Adoção de BIM e Lean Construction: um processo para implantação da Engenharia do Conhecimento

BIM and Lean construction adoption: a process for implementing Knowledge Engineering

Thayane Helney Rezek
Universidade Federal do Paraná | Curitiba | Brasil | thayane.rezek@ufpr.br
Maria do Carmo Duarte Freitas
Universidade Federal do Paraná | Curitiba | Brasil | mcf@ufpr.br
Sergio Scheer
Universidade Federal do Paraná | Curitiba | Brasil | scheer@ufpr.br

Resumo
A adoção do BIM torna o processo eficiente e mais produtivo, aumentando sua qualidade e gerando informações precisas, enquanto a filosofia do Lean Construction parte de princípios para redução de desperdícios de materiais e serviços desnecessários com melhoria de produtividade. Tem-se por objetivo prospectar a melhoria da tomada de decisão com as interações do BIM com Lean a partir dos conceitos de engenharia do conhecimento. A pesquisa consiste em uma revisão sistemática de literatura. As interações permitem a gestão estratégica da informação, viabilizando orientação do processo de engenharia de informação que uma vez ajustada conduz a ganhos originários para a gestão do conhecimento.

Palavras-chave: BIM. Construção enxuta. Gerenciamento da informação. Engenharia do conhecimento.

Abstract
BIM adoption makes the process efficient and more productive, increasing its quality and generating accurate information, while Lean Construction philosophy starts from principles for reducing unnecessary waste of materials and services with improved productivity. It aims to explore the decision-making improvement with BIM´s interactions with Lean from the concepts of knowledge engineering. The research consists of a systematic literature review. The interactions allow the strategic management of information, enabling guidance of information engineering process which, once adjusted, leads to originary gains for the knowledge management.

Keywords: BIM. Lean construction. Information management. Knowledge engineering.

INTRODUÇÃO

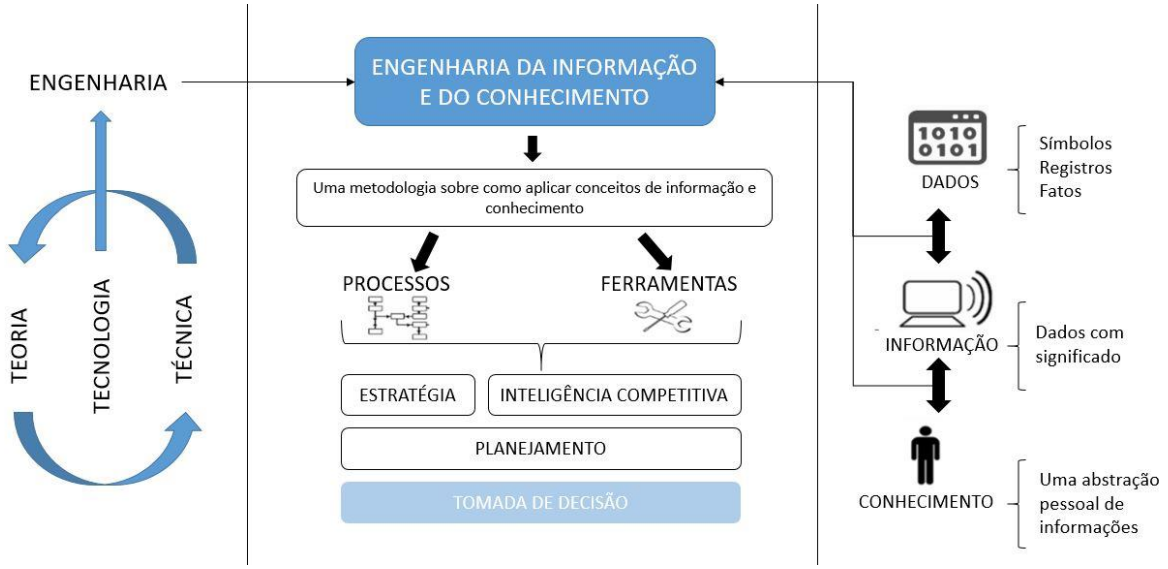
Na indústria da construção civil pela característica da cadeia produtiva observa-se que os agentes envolvidos trabalham separados, acarretando a fragmentação das fases durante o ciclo de vida do empreendimento. Durante o ciclo de vida ocorre um intenso fluxo de informação, que em grande parte não ocorre de forma eficiente. A gestão da

