Uma ferramenta para controle da qualidade da construção civil integrada ao BIM

A tool for construction quality control integrated with BIM

Leander de Barros Souza
Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | leander.barros@ime.eb.br
Paulo César Pellanda
Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | pellanda@ime.eb.br
Giuseppe Miceli Junior
Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | giuseppe.pged@ime.eb.br
Ricardo Choren Noya
Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro | Brasil | choren@ime.eb.br

Resumo
O controle da qualidade possui papel fundamental na construção civil e sua relação com a Modelagem da Informação da Construção (BIM) vem sendo pesquisada. Entretanto, dados que compõem o modelo da construção não são aproveitados no controle da sua qualidade. O objetivo deste estudo é propor um modelo de informação que use dados de modelos de construção elaborados com a tecnologia BIM para auxiliar a geração de fichas de verificação de serviço. Através de uma pesquisa descritiva, foram levantadas informações por meio de entrevistas com profissionais experientes da área de construção civil e bases de dados para controle da qualidade. Ao final, foi formulado um modelo de informações para o controle da qualidade.

Palavras-chave: Controle da qualidade. BIM. Modelo de informações.

Abstract
Quality control has a fundamental role in civil construction and its relationship with Building Information Modeling (BIM) has been the subject of research. However, data that make up the construction model are not used in its quality control. The objective of this study is to propose an information model that uses the data of construction models elaborated with the BIM technology to assist the generation of service verification sheets. Through a descriptive research, information was collected through interviews with experienced professionals in the field of civil construction and databases for quality control. At the end, an information model for quality control was formulated.

Keywords: Quality control. BIM. Information model.

INTRODUÇÃO

Diante de um cenário cada vez mais competitivo, a construção civil tem se preocupado em oferecer serviços de qualidade que contribuam com a redução de custos e com o

Como citar:
SOUZA , L. de B. .; PELLANDA, P. C.; MICELI JUNIOR , G.; NOYA, R. C. Uma ferramenta para controle da qualidade da construção civil integrada ao BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-10. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/592. Acesso em: 3 ago. 2021.

aumento da segurança da construção. O controle da qualidade na construção civil corresponde a um conjunto de técnicas e atividades para verificação e validação da qualidade [2].

Diversas tecnologias estão sendo pesquisadas para aplicação no controle da qualidade da construção civil, como *scanner* a laser e tecnologias de rastreamento de posicionamento em tempo real, com parte delas permitindo interface com a Modelagem da Informação da Construção (BIM, do inglês *Building Information Modeling*) [1] [14]. No entanto, por possibilitar a geração de uma elevada quantidade de informações, a tecnologia BIM apresenta potencial para uma aplicação ainda maior no controle da qualidade da construção civil.

Os modelos BIM oferecem grandes oportunidades para automatização de processos na construção civil ao fornecer dados para ferramentas de apoio à construção, como mostrado em [18], podendo ser usados no controle da qualidade da construção civil. Um dos principais problemas enfrentados na aplicação de Fichas de Verificação de Serviço (FVS) é o longo tempo investido na sua aplicação [3], que pode ser diminuído com o preenchimento automático de dados oriundos do modelo da construção elaborado com tecnologias BIM. Portanto, o objetivo deste estudo é propor um modelo de informações que utilize os dados presentes em modelos de construção elaborados com a tecnologia BIM para contribuir com a geração de FVS.

O desenvolvimento de um modelo de informações que use dados de um modelo BIM pode colaborar para que as FVS possuam dados que apoiem a atividade de inspeção dos objetos da construção e permitam o seu preenchimento simultâneo, evitando trabalhos posteriores. Dessa forma, a utilização dessas informações disponíveis no modelo e o preenchimento das FVS em tempo real podem gerar maior rapidez e eficiência, bem como aumentar o nível de confiabilidade da informação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CONTROLE DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O controle da qualidade na construção civil pode ser definido como um conjunto de ações que visa determinar padrões para acompanhamento dos processos construtivos e aumento do desempenho da construção, buscando a excelência dos produtos ou serviços fornecidos [12].

Uma das maneiras de controlar a qualidade na construção é uso de FVS. Uma FVS é composta por um cabeçalho com diversas informações críticas (quem, quando e onde se executa o serviço) e itens de controle que descrevem o método de inspeção e tolerância dos serviços que devem ser inspecionados [12]. Uma pesquisa com diversos profissionais experientes da construção civil revelou que a maioria desses profissionais considera as FVS importantes para a garantia da qualidade das obras e que necessitam de novos métodos para sua aplicação [3].

