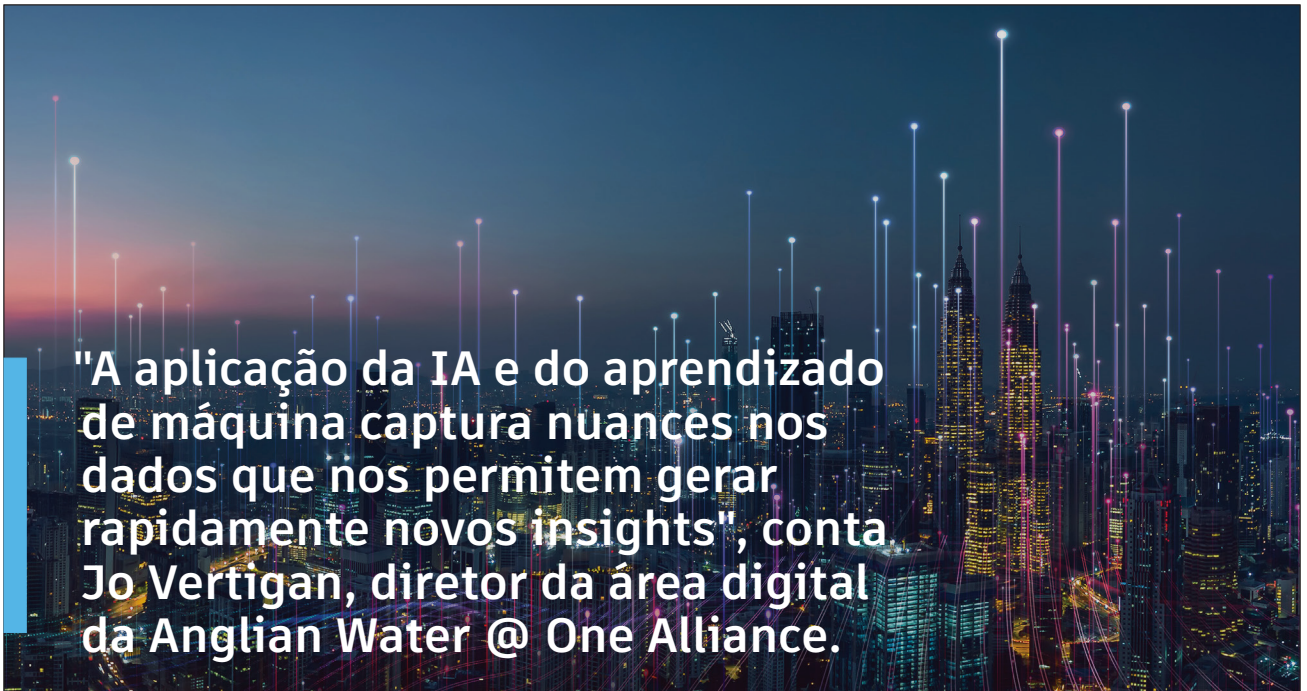
mente o número de horas e de pessoas necessárias para preparar relatórios sobre o status atual do trabalho. Uma métrica importante, pronta em poucos minutos.

"Com tecnologias digitais integradas, nossos gerentes de projeto podem avaliar objetivamente o status do projeto, a produtividade e os riscos, e tomar decisões baseadas em dados com mais rapidez para melhorar a segurança, o desempenho e os resultados", conta Francesco Tizzani, gerente de grupo de construção digital da LeightonAsia, empreiteira internacional de construção com sede em Hong Kong e parte do CIMIC Group. "As tecnologias também reduzem a emissão de relatórios manuais, permitindo que nosso pessoal se concentre na análise de dados inteligentes para melhorar a entrega do projeto."

A digitalização está sendo usada para inovar todas as áreas da Leighton Ásia, incluindo a segurança, diz Tizzani. Por exemplo, uma solução de segurança da Nexptore, uma empresa interna de inovação de software do grupo, foi

**Os analistas da McKinsey descobriram que os pioneiros na adoção da inteligência artificial (IA) poderiam dobrar o fluxo de caixa (benefício econômico obtido menos o investimento associado e os custos de transição) até 2030, com uma mudança cumulativa de 122%.**

"Notes from the AI border: Modeling the impact of AI on the world economy", McKinsey & Co., setembro de 2018



testada em um canteiro de obras da Leighton Asia . Um sistema de câmera de detecção de proximidade comandada por IA monitora as zonas de exclusão (áreas proibidas em torno de atividades de alto risco) e dispara um alarme se, por exemplo, um operador ou trabalhador entra na zona de exclusão estabelecida para protegê-los de equipamentos em movimento.

