XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO
VIII ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE GESTIÓN Y ECONOMÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
Do conhecimento à ação: práticas avançadas de gestão da produção
Londrina, Paraná, Brasil. 23 a 25 de Outubro de 2019

MATRIZ DE MATURIDADE *LEAN*, BIM E *GREEN*: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE 2008 A 2018

LEAN, BIM AND GREEN MATURITY MATRIX: A SYSTEMATIC MAPPING FROM 2008 TO 2018

CARVALHO, Mayana Chagas (1); SANTOS, Débora de Gois (2)

(1) Universidade Federal de Sergipe, (71) 98255-1038, e-mail: mayanac@gmail.com (2) Universidade Federal de Sergipe, e-mail: deboragois@yahoo.com.br

ABSTRACT

The search for competitive strategies has aroused the interest for process improvements in several sectors of the economy. In this sense, many maturity models (MM) have been developed and applied as an organizational management tool, including for the Architecture, Engineering and Construction Industry (AEC). In the literature, some of the models for the construction industry already analyze concepts of Lean Construction, Green and Building Information Model (BIM) separately or two by two, but there are few studies that relate the three concepts. In this way, this article aims to identify scientific publications that relate maturity matrix with the Lean, BIM and Green concepts separately and in combination. Thus, from the systematic mapping of the literature were found 105 scientific publications indexed in the bases of Compendex ™, Scopus®, and Web of Science ™. By the distribution of the publications by levels, a trend of concentration of the researches in models of maturity that approach these concepts of individualized way was perceived. In this way, it is evident that there is knowledge gap, mainly, regarding the maturity matrix approach involving the three concepts.

Keywords: *Maturity model, Lean, BIM, Green.*

1 INTRODUÇÃO

A busca por estratégias competitivas tem despertado o interesse por melhorias de processo em diversos setores da economia. Iniciativas estas, alinhadas com o mecanismo da função produção, em que os sistemas produtivos podem ser entendidos como uma rede de processos e operações, cuja principais melhorias estão associadas ao processo (SHINGO, 1986). Nesse sentido, muitos modelos de maturidade (MM) vêm sendo desenvolvidos e aplicados como ferramenta de gestão organizacional, inclusive para a Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

De modo geral, os MM visam mensurar os pontos que precisam de melhoria, sejam fortes ou fracos, ou identificar oportunidades de aperfeiçoamento através de uma estrutura ou mecanismo que seja capaz de quantificar numericamente um desempenho ou uma habilidade (KERZENER, 2006; PRADO, 2008). Assim, além de auxiliar na obtenção de resultados, esse grau de conhecimento também permite ao gestor a tomada de decisões estratégicas.

CARVALHO, M.C.; SANTOS, D.G. Matriz de maturidade lean, bim e green: um mapeamento sistemático de 2008 a 2018. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 11., 2019, Londrina. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: https://www.antaceventos.net.br/index.php/sibragec/sibragec2019/paper/view/459

Na literatura, alguns dos modelos de maturidade voltados para a construção civil já analisam o *Lean Construction*, *Building Information Model* (BIM) e *Green* separadamente ou dois a dois, porém existem poucos estudos que relacionem os três conceitos. Na análise de revisões sistemáticas publicadas, autores têm destacado a existência de uma relação de sinergia entre esses três conceitos (SAIEG et al., 2018; DANTAS FILHO; CÂNDIDO; BARROS NETO, 2016). Como resultado, essa integração fornece oportunidades para melhorar a eficiência da indústria da construção (SAIEG et al., 2018).

Dessa forma, o objetivo geral do artigo consiste em identificar publicações científicas que relacione a matriz de maturidade com os conceitos *Lean*, BIM e *Green* separadamente e combinados, buscando-se investigar especialmente quais os modelos existentes, suas características e aplicações. Para viabilizar essa pesquisa utilizou-se o mapeamento sistemático da literatura (MSL). Trata-se de um estudo em fase inicial, que posteriormente evoluirá para uma revisão sistemática literatura (RSL).