BUILDING INFORMATION MODELING

O BIM pode ser definido como “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”, que se utiliza de objetos paramétricos compostos por definições de geometrias e também por informações e regras associadas [9].

O BIM também pode ser caracterizado como o processo de criação, utilização e atualização de um modelo de informações que contém uma variedade de dados sobre os diversos aspectos e fases da construção. Além de conter a geometria da edificação, esse modelo atende a diferentes propósitos ao longo do ciclo de vida da construção de um empreendimento [6].

CONTROLE DA QUALIDADE E BIM

Alguns estudos revelam que os dados geométricos do modelo BIM estão sendo usados para comparações com modelos gerados por tecnologias de captura automática de dados com laser *scanners* que coletam as medidas das construções *in loco* [4] [7] [11] [16]. Além de produzir uma grande quantidade de dados, essas tecnologias permitem a identificação de desvios geométricos por um mapa codificado por cores, que é o resultado da sobreposição dos dois modelos [19].

Porém, o controle da qualidade não envolve apenas aspectos geométricos, como dimensões e planicidade. Outros aspectos envolvidos podem ser mais subjetivos, como defeitos em pinturas de tonalidades mistas, e dependem da percepção ou da experiência dos inspetores [12]. Sendo assim, é muito difícil automatizar plenamente a atividade de verificação, havendo sempre a necessidade de um profissional, uma vez que o mesmo possui a capacidade de discernir aspectos subjetivos e complexos [20]. Além disso, pela variedade de dados, limitar esses modelos BIM apenas para uso de seus dados geométricos certamente representa uma subutilização dessa tecnologia.

O estudo de [5] estendeu as informações do modelo BIM com atributos de qualidade para cada elemento da construção para que esses elementos pudessem ser vinculados a um lote de inspeção composto por uma quantidade determinada de amostras. Ao identificar um elemento com informações como material e método de construção, por exemplo, um formulário pronto para verificação da qualidade era localizado e disponibilizado para uso.

Os autores de [13] propõem extrair informações organizadas em conjuntos a partir do arquivo IFC do modelo BIM que inclui elementos da construção, medidas espaciais, material e área para integrar um sistema de controle da qualidade que usa tecnologia de posicionamento interno. O sistema proposto usa essas informações para gerar lotes de inspeção, ligar os lotes de inspeção à verificação dos itens e definir os objetos alvos da inspeção.

No entanto, os estudos citados possuíam formulários simples que não aproveitavam de forma ampla as informações já contidas no modelo BIM. Esses dados poderiam servir para construção e enriquecimento desses formulários, fornecendo um maior apoio para os envolvidos na qualidade da construção.

MÉTODO

A metodologia adotada para este estudo é a pesquisa descritiva, que é um método caracterizado pela realização de entrevistas e levantamento de informações para obtenção de dados relativos a um determinado fenômeno [21].

A coleta de dados é parte fundamental do controle da qualidade e a composição das informações que farão parte da FVS irá ajudar a determinar quais desses dados devem estar ligados ao modelo BIM. Sendo assim, para este estudo foram realizadas entrevistas semiestruturadas, pois pode ser uma forma de conseguir informações que não estão disponíveis em fontes bibliográficas e alcançar uma melhor compreensão do problema [8].

Assim, foram realizadas entrevistas com 4 profissionais (A, B, C e D) nos meses de novembro e dezembro do ano de 2019 que possuíam entre 5 e 10 anos de experiência em qualidade na construção civil. Esses profissionais eram oriundos de lugares diferentes, sendo que alguns deles chegaram a trabalhar em mais de uma empresa do ramo da construção civil.

A entrevista consistiu em apresentar modelos de formulários a cada profissional e questionar qual o modelo que mais lhe agradava e porque, sendo colhidas as opiniões e sugestões de cada entrevistado. O resultado esperado das entrevistas era construir um modelo completo de FVS que atendesse as necessidades dos profissionais que atuam nesse ramo.