Muitos veem esses aplicativos como sendo apenas o começo. A IA é adequada para uma ampla gama de casos de uso de inovação em processos de design e produção de AEC e D&M, desde a filtragem de big data até a identificação de oportunidades de sustentabilidade, a captura de conhecimento de uma mão de obra envelhecida e a execução de simulações. "Pode ser a codificação do conhecimento e do intelecto humanos", mostra Jo Vertigan, diretor da área digital da Anglian Water @ One Alliance, uma parceria de sete empresas que colaboram em grande parte no programa de investimento de capital da empresa britânica de água. "A aplicação da IA e do aprendizado de máquina captura nuances nos dados que nos permitem gerar rapidamente novos insights."

A triagem rápida de um problema multidimensional, como a otimização dos parâmetros da versão mais sustentável de um design, libera as pessoas para focar a atenção nos lugares certos.

"Há muitas áreas em que podemos inovar", diz Fischer de Stanford. "É nessas áreas que vejo a IA nos fornecendo insights para priorizarmos o que realmente importa e onde causa maior impacto."

Conforme esses exemplos mostram, as organizações de AEC e D&M estão adotando a IA para encontrar novos insights e otimizar as escolhas em uma ampla gama de variáveis dispare, inovações que, de outra forma, seriam

muito difíceis de alcançar. Esses benefícios prometem multiplicar-se à medida que as organizações começam a coletar mais e melhores dados. De fato, de acordo com a pesquisa "AI Enablement in Smart Manufacturing" de 2020 da Deloitte, 54% dos entrevistados concordam e 39% concordam totalmente que a IA será fundamental para o crescimento e a inovação na manufatura. Os entrevistados da pesquisa são gerentes seniores de 110 empresas chinesas de manufatura.

### **Gêmeos digitais dão vida a novas ideias**

Os gêmeos digitais também estão sendo usados cada vez mais como ferramenta de inovação em AEC e D&M. As organizações estão aproveitando a capacidade dos gêmeos digitais de criar uma versão virtualizada de um produto ou estrutura para permitir que designers e engenheiros testem designs, materiais e outras variáveis no processo de design inicial. A natureza dinâmica dos gêmeos digitais e sua capacidade de representar os dados e o desempenho do mundo real em um modelo virtual criam um ciclo de feedbacks entre os ambientes físico e virtual . Esse ciclo ajuda os usuários e as organizações a tomar decisões melhores, aprimorar as práticas comerciais e acessar benefícios como a redução do tempo de inatividade e um maior ROI durante a construção e a manufatura. Os gêmeos digitais também beneficiam o uso contínuo de produtos e construções.

Estima-se que o mercado mundial de gêmeos digitais crescerá a uma taxa anual composta (CAGR) de 58% entre 2020 e 2026, de US\$ 3,1 bilhões a US\$ 48,2 bilhões, respectivamente, de acordo com um relatório da Markets and Markets.<sup>6</sup> Estima-se que a região da Ásia-Pacífico terá o crescimento mais rápido de CAGR, prevendo-se que o



## INSIGHT DO SETOR

## Resolução dos desafios de inovação em design e manufatura

O setor de design e manufatura (D&M) tem uma longa tradição de inovação. Porém, as práticas convencionais, como a atribuição da geração de novas ideias a poucas equipes, a construção e o teste de protótipos físicos e a realização de longas pesquisas de mercado, já não são rápidas nem dinâmicas o suficiente. Para trabalhar no ritmo do mercado atual, é preciso adotar uma nova abordagem de inovação com maior velocidade, colaboração mais ampla e uma mudança acentuada na cultura.

A mudança para uma cultura mais inovadora pode ser difícil, especialmente para organizações de manufatura que atuam há muitos anos. Um dos desafios é a falta de inovação na engenharia como uma disciplina acadêmica estabelecida, diz Andrew Kusiak, professor de engenharia industrial e de sistemas na Universidade de Iowa. "Como o conhecimento em inovação é pouco, as empresas têm dificuldade para colocar a inovação em prática", complementa.

