2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

O USO DA METODOLOGIA BIM E DO ESCANEAMENTO A LASER 3D EM UM PROJETO INDUSTRIAL DE ADEQUAÇÃO E EXPANSÃO[1]

CORREA, Ana Carla (1); ELY, Daniela Matschulat (2); CESAR, Cristina Guimarães (3)

(1) CEFET-MG, anakarlacorrea@gmail.com
(2) CEFET-MG, danielaelycefetmg@gmail.com
(3) CEFET-MG, cristinagcesar@gmail.com

RESUMO

Os avanços na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) podem ser desencadeados pelas inovações. Tratando-se da construção civil, a metodologia Building Information Modeling (BIM) e o escaneamento a laser 3D são uma alternativa para o desenvolvimento do setor. Atualmente, grande parte das edificações, já construídas, não apresentam projetos digitais detalhados, o que prejudica a obtenção de informações pertinentes para o desenvolvimento de um projeto. Com a nuvem de pontos, advinda do processo de escaneamento a laser 3D, e o uso da metodologia BIM é possível criar um modelo paramétrico e detalhado. Nesse sentido foram aplicados questionários com o objetivo de entender o funcionamento da metodologia BIM e do escaneamento a laser 3D em um projeto de adequação e expansão industrial. Como principais resultados percebe-se que o uso destas técnicas é capaz de auxiliar na condução do projeto e diminuir o retrabalho.

Palavras-chave: *Building Information Modeling (BIM), Obtenção de dados, Escaneamento a Laser 3D, Inovações.*

ABSTRACT

Advances in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry can be triggered by innovations. In the case of civil construction, the Building Information Modeling (BIM) methodology and 3D laser scanning are an alternative for the development of the sector. Currently, most of the buildings, already built, do not have detailed digital projects, which hinders obtaining relevant information for the development of a project. With the point cloud, resulting from the 3D laser scanning process, and using the BIM methodology it is possible to create a parametric and detailed model. In this sense, questionnaires were formulated with the objective of making sense of the functioning of the BIM methodology and of the 3D laser scanning in a project of adaptation and industrial expansion. As main results it is noticed that the use of these techniques can lead to the conduction of the project and reduce the rework.

Keywords*: Building Information Modeling (BIM), Data Collection, 3D Laser Scanning, Innovations.*

---

[1] CORREA, Ana Carla; ELY, Daniela Matschulat; CESAR, Cristina Guimarães. O USO DA METODOLOGIA BIM E DO ESCANEAMENTO A LASER 3D EM UM PROJETO INDUSTRIAL DE ADEQUAÇÃO E EXPANSÃO. In: ENCONTRO NACIONAL DE RECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

A globalização e a crescente exigência dos consumidores influenciam até mesmo os setores mais tradicionais da economia a buscarem alternativas para deixarem o seu produto mais atrativo. Quando ocorrem alterações socioeconômicas e a sociedade passa a almejar coisas distintas do que já está consolidado, criam-se oportunidades para a inovação. Ademais, a utilização de inovações é uma alternativa para modificar a realidade e melhorar a produção, permitindo o sucesso das organizações em um ambiente cada vez mais competitivo (TIDD; BESSANT, 2015).

O setor de construção civil manteve padrões distintos de produção, em relação às indústrias seriadas. Porém, nos últimos 20 anos, o canteiro de obras vem buscando se aproximar da realidade de operação encontrada nessas indústrias. São introduzidas tecnologias que visam aumentar a produtividade e reduzir custos, trazendo vantagens tanto para as empresas quanto para os clientes. A mão de obra, muitas vezes caracterizada pela falta de especialização, hoje em dia começa a necessitar de capacitação, de forma a se adequar aos novos modelos de processos produtivos, além de atender às normas ambientais e de desempenho (VIEIRA, 2006).

Nesse contexto de inovações, a metodologia *Building Information Modeling* (BIM) e o escaneamento a laser 3D, têm modificado o cenário da construção civil, incorporando a proposta de economia de tempo e consequente ganho de produtividade. Além disso, eles estimulam as empresas a reduzir os desperdícios e aperfeiçoarem o sistema de produção (DE PAULA *et al.,* 2017).

