



## CANTEIROS DO FUTURO

O grande salto para os chamados Canteiros 4.0 - racionalizados e automatizados - ainda está longe de acontecer. Ferramentas como o BIM podem permitir a abertura de portas para novas tecnologias, como um sistema de sensores que monitoram as atividades no canteiro e mudam o conceito de gerenciamento da obra.

No mundo, a Alemanha - que criou o conceito de indústria 4.0 -, destaca-se pela automação das linhas de produção nas suas empresas de pré-fabricados, enquanto o Japão produz residências com tipologias variadas em série, dentro de linhas de produção controladas. No Brasil, a disseminação da Modelagem da Informação da Construção, o BIM, impactou a forma de projetar nos últimos anos. Mas, segundo o Professor Dr. Fabiano Corrêa, especialista do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP), o grande salto para os chamados Canteiros 4.0 ainda está longe de acontecer. Para ele, esses novos conceitos serão possíveis na medida em que as outras tecnologias forem incorporadas. Depois do BIM, o próximo passo rumo à industrialização do setor será o uso de sensores que permitem o monitoramento das atividades no canteiro, controle mais preciso do andamento da obra e da localização das equipes de trabalho, materiais e equipamentos. Quando conectados à Internet, permitirão, com um baixo nível de investimento, elevar a qualidade do produto e ser entregue. Em entrevista a Gisele Cichinelli, Corrêa traça um panorama sobre os avanços e os desafios tecnológicos que o setor tem pela frente.

**O QUE É O CONCEITO DE INDÚSTRIA 4.0?**  
É um conceito criado pelo governo alemão, que diz respeito a uma quarta revolução industrial. Existem diversas tecnologias que possuem poder disruptivo, como a impressão 3D, que chamamos de manufatura aditiva, o conceito de IoT (Internet das Coisas, em português) e a analítica de Big Data. Empresas como a Netflix, Google e Amazon já usam esta última para coletar os dados e analisar os padrões de consumo dos seus usuários. Esse conjunto de tecnologias, quando aplicado no ambiente de produção, permite que a planta industrial seja mais flexível. As máquinas podem se ajustar sozinhas nas etapas de manufatura, eliminando a intervenção humana e diminuindo o tempo de parada na produção. Ao juntar todas elas, almeja-se produzir produtos personalizados, com amplo espectro de variações, em massa.

**COMO ESSE CONCEITO PODE SER AGREGADO À INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL?**  
Mesmo na Alemanha, onde o conceito foi criado, sua aplicação na construção civil ainda é inexistente. Por outro lado, é preciso compreender que as empresas de

pré-fabricados alemãs já estão totalmente informatizadas, inclusive empregando muitos robôs. A partir desse cenário bastante industrializado, faz sentido pensar em uma evolução dessa indústria para a indústria 4.0.

**QUAIS SÃO OS ENTRAVES PARA IMPLANTAR ESSE MODELO DE PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL?**

A construção civil não fabrica produtos em massa, como as demais indústrias de manufatura. Nesse setor, falamos de projetos únicos, com pouca escala e repetição. Mas a industrialização é um caminho para resolver gargalos sérios, tais como a qualidade da construção e os estouros de prazo e orçamento.

*“Na Inglaterra uma empresa já usa sensores de temperatura na concretagem de lajes e pilares”*

**HÁ ALGUMA INICIATIVA NO MUNDO QUE SE APROXIME DA APLICAÇÃO DO CONCEITO DE INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL?**

Na Inglaterra, por exemplo, uma empresa já usa sensores de temperatura na concretagem de lajes e pilares. Com isso, é possível ter um controle muito mais fino do tempo de cura. O Japão é um país que consegue combinar a agilidade e precisão das máquinas com a flexibilidade dos seres humanos. Lá, o conceito de Smart Factory (fábrica inteligente) é bem forte. Há, inclusive, diversas empresas que pré-fabricam casas realizando até 85% do trabalho fora do canteiro, numa produção anual média de atualmente 150.000 unidades. Entenda que não é um limite da capacidade das linhas de produção, e sim da existência de demanda. Esta produção já chegou a atingir 600.000 casas/ano na metade da década de 1990.

