

PANORAMA SOBRE ENSINO DO BUILDING INFORMATION MODELING – BIM E CONSTRUÇÃO ENXUTA NAS UNIVERSIDADES DO RIO DE JANEIRO E DE NITERÓI

OVERVIEW OF BUILDING INFORMATION MODELING - BIM AND LEAN CONSTRUCTION TEACHING IN UNIVERSITIES OF RIO DE JANEIRO AND NITERÓI

Isa Gomes da Costa¹, Luiz Carlos Brasil de Brito Mello², Carlos Eduardo da Silva Ramos³

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v41p254-264.2022

RESUMO

O principal objetivo deste artigo foi o de verificar a aderência dos resultados encontrados em estudos anteriores, conduzidos por Alvarenga (2016), Bufon e Anschau (2016) e Silva (2016), os quais constataram, no universo de cursos de Engenharia Civil e Arquitetura analisados, a carência de abordagem de novos processos construtivos e metodologias que possam melhorar a eficácia da construção civil, tais como *Building Information Modeling – BIM* e *Lean Construction*. Para isso, realizou-se uma *survey* junto a professores dos principais cursos de Engenharia Civil e Arquitetura em universidades públicas e privadas do Rio de Janeiro e Niterói. Constatou-se que, passados dois anos das pesquisas anteriores, ainda é baixo o nível de abordagem do BIM e do *Lean Construction* nas Instituições de Ensino pesquisadas.

Palavras-chave: BIM; *Lean Construction*; Ensino; Engenharia Civil; Arquitetura.

ABSTRACT

The main objective of this article was to verify adherence of results obtained with previous studies, conducted by Alvarenga (2016), Bufon and Anschau (2016) and Silva (2016), who found, in the universe of Civil Engineering and Architecture courses analyzed, that there is a lack of approach to new constructive processes and methodologies that can improve effectiveness of civil construction, such as Building Information Modeling – BIM and Lean Construction. For this, a survey was carried out with professors from Civil Engineering and Architecture departments at main public and private universities in Rio de Janeiro and Niterói. It was found that, after two years of previous research, the level of approach of BIM and Lean Construction in the researched Institutions is still low.

Keywords: BIM, Lean Construction, Teaching, Civil Engineering and Architecture.

¹ Mestre em Sistema de Gestão, Universidade Federal Fluminense, gomesisa01@gmail.com

² Professor Dr. associado na Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia de Produção e Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, luiz.brasil@gmail.com

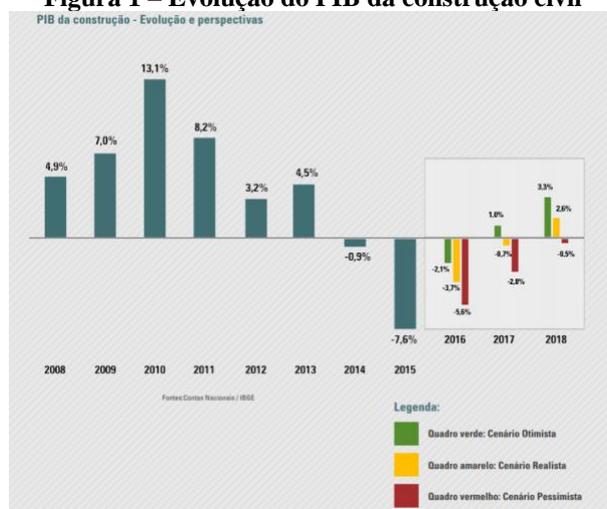
³ Mestrando em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, cesramos@id.uff.br

INTRODUÇÃO

A construção civil brasileira passou por um período expansionista que se estendeu até o ano de 2012. Para o SEBRAE (2018), esse resultado foi fruto de uma política de financiamentos do Governo Federal, que incluía a aplicação de taxas de juros atrativas e os programas Minha Casa, Minha Vida e o de Aceleração do Crescimento (PAC).

No entanto, esse quadro sofreu alteração, pois em 2017 o mercado da construção civil apresentou, pelo quarto ano consecutivo, números negativos com queda estimada no PIB (Produto Interno Bruto) da construção civil de 6% e uma retração de postos de trabalho com carteira assinada, no período de 2014-2017 (SEBRAE, 2018). Um estudo realizado pelo SEBRAE (2018) sobre a indústria da construção civil apresenta três cenários que sinalizam que o pior ficou para trás.

Figura 1 – Evolução do PIB da construção civil



Fonte: SEBRAE (2018).

Entretanto, existem outros desafios a serem vencidos. Um deles é a falta de mão de obra qualificada. Entre as áreas com maior dificuldade nesse quesito, destacam-se aquelas ligadas diretamente à obra, sejam funcionários básicos, técnicos ou especializados (CNI, 2018). A Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2018) aponta impactos significativos nas áreas gerenciais, que são ocupadas, normalmente, por engenheiros e arquitetos.

