



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gest3o de Projetos, Inova3o e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



A Gest3o de projetos Building Information Modelling (BIM) em projetos da Constru3o Civil no contexto da Ind3ustria 4.0

Building Information Modeling (BIM) project management in Construction projects in the context of Industry 4.0

GILBERTO GOMES SOARES J3NIOR

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

THYAGO BACHIM

UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

Nota de esclarecimento:

Comunicamos que devido 3a pandemia do Coronav3rus (COVID 19), o VIII SINGEP e a 8ª Confer3ncia Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias **01, 02 e 03 de outubro de 2020**.

Agradecimento 3a org3o de fomento:

Meus agradecimentos ao Singep 2020 pela oportunidade de participar com artigo cient3fico e pela participa3o neste evento.



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



A Gestao de projetos Building Information Modelling (BIM) em projetos da Construcao Civil no contexto da Industria 4.0

Objetivo do estudo

Identificar e entender como os conceitos da Industria 4.0, podem ser aplicados na gestao BIM (Building Information Modelling), posto que as empresas do setor da construcao civil estao buscando aprimorar e desenvolver os trabalhos de coordenacao de projetos atraves do BIM.

Relevancia/originalidade

Apresenta-se uma analise das atividades envolvidas relativas ao conhecimento, compatibilizacao, competencias, coordenacao, gerenciamento e modelagem de processos que garantem a integracao com controle eficiente para coordenar as atividades de gestao BIM.

Metodologia/abordagem

A metodologia foi desenvolvida com embasamento na revisao da literatura e na coleta de dados, em fontes secundarias, referentes ao tema, servindo como orientacao para o aprimoramento eficiente da qualidade da coordenacao de projetos de BIM atraves dos conceitos da Industria 4.0 no contexto da construcao civil.

Principais resultados

Foi observado que o setor como o mais avancado no tema da pesquisa, pode explicar pela abordagem de gestao de projeto estruturada e consolidada no setor, e pelo foco da industria 4.0, BIM, gestao de riscos e o setor da construcao civil mais consistente aparecendo com mais frequencia. Apes realizado o estudo sobre gestao de projeto, podemos concluir que uma gestao eficiente depende de varios fatores e que a busca deste profissional na Industria 4.0 esta cada vez mais evidente.

Contribuicoes teoricas/metodologicas

A pesquisa conclui- que apesar da alta resistencia das pessoas, encontraram-se casos de sucesso na implantacao das aplicacoes nos conceitos da Industria 4.0 em algumas das areas da gestao BIM, aprimorando-o. Alm do BIM, outra tecnologia relevante da Industria 4.0 que pode ser aplicada a construcao civil e a que se baseia no conceito de Internet of Things – IoT – em portugues Internet das Coisas . O BIM e um modelo de gestao de informacao da construcao que possibilita a criacao de um banco de dados e representacao virtual do objeto que sera construido.

Contribuicoes sociais/para a gestao

Como este estudo aponta que a utilizacao do modelo BIM possa reduzir a sinistralidade nas obras, sugere-se para desenvolvimento futuro, o estudo do uso de modelos BIM com as ferramentas da Industria 4.0 para melhorar a prevencao do acidente no trabalho. A gestao dos servicos na Industria 4.0 tem uma influencia direta no sucesso do projeto. Os servicos devem ser totalmente integrados e coordenados. O uso do BIM na construcao civil e uma relevante alternativa para o fortalecimento do gerenciamento de projetos, pois, agrega informacoes importantes que possibilitam melhorias no desenvolvimento de um determinado projeto.

Palavras-chave: BIM, gestao de riscos, Industria 4.0, Building Information Modelling



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Building Information Modeling (BIM) project management in Construction projects in the context of Industry 4.0

Study purpose

Identify and understand how the concepts of Industry 4.0 can be applied in BIM management (Building Information Modeling), since companies in the civil construction sector are seeking to improve and develop project coordination work through BIM.

Relevance / originality

An analysis of the activities involved regarding knowledge, compatibility, competences, coordination, management and modeling of processes is presented, which guarantee integration with efficient control to coordinate BIM management activities.

Methodology / approach

The methodology was developed based on literature review and data collection, from secondary sources, referring to the theme, serving as guidance for the efficient improvement of the quality of the coordination of BIM projects through the concepts of Industry 4.0 in the context of civil construction.