Para a entrevista, foram escolhidos 4 modelos de formulários de diferentes origens que possuíam características distintas entre si para tentar captar as melhores práticas para composição de uma FVS mais completa. Os modelos escolhidos são descritos abaixo:

a) Modelo 1 extraído e adaptado de [17]: o seu cabeçalho permite indicação de diversas informações pertinentes. A parte de verificações é dividida em duas: a primeira para verificar as condições para o início do serviço e a segunda indica as verificações de rotina com colunas para 4 verificações em cada item;
b) Modelo 2 usado pela Diretoria de Obras Militares do Exército Brasileiro: modelo do tipo *checklist* com todas as verificações detalhadas e agrupadas por item. Permitem indicar se houve ou não alguma alteração e, caso exista, se foi ou não reparado;
c) Modelo 3 extraído de [15]: modelo em que as verificações são resumidas em um item, possuindo o método de verificação e a tolerância. Também existe um espaço para abertura de ocorrência de não conformidade e o seu tratamento;
d) Modelo 4 extraído de [10]: esse modelo possui um cabeçalho informações gerais e cada item possui diversas colunas compostas por percentual da amostra, modo de conferência, tolerância, status da aprovação, data e solução proposta.

RESULTADOS

ENTREVISTAS

O quadro 1 mostra a preferência de modelo de formulário por entrevistado. O Modelo 2 foi mais citado por detalhar de forma objetiva todos os itens que deviam ser inspecionados, segundo os entrevistados que o indicaram. Os outros modelos foram citados pela compactação de todos os itens em um único formulário e pela totalidade de informações no cabeçalho.

Quadro 1: Preferência de modelo de formulário por entrevistado.

Entrevistado	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
A		X		
B		X	X	
C		X	X	
D	X			X

Fonte: os autores.

As entrevistas contribuíram para o desenvolvimento de um modelo de FVS que agregasse aspectos diferentes de diversos modelos, tendo como base a preferências dos profissionais da construção. Outras características necessárias foram levantadas na construção do modelo de informação e agregadas às contribuições dos entrevistados, resultando no modelo de FVS apresentado na figura 1.

Figura 1: Modelo de FVS proposto pelo estudo

FVS - Ficha de Verificação de Serviço

Obra: Obra A	Bloco: Bloco 1	Etapa: Concreto Armado	Serviço: Montagem das Armaduras	Revisão: 0
Executor: Empreiteira B	Nível: 1º Pavimento	Elemento: Pilar CA	Código: FVS-0000001	Início: 01/01/2021 Fim:

Item de Verificação	Método de Verificação	Tolerância	P101	P102	P103	P104	P105	P106	P107	P108	P109	P110	P111	P112	P113	P114
Condições para o início da execução do serviço			A	R												
Formas;	Visual	-	X	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Proteções de periferia;	Visual	-	X	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
EPIs e EPCs;	Visual	-	X	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Plano de corte para as barras;	Visual	-	X	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Corte e Dobra																
Corte e Dobra das barras;	Visual (Conforme Projeto)	±2cm	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Montagem das Armaduras - Pilar e Viga																
Etiquetas de identificação dos kits;	Visual	-	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Amarração nas quatro faces;	Visual	-	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Quantidade de espaçadores;	Visual	-	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Protetores nas pontas dos arranques;	Visual	-	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ancoragem, cobrimento e suspensão;	Visual	-	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Locais de acesso do vibrador;	Visual	-	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Legenda:
Em Branco = Não Inspecionado
A = Aprovado
R = Reprovado
☐ Não Verificado
☒ Verificado

Fonte: os autores.

O modelo de FVS construído propõe a reunião de diversas informações relevantes no cabeçalho, o detalhamento de tudo o que deve ser inspecionado e o resumo de dados de aprovação e reprovação. Dessa maneira, o modelo tenta atender as necessidades tanto de quem inspeciona quanto do responsável por acompanhar a qualidade.