2 MODELOS MATURIDADE

As pesquisas, sobre o desenvolvimento e crescimento das organizações, teorizam a dinâmica do amadurecimento das empresas ao longo do tempo, tentando identificar padrões acerca das mudanças presentes e futuras no comportamento e na estrutura organizacional (SILVEIRA, 2009).

A aplicação dos modelos de maturidade contribui para esse amadurecimento das organizações, trazendo benefícios ao auxiliar na implementação de uma estratégia de mudança ou melhoria (OCG, 2010 apud NESENSOHN et al., 2013). Segundo a ABNT NBR 9004/2010, esses modelos consistem em ferramentas de autoavaliação que, além de ajudar a identificar áreas de melhoria e/ou inovação, fornecem um panorama da *performance* organizacional e o nível de maturidade do sistema de gestão.

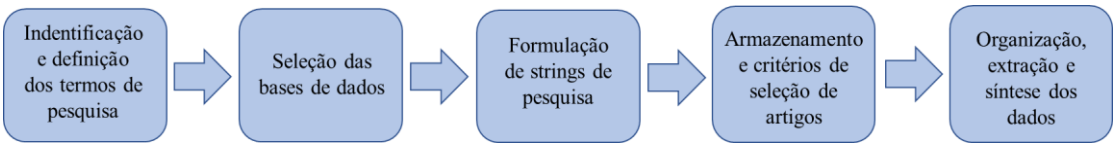
Dentre os modelos existentes relacionados à indústria da AEC destacam-se: o Modelo de Maturidade de Construção Lean (LCMM), inicialmente desenvolvido por Nesensohn et al (2013); o *Building Information modelling framework,* por Succar (2009); *Integrated BIM and Lean Maturity Model* (IDEAL), por Mollasalehi et al. (2018); dentre outros. Apesar da utilização de termos diferentes, como modelo de maturidade, matriz de maturidade e estruturas de avaliação, estas ferramentas buscam determinar o grau de maturidade na área e/ou empresa em que são aplicadas.

3 MÉTODO DE PESQUISA

O MSL fornece tanto uma visão geral em áreas específicas quanto permite a identificação de lacunas existentes e tendências de pesquisas (KITCHENHAM, BUNDGEN e PEARL BRERETON, 2011). Para Cavalcante et al. (2016), trata-se de estudo secundário baseado em evidências, onde é definido um procedimento sistemático para sintetizar trabalhos existentes da literatura.

Assim, adotou-se uma simplificação do processo proposto por Ruiz e Granja (2013) e Melo et al. (2013), no qual foram adotadas 5 etapas esquematizadas na Figura 1 e detalhadas a seguir.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



Fonte: Adaptado de Ruiz e Granja (2013) e Melo et al. (2013)

3.1 Identificação e definição dos termos de pesquisa

Com base no tema central da pesquisa foram identificadas e definidas as palavras-chave: (A) *maturity matrix,* (B) *maturity model,* (C) *maturity*, (D) *lean,* (E) *lean construction*, (F) *building information model,* (G) BIM, (H) *green* e (I) *sustentable*. Para restringir a busca ao campo da construção civil, acrescentou-se os termos (J) *construction e* (L) *build.* Todos os termos dos conjuntos foram utilizados somente em inglês, principal idioma das publicações nas bases indexadas (LIMA; SANTOS, 2018).

3.2 Seleção das bases de dados

A partir das pesquisas realizadas e das bases de dados disponibilizadas no Portal de Periódicos Capes®, foram selecionadas as bases Compendex™, Scopus®, e Web of Science™, pois possuem ferramentas que personalizam a formulação de *strings* de busca mais complexos e permitem avaliar o desempenho das pesquisas com base em indicadores (LIMA; SANTOS, 2018; SIBiUSP, 2019). Além disso, a Compendex™ é uma das principais bases de indexação voltada para engenharias, e junto com a Scopus® indexam artigos do *International Group for Lean Construction* (IGLC), um dos principais eventos relacionados ao tema.