Ademais, quando se aborda essa vertente da mão de obra, os cursos de formação superior têm papel relevante. Bufon e Anschau (2016), em estudo realizado em Chapecó/SC, constataram que, em grande maioria, as empresas construtoras são formadas por engenheiros que não são preparados para gerenciá-las, devido, principalmente, ao fato de os cursos de Engenharia Civil não enfatizarem, em suas disciplinas, aspectos gerenciais de uma organização, não atendendo, assim, a demanda do mercado por profissionais com habilidades gerenciais. Além disso, alguns cursos de Engenharia Civil não abordam novos processos construtivos e novas metodologias que possam melhorar a eficácia da construção civil, tais como a utilização do *Building Information Modeling* – BIM e do *Lean Construction*. Esse fato foi constatado em duas pesquisas realizadas na cidade de Juiz de Fora e do Rio de Janeiro. Alvarenga (2016), em levantamento realizado na Universidade Federal de Juiz de Fora, envolvendo 57 docentes dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura, constatou que 65% dos entrevistados consideraram muito baixo e baixo o nível em que o BIM é abordado na UFJF. Porém, 94% da amostra destacou a importância do emprego das técnicas preconizadas pelo conceito BIM na construção civil.

Silva (2016) realizou um estudo similar ao de Bufon e Anschau (2016) e Alvarenga (2016) em 80% dos cursos de Engenharia Civil da cidade do Rio de Janeiro para verificar o ensino do *Lean Construction* em tais cursos. Todos os entrevistados declararam que o *Lean* faz parte do que é ensinado nos cursos, porém com nível de abrangência do conteúdo de baixo para muito baixo. No entanto, quando questionados sobre a eficácia das técnicas e ferramentas da filosofia, consideraram que a aplicação das técnicas do *Lean Construction* na construção civil traria inúmeros benefícios.

Os resultados obtidos nos três estudos apontam deficiências no ensino de conhecimentos de gestão (conceitos, ferramentas, processos) nos cursos analisados. Essas falhas afetam diretamente o resultado nas empresas, impactando, por exemplo, na busca

pelo aumento na produtividade, na qualidade dos empreendimentos/serviços e no cumprimento dos prazos estabelecidos (CNI, 2013).

Destacando-se a importância da aplicação de ferramentas e princípios de gestão, na condução de projetos da construção civil, cabe ressaltar o emprego do *Lean* e do BIM e suas interfaces para a qualificação dos engenheiros e arquitetos nas suas aplicações.

O BIM vem sendo reconhecido como uma metodologia emergente, além de uma mudança substancial em termos de procedimento na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). O BIM pretende gerenciar o *design* da construção e dados de projeto em formato digital durante todo o ciclo do empreendimento. Através da implementação do BIM, os processos de *design*, construção e operação podem ser melhorados para aumentar a eficiência do projeto. Segundo o *National Building Information Modeling Standards* (NBIMS, 2010), BIM é a representação digital de características funcionais e físicas de um empreendimento. Trata-se de um recurso de informação e conhecimento compartilhado que oferece ao gestor um arcabouço confiável para tomada de decisões durante todo o ciclo de vida de uma construção e tem como principal premissa a colaboração de diversos contribuintes ao longo do projeto.

Em relação aos benefícios, impactos e aplicações da metodologia do BIM, uma pesquisa realizada no Reino Unido, por Eadie et al. (2013), apontou como principais impactos a redução de desperdícios (tanto em relação a custos como em relação a materiais), a colaboração integrada de todas as partes e o entendimento do BIM como um processo (e não como uma tecnologia). Além disso, a pesquisa constatou que as fases antecedentes à execução são as que têm maior aplicação na construção, seguido da própria execução em si.

A metodologia da Construção Enxuta (ou *Lean Construction*), por sua vez, promove um ciclo produtivo mais eficiente, diminuindo a taxa de desperdício e elevando o nível de produção. É baseada no princípio *Just in Time*, na qual é trabalhada a ideia de que nada deve ser encaminhado à produção, transporte ou ser

comprado antes do momento ideal. Basicamente, é pautada em uma série de diretrizes interconectadas que são aplicadas de maneira integrada em processos gerenciais para a obtenção de resultados. Essas diretrizes são basicamente: reduzir atividades que não agregam valor; aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos consumidores; reduzir a variabilidade do processo; reduzir o ciclo produtivo; aumentar a flexibilidade de resultados; tornar processos mais transparentes; focar no controle do processo global; implementar a melhoria contínua no processo; *benchmarking* (KOSKELA, 1992).

