O uso do BIM no canteiro de obras e a sua influência na segurança do trabalho

The use of BIM at the construction site and its influence on work safety

Ana Lucia Gallego Martins
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil | analuciagmartins@usp.br
Luana Souza Serafim de Lima
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil |luanasslima@usp.br
Eduardo Toledo Santos
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil | etoledo@usp.br

Resumo
Este artigo apresenta possíveis usos do BIM para o canteiro de obras. A aplicação da metodologia BIM impacta diretamente na qualidade do canteiro e pode ser usada como uma ferramenta auxiliar no gerenciamento de riscos, porque permite melhor planejamento e maior industrialização, entre outros fatores que impactam diretamente no grau de riscos de um canteiro. A sua aplicação vai desde o planejamento do canteiro à utilização de realidade aumentada para treinamentos específicos. O objetivo deste artigo é, através de revisão bibliográfica, identificar alguns avanços que têm sido feitos nesta temática e analisar como algumas ferramentas ligadas ao BIM têm sido usadas nos canteiros de obras para apoiar a segurança do trabalho.

Palavras-chave: Modelagem da Informação da Construção. Canteiro de obras. Segurança do trabalho. Realidade aumentada. Realidade virtual.

Abstract
This article presents possible uses of BIM for the construction site. The application of BIM technology directly impacts the quality of the construction site and can be used as an auxiliary tool in risk management, because it allows better planning and greater industrialization, among other factors that directly impact the degree of risk at a site. Its application ranges from construction site planning to the use of augmented reality for specific training. The objective of this article is, through a literature review, to identify some advances that have been made in this theme and analyze how some tools related to BIM have been used in construction sites to support work safety.

Keywords: Building Information Modelling. Construction site. Work Safety. Augmented reality. Virtual reality.

INTRODUÇÃO

Apesar da Modelagem da Informação da Construção (BIM) ter suas primeiras aplicações originadas na fase de projeto e, ainda hoje, esta ser a etapa do ciclo de vida

Como citar:
MARTINS, A. L. G.; LIMA, L. S. S. de; SANTOS, E. T. O uso do BIM no canteiro de obras e a sua influência na segurança do trabalho. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-12 Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/615. Acesso em: 5 ago. 2021.

do empreendimento onde tem uso mais frequente, há um esforço progressivo para levar os benefícios do uso do modelo também para as etapas de Construção e Operação.

Projetistas e outros participantes do mercado da construção civil necessitam de bibliotecas de objetos BIM que possam ser incorporados aos modelos que desenvolvem. As empresas fornecedoras de itens de segurança no canteiro devem criar bibliotecas específicas dos seus produtos e equipamentos, facilitando que o BIM seja utilizado nos estudos de planejamento e logística do canteiro.

A segurança do trabalho é um campo multidisciplinar, que tem como principais atribuições o reconhecimento, a avaliação e definição de controles sobre as condições perigosas e os fatores humanos do trabalho, com o objetivo de evitar acidentes e danos.

O uso do BIM para aplicações no canteiro de obras vai nesta direção e inúmeros casos já são relatados indicando benefícios do uso desta metodologia nesse contexto, com destaque para a segurança do trabalho.

O objetivo deste artigo é identificar os avanços que têm sido feitos nesta temática e analisar como algumas ferramentas BIM têm sido usadas nos canteiros de obra.

FUNDAMENTAÇÃO

O canteiro de obras possui natureza dinâmica, em função das diversas fases de um empreendimento, dos materiais, equipamentos e tecnologias envolvidas, e equipes de trabalho com formações distintas em função dos procedimentos a serem executados. Em obras sem o uso do BIM, utilizam-se diagramas de Gantt para o planejamento, e tais métodos não são capazes de considerar aspectos espaciais e as particularidades das etapas de construção, fazendo com que a tomada de decisão seja eventualmente baseada em documentos inconsistentes e sem o nível de detalhe necessário [1][2].

Ferreira e Franco [3] apontam para a importância de se repensar o sistema de produção da construção e sugerem a elaboração do projeto do canteiro de obras possibilitando otimizar as condições de trabalho e atender a requisitos legais, bem como possibilitando a industrialização e a compatibilidade entre as diversas disciplinas, com consequente maior eficiência do setor. O mercado atual exige dos construtores menores custos e prazos, redução de retrabalhos e incompatibilidades e a transparência dos projetos. A criação e uso de modelos BIM possibilita alcançar tais objetivos [4].