3.3 Formulação de *strings* de pesquisa

As buscas foram agrupadas em três níveis de combinações que resultaram na formação de sete grupos de pesquisa (GP). Desta forma, formou-se as *strings* baseadas em conjuntos de termos (Quadro 1), sendo:

- (1) *“maturity matrix” OR “maturity model” OR "maturity” AND “construction” OR build**
- (2) *“lean” OR “lean construction”*
- (3) *“building information model” OR “BIM”*
- (4) *“green” OR sustentab**

Quadro 1 – Combinações de palavras-chave

Níveis		Primeiro Nível		Segundo Nível		Terceiro Nível	
Conjuntos		N1	Grupo	N2	Grupo	N3	Grupo
(1)	(2)	(1) AND (2)	GP1	(1) AND (2) AND (3)	GP4	(1) AND (2) AND (3) AND (4)	GP7
	(3)	(1) AND (3)	GP2	(1) AND (2) AND (4)	GP5		
	(4)	(1) AND (4)	GP3	(1) AND (3) AND (4)	GP6		

Fonte: Autoras (2019)

Além disso, respeitando-se as limitações de cada base, também foram aplicados critérios de busca de acordo com a localização dos termos, tipo de documento e período (Quadro 2), optando-se por não aplicar o critério referente à "área de pesquisa".

Quadro 2 – Critérios de pesquisa por base

Base de Dados	Localização dos termos	Tipo de documento	Período
Compendex™	Subject, Abstract, Title	Conference article or Journal article or Article in Press	2008-2018
Scopus®	Article title, Abstract, Keywords	Article or Conference Paper or Review or Article in Press	2008-2018
Web of Science™	Topic (Article title, Abstract, Keywords and Keywords Plus)	Article or Review or Other or Meeting	2008-2018

Fonte: Autoras (2019)

3.4 Armazenamento e critérios de seleção de artigos

Para o armazenamento dos dados utilizou-se o EndNote®, *software* específico de gestão de referências bibliográficas. Da aplicação dos critérios de pesquisa com base nos grupos de palavras-chave por base, a busca inicial resultou em um total de 850 artigos (Quadro 3).

Quadro 3 – Número de publicações iniciais

Bases	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	GP6	GP7	Total
Compendex™	35	91	124	8	0	5	0	**263**
Scopus®	41	106	196	8	0	6	0	**357**
Web of Science™	14	56	156	1	1	2	0	**230**
Total Inicial	90	253	476	17	1	13	0	**850**

Fonte: Autoras (2019)

Assim, para a seleção dos artigos, foram realizadas três triagens: na primeira, com o auxílio dos *softwares* EndNote®, verificou-se quais os artigos estavam duplicados por grupo; a segunda, consistiu na verificação da duplicidade entre grupos; e a terceira, uma leitura dinâmica dos títulos, resumos, palavras-chave e, em alguns casos, publicações completas, para categorizar e excluir os artigos sem relação direta com o tema (Quadro 4). Ao final desse processo a amostra da pesquisa totalizou em 105 artigos.

Quadro 4 – Número de publicações por triagem

	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	GP6	GP7	Total
Total Inicial	90	253	476	17	1	13	0	**850**
Triagem 1	48	116	271	8	1	6	0	**450**
Triagem 2	39	102	265	8	1	6	0	**421**
Triagem 3	13	54	27	6	0	5	0	**105**

Fonte: Autoras (2019)