Diante das inúmeras possibilidades e benefícios em potencial, é difícil conceber uma razão lógica para a não adoção dos conceitos de BIM e *Lean Construction*. Um dos motivos que podem levar a não se utilizar essas metodologias pode ser o desconhecimento por parte dos profissionais da área de construção civil, conforme o apresentado por Alvarenga (2016), Silva (2016) e Bufon e Anschau (2016).

Corroborando a percepção dos autores acima citados, Brito e Ferreira (2015) realizaram um experimento análogo. Enviaram questionários para profissionais de diversos setores da indústria da construção civil, com a finalidade de avaliar o grau de aplicabilidade, importância, além de estratégias na representação, análise do planejamento e controle de obras utilizando a metodologia BIM. A partir desse levantamento, inferiu-se que 43,9% dos participantes ou não conheciam o BIM ou nunca haviam utilizado; e, ainda, entre os que haviam utilizado, 15,2% utilizaram pouco, 21,2% utilizaram medianamente e somente 19,7% haviam utilizado muito.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Amorim (2014) inquiriu escritórios e associações de arquitetura sobre a utilização do BIM. Após enviar 282 questionários, verificou que 20% dos respondentes não desenvolviam qualquer atividade sobre o conceito. O estudo inquiriu sobre a importância atribuída pelos setores de projeto ao BIM para o aumento no desempenho da construção civil. Como resultado, constatou-se que 70% dos respondentes consideraram ser de grande

importância a utilização do BIM. Amorim (2014) também abordou profissionais da construção civil sobre o uso do BIM em seus empreendimentos. Cerca de 54% revelaram que jamais haviam desenvolvido qualquer atividade com o BIM. Entretanto, 57% desses profissionais consideravam ser importante a utilização do conceito para o setor da construção civil.

Contudo, esse cenário da aplicação do BIM, no Brasil, tende a mudar. O Governo Federal lançou em 17 de maio de 2017 o decreto nº 9.377/18 que exige o uso do BIM a partir de 2021, quando da execução de projetos de obras públicas. Essa medida faz parte da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil. O decreto tem como finalidade promover um ambiente adequado ao investimento da metodologia além de incentivar seu uso em âmbito nacional.

Com relação ao *Lean Construction* a situação é similar. Silva (2016), ao analisar sua utilização em construtoras na cidade do Rio de Janeiro (equivalente a 62,9% da população identificada), constatou que a maioria (67,6%) declarou não ter conhecimentos sobre os conceitos, técnicas e ferramentas do *Lean Construction* e apenas 32,4% afirmou conhecer. No entanto, mesmo dentre esses, a maioria declarou não utilizar as práticas e ferramentas de forma sistemática. Foi apontada

como uma das razões a falta de profissionais especializados no assunto.

Em face do acima exposto, o artigo tem como objetivo, através da utilização da técnica *survey*, avaliar a situação de ensino do *Lean Construction* e do *Building Information Modeling – BIM* nos cursos de graduação de Engenharia Civil e Arquitetura das Universidades Públicas e Privadas das cidades do Rio de Janeiro e Niterói e comprovar se as conclusões obtidas nos estudos realizados anteriormente por Alvarenga (2016) e Silva (2016) ainda são válidas.

METODOLOGIA

O presente artigo pretende analisar a situação do ensino do *Lean Construction* (Construção Enxuta) e do *Building Information Modeling* (BIM) nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura das cidades do Rio de Janeiro e Niterói, no que se refere ao grau de conhecimento, adoção e disseminação da filosofia *Lean* e da ferramenta BIM. Dessa forma, o Quadro 1 apresenta a classificação em que a pesquisa se enquadra, considerando a abordagem, natureza, os objetivos e os procedimentos.