Tentativas recentes de trazer talentos nas novas disciplinas, como a ciência de dados, causaram confrontos culturais e desconfianças, revela Jo Geraghty, cofundadora da Culture Consultancy, uma organização de consultoria de mudança cultural baseada em Londres. O setor de D&M também é limitado quanto ao acesso a dados acionáveis e não está disposto a compartilhar os dados que possui. Os especialistas entrevistados para este relatório recomendam que as organizações de D&M sigam as etapas abaixo para inovar em meio aos desafios.

**Implemente equipes multifuncionais.** Promover uma cultura em que todos os trabalhadores sejam incentivados e capacitados para inovar requer uma mudança planejada. Geraghty diz que os centros de inovação podem ser uma estratégia eficaz de curto prazo, mas, a longo prazo, as organizações de D&M precisarão de equipes diversificadas e interdisciplinares. A consultoria dela fez os trabalhadores de um grande fabricante de alimentos executarem um exercício que atribuiu uma tarefa de inovação a equipes com pessoas de diferentes gerações, disciplinas, gêneros e conhecimento. O sucesso do exercício fez o fabricante adotar a prática em projetos maiores.

"Eles criaram inovações que funcionaram", explica ela. "Mas o maior ganho foi a compreensão que obtiveram: 'Ah, enxergo o valor que as diferenças de cada pessoa agrega no resultado'."

**Envolve universidades e startups.** Essa abordagem colaborativa pode se estender para fora da organiza-

ção para incluir parcerias acadêmicas e empresariais, assim como trabalhar com startups que não possuem a bagagem de culturas arraigadas. A parceria pode ser particularmente eficaz para evitar guerras por talentos entre organizações de manufatura, diz John Suh, vice-presidente da Hyundai Motor Group e diretor-fundador do New Horizons Studio, uma equipe que está desenvolvendo veículos de mobilidade (UMV - ultimate mobility vehicle) com sede em Fremont, Califórnia. O grupo dele colabora com terceiros para acessar as ideias mais inovadoras no que se refere ao design de UMs. A colaboração exige a resolução de questões críticas, como propriedade intelectual (IP) e propriedade de patentes, mas pode beneficiar todas as partes na parceria.

"Estamos ampliando os limites nessa área específica de tecnologia para que as organizações se beneficiem e possam usá-la em outras oportunidades econômicas", explica Suh. "Financiaremos esse processo, mas beneficiará outros, além de nós mesmos. E não temos problema com isso."

**Solucione os problemas de dados.** Assim como ocorre com os problemas de IP, a colaboração em inovações pode ser usada para resolver os problemas com os dados. Máquinas e equipamentos mais antigos podem não estar equipados para capturar dados úteis. Mesmo quando os dados são coletados, as organizações nem sempre estão dispostas a compartilhá-los, conta o Kusiak da Universidade de Iowa. Esse problema pode ser resolvido alterando-se as políticas internas para atender à necessidade de compartilhar dados para fomentar a inovação colaborativa.

**Permita a experimentação e os testes.** A liderança também precisa dar autonomia para que os trabalhadores inovem ao conceder tempo, dedicar recursos e aceitar que erros são inevitáveis. Os trabalhadores de todos os níveis devem se sentir seguros para compartilhar informações tanto sobre projetos que não foram tão bem-sucedidos quanto sobre os que foram bem-sucedidos. O apoio deve se estender não apenas ao processo (com todos os reveses, refinamentos e implementações iniciais) mas também na garantia da adoção da inovação. Geralmente, as novas ideias precisam de um período de uso sustentado antes de serem aceitas e tornarem-se totalmente rentabilizadas.

A tecnologia pode auxiliar o processo de inovação ao automatizar tarefas manuais e descobrir insights que estimulem novas ideias.

CONTINUA NA PÁGINA 8

**INSIGHT DO SETOR****CONTINUAÇÃO DA PÁGINA 7**

Geraghty, da Culture Consultancy, também defende o uso de ferramentas de ideação e colaboração para capturar e compartilhar experiências. "Muitas das melhores ideias de inovação vêm da equipe de linha de frente porque as pessoas que a compõe veem o que está acontecendo no local", conta ela.