Os estudos ou projetos de canteiros de obra possuem natureza complexa e o mau planejamento gera custos, atrasos e acidentes que podem provocar lesões nos trabalhadores e possível embargo da obra [5]. Os canteiros no Brasil devem possuir o Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR) e tal documento deve ser atualizado de acordo com a etapa em que se encontra o canteiro [6]. Sacks et al. [7] citam que o uso de ferramentas BIM possibilita a gestão da segurança do trabalho, avaliando as condições de processos e áreas perigosas e que, utilizando ferramentas 4D, é possível

prevenir acidentes, e consequentes paradas, embargos e prejuízos. A Norma NR-18 [6] sugere, em seu item 18.4.6.a, a busca por avanços tecnológicos:

> *São facultadas às empresas construtoras a adoção de técnicas de trabalho e o uso de equipamentos, tecnologias e outros dispositivos que propiciem avanço tecnológico em segurança, higiene e saúde dos trabalhadores. [6]*

No Brasil, entre 2012 e 2018, foram contabilizados aproximadamente 106.000 acidentes com trabalhadores da construção civil [8], muitos destes fatais, e a principal causa é a interação entre a máquina e o operário. Portanto, justifica-se a importância de planejar e monitorar o canteiro de obras, e extrapolar o uso dos modelos para treinamentos específicos para a realidade de cada empreendimento, aumentando a compreensão de todos envolvidos na cadeia de produção sobre as particularidades e perigos presentes no ambiente [9].

Os treinamentos são importantes para a redução dos riscos dentro do ambiente de obras, porém é difícil a visualização, em documentos 2D, do ambiente construído ou mesmo das etapas de interesse para determinada equipe, onde as diversas disciplinas de uma mesma etapa podem não ser totalmente compatíveis entre si [5]. A maior parte dos cursos oferecidos no mercado são genéricos, não contemplando a realidade específica em que os conteúdos devem ser aplicados. O BIM possibilita o uso de modelos 3D para realidade virtual e auxilia no planejamento, treinamento e execução de segurança nos canteiros de obra [5].

A Realidade Virtual (RV) é uma interface de usuário avançada, que possibilita a visualização e interação do usuário com ambientes gerados tridimensionalmente no computador, fazendo uso de dispositivos multissensoriais. Já a Realidade Aumentada (RA) é definida como um sistema que suplementa o ambiente real com objetos virtuais, alinhando-os com objetos reais e permitindo interação em tempo real, com recursos multissensoriais e aplicativos. A RA é mais acessível já que aplicativos de celular facilitam a sua utilização, uma vez que equipamentos móveis são bastante utilizados nas obras e são de fácil acesso [10][11]. A utilização de RA com BIM é feita com a visualização do modelo 3D integrado ao seu contexto real, em um dispositivo móvel [6]. O modelo BIM pode servir de base para a criação dos ambientes de RV e RA, facilitando o uso em treinamentos e, assim, impulsionando a aplicação dessas tecnologias na Construção Civil. Pode ainda expandir seu uso para a chamada Realidade Mista (RM) e aplicações holográficas, com o uso de dispositivos como o Microsoft HoloLens 2 [12].

O uso do BIM possibilita maior industrialização do canteiro, menos atividades dentro de espaços muitas vezes restritos, e maior qualidade no produto final [1]. De acordo com [13], são inúmeras as possibilidades de layout que um canteiro pode assumir, e escolher a melhor opção, levando em consideração o menor trajeto dos funcionários, materiais e equipamentos, a melhor localização ao longo de toda a obra evitando sua relocação, horários permitidos de carga e descarga, e outras características particulares do empreendimento, é uma tarefa árdua se baseada apenas em documentos 2D. A tecnologia BIM permite o estudo do posicionamento dos equipamentos ao longo do tempo e sua movimentação, otimizando estimativas de

tempo e reduzindo riscos que podem ser, assim, visualizados, reduzindo a taxa de acidentes que são altas na indústria da construção civil [12].