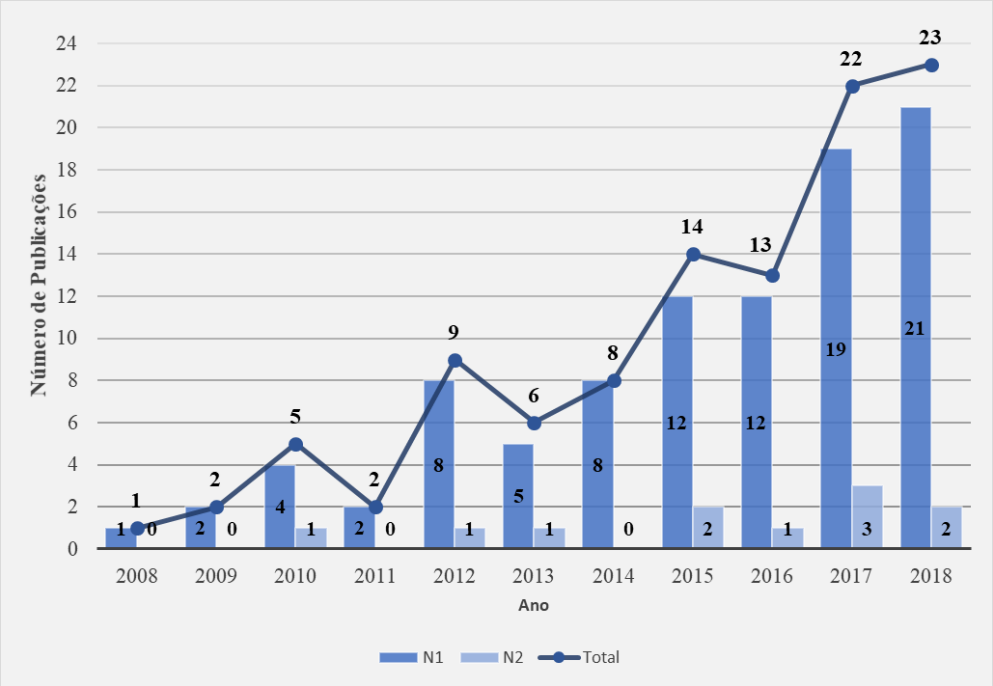
3.5 Organização, extração e análise dos dados

Identificadas as publicações, todos os dados foram exportados do *software* EndNote® para o Excel®, onde foram codificadas, para extração e análise de informações, como: ano de publicação, meio de publicação, autor(es), país da instituição que representa(m) e categorias da pesquisa. Para o sequenciamento das análises, os resultados foram organizados em relação ao total, sendo identificadas as quantidades referentes a cada nível de pesquisa (Quadro 4).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seleção final resultou em 105 trabalhos relevantes relacionados aos 2 primeiros níveis de combinações, não sendo encontrados trabalhos que abordassem modelos de maturidade relacionando os 3 temas. Desse total, N1 (GP1, GP2 e GP3) e N2 (GP4, GP5 e GP6) apresentaram, respectivamente, 94 e 11 trabalhos. Assim, um dos primeiros pontos a serem analisados consiste na evolução temporal das publicações. Conforme exposto na Figura 2, é possível notar que durante o período de 2008 a 2018, houve um crescimento, embora descontínuo, do número de publicações na área.

Figura 2 – Evolução do número de publicações



Fonte: Autoras (2019)

Dentre os meios mais utilizados, destacaram-se IGLC, ARCOM e ICCREM, com quase 30% das publicações (Quadro 5), sendo também responsáveis pela promoção de conferências internacionais anuais.

Quadro 5 – Número de publicações por meio

Meio de Publicação	Tipo	Ocorrência	%
International Group for Lean Construction (IGLC)	Proceedings	15	14,3%
Association of Researchers in Construction Management (ARCOM)	Proceedings	8	7,6%
International Conference on Construction and Real Estate Management (ICCREM)	Proceedings	7	6,7%
Outros	-	71	67,6%

Fonte: Autoras (2019)

Em relação às instituições, no total foram levantadas aproximadamente 85. Três dessas se destacaram, sendo uma nos Estados Unidos, Reino Unido e Austrália (Quadro 6). Dentre as instituições brasileiras, cinco realizaram uma publicação.

Quadro 6 – Número de publicações por instituição

Universidades	Localização	Ocorrência
Georgia Southern University	Estados Unidos	6
Liverpool John Moores University	Reino Unido	5
University of Newcastle	Austrália	5
…	…	…
Faculdade Anhanguera de Rondonópolis	Brasil	1
Paulista University-UNIP	Brasil	1
Cruzeiro do Sul University -UNICSUL	Brasil	1
Universidade Estadual de Santa Cruz	Brasil	1

Fonte: Autoras (2019)

Quanto aos autores com maior número de publicação (Quadro 7) destacaram-se: Chen, Cox, Nesenshon, Bryde e Succar. Sob o ponto de vista da linha de pesquisa desenvolvidas por estes autores, Chen, Cox e Succar publicaram muitas pesquisas relacionadas ao BIM, e Nesenshon e Bryde, ao *Lean*; entretanto, todos fazem alguma associação, em diferentes estágios, com o *Green*.