Dessa forma, o foco do estudo em questão é aplicar questionários com o objetivo de entender o funcionamento da metodologia BIM e do escaneamento a laser 3D em um projeto de adequação e expansão de uma Indústria, localizada em Minas Gerais, com produtos e serviços voltados para as indústrias de aço, metais não ferrosos, cal, cimento, vidro, entre outras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção serão descritos os conceitos da metodologia BIM e do escaneamento a laser 3D, objetivando o melhor entendimento dos métodos.

2.1 BIM

A metodologia BIM é um conceito no âmbito da construção civil que modifica a realidade dos projetos baseados em desenhos (2D), introduzindo modelos paramétricos em 3D, que permitem amplo entendimento do objeto projetado, além de integração entre áreas distintas. A metodologia BIM representa uma mudança de paradigma na forma como os edifícios são planejados, projetados, construídos e mantidos. Trata-se de uma construção virtual equivalente a uma edificação real, reproduzindo assim, todos os detalhes da futura obra. Os dados podem ser extraídos e analisados de forma a gerar informações úteis para a tomada de decisões. No contexto do setor de construção civil, a metodologia BIM pode ser vista como uma inovação, o que dificulta a aceitação em um mercado tipicamente tradicional (MILL; ALT; LIIAS, 2013).

2.2 Escaneamento a laser 3D

O escaneamento a laser 3D é uma tecnologia para a aquisição de dados geométricos. Para o seu funcionamento, utiliza-se um equipamento dotado de um sensor capaz de determinar as coordenadas de um ponto sobre a superfície de um objeto. Este equipamento varre com um feixe de raios convergentes uma porção do espaço previamente determinada. Por meio dessa varredura, é gerada uma nuvem de pontos com coordenadas X, Y e Z, representando a superfície do objeto escaneado. A nuvem de pontos pode ser processada e importada para softwares que podem operar segundo a metodologia BIM, auxiliando na modelagem dos projetos (GONÇALES, 2007).

3 MÉTODO E PROCEDIMENTOS

Objetivando entender o funcionamento da metodologia BIM e do escaneamento a laser 3D em um projeto de adequação e expansão industrial, em janeiro de 2020 foram aplicados questionários aos engenheiros envolvidos. Os questionários foram aplicados presencialmente e eram compostos por questões abertas que buscaram descrever: motivações que levaram a adoção do procedimento; quais metodologias foram utilizadas em projetos anteriores; forma de acompanhamento e cuidados com a execução do projeto; identificação de barreiras e vantagens observadas; dentre outros.

Para a execução do projeto, a Indústria contou com o auxílio de uma Empresa de Engenharia. Ambas, por questões de sigilo, não terão os nomes citados, sendo denominadas Indústria X (contratante) e Empresa Y(contratada). A Indústria X opera produzindo serviços e produtos para as indústrias de aço, cimento, metais ferrosos, vidro, entre outros. Já a Empresa Y possui expertise em consultoria para projetos multidisciplinares na área de Engenharia, incluindo projetos que utilizam a metodologia BIM e o escaneamento a laser 3D.

O Engenheiro da Indústria X é formado em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, atuando com automação e gerenciamento de projetos há sete anos, não tendo experiências anteriores em projetos utilizando a metodologia BIM. Já o Engenheiro da Empresa Y é um Engenheiro Mecânico que atua há seis anos como BIM Manager.

A experiência dos engenheiros no objeto de estudo foi baseada na execução de um projeto realizado para expansão e adequação da Indústria X. O projeto foi realizado em 7 setores da instalação industrial, sendo eles: Moagem, britagem e peneiramento; Estocagem de matéria prima; Prensagem; Tratamento térmico; Acabamento; Recebimento e armazenamento de matéria prima; Dosagem e Mistura. A abrangência total desses setores é de 112.000 m² de área construída, sendo que, todos os setores possuem um pé direito superior a cinco metros.

Por ser um projeto em uma construção industrial, a variável tempo foi afetada, pois, o levantamento foi realizado sem a paralisação das atividades da linha de produção. Com isso, durante o levantamento os profissionais precisavam pausar suas atividades em decorrência de situações como movimentação de pessoas ou máquinas na área de operação, dentre outros. Além disso, por se tratar do projeto de uma Indústria e com escassez de elementos já modelados nas bibliotecas BIM disponíveis, o trabalho dos responsáveis pela modelagem teve menor produtividade.