**Meça o progresso.** As métricas ajudam a manter as iniciativas de inovação no caminho certo e a identificar as que são promissoras. A PIX Moving, desenvolvedora multidisciplinar de tecnologia baseado na China, em Guiyang, especializada em robótica e automação, avalia suas próprias inovações em termos de custo, flexibilidade, eficiência, nível de "revolução" que ela representa e experiência do usuário e o impacto em sua mão de obra. A cultura do fabricante enfatiza a necessidade de alcançar um equilíbrio entre a eficiência e a equidade dos trabalhadores. Nesse cenário, "os trabalhadores estão mais dispostos a usar equipamentos automatizados, como robôs, para melhorar a eficiência em seu trabalho diário, e coletar dados de produção para otimizar produtos e processos de produção", revela Angelo Yu, fundador e CEO. "É necessária uma cultura orientada para o futuro."

setor de manufatura será o primeiro a adotar os gêmeos digitais.

De acordo com uma pesquisa global realizada pela Royal Institution of Chartered Surveyors de Londres, realizada de setembro a novembro de 2021, 26% dos entrevistados usam gêmeos digitais e 18% começaram a dar os primeiros passos na implementação. Os principais casos de uso estão facilitando o compartilhamento de dados para oferecer desempenho para todos os envolvidos e coletando dados em tempo real da instalação para tomada de decisões e colaboração (cada 54%).

"Os gêmeos digitais ajudarão a reduzir o custo de desenvolvimento de algumas partes dos processos de design e demonstração, o que melhora a lucratividade", conta Yuya Kajikawa, professora da School of Environment and Society do Instituto de Tecnologia de Tóquio e do Institute for Future Initiatives da Universidade de Tóquio.

O New Horizons Studio da Hyundai está inserindo gêmeos digitais do conceito UMV em mundos digitalmente simulados. A meta de longo prazo é avaliar o desempenho do veículo nesse ambiente. Devido à complexidade de emular a tração real do veículo em superfícies simuladas, a meta de curto prazo da New Horizons é mostrar como um UMV pode ser usado em vários cenários nos quais a física do desempenho do veículo é simplificada. Esse insight




A natureza dinâmica dos gêmeos digitais e sua capacidade de representar dados e desempenho do mundo real em um modelo virtual criam um ciclo de feedbacks entre os ambientes físico e virtual. Esse ciclo ajuda os usuários e as organizações a tomar decisões melhores, aprimorar as práticas comerciais e acessar benefícios como a redução do tempo de inatividade e um maior ROI durante a construção e a manufatura.

oferece aos possíveis clientes, uma maneira de entender o que um produto futuro pode fazer e fornecer feedbacks que os engenheiros podem usar para iterar novos designs sem precisar criar um protótipo físico.

"Se você tem um novo tipo de produto com novos recursos, é difícil articular ou até absorver qual é o benefício de algo que eles nunca tocaram", diz Suh, da New Horizons. "Mas, se eles interagirem virtualmente com o produto, eles conseguirão." A simulação de designs e o uso de materiais também está ajudando as organizações de AEC em todo o processo de construção.