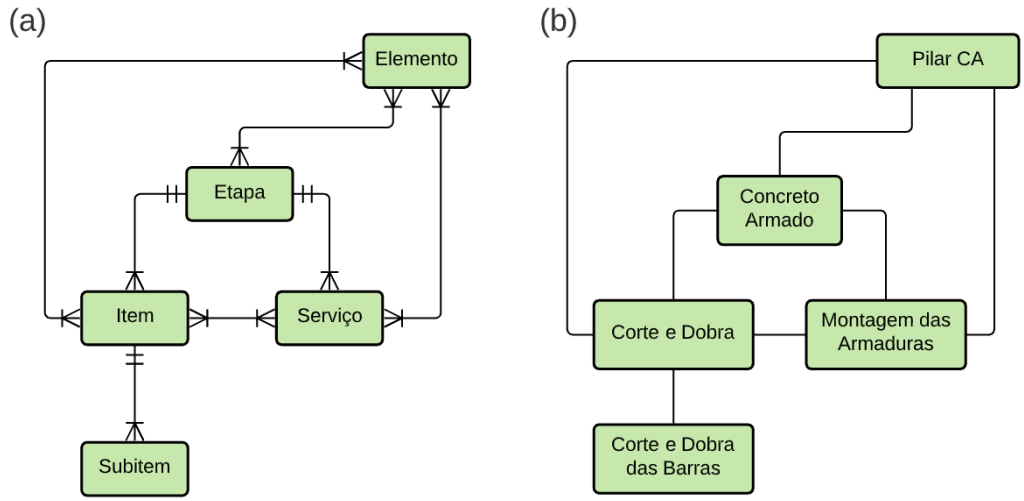
ESTRUTURA DE INFORMAÇÕES

Para o desenvolvimento do modelo de informações, foi necessária a escolha de bases de dados que apresentassem informações estruturadas para uso no controle da

qualidade, sendo escolhidas as proposta por [17] e [15]. Nessas bases, são descritos diversos serviços que ocorrem na construção com uma série de itens que devem ser verificados para cada serviço.

Foi constatada, durante o desenvolvimento do modelo de informações, a necessidade de uma melhor definição e organização desses dados para uso no controle da qualidade da construção. Assim sendo, este estudo propõe uma adaptação da estrutura de informações apresentada em [17] e [15]. A figura 2 mostra o diagrama das entidades definidas neste estudo para o controle da qualidade.

Figura 2: Diagrama proposto para controle da qualidade; (a) Diagrama contendo as entidades; (b) Diagrama contendo um exemplo de aplicação



Fonte: os autores.

MODELO DE INFORMAÇÕES

A etapa da construção escolhida para o desenvolvimento deste estudo é a estrutura de concreto armado, por ser uma tipologia construtiva amplamente usada nacionalmente e ter caráter crítico por estar diretamente ligada à segurança da edificação. Assim, os serviços escolhidos de [17] que serviram como modelo base para o desenvolvimento foram:

i. Execução de formas de madeira para estruturas de concreto armado;
ii. Montagem de armaduras para concreto armado;
iii. Concretagem com concreto usinado.

Os dados foram extraídos, categorizados e adaptados em uma base seguindo os parâmetros definidos do modelo de informações, conforme mostra o exemplo no quadro 2.

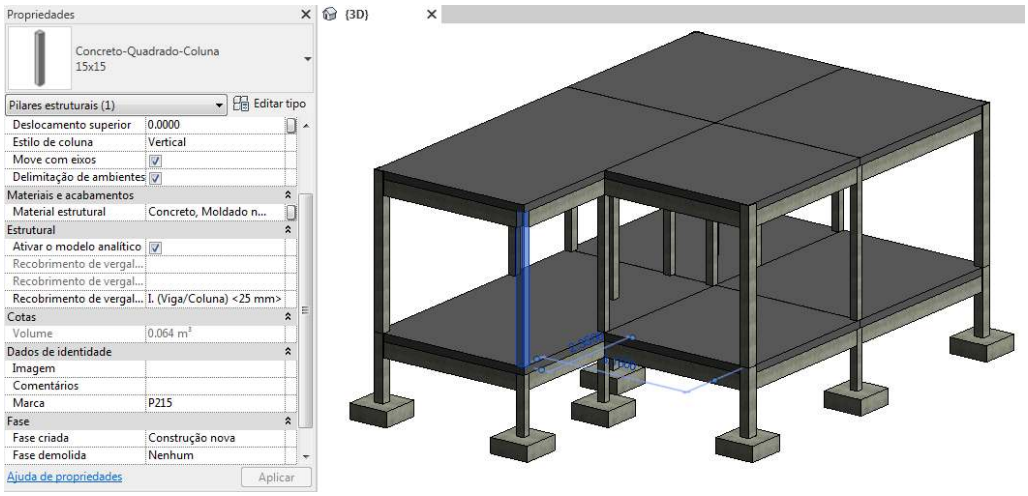
Quadro 2: Organização dos dados para controle da qualidade.

Elemento	Etapa	Serviço	Item	Subitem
Pilar CA	Concreto Armado	Fabricação de Formas	Condições para o início da fabricação das formas	Central de formas

Fonte: adaptado de [17].