Main results

It was observed that the sector as the most advanced in the research topic, can explain by the structured and consolidated project management approach in the sector, and by the focus of industry 4.0, BIM, risk management and the more consistent construction sector appearing with more often. After conducting the study on project management, we can conclude that efficient management depends on several factors and that the search for this professional in Industry 4.0 is increasingly evident.

Theoretical / methodological contributions

The research concludes that despite the high resistance of people, there were cases of success in the implementation of applications in the concepts of Industry 4.0 in some of the areas of BIM management, improving it. In addition to BIM, another relevant technology from Industry 4.0 that can be applied to civil construction is that based on the concept of Internet of Things - IoT - in Portuguese Internet of Things. BIM is a construction information management model that allows the creation of a database and virtual representation of the object to be built.

Social / management contributions

As this study points out that the use of the BIM model can reduce accidents in the works, it is suggested for future development, the study of the use of BIM models with the tools of Industry 4.0 to improve the prevention of accidents at work. The management of services in Industry 4.0 has a direct influence on the success of the project. Services must be fully integrated and coordinated. The use of BIM in civil construction is a relevant alternative for strengthening project management, since it adds important information that enables improvements in the development of a given project.

Keywords: BIM, risk management, Industry 4.0, Building Information Modelling



1 Introdução

No mercado de construção civil, nos últimos anos, o termo BIM - Building Information Modeling, ou Modelagem da Informação da Construção, deixou de ser um modismo com poucos pioneiros, para ser a peça central da tecnologia do mercado de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), abordando aspectos de projeto, construção e operação de edifícios. A maioria das empresas líderes mundiais de arquitetura, engenharia e construção estão usando BIM em seus projetos (Eastman et al., 2011).

Para transformar com eficiência processos de negócios (como design de produtos, engenharia de produtos, produção, logística, vendas, entregas, etc.) em processos automatizados digitalmente, novos conceitos foram introduzidos nas indústrias de manufatura e construção. Sob o termo Indústria 4.0, emergem possibilidades promissoras para processos de produção de alto desempenho com base, por exemplo, em gêmeos digitais e em sistemas ciber-físicos. No entanto, a indústria da construção está atrasada na adaptação dessas idéias e ainda enfrenta graves déficits de produtividade segundo, Schimanski C.P., Monizza G.P., Marcher C., & Matt D.T. (2019).

No mercado de construção civil, nos últimos anos, o termo BIM - Building Information Modeling, ou Modelagem da Informação da Construção, deixou de ser um modismo com poucos pioneiros, para ser a peça central da tecnologia do mercado de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), abordando aspectos de projeto, construção e operação de edifícios. A maioria das empresas líderes mundiais de arquitetura, engenharia e construção estão usando BIM em seus projetos (Eastman et al., 2011).

Como a construção externa cresce em popularidade, um número crescente de produtos de construção é fabricado em um ambiente de fábrica controlado. Devido à complexidade dos produtos de construção e à crescente quantidade de automação usada na indústria, a produtividade atingiu um pico porque o planejamento do processo das atividades de fabricação ainda é feito manualmente, por exemplo, os modelos de informações de construção (BIM) não fornecem informações de fabricação para produtos de construção. Saber se uma máquina pode fabricar um produto de construção definido pelo modelo BIM é um pré-requisito crítico para novos produtos (An S., Martinez P., Al-Hussein M., & Ahmad R., 2020).

BIM é uma metodologia de projeto que subsidia a integração da informação ao longo das etapas de processo de projeto, gestão de projetos e obras (Brito & Ferreira, 2015). Devido a essas características, o BIM permite que os envolvidos no projeto possam ter acesso às informações consistentes ao longo das etapas do projeto, contribuindo para a precisão dos documentos e tomada de decisão (Ahankoo et al., 2012). Segundo Wilson e Heng (2011), BIM está mudando em um sentido mais amplo as práticas tradicionais de construção, em termos de pessoas, processos, trabalho, cultura, comunicação e modelos de negócio.

A gestão de projetos tornou-se um fator importante em vários campos da engenharia. A proliferação de grandes projetos mundiais com objetivo de aproveitar as vantagens dos últimos desenvolvimentos tecnológicos trouxe a demanda por novos ou aperfeiçoados métodos de gestão de projetos para lidar com esse rápido crescimento industrial (El-Reedy, 2012). Esses desenvolvimentos tecnológicos surgiu com a Indústria 4.0 que envolve as tecnologias de impressão 3D, automação de processos, componentes construtivos, os novos equipamentos robóticos, internet das coisas, drones, Big Data, inteligência artificial e os poderosos softwares de modelagem o BIM.