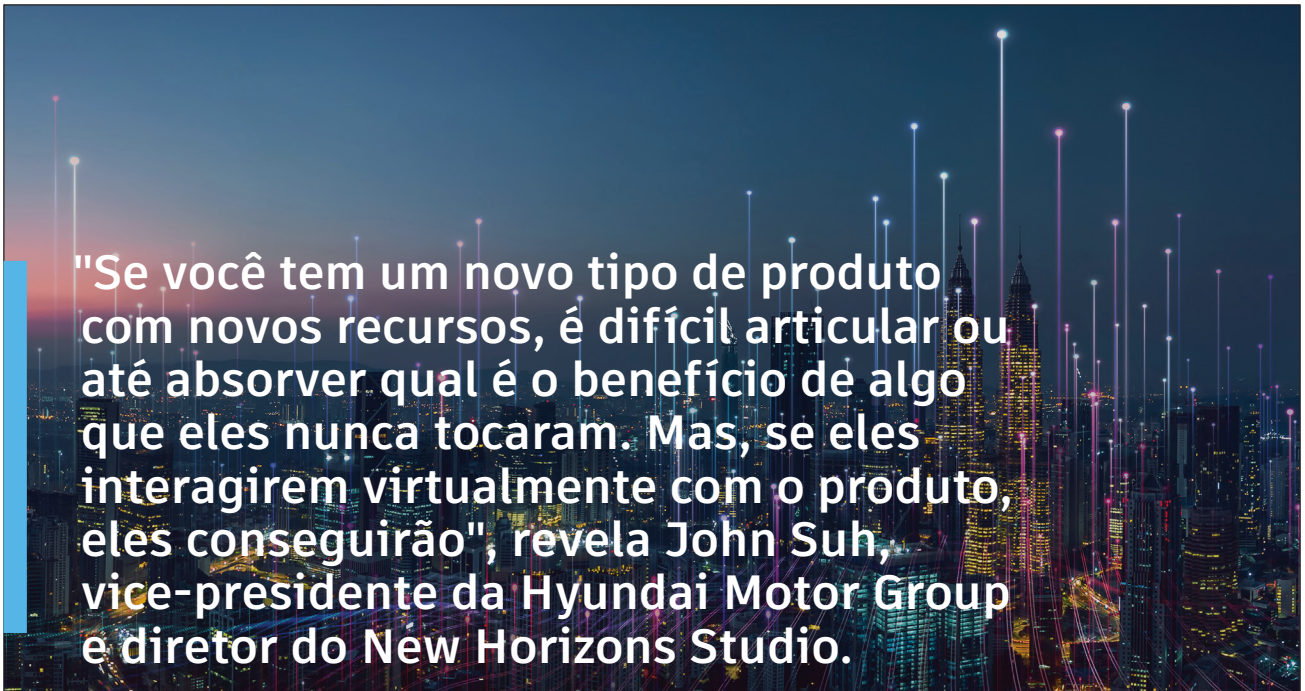
Tizzani, da empresa Leighton Asia, está empolgado em ver a empresa liderando o uso de gêmeos digitais. "Estamos criando o ativo e o respectivo gêmeo digital para nossos clientes. O gêmeo digital começa com um modelo dinâmico de BIM do que precisa ser construído. Integramos os vários fluxos de trabalho do projeto ao modelo e inserimos dados à medida que o projeto avança", explica. Como a Leighton Asia não bloqueia os dados nas planilhas e nos desenhos 2D, a equipe pode usar o modelo e os relatórios visuais para colaborar no gerenciamento de alterações. Depois, eles podem usar as simulações e o aprendizado de máquina para auxiliar a tomada de decisões, melhorar a eficiência e reduzir o retrabalho. "Depois que a construção é concluída, o gêmeo digital se torna imprescindível para as operações e a manutenção ao longo da vida útil do ativo", acrescenta Tizzani.

Embora o progresso atual seja encorajador, o potencial dos gêmeos digitais para transformar grande parte do processo de design e produção de bens e estruturas em AEC e D&M ainda está por vir. Ao aumentar o volume e a variedade das atividades de coleta de dados, as organizações podem estabelecer uma base para colher insights e impulsionar a experimentação no futuro.



**"Os gêmeos digitais ajudarão a reduzir o custo de desenvolvimento de algumas partes dos processos de design e demonstração, o que melhora a lucratividade."**

Yuya Kajikawa, professora da School of Environment and Society do Instituto de Tecnologia de Tóquio e do Institute for Future Initiatives da Universidade de Tóquio



"Se você tem um novo tipo de produto com novos recursos, é difícil articular ou até absorver qual é o benefício de algo que eles nunca tocaram. Mas, se eles interagirem virtualmente com o produto, eles conseguirão", revela John Suh, vice-presidente da Hyundai Motor Group e diretor do New Horizons Studio.

## Inovação por meio da próxima geração Abordagens de design

A necessidade de elevar a capacidade de inovação das organizações também está impulsionando o uso crescente de design generativo e design para manufatura e montagem. O design generativo é um processo de exploração que leva em conta as metas, os parâmetros e as restrições do design para gerar e testar rapidamente alternativas de design. O DFMA permite que os engenheiros incorporem a construção às fases iniciais do design, quando as mudanças são menos custosas. Ele também permite que designers/arquitetos, engenheiros, fabricantes, empreiteiros e subempreiteiros trabalhem juntos no processo de design e colaborem nas metas, como a redução do tempo e do custo total do design. Os arquitetos, por exemplo, podem saber como cada peça será fabricada e montada para que possam, então, otimizar os designs. E os fabricantes podem compartilhar com antecedência as restrições que têm para que arquitetos ou designers possam considerá-las. A eficiência no processo de design oferece grandes benefícios em termos de custo e eficiência à medida que os projetos avançam.