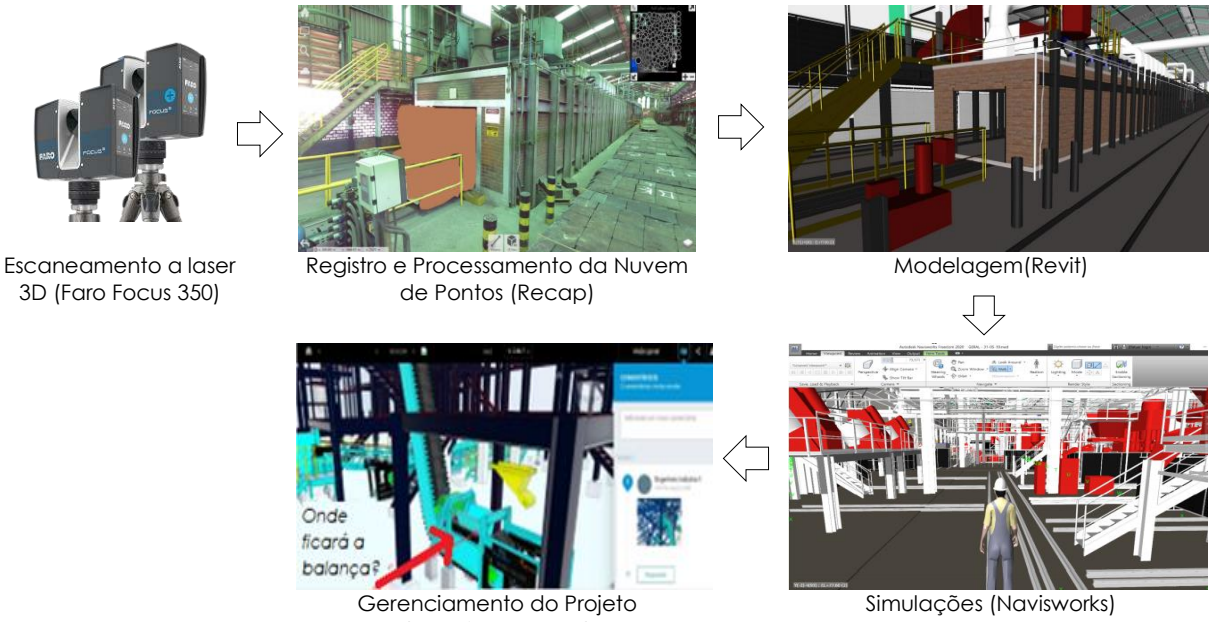
Por meio do Quadro 1, é possível identificar os detalhes desse projeto. Além disso, a Figura 1 ilustra a sequência das etapas realizadas no mesmo.

Quadro 1 – Detalhes de realização do projeto

Etapas	Duração e Ferramentas
As built: escaneamento a laser 3D	Fase de aquisição de dados por meio da varredura a laser. Duração de 3 meses com 2 a 3 profissionais trabalhando por 8 horas diárias. Nesta fase foi utilizado o Faro Focus 350 e, ao todo, foram necessárias 1491 cenas.
As built: registro e processamento da nuvem de pontos	Nuvens de pontos são o produto primário advindo do escaneamento. No projeto, o registro e processamento da nuvem teve duração de 2 meses com 2 a 3 profissionais trabalhando 8 horas diárias. Foi utilizado o software ReCap da AutoDesk. Por meio deste é possível visualizar o modelo em modo "Real View" com precisão dimensional de até 10mm. Primeiramente o Autodesk ReCap converte a nuvem de pontos para um formado proprietário *Reality Capture Scan* (RCS), permitindo ao usuário fazer ajustes. Através do registro é possível unificar todas as nuvens adquiridas em um arquivo de projeto de captura da realidade, RCP. Ao final do registro e processamento, a nuvem de pontos em formato RCP foi exportada para o Revit.
As built: modelagem	Com a nuvem de pontos, foi possível modelar e detalhar características estruturais das edificações. A duração desta etapa foi de 5 meses, com 3 a 4 profissionais trabalhando 8 horas diárias. Foi utilizado o software *Revit* da *AutoDesk.*
Simulações	Para auxiliar no acompanhamento das adequações da modelagem do projeto, foram realizados simulações no software Navisworks da Autodesk. Estas foram realizadas em paralelo à modelagem, portanto o tempo da mesma está incluída na duração da modelagem.
Gerenciamento do Projeto	Acompanhamento da execução do projeto pelas partes envolvidas, fazendo comentários e sugestões, sendo esta etapa realizada em paralelo com as demais. Foi utilizada a Plataforma A360 da Autodesk.