A utilização das ferramentas BIM permite avaliar a concepção do canteiro de obras de forma global, contribuindo para a antecipação de erros, maior produtividade do canteiro, e redução de perigos e acidentes. Todos esses fatores contribuem para reduzir a incerteza do projeto. Correa e Santos [14] citam que a segurança do canteiro é um dos três principais benefícios destacados pelos empreiteiros ao se adotar BIM de forma colaborativa, ou seja, todos os envolvidos na construção colaboram com as suas informações para o modelo.

METODOLOGIA

A metodologia adotada incluiu uma revisão bibliográfica seguida de pesquisa de campo exploratória. A revisão bibliográfica abordou definições dos termos das novas tecnologias citadas na introdução. A pesquisa de campo foi feita junto a profissionais que atuam na área e utilizam de forma pioneira tais ferramentas, de forma a aumentar o horizonte de sua utilização para segurança no canteiro. A metodologia selecionada tem como vantagem a explanação dos atuais usos, que ainda são pouco explorados e a pesquisa possui grande potencial para expansão de aprofundamento acadêmico e normativo, e o aumento do uso no mercado de tais ferramentas.

ESTUDOS DE APLICAÇÃO DO BIM NO CANTEIRO DE OBRAS E SUA INTERFACE COM A SEGURANÇA NO TRABALHO

A revisão da literatura identificou os seguintes focos dentro da temática pesquisada: i. software BIM voltado à segurança do trabalho; ii. uso de Realidade Virtual; iii. uso de Realidade Aumentada. Os destaques identificados para esses temas serão mostrados nas subseções a seguir.

SOFTWARE BIM PARA A SEGURANÇA NOS CANTEIROS DE OBRAS

Estão disponíveis no mercado softwares específicos para o uso em projetos de canteiros de obras. Um exemplo é o CerTus-HSBIM. É um aplicativo da ACCA software destinado à modelagem BIM para a segurança nos canteiros. O software possui uma biblioteca própria de equipamentos e de segurança do trabalho.

A ferramenta possibilita:

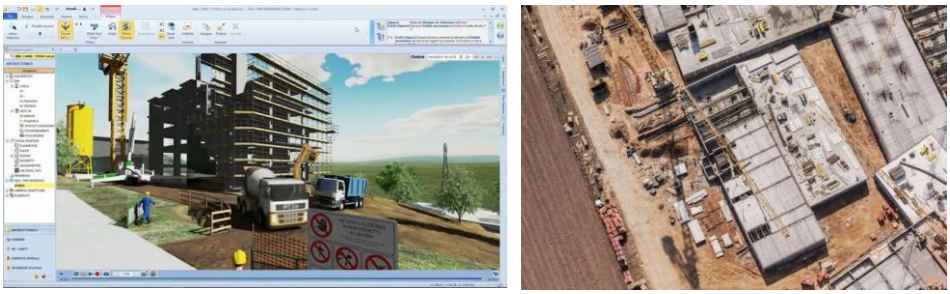
- verificar a compatibilização das atividades com as funções e espaços do canteiro;
- gerenciar interferências e sobreposições espaço-temporais mediante recursos para destacar os riscos gerados pelas atividades;
- obter animações realísticas para verificar e estudar as interferências entre objetos, atividades e respectivos riscos.

Os softwares BIM com aplicação em canteiros de obras auxiliam na definição dos equipamentos e das máquinas pesadas necessárias, na locação destes equipamentos no canteiro, na definição dos espaços destinados aos trabalhos, na definição das vias reservadas para o trânsito dos veículos, na verificação de possível interação perigosa

entre os operários e as máquinas. A metodologia BIM abre o caminho para uma abordagem mais eficiente e eficaz no projeto de canteiros.

A figura 1 mostra o modelo BIM e o respectivo canteiro real.