Quadro 1 – Classificação do tipo de pesquisa realizada

| Classificação | Tipo | Justificativa |
|---------------------|----------------|--|
| Finalidade | Aplicada | Os resultados obtidos poderão servir de base para a melhoria do currículo dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura, além de apontar os entraves e caminhos para implementação do BIM e do Lean Construction, em especial, nos 18 Cursos de Engenharia e Arquitetura estudados, nas cidades de Niterói e Rio de Janeiro |
| Objetivo | Exploratória | O objetivo da pesquisa é familiarizar-se com o universo composto por 18 cursos de Engenharia Civil e Arquitetura das cidades de Niterói e Rio de Janeiro, no que se refere a difusão dos conceitos e práticas e ensinamento do Lean Construction e do BIM. Para isso foram realizadas pesquisas bibliográficas, e aplicação de questionário a 47 professores dos referidos cursos. |
| Método | Qualitativo | O estudo objetiva coletar dados, analisá-los e descrevê-los como resultado da coleta de informações obtidas na revisão bibliográfica a respeito do tema abordado |
| | Quantitativo | A pesquisa objetiva quantificar alguns dados obtidos com a aplicação da pesquisa, survey, através de seu tratamento estatístico. |
| Delineamento | Bibliográfica | Será realizado um levantamento bibliográfico sobre os temas propostos no estudo, através de bases de dados relevantes dos assuntos pesquisados. As informações servirão de arcabouço teórico fonte de análise para as questões do estudo. Com relação a <i>Lean Construction</i> , a principal base teórica utilizada foi Koskela (1992) Koskela (1994) e Koskela (2000). Em relação ao BIM os principais autores foram Azhar <i>et al.</i> (2012), Eastman <i>et al.</i> (2011 e Amorim (2014). |
| | Estudo de Caso | Objeto pode ser um indivíduo, um grupo, uma organização, um conjunto de organizações , ou até mesmo uma situação. (DENCKER, 2000, p. 127). Envolverá um estudo de dados, informações referentes a uma região e ambiência específicas e pré-determinadas, coletados e analisados a fim de se estabelecer uma conclusão a respeito da problemática levantada. O estudo de caso enfocou na avaliação, por meio de um questionário, com perguntas fechadas, não assistido, enviado a 47 professores de cursos de Graduação de Engenharia e Arquitetura de instituições de Ensino nas cidades de Niterói e Rio de Janeiro. Foram formuladas questões relativas ao grau de conhecimento, aplicação e reconhecimento da importância da construção civil do Lean Construction e BIM por parte dos entrevistados, além da difusão desses conceitos, técnicas em sala de aula. Os instrumentos de pesquisa foram encaminhados ao público alvo entre os meses de outubro de 2017 e janeiro de 2018. |

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Para o seu desenvolvimento, a pesquisa obedeceu a sequência das atividades apresentadas no Quadro 2

Quadro 2 – Etapas do Estudo

| Fase | Objetivo | Procedimentos |
|--------|--|---|
| Fase 1 | Levantar, preliminarmente, a situação problema | Foi realizado um levantamento bibliográfico a respeito do emprego do <i>Building Information Modeling – BIM</i> e do <i>Lean Construction</i> , nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e empregabilidade na construção civil. Foram selecionadas duas dissertações do Mestrado da Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense cujos autores são Alvarenga (2016) e Silva (2016). |
| Fase 2 | Definir da situação problema, objetivos e método de pesquisa | Com base nas informações preliminares obtidas na fase 1, foi realizado uma pesquisa bibliográfica a respeito dos temas <i>Building Information Modeling – BIM</i> e do <i>Lean Construction</i> , indústria da construção civil, ensino de novas ferramentas e técnicas nas faculdades de Engenharia Civil e Arquitetura. Nela observou-se características do setor da construção civil, em particular da qualificação de sua mão-de-obra, na utilização das novas ferramentas e metodologia de gestão. Esta pesquisa utilizou como base Periódicos Capes, Scopus, Google Acadêmico e Scielo, com o intuito, também de constatar a profundidade com que o tem sido abordado. De posse dessa primeira análise foi possível constatar a relevância dos estudos de Alvarenga (2016) e Silva (2016) e definir-se a situação problema, objetivos e o método. |

| | | |
|--------|---|--|
| Fase 3 | Definir o Universo Pesquisado nas duas fases | A amostra foi composta por 47 professores de 18 cursos de Graduação de Engenharia e Arquitetura de instituições de Ensino nas cidades de Niterói e Rio de Janeiro. |
| Fase 4 | Definir métodos de observação e coleta de dados | Após fase 2 e 3 foi realizada uma análise do ambiente e dos entrevistados para a adequação dos métodos, ferramentas de coleta de dados. Foi definido como método um questionário, baseado nos aplicados por Alvarenga (2016) e Silva (2016) em seus estudos. |
| Fase 5 | Realizar a coleta de dados | Foram confeccionadas as ferramentas, delineado o método, as bases de pesquisa bibliográfica utilizadas. Após foram validadas a ferramenta de coleta de dado (questionário), com um especialista, no caso um Professor do Curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal Fluminense. Depois o questionário foi encaminhado, via e-mail à amostra selecionada. |
| Fase 6 | Tratar/Analisar os dados | Foi aplicado o método de análise escolhido com o auxílio do SPSS Statistics |
| Fase 7 | Analisar/Apresentar resultados | Os dados obtidos com aplicação dos questionários foram analisados e apresentados. |

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise das respostas da *survey*

As informações abaixo contêm o resultado obtido com a aplicação da *survey*:

- Nível de escolaridade dos respondentes: 63,16% dos docentes possuem o grau de mestre, enquanto 21,05% são doutores. Apenas 5,26% dos entrevistados informaram não obter nenhuma titulação além da graduação.
- Tempo de atividade no cargo atual: observou-se que a maioria dos docentes entrevistados possui entre um e cinco anos na função atual. Apenas 5,26% dos entrevistados relataram ter mais de 20 anos de docência.
- Familiarização dos participantes com o BIM e *Lean Construction*: 89,47% dos respondentes conhecem o BIM. Entretanto, somente 63,16% afirmaram conhecer o *Lean Construction*.
- Importância, segundo os participantes, da utilização do BIM e do *Lean Construction* pelos engenheiros civis e arquitetos: verificou-se que 52,63% dos entrevistados consideram ser o BIM importante para os engenheiros civis e arquitetos. Número parecido (47,37%) de entrevistados dão a mesma importância para a utilização do *Lean Construction*.
- Importância do BIM e do *Lean Construction* nas grades curriculares: constatou-se que 52,63% dos entrevistados consideram muito alta a importância da inserção do BIM nos currículos dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura. Parcela bem próxima (47,37%) dos respondentes consideram igualmente muito alta a importância da inserção do *Lean Construction* no currículo dos cursos já mencionados.
- Nível de abordagem do BIM e do *Lean Construction* nos cursos de Engenharia Civil e/ou Arquitetura: verificou-se que ainda é baixo o nível de abordagem do BIM e do *Lean Construction* nas universidades de Niterói e Rio de Janeiro pesquisadas. Apenas 5,26% dos entrevistados afirmaram que o nível de ensino do BIM na universidade em que lecionam é muito alto. Número igual de entrevistados fez a mesma afirmação com relação ao *Lean Construction*.
- Motivos para o não oferecimento do BIM e do *Lean Construction* nas universidades: entre os entrevistados, mais da metade apontou como motivo para o não oferecimento do BIM e do *Lean*

Construction nos cursos de graduação a necessidade de uma reforma curricular nas grades curriculares dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura.

- h) Maneiras de utilizar o BIM e o *Lean Construction* nas universidades: observou-se que as opiniões foram bastante divergentes. Entretanto, em ambos os casos 26,32% acreditam que poderiam ser abordadas por meio de disciplinas obrigatórias. Outros 26,32% acreditam que o BIM possa ser ensinado por meio de disciplina eletiva. Percebe-se ainda que tanto para o ensino do BIM quanto para o *Lean Construction*, 15,79% dos entrevistados responderam não ser possível ensinar essas ferramentas sem uma reforma curricular.
- i) Benefício primordial na aplicação da metodologia BIM: observou-se que grande maioria dos entrevistados (68,42%) considera que o maior benefício da aplicação do BIM é a colaboração integrada de todas as partes envolvidas no projeto. Outros 21,05% entrevistados também consideram importante a possibilidade de utilização do mesmo

modelo BIM durante todo o ciclo de vida do empreendimento. Nenhum entrevistado deu importância para a inteligência ao nível do objeto e para a facilidade na gestão das mudanças.

- j) Importância de cada um dos 11 princípios da filosofia do *Lean Construction* na indústria da construção civil: apresenta-se na Tabela 1 e na Figura 2.

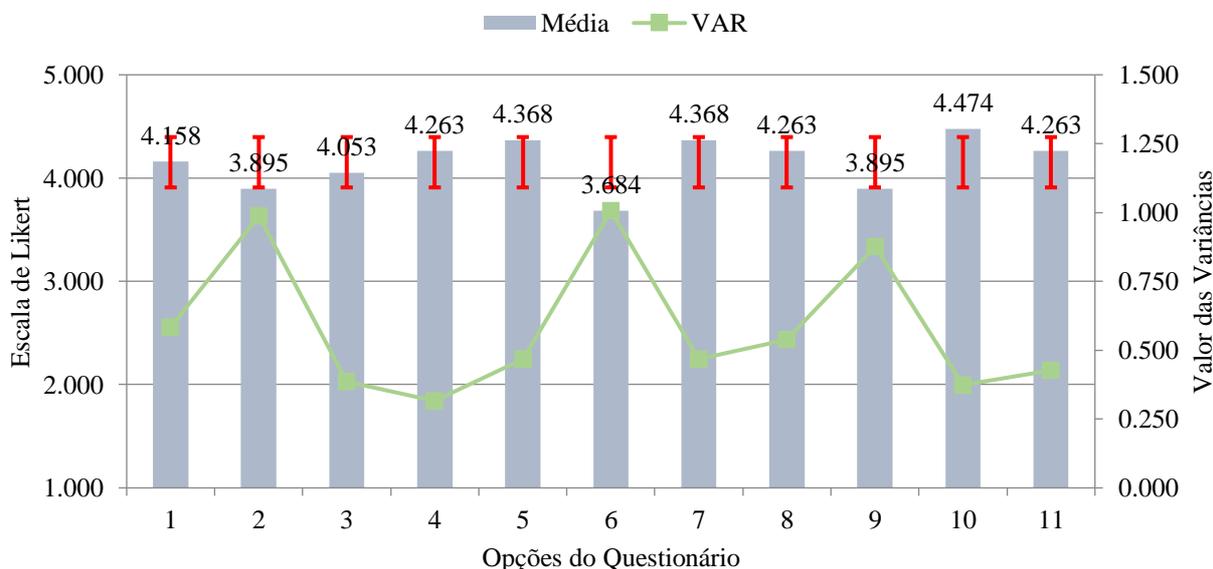
Observando a Tabela 1 e a Figura 2, pode-se perceber que os entrevistados consideraram o grau de importância de oito dos 11 princípios da filosofia da Construção Enxuta entre alto e muito alto (média entre 4 e 5). Os três princípios que não foram considerados de alta importância foram: aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes; aumentar a flexibilidade do resultado final – aumentar a capacidade de alteração; e manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas conversões. O princípio que teve a maior importância por parte dos entrevistados foi o que versa sobre a introdução de melhorias contínuas no processo (Média=4,474, CV=0,137).