Como citar:
REZEK, T. H.; FREITAS, M. C. D.; SCHEER, S. Adoção de BIM e Lean Construction: um processo para implantação da Engenharia do Conhecimento. *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/560. Acesso em: 3 ago. 2021.

construção em empreendimentos tem a necessidade de integrar processos, tecnologias e pessoas em prol de objetivos estratégicos [1]. A informação tem papel relevante na gestão para obtenção de estratégias para vantagem competitiva [2].

A integração entre as diferentes informações envolvidas na construção tem potencial para melhorar a qualidade do projeto. Acrescente-se a possibilidade de modelar o ciclo de vida de uma edificação com a Modelagem da Informação da Construção (em inglês, *Building Information Modeling* - BIM) na qual, o modelo gerado possui dados relevantes para dar suporte à construção e ao gerenciamento [3]. Pela quantidade de informações que devem ser modeladas, os sistemas de informação se tornaram mais complexos (Figura 1) [4].

Figura 1: Engenharia da informação e do conhecimento



Fonte: [4].

Nesse contexto uma solução para a complexidade é gerir a informação e transformá-la em conhecimento. E esse processo de estruturação denomina-se de engenharia do conhecimento e se concentra na implementação de sistemas de forma a fornecer um fluxo eficiente de informações [4]. Esse gerenciamento da informação que [2] definiram como aplicação de uma série estruturada de tarefas, atividades ou procedimentos relacionados à forma de obtenção, de distribuição e de uso da informação e do conhecimento no ambiente em que estão inseridos.

No ambiente dos canteiros de obras observa-se que ocorrem perdas resultantes da falta de informações, integração e colaboração com a equipe de projeto, somadas à visão tradicional do processo, que foca nas atividades de conversão, e desconsidera os fluxos e a geração de valor.

Um dos motivos para a existência de replanejamentos e excesso de custos é o retrabalho e a fraca produtividade advindas da prestação ineficaz de informações durante a construção [5]. Até 56% do orçamento de um projeto pode estar em risco por falta de comunicação efetiva entre os profissionais envolvidos [6]. Ainda segundo o instituto “as organizações não podem executar iniciativas estratégicas a menos que

possam comunicar eficazmente seus alinhamentos estratégicos e os benefícios para o negócio".

Fato percebido pelo idealizador da filosofia *Lean* [7], que a partir do sistema Toyota de produção estabeleceu onze princípios que guiam o estudo do sistema de produção a fim de minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforço para gerar o máximo valor agregado. Entre as várias técnicas de construção enxuta, o sistema *Last Planner* (SLP) [8], é um dos métodos mais utilizados de planejamento e controle da produção. Na sequência, [9] explicam que no canteiro de obra, o problema da comunicação é gerado pelo erro na entrega das informações do produto aos trabalhadores. Eles detectaram, que a dificuldade está em tornar a informação presente em todos os locais de trabalho, e sugerem utilizar tecnologia de mídia eletrônica para visualização do modelo BIM associado aos conceitos da filosofia *Lean*.

A viabilidade do relacionamento entre processos BIM e a filosofia Lean é explorada para melhorar continuamente os processos de construção pois fornecem os insumos necessários para o gerenciamento de informação. Esse gerenciamento se feito com auxílio de tecnologia, cria procedimentos novos para a obtenção da informação de projeto. De [4] surge a reflexão e adaptação da aplicação ao BIM do conceito de Engenharia da Informação que passa por um processo de guarda e ponderação sobre o fluxo de informações dos projetos, a fim de facilitar sua organização e permitir uma recuperação fácil. É nesta fase de facilitação no processo de gestão das informações nos sistemas em BIM que o gestor processa e descobre o conhecimento subjacente – a Engenharia do Conhecimento. Ou seja, a Engenharia do Conhecimento é baseada na idealização da construção do conhecimento do sistema (BIM), em que dados, informação e conhecimento são elementos diferentes apesar da conexão entre eles. Como pessoas diferentes analisam o mesmo objeto como dado, informação ou conhecimento e possibilita a transição entre os três conceitos dependendo agora do histórico e da perspectiva da análise do sistema e não mais da pessoa.