Figura 1: Modelo BIM criado no CerTus-HSBIM e respectivo canteiro de obras real

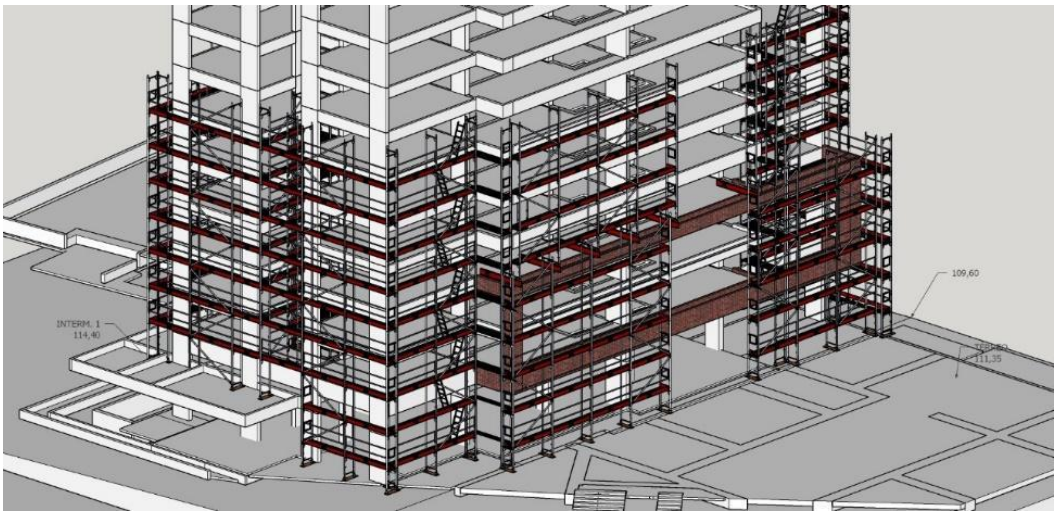


Fonte: ACCA Software (2020).

A modelagem auxilia no planejamento e adaptação dos elementos do canteiro às várias mudanças necessárias no transcorrer da etapa de construção. Por exemplo, as inúmeras alterações dos andaimes. A mesma abordagem vale para todos os demais elementos do canteiro, modelados como objetos paramétricos, como gruas, proteções, instalações temporárias, etc.

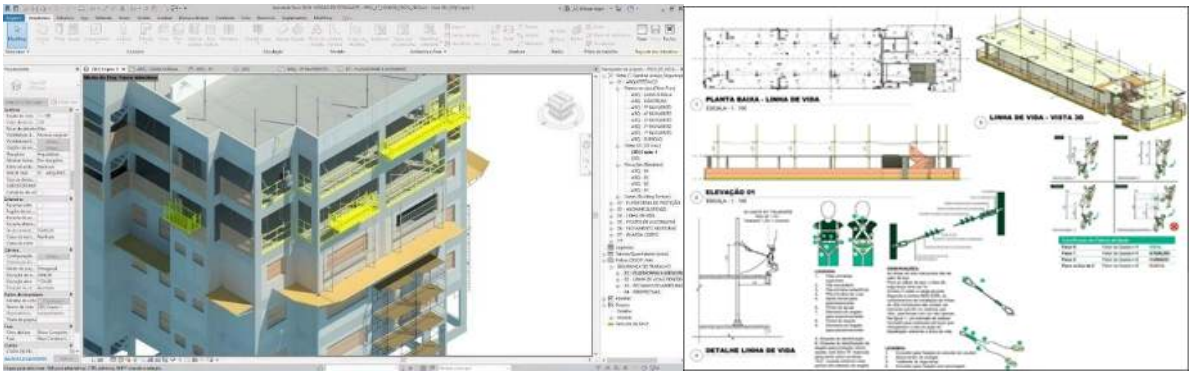
Softwares convencionais de autoria de modelos BIM também têm sido usados nesta aplicação, como ilustram as figuras 2 e 3.

Figura 2: Andaimes modelados em aplicativo BIM



Fonte: Cortesia JOG Engenharia de Andaimes (2020).

Figura 3: Modelo BIM e documentação de itens de segurança do trabalho



Fonte: Cortesia Diogo Marinho de Souza (2020).

REALIDADE VIRTUAL (RV)

As construtoras no Brasil estão avançando no uso da Realidade Virtual como ferramenta nos canteiros de obra. O uso de tal tecnologia possibilita o aumento da qualidade, a facilidade de comunicação, a redução de riscos e desperdícios, a integração entre equipes, a gestão integrada (Planejamento, Custo e Escopo), melhor compreensão do projeto.

Para viabilizar o uso do BIM no canteiro, uma das estratégias é posicionar QRCodes em locais estratégicos da obra, permitindo ligar os ambientes RV à pontos da obra. Quando o vistoriador faz a leitura desse QRCode, ele é direcionado à respectiva posição no ambiente RV, criado a partir do modelo BIM, e consegue compará-lo com o ambiente real em construção. As figuras 4 a 6 mostram o uso de situações reais de aplicação da realidade virtual em empreendimentos.