Um sistema de gerenciamento de dados e informações influenciam que auxiliam esse processo e uso da tecnologia BIM (Building Information Modeling) utilizada para facilitar a coordenação dos projetos.

Esse modelo representa precisamente a geometria da edificação, além de possuir informações relevantes que poderão ser utilizadas no auxílio à documentação, projeto, pré-fabricação e execução do empreendimento (Eastman, 2011).

Os aplicativos de modelagem de informações de construção (BIM) estão sendo cada vez mais introduzidos em toda a indústria da construção e no meio acadêmico, uma grande quantidade de aplicativos BIM tem sido recomendada na literatura. No entanto, a cobertura da teoria da difusão BIM (que combina questões contextuais e técnicas das aplicações) permanece escassa e subdesenvolvida. A compatibilidade é um dos principais fatores contextuais da teoria da Difusão da Inovação que envolve a previsão do comportamento dos adotantes de BIM e a identificação de quais componentes requerem esforço extra para uma implementação bem-sucedida do BIM. No entanto, esse importante conceito teórico não foi desenvolvido na literatura BIM pertinente nem usado corretamente para estender o conhecimento existente, pois as variáveis de compatibilidade não são entendidas em um contexto de construção. Isso impede seriamente o uso correto do BIM na construção (Shirowzhan S., Sepasgozar S.M.E., Edwards D.J., Li H., & Wang C., 2020).

Assim, A gestão de projetos (project management) pode ser definida como o planejamento, a programação e o controle de uma série de tarefas integradas de forma a atingir seus objetivos com êxito, para benefício dos participantes do projeto (Kerzner, 2004).

Trata-se essencialmente de reconhecer que o projeto é um processo iterativo e coletivo, exigindo assim uma coordenação do conjunto das atividades envolvidas, compreendendo momentos de análise crítica e de validação das soluções, sem no entanto impedir o trabalho especializado de cada um dos seus participantes. Essa coordenação deve considerar aspectos do contexto legal e normativo que afeta cada empreendimento, estabelecer uma visão estratégica do desenvolvimento do projeto e levar devidamente em conta as suas incertezas (Melhado, 2001).

Quando se fala sobre a Indústria 4.0 abordar-se uma série de revoluções tecnológicas que permitem às indústrias produzirem mais, em menos tempo, com menos custo e com muito mais qualidade, principalmente graças à automação industrial, à internet das coisas e ao big data. Assim, um gestor de projetos 4.0 deve ser aquele capaz de sempre buscar inovações e estar atento às formas de adquirir know-how em várias áreas, como tecnologia da informação, controle de qualidade, segurança do trabalho e recursos humanos. Somente com um setor de gestão de projetos eficiente e que realmente entenda os conceitos da indústria 4.0, as manufaturas conseguirão usufruir dos benefícios de todos esses avanços tecnológicos, aumentando a sua produtividade, reduzindo os seus custos agregados e ainda melhorando a qualidade e a competitividade.

Com o advento dos conceitos da Internet das Coisas e da Indústria 4.0, os sistemas ciber-físicos da engenharia civil experimentam um impacto crescente no monitoramento de integridade estrutural (SHM) e nos aplicativos de controle. Projetar, otimizar e documentar o sistema ciber-físico formalmente exige metamodelos independentes de plataforma e independentes de tecnologia (Fitz T., Theiler M., & Smarsly K., 2019).

Para tal esta pesquisa teve como objetivo identificar e entender como os conceitos da Indústria 4.0 podem ser aplicados na gestão BIM (Building Information Modelling). A revisão da literatura realizada mostrou que o conceito da gestão de projetos na Indústria 4.0 abrange as principais revoluções tecnológicas stand aplicadas aos processos de manufatura, referentes à automação, ao controle, à tecnologia da informação e no



gerenciamento. Assim, as lacunas deste trabalho situam-se na discussão do conceito da Indústria 4.0 na gestão de projetos.

2. Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido nos fundamentos de pesquisas bibliográficas. E foi fundamentada a partir de materiais publicados em artigos. Segundo Cerro, Bervian e da Silva (2007, p.610), a pesquisa bibliográfica “constitui o procedimento básico para os estudos monográficos, pelos quais se busca o domínio do estado da arte sobre determinado tema”.