O resultado da facilitação no processo de gestão da informação dentro dos sistemas da organização será a eficiência no processo de tratamento das informações para extrair conhecimento estratégico como base para a tomada de decisões [4]. Assim sendo o entendimento e aplicação dos princípios *Lean* no processo de geração de dados e informação de um sistema BIM permitirá ao gestor prospectar que no BIM: tem valor a informação com qualidade, ela fluir entre as diferentes disciplinas, a cadeia de valor é interligada pelas diferentes camadas (nD), a informação deve ser gerada na quantidade necessária ao projeto (puxar) e a melhoria contínua é desejada para tomada de decisão – engenharia do conhecimento.

Apesar da necessidade dessa facilitação da gestão da informação na construção civil, dificilmente se encontra o gerenciamento da informação em si, pois a criação das informações está inserida em todas as fases do processo e é feita de forma segregada, sem um fluxo e gerenciamento bem definido, a partir do projeto, analise do desenho, do planejamento e do canteiro de obra, refletindo na qualidade da construção. Diante do exposto o presente artigo tem como objetivo, identificar na revisão de literatura se a adoção dos modelos BIM para o gerenciamento de obras baseado na filosofia *Lean*

permite iniciar um processo para implantar a engenharia do conhecimento com base nos ganhos do fluxo e gerenciamento de informação.

MÉTODO

A pesquisa consiste na revisão sistemática de literatura de artigos encontrados nas bases *Scopus*, *Web of Science* e do Portal de Periódicos da Capes. A pesquisa inicial nas bases de dados foi realizada pela busca das variações dos termos "BIM" *and* "*Lean construction*" *and* "*construction site*" e que tenham sido publicados entre os anos de 2010 e 2020.

O processo de definição para seleção dos artigos foi feito pelos seguintes passos: (i) pesquisa inicial – 121 artigos, (ii) leitura de títulos e exclusão de títulos não pertinentes ao tema – 57 artigos, (iii) remoção de artigos duplicados – 44 artigos, (iv) eliminação de artigos a partir da leitura dos resumos – 25 artigos, (v) eliminação de itens a partir da leitura de textos completos – 21 artigos, por fim, a análise dos artigos selecionados.

A estratégia da pesquisa inicial foi definida tendo em vista a necessidade de encontrar estudos da temática BIM com uso na fase de execução em canteiro de obras que também tratassem da filosofia *Lean* para a gestão da informação. Na segunda etapa foram aplicados os filtros.

Dentre os 21 artigos selecionados notou-se uma variedade de palavras chaves, ao total foram 63 diferentes palavras ou variações de palavras. As que tiveram maiores repetições foram BIM/*Building Information Modeling* com 20 vezes e *Lean/Lean Construction/Lean Construction Management*/LCM foram 16 vezes, enquanto que Visual Management apareceu quatro vezes. Para a variação de termos *Information/Information Integration/Information Management* também foram quatro vezes, seguido por *Last Planner System* com três vezes. Com duas repetições foram as palavras chave *Process visualization, Information systems* e *Field trials*. Todas as outras 55 apareceram apenas uma vez.

A primeira análise toma por base as palavras chave mais repetidas. A segunda análise tem como foco as tipologias dos artigos selecionados, sendo: enfoque teórico conceitual em que trata da possibilidade de se criar uma ferramenta ou utilização de recursos e sistemas de TI para uma melhor integração das técnicas e ferramentas de BIM e *Lean* e os estudos de caso em que aplicaram ferramentas para abordar as duas práticas em conjunto. Dos 21 artigos selecionados, sete foram enquadrados como do tipo teórico conceitual e quatorze como estudos de caso.

RESULTADOS

No Quadro 1 são apresentados os sete artigos teórico conceituais com seus respectivos objetivos e breve análise do princípio *Lean* relacionado. Amplia-se a ideia no Quadro 2 com as funcionalidades BIM e os princípios *Lean* utilizados em cada estudo de caso, bem como o entendimento necessário dos gestores das interações positivas na prática, o Quadro 2 apresenta uma matriz que revela quais práticas BIM foram utilizadas e quais princípios *Lean* foram alcançados e sustentados pela prática.