Fonte: Os autores (2020).

Figura 1 – Sequência de etapas do projeto



Escaneamento a laser 3D (Faro Focus 350)

Registro e Processamento da Nuvem de Pontos (Recap)

Modelagem(Revit)

Simulações (Navisworks)

Gerenciamento do Projeto (Plataforma A360)

Fonte: Os autores (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão descritas as respostas obtidas por meio da aplicação do questionário, bem caso a síntese das vantagens e barreiras relatadas pelos Engenheiros envolvidos no projeto de adequação e expansão.

4.1 Questionário aplicado na Indústria X

No projeto de adequação e expansão, o responsável por responder ao questionário atua como engenheiro de automação. Quando questionado sobre as motivações da empresa ao adotar a metodologia BIM aliada ao escaneamento a laser 3D, o engenheiro da Indústria X respondeu conforme fragmento a seguir:

> A opção pelo escaneamento se deu pela ausência de documentação atualizada para desenvolvimento do projeto, sendo o escaneamento 3D a opção mais viável se considerado o tempo disponível para o desenvolvimento, pois um *as built* da documentação em 2D levaria muito tempo. Quanto ao modelo 3D gerado a partir da nuvem de pontos, permite o avanço do projeto com grande assertividade, identificando interferências, melhorando acessos de operação, manutenção, realização de *design review* em realidade aumentada, etc. e isso reduz significativamente o retrabalho futuro em função de não conformidades (Engenheiro da Indústria X, 2020).

O motivo supracitado mostra-se relevante dentro de um contexto industrial, pois o fator tempo pode influenciar de maneira significativa na produção fabril, atrasando cronogramas, entregas e gerando prejuízos para a indústria avaliada. Além disso, um modelo paramétrico em 3D permite às partes envolvidas uma consulta rápida e explicativa no que tange ao projeto da indústria.

A execução de um projeto, utilizando a metodologia BIM, pode exigir uma mudança na forma tradicional de se conduzir os projetos. Tais alterações fazem com que seja necessário um acompanhamento mais rigoroso, até que esse novo modo de executar vire rotina. Diante desse fato, o Engenheiro da Indústria X explicou como vem sendo acompanhado o projeto:

> O projeto vem sendo desenvolvido de maneira colaborativa. O projeto é compartilhado *online* por meio da plataforma A360 e todos podem visualizar e comentar o projeto online, bem como participar do *design review*. Além disso, são realizadas visitas na empresa contratada para visualizar o projeto utilizando óculos de realidade aumentada (Engenheiro da Indústria X, 2020).

Percebe-se que a Indústria X se preocupou com o trabalho colaborativo, permitindo à equipe participar efetivamente do projeto e sugerir mudanças ainda nas fases iniciais.

Além disso, buscou-se averiguar com quais metodologias a Indústria X já havia trabalhado nos projetos anteriores e quais as percepções da metodologia tradicional. O Engenheiro da Indústria X salientou:

> Todos os projetos anteriores sempre foram realizados com métodos tradicionais, sendo que os resultados sempre foram bons, mas o retrabalho sempre foi uma constante, sendo muito difícil a identificação de interferências ainda na fase de planejamento (Engenheiro da Indústria X, 2020).

Percebe-se que o retrabalho é uma constante nos métodos tradicionais, e uma mudança de mentalidade no setor da construção civil pode auxiliar para que as empresas comecem a perceber as vantagens de identificar interferências e incompatibilidades ainda na fase de planejamento.