Um modelo BIM de estrutura de concreto armado foi elaborado no *Autodesk Revit* 2019 composto pelos elementos estruturais viga, laje e pilar, para mapeamento das informações coincidentes entre o modelo BIM e o modelo de FVS elaborado, conforme mostrado na figura 3. As informações que foram mapeadas que podem ser usadas diretamente na FVS correspondem ao nível e nome dos componentes do modelo. Além disso, como existem itens que estão restritos a um ou mais elementos, as famílias dos componentes podem ser utilizadas para definir os itens para cada um desses elementos. Depois de construído o modelo, suas informações foram exportadas para um banco de dados relacional.

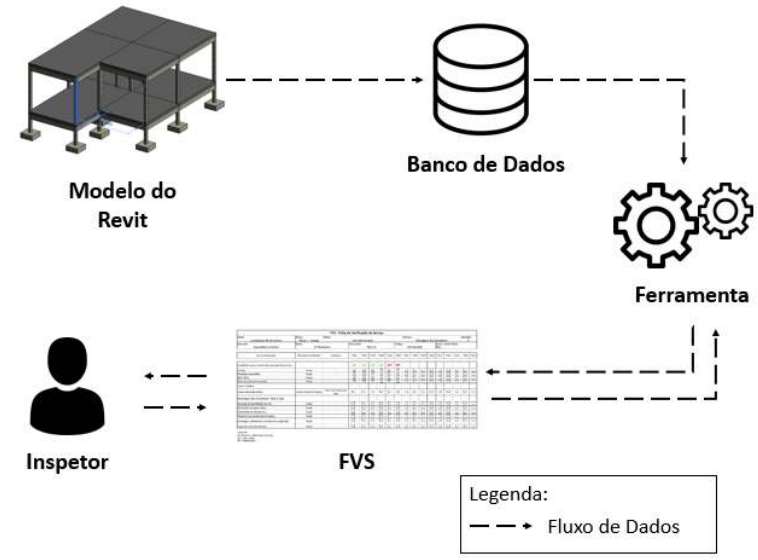
Figura 3: Modelo de estrutura de concreto armado



Fonte: os autores.

O modelo de informações proposto pelo o estudo é apresentado na figura 4, o qual evidencia a necessidade da existência de um artefato que capture as informações de um banco de dados do modelo BIM para compor este modelo.

Figura 4: Modelo de Informações proposto pelo estudo



Fonte: os autores.

Dessa forma, uma ferramenta está em processo de desenvolvimento por um dos autores como parte do seu trabalho de dissertação de mestrado, com o objetivo de selecionar as informações mapeadas para uso na construção de FVS. A ferramenta é dividida em duas seções: a primeira fornece acesso as FVS e a segunda permite o cadastro de todas as informações necessárias para o uso da ferramenta. No atual momento, a parte de cadastro encontra-se em fase de finalização.

CONCLUSÃO

A construção civil necessita cada vez mais de investimentos na qualidade dos seus serviços e as tecnologias atualmente estudadas não conseguem captar todos os aspectos da construção ou não estão sendo utilizadas na sua plenitude. Um modelo de FVS foi idealizado para atender as necessidades dos envolvidos na qualidade e uma estrutura de informações foi proposta para padronizar e organizar os dados do controle da qualidade. As informações para contribuir na construção das FVS foram identificadas em um modelo BIM, sendo verificada a necessidade da existência de uma ferramenta que atendesse esse fim.

O modelo de informações apresentado propõe o aproveitamento de dados provenientes do modelo BIM para construção de FVS. Reunir o máximo de informações na FVS pode contribuir na tarefa de inspeção, agilizando o preenchimento dos dados da FVS. Os dados escolhidos para uso no modelo de informações já devem ser inseridos pelos projetistas na etapa de modelagem BIM, o que significa que não seria preciso uma configuração prévia exclusiva para uso no controle da qualidade.

Como a construção envolve vários serviços, a expectativa na continuação do estudo é expandir o modelo de informações para abrigar outros serviços da construção e usar os dados do modelo BIM para definir os itens que devem ser inspecionados nos objetos, construindo FVS automatizadas. Além disso, pretende-se utilizar o preenchimento das FVS para construção de gráficos da qualidade que permitam análises comparativas entre os diferentes serviços.