Quadro 1: Artigos selecionados com enfoque teórico-conceitual – BIM x LEAN

Autores	Objetivo	Princípio
[11]	Sugerir uma plataforma de comunicação para um sistema de gerenciamento de produção	VALOR
[13]	Explorar as conexões entre gerenciamento visual em construção enxuta e sistemas de TI emergentes.	VALOR
[10]	Propor um software, o "VisiLean", que é um sistema de gerenciamento de produção enxuto que usa o BIM como plataforma visual e permite a programação do fluxo de extração no canteiro de obras.	FLUXO DE VALOR
[15]	Explorar possíveis benefícios para o controle da produção de projetos de construção com a integração do BIM e IPS	FLUXO DE VALOR
[9]	Propor, desenvolver e testar um sistema, denominado KanBIM, habilitado para BIM para apoiar o planejamento da produção e o controle diário da produção nos canteiros de obras	CADEIA DE VALOR
[12]	Investigar as principais oportunidades e desafios em estender a estrutura de comunicação dos atuais sistemas de gerenciamento de construção, integrando interfaces de comunicação IoT padronizadas a "Empurre" e "puxe" as informações corretas (de produção) para as pessoas e sistemas certos.	PUXAR
[14]	Desenvolver de um aplicativo BIM baseado em BIM e realidade aumentada (AR) combinado com práticas de construção enxuta (conhecidas como AR4C). O AR4C tem como objetivo melhorar aspectos do desempenho da construção, como produtividade, qualidade das obras e fluxo de informações.	MELHORIA CONTÍNUA

Fonte: os autores.

A reflexão das práticas *Lean* x BIM Quadro 2 que se relacionam de diferentes formas, é que propiciam a Engenharia do Conhecimento. Que conhecimento absorver a partir do exemplo: a redução da variabilidade alcançada pela possibilidade de visualização do modelo, análise de alternativas de projeto, detecção de interferências, redução de retrabalho, entre outras.

A partir da sumarização dos resultados e das práticas utilizadas identificadas no Quadro 2 ficam evidentes melhorias na comunicação, tomada de decisão, fluxo de informação, integração dos dados, redução de desperdícios e fluxo de trabalho o que resulta no aumento de valor agregado. Além disso, os conceitos e práticas discutidos e apoiados em sistemas criados para armazenar as boas práticas de gestão da informação, propiciam a geração de conhecimento explícito que poderá apoiar as tomadas de decisões futuras adjacentes – engenharia do conhecimento.

Quadro 2: Artigos selecionados e práticas abordadas

			ARTIGOS													
PRÁTICAS UTILIZADAS			[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[5]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]
BIM	A	Visualização da forma			X	X							X	X	X	
	B	Análise preditiva de desempenho	X	X				X		X		X		X		X
	C	Manutenção da integridade da informação	X	X		X		X	X	X	X		X		X	X
	D	Geração automatizada de documentos			X		X									X
	E	Colaboração em design e construção	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	F	Geração automatizada de tarefas de construção	X	X	X											
	G	Visualizações do status do processo	X	X	X			X						X		X
	H	Comunicação de informações (online/offline)	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X
LEAN		Reduz a variabilidade	B; C; F	B; C; F		A; C					C		A; C	A; B	A; C	B; C
		Reduz os tempos de ciclo	B; C; E; F; G	B; C; E; F; G	D; E; F; G		D			B; C; E	C; E	B; E		B	C; E	
		Reduz desperdícios	C; E	C; E		C			C	C; E				E	C; E	C; E
		Aumenta a flexibilidade							E							
		Utiliza sistema puxado	E; G; H	E; G; H	E; G		E	E					E			E; G; H
		Padronização	F; H		F; H	H				H				H		H
		Melhoria contínua	H	H	D; H		D	H	H	H	H		H	H	H	D; H
		Gerenciamento visual	G; H	G; H	G; H			G; H	H	H	H	B	H	G; H	H	G; H
		Geração de valor		B; C; E; F; G; H;	A; E; G	A	E	B; C; E; G; H					A; C; E	A; B; G; H	A; C; E; H	B; C; E; G; H

Fonte: os autores.