Figura 4: Exemplo de uso de Realidade Virtual



Fonte: Cortesia Construtora Método (2020).

Figura 5: Exemplo de uso do QRCode



Fonte: Cortesia Construtora Método (2020).

Figura 6: Realidade Virtual no canteiro



Fonte: ACCA Software (2020).

O sistema de gestão da qualidade também é beneficiado porque as fichas de verificação de serviços são disponibilizadas em uma plataforma web e vinculadas com o modelo BIM, resultando em rastreabilidade e histórico dos processos executados para cada elemento (figura 7).

Figura 7: Exemplo de uso de Ficha de Verificação ligada à modelo BIM



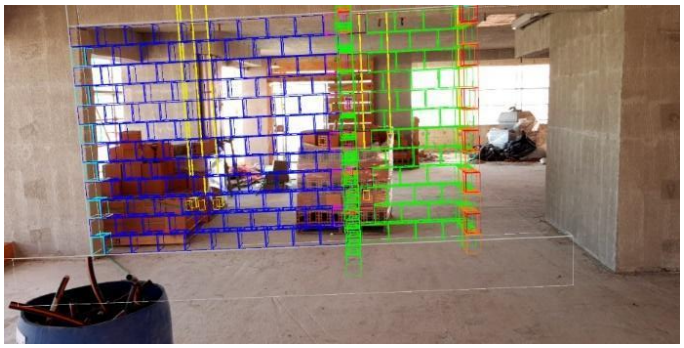
Fonte: Cortesia Construtora Método (2020).

REALIDADE AUMENTADA (RA)

No mercado, já não é novidade a utilização de Realidade Aumentada. Fabricantes e construtoras trabalham de forma conjunta no desenvolvimento de aplicativos para leitura de arquivos IFC (modelos de dados abertos que permitem a interoperabilidade entre diferentes softwares). A figura 8 mostra a visualização do projeto de alvenaria sobreposta ao local no canteiro.

Um aplicativo já disponível no mercado é o Augin, que opera através de um plug-in do software de modelagem para leitura dos projetos, permitindo a visualização em escala 1:1 no ambiente.

Figura 8: Exemplo de uso de aplicativo para Realidade Aumentada



Fonte: Cortesia Augin (2020).

O recurso 4D Experience do Augin permite visualizar as sequências de execução da construção, sendo uma ferramenta preciosa para o planejamento do canteiro, bem como a análise dos riscos envolvidos em cada fase.

A figura 9 mostra um aplicativo de RA fornecido por um fabricante de formas.

Figura 9: Realidade Aumentada para visualização de formas no local de instalação.



Fonte: Cortesia SH Formas (2020).

Esses recursos de RA e RV podem também ser utilizados para verificar se dispositivos de segurança coletivos foram instalados e se estão nos locais corretos. Também permitem identificar áreas em que há riscos específicos.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

OBJETIVOS E USOS

O uso do BIM no canteiro será incrementado à medida que os investimentos nessa tecnologia se tornem acessíveis e os modelos possam ser compartilhados com os colaboradores do canteiro em seus dispositivos móveis. O maior benefício do uso do BIM no canteiro está na melhor compreensão dos projetos, permitindo a verificação de diretrizes e acompanhamento das atividades da produção. Em relação à Segurança do Trabalho, um modelo visual permite às equipes de obra avaliar as condições e identificar áreas inseguras, antes mesmo do início das obras. Este modelo também pode ser utilizado como suporte para treinamentos.

As tecnologias de posicionamento global (GNSS) aos poucos estão sendo aprimoradas e incorporadas aos aplicativos de realidade virtual e aumentada, e permitirão fazer conferências em campo, sobrepondo o modelo em realidade aumentada inclusive para a conferência de serviços com muitos detalhes, como no caso da armação em estruturas de concreto moldado in loco, instalações e equipamentos de proteção coletiva.

O Quadro 1 abaixo apresenta as aplicações atuais do BIM no canteiro de obras e segurança no trabalho, e suas oportunidades e barreiras.