A análise de dados foi tratada de uma maneira comparativa para concretizar a idéia fundamental deste trabalho que é mostrar aspectos, competências, diretrizes, conhecimentos, modelagem de processo para gestão de projetos BIM através dos conceitos da indústria 4.0. Após uma leitura sobre essas técnicas, o sucesso das mesmas pode ser confirmado por meio da aplicabilidade demonstrada nos textos lidos. Portanto, o critério utilizado foi o quão elas se mostraram reconhecidas e aplicáveis. As fases da metodologia adotada compreende: palavras chaves, pesquisa bibliográfica, análise de dados, leitura dos artigos e teses escolhidas, elaboração da pesquisa, análise dos resultados e conclusão do artigo.

A primeira parte foi baseada em uma descrição simplificada de estudos e informações sobre um determinado assunto. E a segunda parte, teve um caráter narrativo, é baseado na aplicação de métodos de análise de artigos com maior rigor científico (Método de Contagem fracionada o peso de cada ligação de coautoria ou co-ocorrência é fracionado, unidade de análise e palavra chave, número de ocorrências de uma palavra chave referente ao assunto), podendo alcançar melhores resultados e reduzir erros e o viés do pesquisador responsável pela investigação. Esse processo permite ao pesquisador compilar dados, refinar hipóteses, estimar tamanho de amostras, definir melhor o método de pesquisa a ser adotado para aquele problema, e por fim definir direções para futuras pesquisas (Cook, Mulrow & Haynes, 1997).

Através da pesquisa foi feita uma revisão narrativa sobre as aplicações da Indústria 4.0 na construção civil. Para isto buscou-se nas principais fontes de consulta (Google Acadêmico Scopus) e artigos que contivessem as seguintes palavras chaves: “indústria 4.0”, “construção civil” e “BIM. Desta maneira, foi possível reunir um grande volume de estudos já sendo feitos nessas áreas. As pesquisas foram feitas em inglês e português, com o objetivo de encontrar resultados globais, possibilitando uma visão abrangente sobre tecnologias sendo pesquisadas em todo o mundo.

Foram encontrados cerca de 1152 resultados dos quais foram selecionados 32 artigos artigos e que foram finalizaram com 32 escolhidos. Em resumo, a metodologia se deu essencialmente através da pesquisa, armazenamento, processamento e análise de dados bibliográficos, trazendo para este trabalho um detalhamento de tecnologias existentes e também de estudos prospectivos de novas tecnologias que estão sendo desenvolvidas ou concebidas. A partir disso, serão apresentados os resultados encontrados e então analisados.

Quadro 1: Resultados de Pesquisa de Artigos.

A Gestão de projetos Building Information Modelling (BIM) em projetos da Construção Civil no contexto da Indústria 4.0						
N °	Base	n°Sec	Kewwords	Type of ressearch	Period of time	Potential Articles
1	Scopus	1.1	BIM	TITLE-ABS-KEY	All	10.111
2	Scopus	1.2	BIM + risk management	TITLE-ABS-	All	1152



				KEY		
3	Scopus	1.3	BIM + risk management + industry 4.0	TITLE-ABS-KEY	All	23
4	Scopus	1.4	BIM + risk management + industry 4.0 + Building Information Modelling	TITLE-ABS-KEY	All	23
5	Scopus	1.5	BIM + risk management + industry 4.0 + Building Information Modelling + construction sector	TITLE-ABS-KEY	All	11
6	Scopus	1.6	Building Information Modelling + industry 4.0	TITLE-ABS-KEY	All	75

Fonte: Adotado de Base Scopus.

3 Resultados

3.1 Análise das publicações da amostra

A figura 1 representa os resultados de 2014 e 2020 dos assuntos mais abordados nesse período em relação a informática avançada em engenharia, edifícios, automação na construção, ciências aplicadas na suíça e geomecânica em turbinas. Nota-se que em determinado ano há poucas publicações sobre os temas e que oscilam no ano de 2019 o assunto automação na construção foi mais abordado.

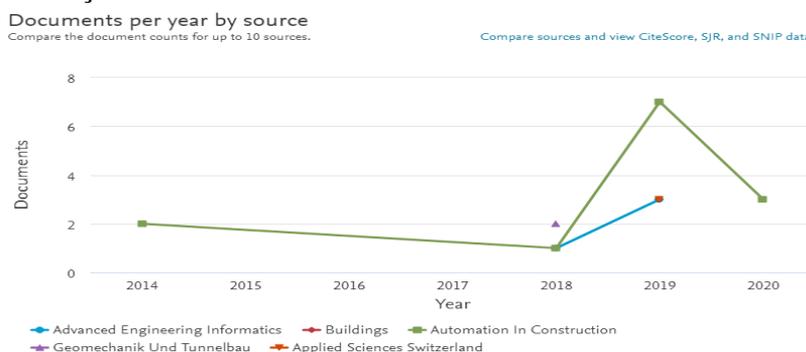


Figura 1: Distribuição das publicações por ano.