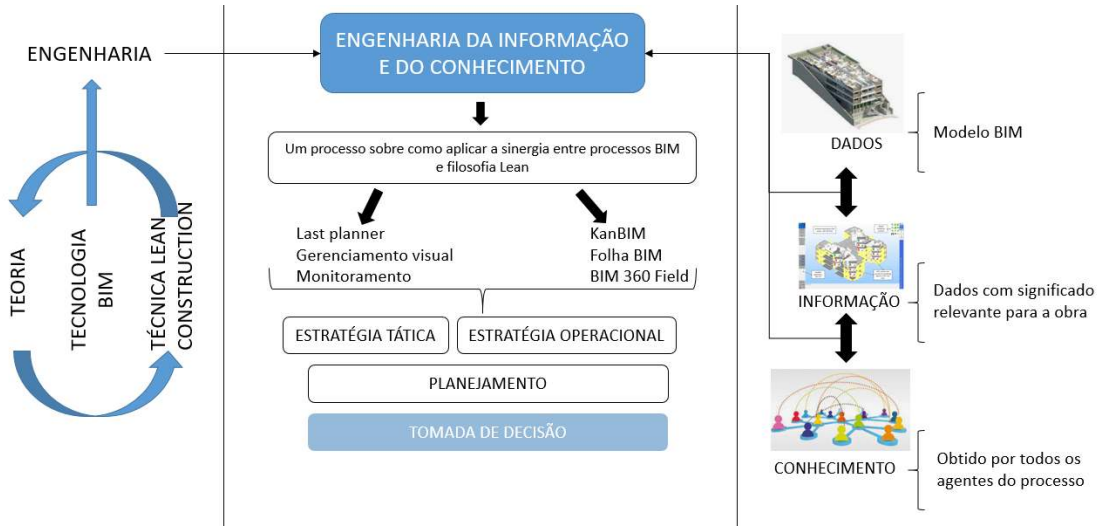
DISCUSSÃO

Entende-se que a engenharia da informação e do conhecimento é aplicada a processos gerenciais e a utilização de ferramentas para tomadas de decisão baseadas em um planejamento estratégico e de inteligência competitiva no ambiente empresarial [4]. A partir da análise dos artigos, neste caso representado pelo ambiente de gestão em canteiro de obras, para alcançar o nível de tomada de decisão e ser considerada engenharia do conhecimento, a informação precisa ser alimentada pela própria engenharia (leia criação) que envolve o ciclo de teoria, técnica e tecnologia e pela informação advinda de dados e conhecimento pessoal de cada indivíduo para que transformem os dados em informação. A figura 2 faz uma releitura da figura 1, trazendo para o contexto abordado.

Apesar *Lean Construction* e BIM resultarem em práticas independentes, ao serem adotadas em conjunto suscitam sinergias, e a adoção conjunta sugere-se que seja classificada como um processo da Engenharia do Conhecimento. Esta afirmação é

sustentada pelos resultados obtidos na revisão da literatura, pois as ferramentas propostas fornecem um meio eficiente para o fluxo de informação, e as informações podem ser usadas para avaliar e visualizar os fluxos de projetos de construção, melhorando o processo de tomada de decisão nos níveis operacional, tático e estratégico. No entanto, a evolução para engenharia do conhecimento requer a sistematização dos saberes das equipes a partir das lições aprendidas e transmitidas para outros empreendimentos, de modo, a evitar a repetição dos erros e aumentar a assertividade das decisões gerenciais.

Figura 2: Releitura engenharia da informação e do conhecimento



Fonte: os autores.

Os processos tradicionais são alterados para se enquadrarem nos processos novos que foram desenvolvidos baseados nos princípios da *Lean Construction* que diminuem desperdícios e aumentam a geração de valor. Fatos que geram dados confiáveis para atender a demanda das ferramentas propostas, melhorando a integração entre os sistemas evitando a perda de informação e valores. Dessa forma o fluxo do processo novo está suportado pelo sistema mais utilizado de acordo com a revisão de literatura que é o *last planner*, a fim de possibilitar uma produção puxada.