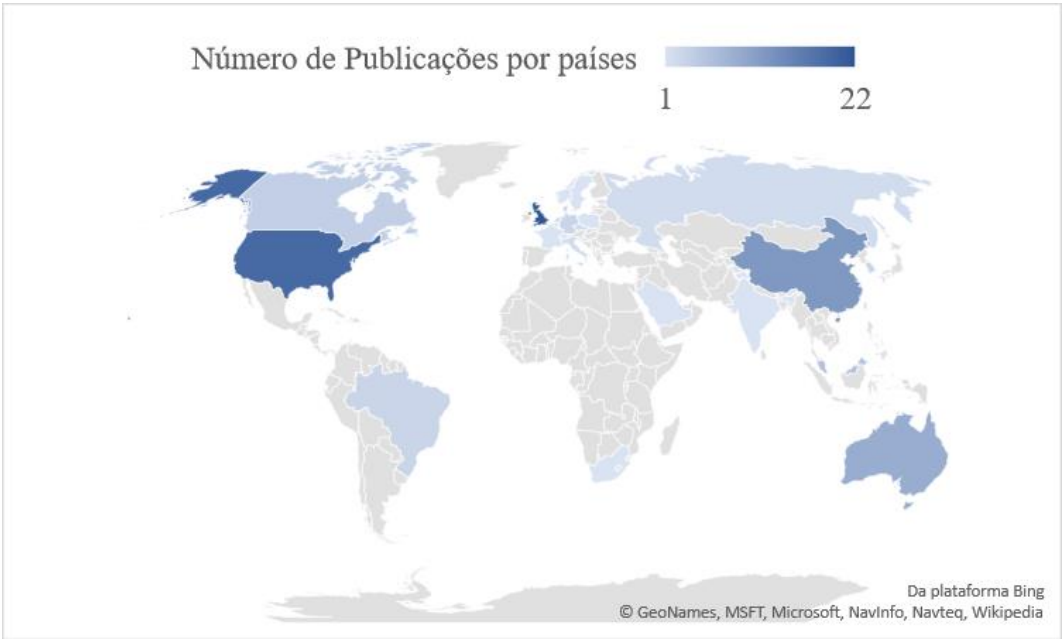
Quadro 7 – Número de publicações por autor

Autores	Localização	Ocorrência
Chen, Y.	Estados Unidos	6
Cox, R.F.	Estados Unidos	6
Nesensohn, C.	Reino Unido	6
Bryde, D.	Reino Unido	5
Succar, B.	Austrália	4

Fonte: Autoras (2019)

Na Figura 3, foram identificados os países com maior número de publicações, de acordo com a origem institucional dos autores. Reino Unido, Estados Unidos, China e Austrália foram os países com maior participação de autores nas publicações.

Figura 3 – Intensidade do número de publicações por países



Fonte: Autoras (2019)

Em relação às categorias, as publicações foram divididas em: teóricas, onde as abordagens das publicações tratavam apenas da descrição dos modelos propostos ou análises teóricas, totalizando 70 artigos; e teórica e aplicada, onde, além da descrição, o(s) autor(es) relatava(m) estudos de casos aplicados ou exemplos de aplicação, totalizando 35 publicações.

5 CONCLUSÕES

Esse artigo apresentou uma análise da produção científica por meio de um mapeamento sistemático de literatura, sobre matriz de maturidade *Lean*, BIM e *Green*, utilizando três níveis de combinações. Ao todo foram analisados 105 artigos durante o período de 2008

a 2018 (10 anos), utilizando as bases de dados Compendex™, Scopus® e Web of Science™.

Pela distribuição das publicações por níveis, percebeu-se uma tendência de concentração das pesquisas em modelos de maturidade que abordam esses conceitos de forma individualizada. Desta forma, evidencia-se que existem lacunas, principalmente, no que se refere à abordagem da matriz de maturidade envolvendo os três conceitos.