Para fornecer serviços de maior qualidade, a construção civil deve investir em técnicas que facilitem o controle da qualidade. A modelagem BIM se mostra como uma alternativa viável para a estruturação e uso de dados para essa finalidade, assim como para a gestão da qualidade durante todo o ciclo da construção.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

[1] BENACHIO, G. L. F.; FREITAS, M. C. D.; SCHEER, S. Tecnologias emergentes para o controle da qualidade da construção civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2019.

[2] THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Pini, 2001.

[3] BÖES, J. S.; PATZLAFF, J. O.; GONZÁLEZ, M. A. Estudo sobre a gestão da informação no controle de qualidade de obras: uma análise da aplicabilidade da tecnologia da informação e comunicação (TIC). In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo, SP. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

[4] BOSCHÉ, F.; GUENET, E. Automating surface flatness control using terrestrial laser scanning and building information models. **Automation in construction**, v. 44, p. 212-226, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2014.03.028

[5] CHEN, L.; LUO, H. A BIM-based construction quality management model and its applications. **Automation in construction**, v. 46, p. 64-73, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2014.05.009

[6] SANTOS, E. T. BIM - Building Information Modeling: um salto para a modernidade na Tecnologia da Informação aplicada à Construção Civil. In: PRATINI, E. F.; SILVA JUNIOR, E. E. A. (Org.). **Criação, representação e visualização digitais: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto.** 1ed. Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2012, p. 25-62.

[7] WANG, J. et al. Integrating BIM and LiDAR for real-time construction quality control. **Journal of Intelligent & Robotic Systems**, v. 79, n. 3, p. 417-432, 2015. DOI: http://doi.org/10.1007/s10846-014-0116-8

[8] DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design science research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

[9] EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

[10] GONÇALVES, D. T. R. Planejamento da Execução de Estruturas em Concreto Armado para Edifícios Estudo De Caso Em Obra Com Restrições E Limitações Operacionais. 2009, 231 f. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo**, 2009.

[11] KALYAN, T. S. et al. Construction quality assessment using 3D as-built models generated with project tango. **Procedia Engineering**, v. 145, p. 1416-1423, 2016. DOI: http://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.178

[12] LEAL, A. C. M.; RIBEIRO, M. I. P. Implantação do Sistema de Qualidade na construção civil com ênfase na inspeção de serviço. **Projectus**, v. 1, n. 4, p. 84-96, 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.15202/25254146.2016v1n4p84

[13] MA, Z. et al. Construction quality management based on a collaborative system using BIM and indoor positioning**. Automation in Construction**, v. 92, p. 35-45, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.027

[14] PASSOS, C. S. O.; CARDOSO, L. S. P. C.; LEPIKSON, H. A. Estudo exploratório das tecnologias de controle da qualidade na construção civil, automatizadas e integradas ao BIM. In: ANAIS DO IV SIINTEC & VIII PTI – SENAI CIMATEC, 1., 2018. **Anais[...]** Bahia: [s.n.], 2018.

[15] RRG Construtora LTDA. **RRG Construtora - Sistema da qualidade - Fichas de Verificação de Serviço**, 2010. Disponível em: <http://www.rrg.com.br/institucional/sistema-da-qualidade/fichas-de-verificacao-de-servico>. Acesso em: 15 de jul. de 2021.

[16] SHERSTOBITOVA, P. et al. Monolithic Constructions Quality Assessment with Laser Scanning. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON ENERGY, ENVIRONMENTAL AND CONSTRUCTION ENGINEERING, 1., 2019. St. Petersburg, Russia. **Proceedings [...].** Cham: Springer, 2019.

[17] SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras**. São Paulo: Pini, 1996.

[18] TEIXEIRA, A. C.; PELLANDA, P. C.; REIS M. M.; MICELI JUNIOR, G. Etiquetagem PROCEL para obras militares utilizando modelagem da informação da construção. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.4, p.165-176, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.004.0014

[19] BOUKAMP, F.; AKINCI, B. Automated processing of construction specifications to support inspection and quality control. **Automation in Construction**, v. 17, n. 1, p. 90-106, 2007. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2007.03.002

[20] FERNANDES, G. H.; FORMOSO, C. T.; TZORTZOPOULOS-FAZENDA, P. Método para verificação automatizada de requisitos em empreendimentos Habitacionais de Interesse Social. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 4, p. 259-278, 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000400304

[21] WAZLAWICK, R. S. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.