A Bryden Wood usa o design generativo de diversas formas para incutir a inovação nos processos, inclusive ajudando construtores "em série" que precisam construir variações do mesmo ativo em vários locais. Em vez de projetar cada local como sendo a única opção usando abordagens convencionais, o design generativo pode produzir rapidamente mais de 100 mil variações propostas que podem ser "selecionadas" de acordo com os direcionadores

de valor de um determinado cliente para chegar ao design ideal para cada local individual. Esse sucesso permitiu que a Bryden Wood elevasse o conceito de design generativo a um nível mais alto ao perguntar o que *mais* a organização poderia fazer com um design otimizado em mãos. A empresa usou o design automatizado para desenvolver um conjunto de peças altamente preciso e de montagem rápida para a superestrutura do The Forge, um projeto comercial de escritório com emissão zero de carbono na região sul de Londres.

"Depois, perguntamos à empreiteira mecânica e elétrica: 'Se você soubesse que a superestrutura era super precisa, que todos os pontos de fixação já estão na laje e também são muito precisos, o que você faria?', conta Johnston, da Bryden Wood. Em um projeto convencional, a empreiteira mecânica e elétrica instalaria manualmente os componentes elétricos no local como uma série de operações individuais devido à inevitável variação, digamos, na colocação de uma coluna. Mas, como a superestrutura foi construída de acordo com as especificações exatas do design, a empreiteira elétrica conseguiu criar módulos multisserviços contendo componentes mecânicos e elétricos em uma fábrica, colocá-los na posição e rapidamente encaixar no lugar. Basicamente, a empreiteira pôde fazer o design da manufatura e da montagem. "O tempo de instalação reduziu de horas para minutos", explica Johnston. O mesmo conceito, aplicado a partes da fachada, reduziu o tempo necessário para instalar cada painel de uma hora para sete minutos e meio.

A capacidade de considerar processos de manufatura e



## A eficiência no processo de design oferece enormes benefícios em custo e eficiência, à medida que os projetos avançam.

montagem automatizados na fase de design gerará valor, principalmente à medida que mais processos de produção forem executados por robôs, observa Suh, da New Horizons. "Vincularemos nossos modelos digitais dos componentes projetados para montagem automatizada. Depois, esse arquivo irá diretamente para o robô que fabrica e une os componentes", explica. "E, na instalação, as pessoas usarão a automação simples para ajudar na montagem final das submontagens de forma rápida e precisa."

Ao adotar o design generativo e o DFMA, as organizações de AEC e de D&M aumentarão a capacidade de gerar, testar e colaborar em ideias no início do processo de design, permitindo que desenvolvam abordagens inovadoras de como trabalham, também minimizando os custos e aumentando a eficiência. À medida que o uso do design generativo e do DFMA continua a se expandir, eles prometem fomentar muito mais colaboração e coesão nos processos de ponta a ponta, tanto em AEC quanto em D&M.

### Incentivo a novas abordagens de sustentabilidade

Talvez não haja maior necessidade de inovação do que aumentar a sustentabilidade dos processos de design, produção e construção. À medida que a pressão mencionada de governos e clientes para criar produtos, processos e estruturas mais sustentáveis continua a aumentar, as organizações de AEC e de D&M aproveitarão cada vez mais a IA e as ferramentas e técnicas de modelagem para chegar a novos designs que equilibrem objetivos, designs e materiais sustentáveis e fatores econômicos.

"Geralmente, há uma troca entre sustentabilidade ambiental e eficiência econômica", diz Kajikawa, da Universidade de Tóquio. A IA e a modelagem podem ser ajustadas para ajudar os humanos a tomar decisões em uma troca complexa, ele diz.

Uma pesquisa do Capgemini Research Institute com 480 executivos globais de manufatura, realizada em fevereiro e março de 2021, identificou que as organizações já estão vendo os benefícios de sustentabilidade de tecnologias

digitais em escala, incluindo automação, IA/aprendizado de máquina e análise de dados. **FIGURA 2** Por exemplo, os entrevistados relataram uma redução média de 15% no desperdício nos últimos dois anos, e outros 20% esperados nos próximos cinco anos. De acordo com o relatório, "a inovação, impulsionada pela tecnologia e pelos dados, pode ajudar os fabricantes a resolver os problemas econômicos e de sustentabilidade de forma simultânea".

"Quando você olha as estruturas de construção e tenta remover o carbono da construção, está tentando reduzir a energia em uso, mas também precisa considerar o carbono incorporado no próprio edifício, nos materiais", explica Jacqui Glass, vice-reitora de pesquisa e professora em gerenciamento de construção da University College London.