No entanto, apesar dos visíveis ganhos proporcionados pela utilização do BIM e do *Lean* em conjunto, estes são possíveis somente quando há uma estrutura em que pessoas, processos e sistemas de informação se apoiam assim como na engenharia do conhecimento. Uma das dificuldades encontradas nos artigos estudados é a resistência à mudança pelos profissionais nos canteiros de obras. Então para que se tenha uma implementação bem-sucedida das duas abordagens, para alcançar o nível da engenharia do conhecimento, é preciso a colaboração e adoção das novas práticas por todos os envolvidos no processo.

Pelo rol de artigos selecionados é possível verificar que existe um alinhamento bem-sucedido entre a *Lean Construction* e o BIM que contribuem para a melhoria do gerenciamento sendo facilitado por uma plataforma para a troca de informações relacionadas a produtos, processos e recursos, promovendo a cooperação e o fluxo de

informação entre os envolvidos. Enfim, sugere-se que seja implementada a integração entre a *Lean Construction* e o BIM através de uma plataforma, num passo a passo contínuo, para que em seguida essa se estabeleça como uma estratégia de implantação da engenharia do conhecimento, obtendo assim sistemas robustos que armazenam as informações e otimizam a tomada de decisão do gestor principal.

REFERÊNCIAS

[1] NASCIMENTO, D. L. M.; SOTELINO, E. D.; CAIADO, R. G. G.; IVSON, P.; FARIA, P. S. Sinergia entre Princípios do Lean Thinking e Funcionalidade de BIM na Interdisciplinaridade de Gestão em Plantas Industriais. **Journal of lean systems**, Florianópolis, v. 2, n. 4, p 80-105, 2017.

[2] TEIXEIRA, A. V.; FREITAS, M. C. D.; LAURINDO, A. M. Engineering Information: Conceptual Elements Related Information Management and Information Systems. *In:* INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW LEARNING TECHNOLOGIES, 14., 2014, Barcelona. **Proceedings [...].** Valência: IATED, 2014. p. 6909-6915. DOI: 10.6084/m9.figshare.1157109

[3] EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook:** a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2. ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2011.

[4] FREITAS, M. C. D; ODORCZYK, R. S.; MENDES JR. R.; FREDERICO, G. F.; CÓRDOVA, F.; DURAN, C. Theoretical aspects of the information and knowledge engineering. *In:* INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS COMMUNICATIONS AND CONTROL, 6., 2016, Oradea. **Proceedings [...].** Piscataway: IEEE, 2016. p. 201-207. DOI: 10.1109/ICCCC.2016.7496761.

[5] MATTHEWS, J.; LOVE, P. E.D.; HEINEMANN, S.; CHANDLER, R.; RUMSEY, C.; OLATUNJ, O. Real time progress management: Reengineering processes for cloud-based BIM in construction. **Automation in Construction**, v. 58, p. 38-47, jul. 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.07.004

[6] PMI, P. DA P. DO. **O Alto Custo do Baixo Desempenho**., p. 1–22, 2013.

[7] KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction Technical Report**, 1992

[8] BALLARD, H. G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. Ph.D. Thesis. Scheel of Civil Engineering. Faculty of Engineering. The University of Birmingham. Birmingham, 2000.

[9] SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements for Building Information Modeling based Lean Production Management Systems for construction. **Automation in Construction,** v. 19, n. 5 p. 641-655, 2010.

[10] DAVE, B.; KOSKELA, L. J. VisiLean: Designing a production management system with lean and BIM. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 19., 2011, Lima. **Proceedings [...].** *[s.l.]*: IGLC, 2011. p. 477-487.

[11] DAVE, B.; KUBLER, S.; FRÄMLING, K.; KOSKELA, L. Addressing information flow in lean production management and control in construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 22., 2014, Oslo. **Proceedings [...].** *[s.l.],* IGLC, 2014. p. 581-592.

[12] DAVE, B.; KUBLER, S.; FRAMLING, K.; KOSKELA, L. Opportunities for enhanced lean construction management using Internet of Things standards. **Automation in Construction,** v. 61, p. 86-97. 2016

[13] TEZEL, A.; AZIZ, Z. From conventional to it based visual management: A conceptual discussion for lean construction. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 22, p. 220–246, 2017.