**COMO FUNCIONA ESSE PROCESSO?**

Com projeto modular, as casas são divididas em módulos tridimensionais, podendo ser montadas segundo diferentes tipologias e opções de personalização. Além da casa pré-fabricada, os japoneses também estão testando - desde a década de 90 - a possibilidade de um canteiro automatizado, que isola a área de trabalho contra as intempéries e realiza tarefas como o posicionamento e montagem da estrutura em aço, com auxílio de robôs soldadores. A partir dos três primeiros pavimentos, construídos de modo convencional, a fábrica é implantada sobre a edificação em construção, onde se começa a

produzir os demais pavimentos. Alguns testes foram feitos, mas esse modelo de produção ainda está em fase de experimentação. Verificou-se que o tempo de fabricação ainda é similar ao da construção convencional, sobretudo em edifícios de até 20 andares. Para edificações com mais pavimentos, a tecnologia se mostra mais vantajosa.

**E NO BRASIL, EXISTEM INICIATIVAS SIMILARES OU QUE APOSTEM NO USO DE TECNOLOGIAS MAIS AVANÇADAS, DE IOT OU BIG DATA?**

Ainda não temos nada de concreto nesse sentido. No momento, estamos aqui no departamento buscando canteiros de obras para tentar

implantar, em caráter de pesquisa, uma solução integrada ao BIM com algumas tecnologias de sensoriamento via etiquetas de RFID (Radio Frequency Identification). Trata-se de um método de identificação automática através de sinais de rádio, que permite o gerenciamento de materiais no canteiro, inclusive evitando perdas e desperdícios. Também temos a tecnologia de ultra wideband, uma espécie de GPS para ambientes fechados que permite o rastreamento de equipes de trabalho para o melhor gerenciamento de pessoal em obra. Apesar dos sensores serem relativamente baratos, há a necessidade de uma infraestrutura (computador e roteador) que demanda investimento da ordem de R\$ 8 mil.

**MAS ESTÃO CONECTADOS À REDE?**

A tecnologia de IoT permitiria, ou simplificaria, esta conexão. As etiquetas passivas de RFID podem ser usadas, por exemplo, nos jogos de fôrmas, que chegam a possuir mais de duas mil peças, permitindo o rastreamento de cada uma delas. A evolução natural dessa aplicação - apesar do custo ainda proibitivo - seria transformá-la em etiquetas "ativas", ou seja, com uma tecnologia tal que permitisse que elas enviassem seus dados diretamente para a rede, eliminando a necessidade de uso de leitores para tal tarefa, como é feito hoje.

**PELO VISTO, SÃO INICIATIVAS MUITO PONTUAIS. FALTA UMA VISÃO SISTÊMICA SOBRE O TEMA?**  
Sim, não existe um pensamento sistematizado ainda, de integração das diversas tecnologias. O que »

difícil o avanço da industrialização dos canteiros é o fato de não existir outros profissionais, de outras áreas, se debruçando sobre esses estudos. Geralmente, engenheiros civis fazem formações paralelas para introduzir novos estudos e pesquisas de outras áreas. No Brasil, o BIM (Building Information Model) já é uma realidade e pode ser a porta de entrada para as novas tecnologias.

#### QUAIS SERIAM OS PASSOS SEGUINTES ALÉM DO BIM?

Acredito que devemos avançar para a integração com diferentes sensores, com o conceito de Internet das Coisas aplicado a eles. Esse ecossistema tecnológico, vale ressaltar, traria mais benefícios se a produção da edificação fosse feita com elementos pré-fabricados. Mas ainda é complicado convencer o setor a adotar novas tecnologias, sem que haja um resultado real. Sobretudo nesse momento delicado do país e da construção civil. Por outro lado, também é o momento ideal para que as empresas invistam em diferenciais. As margens de lucro serão cada vez menores daqui para frente, enquanto os investimentos em tecnologias serão necessários para garantir mercado.