OPORTUNIDADE

O uso do BIM permite melhor gerenciamento do canteiro de obras com avaliação de todas as etapas da construção, diminuindo riscos de acidentes dentro do canteiro.

Os fatores principais que resultam na crescente melhoria e desenvolvimento de novos sistemas BIM são os interesses comerciais dos fabricantes de softwares e a concorrência entre eles. Em um breve futuro, os projetistas vão preferir especificar produtos que ofereçam mais informação, como as bibliotecas de famílias que serão inseridas diretamente nos modelos.

Profissionais com conhecimento em obras e normas de segurança têm um campo de atuação a ser explorado, para elaborar bibliotecas de itens de segurança coletiva e individual. Quanto mais aprimorado o modelo for e próximo à realidade, mais fácil é a sua avaliação por parte dos gestores.

Profissionais de segurança do trabalho, em especial os que aplicam treinamentos, podem utilizar os modelos para promover capacitações específicas nas atividades em que os operários irão atuar, além de poderem avaliar atividades de maior risco junto com a equipe técnica de planejamento e implantação do canteiro. O uso de Realidade Virtual pode ser explorado dentro da sala de treinamento, e também nos canteiros, para, de forma interativa, mostrar a todos os envolvidos as situações de risco, tornando-se poderosas ferramentas de treinamento para desde operações simples até complexas e perigosas.

Quadro 1 - Resumo de usos, oportunidades e barreiras

Aplicação	Uso Atual	Oportunidades	Barreiras
Realidade virtual	Visualização de ambientes para melhor compreensão do projeto	Treinamentos de segurança	Custo da tecnologia, que não viabiliza para obras de pequeno porte
Realidade aumentada	Visualização do Modelo 3D georreferenciado no canteiro	Visualização do Planejamento 4D vinculado ao cronograma da obra	Dificuldade de uso em smartphones para projetos de grande porte
Projetos de andaimes, formas e escoramentos	Projetos 3D em SketchUp	Utilização de softwares de modelagem 3D	Custo das licenças de softwares e capacitação / treinamento
Modelagem de itens de segurança	Softwares de Modelagem 3D e criação de famílias de itens de segurança	Modelagem de bibliotecas de famílias específicas de fornecedores de itens de segurança	Existência de softwares automatizados
Software de segurança no canteiro de obras	Software automatizado e específico para o uso	Software específico no assunto e com pouca concorrência de outros fabricantes	Concorrência com outros fabricantes de softwares

Fonte: os autores.

BARREIRAS

A principal barreira de expansão do uso de ferramentas BIM ainda é a falta de interoperabilidade. Softwares como CerTus-HSBIM abrem a possibilidade de explorar mais o BIM nos canteiros de obras, com foco na segurança. Apesar de conceitos internacionais em saúde e segurança serem válidos, normas brasileiras precisam ser respeitadas e o Gerente BIM precisa conhecer a legislação local.

Os obstáculos às mudanças incluem barreiras técnicas, questões de responsabilidade legal, mudanças em padrões de contratação, custo alto para aquisição de hardware e software e a necessidade de capacitação de grande parte dos profissionais. Os contratos atuais não estão voltados para as questões de responsabilidades coletivas.

Outra barreira é a pequena quantidade de profissionais no mercado atuando com a modelagem de itens de segurança do canteiro. Alguns atuam de forma indireta no mercado. Assim, profissionais especialistas na área são necessários para a evolução do BIM aplicado à segurança do trabalho em canteiros, atuando na modelagem, no gerenciamento, em treinamentos e no gerenciamento de riscos do canteiro.

CONCLUSÕES

Conclui-se, com este artigo, que o uso do BIM no canteiro está em fase experimental com aprimoramento das tecnologias de RV e RA para dispositivos móveis. O uso dos modelos virtuais para conferência no campo, dentre todos os usos mapeados, é o de maior relevância na adoção do BIM no Brasil. Há ainda um grande potencial a ser explorado no uso dos modelos virtuais para treinamentos de procedimentos de execução de serviços e de segurança nos canteiros. A nova NR 18, a viger em 2021, estimula o uso de tecnologias como importantes aliadas na prevenção de acidentes, e a adoção de softwares relacionados ao tema possui potencial para crescer, colaborando para a prevenção de acidentes. A ameaça de contaminação de trabalhadores por covid-19 nos canteiros também reforça a necessidade de maior planejamento e monitoramento dos riscos, que poderá ser apoiada por novas tecnologias como as relatadas neste trabalho.