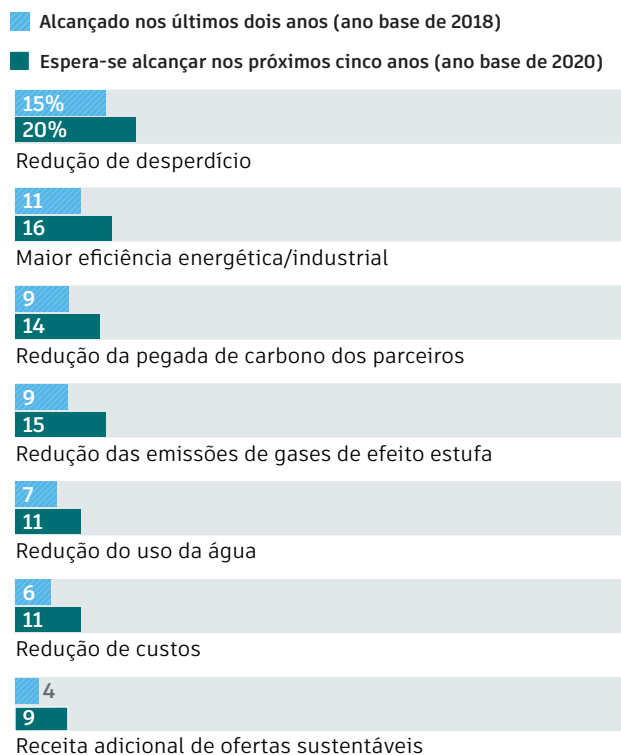
Um exemplo de inovação em sustentabilidade, ela observa, é o projeto Automating Concrete Construction da Universidade de Bath do Reino Unido, que busca me-

FIGURA 2

### Investimentos digitais proporcionam benefícios de sustentabilidade

Fabricantes relatam ganhos com o uso escalonado de tecnologias digitais, incluindo automação e inteligência artificial/aprendizado de máquina

Quais são os benefícios comuns de sustentabilidade das tecnologias digitais em escala?



Fonte: Capgemini Research Institute, 2021



lhorar drasticamente a sustentabilidade e a produtividade na construção, definindo uma abordagem holística na fabricação, montagem, reutilização e desconstrução de construções em concreto. O aprendizado de máquina, um subconjunto da IA que permite que uma máquina aprenda automaticamente usando os dados anteriores sem ser especificamente programado para essa finalidade, está sendo usado para projetar lajes inteligentes que são criadas utilizando estruturas de concreto, o que reduz o uso do material em até 50% ao garantir que o concreto seja colocado somente onde é necessário para fornecer estabilidade e força suficientes. Depois, a impressão 3D e a produção robótica melhoram a eficiência do processo de produção. "Essa é uma demonstração muito boa de como se pode juntar tecnologias para impulsionar a inovação para tornar os processos de construção mais sustentáveis", mostra Glass.

À medida que a necessidade de maior sustentabilidade nos processos de manufatura e construção e nos materiais se tornou urgente, as organizações de AEC e D&M estão inovando para superar as limitações das práticas tradicionais. As abordagens que incorporam IA, os gêmeos digitais, o design generativo e o DFMA prometem permitir novas formas de trabalhar que eliminam o desperdício, aceleram os processos, reduzem custos e criam formas de trabalho muito mais coesas e integradas.

A descoberta das novas formas de reduzir tempo, materiais e outros custos do design e da produção de bens e de construções requer superar alguns obstáculos consideráveis. As empresas de AEC e de D&M devem resolver os desafios organizacionais, culturais e tecnológicos exclusivos dos seus setores para estabelecer com sucesso as bases para práticas mais inovadoras.

## Resolução dos desafios complexos com inovação

Obviamente, os setores de AEC e de D&M sempre enfrentaram desafios. No entanto, o contexto atual com as pressões dos concorrentes e dos clientes, os desafios de sustentabilidade e da mão de obra, e as exigências crescentes são mais prementes do que antes. Muitos veem a inovação como a solução para obter novos materiais, processos e energia criativa, necessários para atender aos requisitos atuais.



"Nos dias atuais, não há outra opção senão inovar para crescer", diz Jo Geraghty, cofundadora da Culture Consultancy.