#### QUE VANTAGENS COMPETITIVAS A RACIONALIZAÇÃO E AUTOMAÇÃO DOS CANTEIROS TRAZEM ÀS EMPRESAS?

A qualidade dos processos é muito maior. Ao usar o BIM, por exemplo, o projeto arquitetônico será muito melhor, pelas próprias características e possibilidades oferecidas pelo software. O BIM permite que a edificação, o próprio canteiro e a logística da produção sejam modelados com antecedência. O uso de sensores no canteiro possibilita saber como está o andamento da obra de forma muito mais ágil. É uma mudança total de gerenciamento pois permitirá, por exemplo, a liberação de um funcionário que teria de coletar e interpretar dados para atividades de maior valor, de tomada de decisão.

#### É POSSÍVEL REDUZIR OS CUSTOS DAS OBRAS COM A ADOÇÃO DESSES CONCEITOS E TECNOLOGIAS?

É difícil mensurar o impacto nos custos, pois estamos falando de um conceito muito amplo e que implica muitas mudanças de paradigmas dentro da construção. A etapa seguinte à adoção do BIM seria, a meu ver, o uso de sensores no canteiro. Os investimentos nessa tecnologia não são muito grandes. Um sistema para rastreamento de equipes de trabalho, por exemplo, pode custar até dez mil euros. Por outro lado, é possível extrair valor das informações coletadas por esses dispositivos. Quanto de valor? É difícil mensurar o retorno, pois ele depende dos processos adotados por cada empresa. Não há experiências concretas que sirvam como uma base para essa avaliação. Assim como o BIM prometeu muito e entregou, é preciso que haja uma aposta na implementação dessas tecnologias

para que esses dados sejam coletados com precisão. De concreto, há um potencial de transformação com possibilidade de aumento de qualidade aliado à redução de prazos e custos, semelhante ao que já acontece em outras indústrias que migraram para automação dos seus processos.

#### NO BRASIL, O SETOR DA CONSTRUÇÃO DESTACA-SE COMO UM DOS MAIORES EMPREGADORES. POR OUTRO LADO, A AUTOMAÇÃO SEMPRE ESTÁ ASSOCIADA À REDUÇÃO DE POSTOS DE TRABALHO. COMO RESOLVER ESSA EQUAÇÃO, DO PONTO DE VISTA SOCIAL E ECONÔMICO?

Essa é uma questão muito pertinente, já enfrentada por outros setores. A indústria automobilística, por exemplo, no meio da década de 90 adotou robôs para executar soldagens. A execução desse serviço foi tão produtiva que foi preciso capacitar os antigos soldadores para fazer outras funções, já que a produção de carros aumentou. É preciso pensar em todos os elos da cadeia. A automação retira alguns empregos, mas gera outros, geralmente com melhores remunerações.

#### QUAIS FUNÇÕES PODEM SER ELIMINADAS DOS CANTEIROS EM FUNÇÃO DA AUTOMAÇÃO NOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO?

Hoje, não enxergo o fim de nenhuma função específica. O que percebemos é que as pessoas estão sobrecarregadas com tarefas que poderiam ser eliminadas com o sensoramento, por exemplo, liberando-as para tarefas de maior valor, de tomadas de decisão. Em vez de coletar dados, poderão despende mais tempo para analisá-los. Isso é uma mudança importante, que não impactará em redução de postos de trabalho. Cortes podem acontecer com o uso maior de pré-fabricados produzidos com máquinas automatizadas e robôs dentro das fábricas. Mas haverá um grande investimento na tecnologia e a máquina deverá ser operada por profissionais mais capacitados.