[14] RATAJCZAK, J.; RIEDL, M.; MATT, D. T. BIM-based and AR application combined with location-based management system for the improvement of the construction performance. **Buildings**, v. 9, n. 5, 2019.

[15] REINBOLD, A.; SEPPÄNEN, O.; PELTOKORPI, A.; SINGH, V.; DROR, E. Integrating indoor positioning systems and BIM to improve situational awareness. *In:* ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 27., 2019, Dublin. **Proceedings […].** *[s.l.],* IGLC, 2019. p. 1141-1150.

[16] SACKS, R.; BARAK, R.; BELACIANO, B.; GUREVICH, U.; PIKAS, E. Field tests of the KanBIM lean production management system. *In:* ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 19., 2011, Lima. **Proceedings […].** *[s.l.],* IGLC, 2011. p. 465–476.

[17] SACKS, R.; BARAK, R.; BELACIANO, B.; GUREVICH, U.; PIKAS, E. KanBIM workflow management system: Prototype implementation and field testing. **Lean Construction Journal,** v. 2013, n. 2012, p. 19–35, 2013.

[18] GUREVICH, U.; SACKS, R. Examination of the effects of a KanBIM production control system on subcontractors' task selections in interior works. **Automation in Construction**, v. 37, p. 81–87, 2014. Elsevier B.V. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.003

[19] LAINE, E.; ALHAVA, O.; KIVINIEMI, A. Improving Built-In Quality by BIM Based Visual Management Building Information Modeling (BIM) and Lean. *In:* ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 22., 2014, Oslo. **Proceedings […].** *[s.l.],* IGLC, 2014. p. 945–956.

[20] MAHALINGAM, A.; YADAV, A. K.; VARAPRASAD, J. Investigating the role of lean practices in enabling BIM adoption: Evidence from two Indian cases. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 141, n. 7, p. 1–11, 2015.

[21] IBARRA, J. V.; FORMOSO, C. T.; LIMA, C.; MOURÃO, A.; SAGGIN, A. Model for integrated production and quality control: Implementation and testing using commercial software applications. *In:* ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 24., 2016, Boston. **Proceedings […].** *[s.l.],* IGLC, 2016, p. 73–82.

[22] GIOVANNY, O.; ALBERTO, S. J.; YERSON, G. H. P. BrIM 5D models and Lean Construction for planning work activities in reinforced concrete bridges. **Revista Faculdad de Ingeniaría**, v. 26, n. 46, p. 39–50, set.-dez. 2017. DOI: https://doi.org/10.19053/01211129.v26.n46.2017.7314.

[23] MATTA, G.; HERRERA, R. F.; BALADRÓN, C.; GIMÉNEZ, Z.; ALARCÓN, L. F. Using BIM-Based sheets as a visual management tool for on-site instructions: A case study. *In:* ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26., 2018, Chennai. **Proceedings […].** *[s.l.],* IGLC, 2018. p. 144-154.

[24] VRIJHOEF, R.; DIJKSTRA, J. T.; KOUTAMANIS, A. Modelling and simulating time use of site workers with 4d BIM. *In:* ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26., 2018, Chennai. **Proceedings […].** *[s.l.],* IGLC, 2018. p. 155–165, 2018.

[25] KOSEOGLU, O.; NURTAN-GUNES, E. T. Mobile BIM implementation and lean interaction on construction site: A case study of a complex airport project. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, n. 10, p. 1298–1321, 2018.

[26] ÁLVARES, J. S.; COSTA, D. B. Construction progress monitoring using unmanned aerial system and 4D BIM. *In:* ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR

LEAN CONSTRUCTION, 27., 2019, Dublin. **Proceedings [...].** *[s.l.],* IGLC, 2019. p. 1445–1456.

[27] VON HEYL, J.; DEMIR, S. Digitizing Lean Construction With Building Information Modeling. *In:* ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 27., 2019, Dublin. **Proceedings [...].** *[s.l.],* IGLC, 2019. p. 843–852, DOI: http://iglc.net/Papers/Details/1725.

[28] BOTON, C.; PITTI, Y.; FORGUES, D.; IORDANOVA, I. Investigating the challenges related to combining BIM and Last Planner System on construction sites. **Frontiers of Engineering Management**, v. 8, n. 2, p. 172-182. 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s42524-019-0086-4.