Tabela 1 – Importância dos princípios do *Lean Construction* na indústria da construção civil

| Princípios da filosofia da Construção Enxuta | Média | SD | VAR | CV |
|--|-------|-------|-------|-------|
| 01 - Reduzir a porcentagem de atividades que não agregam valor dentro e fora da organização. | 4,158 | 0,765 | 0,585 | 0,184 |
| 02 - Aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes. | 3,895 | 0,994 | 0,988 | 0,255 |
| 03 - Reduzir a variabilidade - padronizar para garantir estabilidade no processo. | 4,053 | 0,621 | 0,386 | 0,153 |
| 04 - Reduzir o tempo de ciclo (Lead Time) - redução de inspeção, movimentação e tempo de espera. | 4,263 | 0,562 | 0,316 | 0,132 |
| 05 - Simplificar através da redução de passos, partes e ligações - reconfigurando passos e eliminando tarefas que não agregam valor. | 4,368 | 0,684 | 0,468 | 0,157 |
| 06 - Aumentar a flexibilidade do resultado final - aumentar a capacidade de alteração. | 3,684 | 1,003 | 1,006 | 0,272 |
| 07 - Aumentar a transparência dos processos - melhor disposição das informações. | 4,368 | 0,684 | 0,468 | 0,157 |
| 08 - Focar o controle no processo completo. | 4,263 | 0,733 | 0,538 | 0,172 |
| 09 - Manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas conversões. | 3,895 | 0,937 | 0,877 | 0,240 |
| 10 - Introduzir melhoria contínua no processo. | 4,474 | 0,612 | 0,374 | 0,137 |
| 11 - Fazer benchmarking - comparação de desempenho entre dois ou mais sistemas. | 4,263 | 0,653 | 0,427 | 0,153 |

Nota: SD = Desvio Padrão; VAR = Variância; CV = Coeficiente de Variação.
 Fonte: elaborada pelos autores, 2018.

Figura 2 – Análise estatística quanto à importância dos princípios da filosofia do *Lean Construction*



Fonte: elaborada pelos autores, 2018

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste artigo foi o de verificar a aderência dos resultados encontrados comparando-os com os estudos anteriores, conduzidos por Alvarenga (2016), Bufon e Anschau (2016) e Silva (2016), os quais constataram, no universo de cursos de Engenharia Civil e Arquitetura analisados, a carência de abordagem de novos processos construtivos e metodologias que possam melhorar a eficácia da construção civil, tais como *Building Information Modeling – BIM* e *Lean Construction*.

Para realizar a equivalência dos resultados, foi conduzida uma *survey*, sobre a situação de ensino do *Lean Construction* e do *Building Information Modeling – BIM*, nos Departamentos de Engenharia Civil e Arquitetura, nas Universidades Públicas e Privadas das cidades do Rio de Janeiro e Niterói. Constatou-se que, passados dois anos das pesquisas anteriores, ainda é baixo o nível de abordagem do BIM e do *Lean Construction* nas Instituições de Ensino pesquisadas. Apenas

5,26% dos entrevistados afirmaram que o nível de ensino do BIM, na universidade em que lecionam, é muito alto. Número igual de entrevistados fez a mesma afirmação com relação ao *Lean Construction*.

Os motivos para essa baixa abordagem são os mais variados possíveis. Entretanto, mais da metade dos entrevistados concordou que o principal para o não oferecimento do BIM e do *Lean Construction* nos cursos de graduação reside na necessidade de uma reforma curricular nas grades curriculares dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura (52,63% entrevistados BIM e 63,16% *Lean Construction*).

No entanto, embora o nível de abordagem do BIM e do *Lean Construction* nas universidades ainda esteja muito aquém do desejado, constatou-se que 52,63% dos entrevistados consideram muito alta a importância da inserção do BIM nos currículos dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura. Parcela bem próxima (47,37%) dos respondentes consideram igualmente muito alta

a importância da inserção do *Lean Construction* no currículo dos cursos já mencionados.