*“A automação retira alguns empregos, mas gera outros, geralmente com melhores remunerações”*

#### OUTRO PONTO CRÍTICO NA ADOÇÃO SISTEMATIZADA DE TECNOLOGIAS É A CRIAÇÃO DE UM AMBIENTE DE VIGILÂNCIA PERMANENTE, COM A POSSIBILIDADE DE USO INDISCRIMINADO DOS DADOS E INFORMAÇÕES DOS OPERÁRIOS. COMO A ACADEMIA ESTUDA ESSA QUESTÃO?

Esse é um problema ainda não resolvido e muito estudado pela comunidade acadêmica. Há um valor muito grande em acessar o perfil das pessoas e entregar produtos personalizados. No entanto, usar essas informações para outros fins é um grande problema. No tocante às smart cities, por exemplo, já se estuda a possibilidade de retirar as informações de identificação do usuário. Parte dos dados pessoais não serão guardados. No caso dos canteiros, os funcionários têm de saber que estão sendo rastreados. As empresas devem saber e comunicar com clareza que dados são esses, o porquê disso e quais medidas serão tomadas a partir dessas informações.

#### VOLTANDO AOS CANTEIROS, A IMPRESSÃO DE PEÇAS E ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM 3D JÁ É UMA REALIDADE?

A manufatura aditiva, ou impressão 3D, é uma tecnologia de impressão relativamente antiga, que está se popularizando nos últimos anos devido ao barateamento dos equipamentos que permitem imprimir um objeto com volume, camada por camada (adicionando materiais). Na construção civil,

já existem algumas iniciativas nesse sentido. A empresa chinesa WinSun divulgou a construção de casas e um edifício de seis pavimentos com essa tecnologia. Por outro lado, o acabamento dessas edificações não é bom e a impressão é apenas parte do processo.

#### JÁ É POSSÍVEL IMPRIMIR ELEMENTOS ESTRUTURAIS COM ELAS?

Isto ainda não acontece comercialmente. O que se tem visto é a impressão de uma espécie de fôrma, que posteriormente

recebe o reforço estrutural, como no caso do robô produzido por um laboratório do MIT (Massachusetts Institute of Technology), capaz de imprimir essa “fôrma” em espuma, com a possibilidade de concretagem de seu interior na sequência. Há muitas pessoas interessadas em desenvolver modelos de negócios como esse, em que prédios inteiros

poderão ser impressos por impressoras gigantes alocadas no canteiro. O professor Dr. Behrokh Khoshnevis, da University of Southern California, desenvolveu o conceito do Countour Crafting, que segue essa linha. Uma de suas ideias é construir fora do planeta, no caso, na Lua. De qualquer maneira, a grande inovação é o material cimentício empregado na impressão. Particularmente não acredito que esse conceito deva vingar, mas é um caminho de pesquisa. No Brasil, a empresa Urban 3D começou com um conceito de impressão semelhante, mas logo partiu para outros nichos, com o uso de pré-fabricados (impressos), sensores e IoT, ainda em caráter experimental. É possível imprimir peças? Sim, mas de preferência na fábrica e não no canteiro.

#### QUAL É O IMPEDITIVO PARA IMPRESSÃO DE PEÇAS NOS CANTEIROS?

Um deles é a barreira tecnológica. Não há impressoras específicas para a construção civil, que permita a impressão de peças em pasta cimentícia. Hoje, por exemplo, ainda não é possível imprimir uma parede de concreto. Em segundo lugar, está o custo dessa tecnologia. É mais barato apostar em pré-fabricados de concreto do que em peças impressas. Por último, temos a barreira do tempo de produção, que a depender da tecnologia de manufatura aditiva empregada, não é rápida na impressão. Como vantagem, a impressão permite maior liberdade geométrica, com a produção de peças muito diferentes, únicas, sem impactar no sistema produtivo. ■