O uso de tecnologias no canteiro, como a RV e RA, são uma porta de entrada e incentivo à adoção do BIM em empresas fornecedoras de equipamentos. A cadeia de fornecedores já percebeu a necessidade de trabalhar de forma colaborativa, fornecendo suas bibliotecas de famílias e interagindo efetivamente no planejamento da logística do canteiro e da execução da obra.

Barreiras culturais para a industrialização do canteiro começam a ser superadas para produzir mais, com menos recursos e tempo. E também barreiras de interoperabilidade entre os softwares começam a ser avaliadas pelas desenvolvedoras. Profissionais do mercado saem na frente criando suas próprias bibliotecas, até que em breve as desenvolvedoras também disponibilizarão tais bibliotecas em seus softwares.

Como o BIM é uma ferramenta cada vez mais presente nos empreendimentos, espera-se que nos próximos anos tais barreiras possam ser superadas e os canteiros sejam cada vez mais um ambiente de montagem industrial, com pequenos índices de acidentes.

REFERÊNCIAS

[1] EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de Bim: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes e incorporadores.** 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p. ISBN 9788582601181

[2] SILVA, P.H.; CRIPPA, J.; SCHEER, S. BIM 4D no planejamento de obras: detalhamento, benefícios e dificuldades. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019010, fev. 2019. ISSN 1980-6809. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650258. Acesso em: 26 fev. 2019. DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8650258.

[3] FERREIRA, E.A.M., FRANCO, L.S. **Metodologia para a elaboração do projeto do canteiro de edifícios.** São Paulo, EPUSP, 1998. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/210. 20p.

[4] COSTA, C.F; FERREIRA, E.A.M. Projeto de Canteiro de Obras com o Auxílio de Ferramentas BIM**.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. **Anais [...].** Porto Alegre:

ANTAC, 2019. Disponível em: https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/120.

[5] SHAFIQ, M. T.; AFZAL, M. Improving Construction Job Site Safety with Building Information Models: Opportunities and Barriers**.** *In*: 18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING ICCCBE, 2020. **Anais [...].** São Paulo: USP, 2020. p. 1014–1036, 2020.

[6] MINISTÉRIO DA ECONOMIA. SECRETARIA DO TRABALHO. 11/02/2020. **Norma Regulamentadora NR 18 - Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção**, Brasil, 2020.

[7] SACKS, R.; EASTMAN, C.; LEE, G.; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes e incorporadores.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021. 565 p. ISBN 9788582605516

[8] VALENTE, Jonas. **A cada 3 horas e 40 minutos uma pessoa morre por acidente de trabalho.** Agência Brasil. Brasília: Jonas Valente, 28 abr. 2019. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-04/cada-3-horas-e-40-minutos-uma-pessoa-morre-por-acidente-de-trabalho. Acesso em: 17 ago. 2020.

[9] LUO, H. et al. Vision-Based Pose Forecasting of Construction Equipment for Monitoring Construction Site Safety. *In*: 18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING ICCCBE, 2020, **Anais [...].** São Paulo: USP, 2020. p. 1127–1138, 2020.

[10] KIRNER, C.; SISCOUTTO, R. A. **Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada.** IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, pp. 01–21. Porto Alegre, 2007.

[11] WOO, J. et al. An Overview of State-of-the-Art Technologies for Data-Driven Construction**.** *In*: 18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING ICCCBE, 2020, **Anais [...] São Paulo: USP, 2020.** p. 1323–1334, 2020.

[12] TAYEH, R..; BADEMOSI, F; ISSA, R. R. A. BIM-GIS Integration in HoloLens. *In*: 18th INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING ICCCBE, 2020. **Anais [...].** São Paulo: USP, 2020. p. 1187–1199

[13] QUALHARINI, E.L. **Canteiro de obras.** 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. 196 p. v. 1. ISBN 9788535286830.

[14] CORREA, S. L. M.; SANTOS, E. T. BIM Support in the Tendering Phase of Infrastructure Projects**.** *In*:18TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING ICCCBE, 2020. **Anais [...].** São Paulo: USP, 2020. p. 383–392