A crise econômica, somada às demandas de mercado, a necessidade de baixar custos na indústria da construção civil e o recente decreto do Governo Federal (2018) que obriga a utilização da metodologia BIM em todos os contratos para obras públicas devem acelerar implantação do BIM e do *Lean Construction* nas empresas. Esse fato sinaliza para uma nova postura das universidades que oferecem cursos de Engenharia Civil e Arquitetura. As instituições deverão reavaliar seus currículos, com a máxima urgência, buscando introduzir novas metodologias, dentre elas o BIM e o *Lean Construction*, que possam contribuir para melhoria dos processos na indústria da construção civil.

É importante ressaltar que os resultados obtidos neste artigo vão de encontro à percepção do Ministério da Educação quanto ao ensino das Engenharias no país, já que as Diretrizes Curriculares Nacionais, instituídas por meio da Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002, já apresentavam essa preocupação, conforme explicitado no Parecer CNE/CES nº 1.362/2001 que homologa:

O desafio que se apresenta o ensino de engenharia no Brasil é um cenário mundial que demanda uso intensivo da ciência e tecnologia e exige profissionais altamente qualificados. O próprio conceito de qualificação profissional vem se alterando, com a presença cada vez maior de componentes associadas às capacidades de coordenar informações, interagir com pessoas, interpretar de maneira dinâmica a realidade. O novo engenheiro deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, ele deve ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões. Não se adequar a esse cenário procurando formar profissionais com tal perfil significa atraso no processo de desenvolvimento. (CNE/CES, 2002, n.p.)

Contudo, a sociedade e o governo observaram que alterações são necessárias para uma reavaliação e ajustes dos objetivos traçados na Resolução acima citada. Dessa forma, o Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior

(CNE/CES, 2018) iniciou, em agosto de 2018, consulta pública sobre as diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em Engenharia. O documento, elaborado pela CES, para consulta pública, destaca a necessidade de adequação desse profissional ao mercado de trabalho:

Em resumo, o perfil do egresso do curso de graduação em engenharia deve ser generalista, humanista, crítico, reflexivo, criativo, cooperativo, ético, apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora, capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formulando problemas a partir dessas necessidades e de oportunidades de melhorias para projetar soluções criativas de Engenharia, com transversalidade em sua prática, considerando os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e capaz de atuar e adaptar-se às novas demandas da sociedade e do mundo do trabalho com postura isenta de qualquer tipo de discriminação e comprometido com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável. (CNE/CES, 2018, n.p.)

Como pode-se observar, a premissa da necessidade de um novo currículo para as engenharias no Brasil é um fato verificável. As instituições terão que reavaliar seus currículos, buscando introduzir novas tecnologias e metodologias, dentre elas o BIM e o *Lean Construction*, que possam contribuir para melhoria dos processos na indústria da construção civil.

Para pesquisas futuras, sugere-se ampliar o presente trabalho para outras regiões do país ainda não estudadas, buscando entrevistar o máximo de coordenadores/professores no maior número possível de universidades que ofereçam cursos de Engenharia Civil e/ou Arquitetura, a fim de se obter um panorama a nível regional ou até mesmo nacional sobre a questão aqui estudada.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, T. W. **Investigação da percepção entre profissionais de engenharia e arquitetura sobre a tecnologia BIM: um**

estudo na cidade de Juiz De Fora – MG. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2016.

AMORIM, S. R. L. **Relatório BIM: Building Information Modeling no Brasil**. Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais União Europeia – Brasil, 2014.

AZHAR, S. et al. Building information modeling (BIM): now and beyond. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, v. 12, n. 4, p. 15-28, 2012.

BALLÉ, M.; BOUTHILLON, J. Leadership lessons is Lean Construction. **Management Services**, v. 55, n. 4, p. 30-33, 2011.

BARROS NETO, J. P. The Relationship Between Strategy and Lean Construction. **Proceedings...** Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 10, 2002, p. 1-12. Gramado: Iglc, 2002.

BENETTI, H. P. **Diretrizes para avaliar estabilidade do fluxo de valor sob a perspectiva da mentalidade enxuta**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rio Grande do Sul, 2010.

BRITO, D. M.; FERREIRA, E. A. M. Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 15, n. 4, p.203-223, dez. 2015.

BUILDIN, **Governo Federal vai exigir uso do BIM a partir de 2021**. Disponível em <https://www.buildin.com.br/governo-federal-vai-exigir-uso-do-bim-a-partir-de-2021/>. Acesso em: 17 jul. 2018.

BUFON, N.; ANSCHAU, C. T. O perfil da mão de obra na construção civil de Chapecó/SC. **Revista Tecnológica**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 194-210, mai 2016.