A atenção crescente na inovação está levando as organizações de AEC e de D&M a explorar formas de trabalho viabilizadas pela tecnologia. A IA e as abordagens, incluindo gêmeos digitais, design generativo e DFMA, estão automatizando processos de rota e ajudando as pessoas a encontrar, testar e implementar melhores maneiras de atingir as metas organizacionais. Os usuários pioneiros na adoção dessas tecnologias, incluindo a Bryden Wood e a PIX Moving, estão observando uma significativa redução nos custos de capital e nos prazos de design e produção, e encontrando materiais e métodos mais sustentáveis.

Para aproveitar verdadeiramente os benefícios das novas abordagens de inovação viabilizadas pela tecnologia, as organizações estão mudando também a forma como trabalham. Em AEC, as estratégias bem-sucedidas incluem a alteração da forma como os contratos são estruturados, o aprimoramento da coleta e da análise de dados e a criação de uma estrutura mais formal para a inovação no trabalho diário. Em D&M, a promoção de equipes internas mais diversas e funcionais, a colaboração com universidades e startups, e o incentivo à cultura da inovação ajudam as organizações a fomentar e rentabilizar com sucesso as novas ideias. Os especialistas estão confiantes de que os que conseguirem superar os obstáculos à adoção estarão prontos para colher os benefícios da adoção das inovações nos respectivos ecossistemas.

"Nos dias atuais, não há outra opção senão inovar para crescer", observa Geraghty, da Culture Consultancy.

## Notas finais

- 1 Forrester Research, "Grow And Differentiate Business Value Through Continuous Innovation", 10 de maio de 2021. <https://www.forrester.com/report/grow-and-differentiate-business-value-through-continuous-innovation/RES165159?objectid=RES165159>.
- 2 McKinsey & Co., "The state of AI in 2021," December 2021. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Analytics/Our%20Insights/Global%20survey%20The%20state%20of%20AI%20in%202021/Global-survey-The-state-of-AI-in-2021.pdf>.
- 3 Gartner, "Gartner Says Marketing Innovation Makes Up More Than 20% of Marketing Budgets, Yet Many Marketers Lack a Clear Definition of Innovation," August 11, 2021. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/gartner-says-marketing-innovation-makes-up-more-than-20--of-mark#:~:text=Gartner%20defines%20innovation%20as%20%E2%80%9Cthe,execution%20and%20a%20useful%20outcome>.
- 4 Penn, Ivan, "California's Plan to Make New Buildings Greener Will Also Raise Costs," The New York Times, August 30, 2021. <https://www.nytimes.com/2021/08/30/business/energy-environment/californias-solar-housing-costs.html>.
- 5 Tony Hansen, Focko Imhorst, Anna Moore, et al., "Decarbonizing the built environment: Takeaways from COP26," McKinsey.com, January 12, 2022. <https://www.mckinsey.com/industries/engineering-construction-and-building-materials/our-insights/decarbonizing-the-built-environment-takeaways-from-cop26>.
- 6 Markets and Markets, "Digital Twin Market by Enterprise, Application (Predictive Maintenance, Business Optimization), Industry (Aerospace, Automotive & Transportation, Healthcare, Infrastructure, Energy & Utilities) and Geography - Global Forecast to 2027," setembro de 2020. [https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/digital-twin-market-225269522.html?gclid=EA1aiQobChMI9Mz6wv\\_A7wI1VinZgCh0gBgM-FEAYASAAEgJQI\\_D\\_BwE](https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/digital-twin-market-225269522.html?gclid=EA1aiQobChMI9Mz6wv_A7wI1VinZgCh0gBgM-FEAYASAAEgJQI_D_BwE).



**Harvard  
Business  
Review**

ANALYTIC SERVICES

## QUEM SOMOS

Os Serviços de Análise de Avaliação de Negócios de Harvard são uma unidade independente de pesquisa comercial do Harvard Business Review Group que realiza pesquisas e análises comparativas sobre importantes desafios de gestão e oportunidades comerciais emergentes. Com o objetivo de fornecer inteligência de negócios e insights de grupos pares, cada relatório é publicado com base nas conclusões de pesquisas e análises quantitativas e/ou qualitativas originais. As pesquisas quantitativas são conduzidas com o HBR Advisory Council, o painel de pesquisa global da HBR, e as pesquisas qualitativas são conduzidas com executivos seniores e especialistas nos assuntos, dentro e fora da comunidade de autores da *Harvard Business Review*. Para nos enviar um e-mail, use o endereço [hbranalyticsservices@hbr.org](mailto:hbranalyticsservices@hbr.org).

[hbr.org/hbr-analytic-services](https://hbr.org/hbr-analytic-services)