Tal observação permite a análise para buscar identificar e relatar as barreiras e vantagens ao se decidir utilizar a metodologia BIM e o escaneamento a laser 3D em detrimento dos métodos tradicionais. Ao ser questionado sobre as vantagens encontradas ao se utilizar a metodologia BIM, o engenheiro responsável por responder ao questionário afirmou que:

> A possibilidade de avaliar e visualizar o avanço do projeto em 3D, realização de *design review* utilizando óculos de realidade aumentada, rápida identificação de interferências, simular movimentação de empilhadeiras e equipamentos de maneira geral, com certeza são grandes vantagens (Engenheiro da Indústria X, 2020).

No entanto, também é necessário superar algumas barreiras e, geralmente, a melhor forma de superá-las é demonstrando resultados, fato também compartilhado pelo Engenheiro da Indústria X, como segue:

> Inicialmente houve alguns questionamentos sobre a real necessidade do escaneamento e da opção pelo desenvolvimento do projeto em 3D, sendo que na grande maioria das vezes percebeu-se que o real motivo sempre foi o desconhecimento da metodologia. Com a apresentação do escaneamento 3D e os primeiros resultados do projeto 3D, todas as barreiras foram rompidas e atualmente todos ficam impressionados com o avanço do projeto, a possibilidade de realização de *design review*, comentários etc. (Engenheiro da Indústria X, 2020).

4.2 Questionário aplicado na Empresa Y

Na Empresa Y há profissionais responsáveis pelas etapas relacionadas ao BIM, captura da realidade, desenvolvimento de softwares e processos e coordenação de materiais. O Engenheiro da Empresa Y responsável por responder ao questionário trabalha como *BIM Manager*.

De acordo com o questionário respondido pelo Engenheiro da Empresa Y, a empresa atua com a metodologia BIM há aproximadamente 19 anos e a principal motivação ao adotar a inovação foi a redução de custos e a maior qualidade nos projetos. Ao ser questionado se a empresa ainda realiza projetos utilizando a metodologia tradicional, o engenheiro respondeu que:

> Sim, dependendo do tamanho do projeto não é viável se trabalhar com a metodologia BIM. Em projetos pequenos o custo da mão de obra se torna oneroso, sendo preferível utilizar a metodologia tradicional (Engenheiro Empresa Y, 2020).

Na Empresa Y a iniciativa pelo uso da metodologia BIM veio da presidência, passando, posteriormente, para as demais camadas da empresa. O engenheiro foi questionado se no início houve a contratação de funcionários com expertise na metodologia BIM e treinamento para que todos os envolvidos se familiarizassem com a inovação, obtendo a seguinte resposta:

> Sim. Procurou-se funcionários com proatividade e facilidade para transitar entre as áreas de desenvolvimento e engenharia. Hoje, por exemplo, temos uma base de dados de materiais que auxilia na

> modelagem, que utiliza a linguagem C#. Por ser uma metodologia nova e demandar múltiplos conhecimentos, não foi fácil encontrar os profissionais. A dificuldade de encontrar profissionais capacitados ainda é presente. Sobre os treinamentos, foram realizados de maneira constante, com frequência quinzenal (Engenheiro Empresa Y, 2020).

Ainda em relação aos treinamentos, o engenheiro explicou que:

> Os treinamentos foram ministrados pela equipe de 3D, dentro das instalações da empresa e cada especialista ministrando o treinamento no software de sua especialidade (Engenheiro Empresa Y, 2020).

Por meio da fala, percebe-se que houve uma efetiva troca de conhecimentos. Além disso, percebe-se que, para se inserir no mercado de trabalho é desejável uma integração entre as áreas de Engenharia e Tecnologia da Informação. Um profissional precisa ser multidisciplinar e conhecer diferentes linguagens de programação, como o C#, que pode ser utilizado em conjunto à metodologia BIM.

Sobre o tempo necessário para se adequar ao processo de transição de projetos utilizando a metodologia tradicional para projetos utilizando a metodologia BIM, o engenheiro explicou que demorou:

> Por volta de 5 anos, no entanto, o mercado ainda não tem muito bem definido como vender, comprar e utilizar projetos desenvolvidos em BIM, logo, ainda estamos em processo de adaptação (Engenheiro Empresa Y, 2020).

O relato demonstra que ainda é preciso melhorias no setor de construção civil, no que tange à aceitabilidade das inovações. Não é suficiente que só a empresa se prepare para desenvolver projetos utilizando a metodologia BIM, é necessário que os clientes saibam valorizar a metodologia e entender a sua importância. Portanto, o reconhecimento e a valorização da metodologia BIM podem ser vistos como barreiras a serem quebradas.