Nos últimos 10 anos, o número de publicações apresentou um crescimento descontínuo. O IGLC, um dos principais eventos da área, apresentou-se como o meio com maior número de publicações. Dentre as 85 instituições, 5 são brasileiras. Chen, Cox, Nesenshon, Bryde e Succar foram os autores com maior número de publicações. Reino Unido e Estados Unidos se destacaram com o maior número de autores participantes nas publicações. Por fim, a maioria dos trabalhos publicados abordaram aspectos teóricos.

Durante a realização da pesquisa foram encontradas algumas limitações. Não foram realizadas buscas com a combinação dos termos em português e somente foram utilizadas em três bases de dados, Compendex™, Scopus® e Web of Science™. Entretanto, os artigos selecionados serviram de base para coletar as informações referentes aos modelos de maturidade para cada conceito.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-9004:** Gestão para o sucesso sustentado de uma organização - Uma abordagem da gestão da qualidade. Rio de Janeiro, 2010.

CAVALCANTE, E.; PEREIRA, J.; ALVES, M. P.; MAIA, P.; MOURA, R.; BATISTA, T.; DELICATO, F. C.; PIRES, P. F. On the interplay of Internet of Things and Cloud Computing: a systematic mapping study. **Computer Communications**, v. 89, p. 17-33, 2016.

DANTAS FILHO, J. B. P; CÂNDIDO, L. F; BARROS NETO, J. P. Sinergia entre Construção Verde, Construção Enxuta e BIM para internacionalização da construção: uma revisão sistemática da literatura. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, São Paulo, 2016. **Anais [...]** Porto Alegre: ENTAC, 2016.

KERZNER, H. **Project Management**: a system approach to planning, scheduling and controlling. 9. ed. Hoboken: John Wiley e Sons, 2006.

KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; BRERETON, O. P. Using mapping studies as the basis for further research – A participant-observer case study. **Information and Software Technology**, [s.l.], v. 53, n. 6, p. 638-651, jun. 2011. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2010.12.011.

LIMA, R. T. A.; SANTOS, D. G. Adoção do *target costing* na construção e a identificação dos clientes de obras públicas: evidências da literatura. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17, Foz do Iguaçu, 2018. **Anais [...]** Foz do Iguaçu: ENTAC, 2018.

MELO, R. S. S.; GRANJA, A. D.; BALLARD, G. Collaboration to extend target costing to non-multiparty contracted projects: evidence from literature. In: ANNUAL SUMMIT OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21, Fortaleza, 2013. **Proceedings […]** Fortaleza: IGLC, 2013.

MOLLASALEHI S.; ABOUMOEMEN A.; RATHNAYAKE A.; FLEMING A.; UNDERWOOD J. Development of an integrated bim and lean maturity model. *In:* ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL. GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26, Chennai, 2018. **Proceedings […]** Chennai: IGLC, 2018. DOI: doi.org/10.24928/2018/0507.

NESENSOHN C.; BRYDE D.J.; FEARON D.J.; OCHIENG E.G. Combining lean construction with maturity models. *In:* ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE, 29, 2013, United Kingdom. **Proceedings […]** United Kingdom: ARCOM, 2013.

PRADO, D. **Maturidade no gerenciamento de projetos**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2008.

RUIZ, J. A.; GRANJA, A. D. Mapeamento sistemático da literatura. *In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 8, Salvador, 2013. **Anais...** Salvador: SIBRAGEC/UFBA, 2013.

SAIEG, P., SOTELINO, E. D., NASCIMENTO, D., CAIADO, R. G. G. Interactions of building information modeling, lean and sustainability on the architectural, engineering and construction industry: a systematic review. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 174, p. 788-806, fev. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030.

SHINGO, S. **Zero Quality Control**: Source inspection and the poka-yoke system. Productivity Press, Cambridge, Massachusetts and Norwalk, Connecticut, 1986.

SILVEIRA, V. N. S. Os modelos multiestágios de maturidade: um breve relato de sua história, sua difusão e sua aplicação na gestão de pessoas por meio do People Capability Maturity Model (P-CMM). **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 13, n. 2, art. 4, p. 228-246, abr./jun. 2009.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.357-375, maio 2009. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003.

AGRADECIMENTOS

Em especial à CAPES, pelo apoio recebido.