CNI. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Falta de trabalhadores qualificados na Indústria da Construção. **Revista Sondagem Especial - Indústria da Construção**, ano 3, n. 2, nov. de 2013.

Disponível em: www.cni.org.br. Acesso em: 12 de jul. 2018.

CNI. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Sondagem Indústria Construção Civil**. Indicadores CNI, ano 9, n. 5, maio de 2018.

CNE/CES. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Parecer CNE/CES 1.362/2001 – Homologado**, Despacho do Ministro em 22/2/2002, publicado no Diário Oficial da União de 25/2/2002, Seção 1, p. 17. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>. Acesso em 24 set. 2018.

CNE/CES. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Consulta Pública CNE/CES: Diretrizes curriculares nacionais para o curso de graduação em engenharia**. Agosto de 2018. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=93861-texto-referencia-dcn-de-engenharia&category_slug=agosto-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 24 set. 2018.

DENCKER, A. F. M. **Métodos e técnicas de pesquisa em turismo**. 4. ed. São Paulo: Futura, 2000.

DULAIMI, M. F.; TANAMAS C. The principles and applications of lean construction in Singapore. **Proceedings...** 9th International Workshop on Lean Construction, National University of Singapore, Singapore, August, 2001.

EADIE, R. et al. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. **Automation in Construction**, [s.l.], v. 36, p.145-151, dez. 2013.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. John Wiley & Sons: Inc., 2011.

HESSEN, P. E. Using an Incentive Compensation Plan to Achieve your Firm's Goals. **Journal of Management in Engineering**, p. 31-33, mai-jun, 2000.

- HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. **Anais... ENTAC**, 8º, Salvador, Bahia. v. 1 p.572-579, 2000.
- JENG, T. S.; EASTMAN, C. M. Design process management. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, [s.i.], v. 14, n. 1, p. 55-67, jan 1998.
- JEREB, B. **Software Describing Attributes**. Computer Standards & Interfaces, 31, 653-660, 2009.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE Technical Report #72, 75p. Stanford University, Palo Alto, California, 1992.
- KOSKELA, L. Lean Production in Construction. **Proceedings...** Conference of the International Group for Lean Construction, Santiago, Chile, 1994.
- KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. 298 p. Thesis (Engineering Doctoral Thesis). Helsinki University of Technology, Espoo, Finland, 2000.
- LORENZON, I. A. **A medição de Desempenho na construção enxuta: Estudos de Caso**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos (UFSC), São Carlos, 2008.
- MAPA DA OBRA. **Mercado da construção civil: 2018 será um ano melhor?** Disponível em: <http://www.mapadaobra.com.br/gestao/2018-sera-um-ano-melhor-para-o-mercado-da-construcao-civil/>. Acesso em: 12 jul. 2018.
- MCKINNEY, K.; FISCHER, M. Generating, Evaluating and Visualizing Construction Schedules with Cad Tools. **Journal of Automation in Construction**, 7, 433-447, 1998.
- NUNES, I. J. D. **Aplicação de ferramentas Lean no planejamento de obras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa, 2010.
- OLATUNJI, O. A. **A Preliminary Review on the Legal Implications of BIM and Model Ownership**, ITcon, v. 16, Oluwole, 2011.
- OLOFSSON, T.; LEE, G.; EASTMAN, C. **Editorial - Case Studies of BIM In Use It in Construction - Special Issue Case Studies of BIM Use**, 13, 244 - 245, 2008.
- PICCHI, F. A. Oportunidades de aplicação do Lean Thinking na construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p.7-23, mar. 2003.
- ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS - RICS. **What is BIM?** 2012. Disponível em: www.rics.org/. Acesso em: 05 nov. de 2015.
- RUSCHEL R. C. et al. O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 7, n. 3, p. 36-54, 2013.
- SEBRAE. **Cenário e Projeções Estratégicas: Construção Civil**. Disponível em: [bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVO_S_CHRONUS/bds/bds.nsf/06c6fd6c070c9fc2128072f868de06cb/\\$File/7531.pdf](http://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVO_S_CHRONUS/bds/bds.nsf/06c6fd6c070c9fc2128072f868de06cb/$File/7531.pdf). Acesso em: 12 jul. 2018.
- SALEM, O. et al. Site implementation and assessment of Lean Construction techniques. **Lean Construction Journal**, v. 2, n. 2, p. 1-21, 2005.
- SILVA, E. N. **A atuação das universidades, construtoras e Organizações de classe na adoção e disseminação da Construção enxuta: estudo de caso na cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2016.
- SUCCAR, B. Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18 n. 3, p. 357-375, 2009.

WIGINESCKI, B. B. **Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta em obras pequenas e de curto prazo:** um estudo de caso. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas.** Lean Thinking.

Elimine o desperdício e crie riqueza. (2 ed.). Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 2004.