Sobre o escaneamento a laser 3D, o uso da metodologia sucedeu a implantação do BIM, tendo a empresa uma expertise de 13 anos. Dentre as vantagens relatadas pelo Engenheiro da Empresa Y estão a redução de custos com deslocamentos e fácil acesso à informação, já as barreiras são relacionadas ao tamanho dos arquivos após o registro, o que requer um computador com um bom processador, placa de vídeo e memória e, estas características, podem elevar o custo do mesmo.

4.3 Vantagens e barreiras

Por meio da aplicação e análise dos questionários, as principais vantagens e barreiras identificadas pelos Engenheiros da Indústria X e da Empresa Y são dispostas a seguir:

- Indústria X: De acordo com a análise das respostas fornecidas pelo Engenheiro da Indústria X as principais vantagens advindas foram a redução do retrabalho, visto que, com a realização de simulações e utilização de óculos de realidade aumentada foi possível ter uma visão mais detalhada do projeto, facilitando a visualização de erros e interferências. Além disso, houve um estímulo ao trabalho colaborativo, visto que os profissionais trabalharam juntos para entender a metodologia e promover sugestões de melhorias. Outro fator determinante nesse projeto foi a possibilidade de realizar o *As Built* da edificação que, em seus projetos originais, não possuía todas as informações necessárias para a efetivação da ampliação. Já como barreira, o que foi

relatado pelo Engenheiro foi o desconhecimento da metodologia.

- Empresa Y: No âmbito de análise do Engenheiro da Empresa Y, as principais vantagens foram a eficácia na elaboração dos projetos, redução de custos e fácil acesso à informação. Já como barreiras foi relatada a dificuldade de aceitação das inovações por alguns clientes, bem como a dificuldade de encontrar profissionais qualificados. Além disso, o tamanho dos arquivos após o processamento da nuvem de pontos é um problema, visto que é necessário maior investimento em computadores de melhor desempenho.

5 CONCLUSÕES

A metodologia BIM e o escaneamento a laser 3D podem auxiliar na melhoria da produtividade e da qualidade na construção civil. Além disso, possibilita que seja desenvolvido um modelo digital paramétrico que pode ser utilizado em situações futuras, como por exemplo, a manutenção da edificação.

Com o estudo foi possível perceber que as principais motivações das empresas envolvidas ao utilizar a metodologia BIM e o escaneamento a laser 3D foi possibilitar o desenvolvimento de um projeto detalhado com o intuito de diminuir o retrabalho, reduzir os custos e o tempo gasto para a realização do empreendimento.

Quanto às barreiras, comprovou-se neste estudo que aspectos culturais ainda precisam ser enfrentados para que as metodologias possam ser completamente absorvidas. Têm-se consciência de que este trabalho está limitado a um projeto, softwares e cenário em específico. Mas, recomenda-se que mais estudos sobre o tema sejam realizados para comprovação dos resultados.

Por fim, pode-se perceber que para a realização de um projeto de qualidade é necessário equipamentos adequados; trabalho em equipe; e treinamento para obter profissionais capacitados e abertos às inovações.

REFERÊNCIAS

DE PAULA, H. M. *et al*. Mapeamento sistemático de referências do uso do BIM na compatibilização de projetos na construção civil. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 13, n. 1, p. 21-24, mar. 2017. Disponível em: https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/45014. Acesso em: 05 jun. 2020.

GONÇALES, Rodrigo. **Dispositivo de varredura laser 3D terrestre e suas aplicações na engenharia, com ênfase em túneis**. 2007. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-10082007-173531/. Acesso em: 2 jun. 2020.

MILL, T.; ALT, A.; LIIAS, R. Combined 3D building surveying techniques – terrestrial laser scanning (TLS) and total station surveying for BIM data management purposes. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 19, n. Supplement_1, p. S23–S32, 24 out. 2013. Disponível em: http://journals.vgtu.lt/index.php/JCEM/article/view/3949. Acesso em: 2 jun. 2020

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da Inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

VIEIRA, H. F. **Logística Aplicada à Construção Civil: Como Melhorar o Fluxo de Produção nas Obras**. São Paulo: Pini, 2006.