Fonte: Adotado de Base Scopus.

A figura 2 representa o número de artigos de autores que tiveram mais publicações.



Documents by author

Compare the document counts for up to 15 authors.

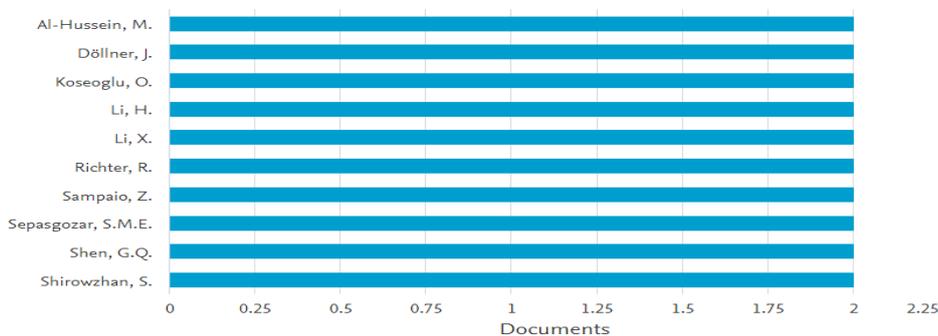


Figura 2: Distribuição das publicações por autores.

Fonte: Adotado de Base Scopus.

A figura 3 representa os países que mais publicam artigos, nota-se que a China é país com maior número de artigos publicados seguido por Reino Unido, Alemanha, Estados Unidos, Austrália, Hong Kong, Itália, Malásia, Espanha e Portugal.

Nota-se que o Brasil não aparece entre os países que mais publicam artigos sobre o tema abordado no artigo.

Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.

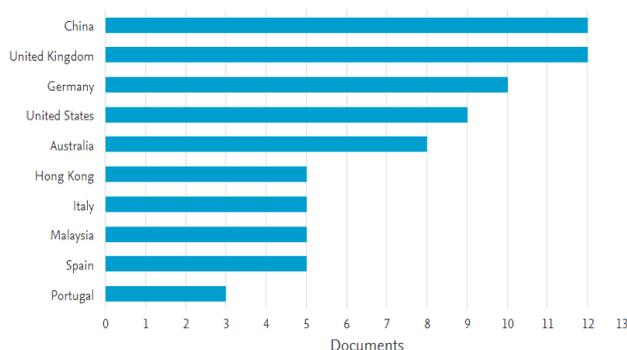


Figura 3: Distribuição das publicações por ordem geográfica.

Fonte: Adotado de Base Scopus.

A figura 4 representa em percentuais os artigos que são revisão e artigos novos. O percentual para novos artigos é maior do que para artigos de revisão.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Documents by type

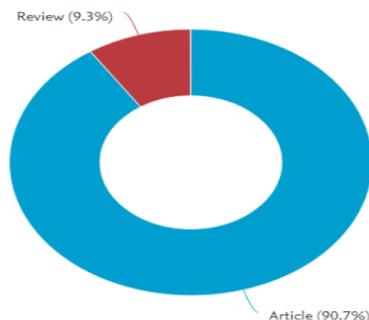


Figura 4: Porcentagem em termos de publicações.

Fonte: Adotado de Base Scopus.

A figura 5 representa a distribuição de artigos divididos por diversas áreas desde econômica, ciências dos materiais, ciências sociais, engenharia computacional, engenharia química, governamental, negócios, engenharia, terra e planeta. De todas as áreas citadas o setor da engenharia é mais publicado em artigos.

Documents by subject area

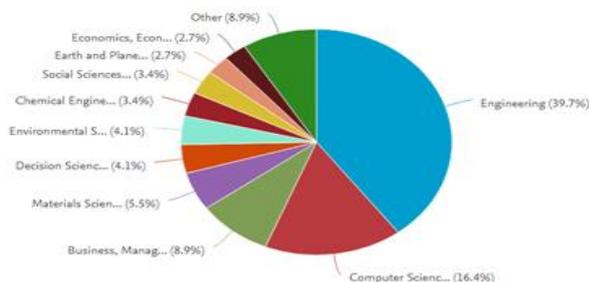


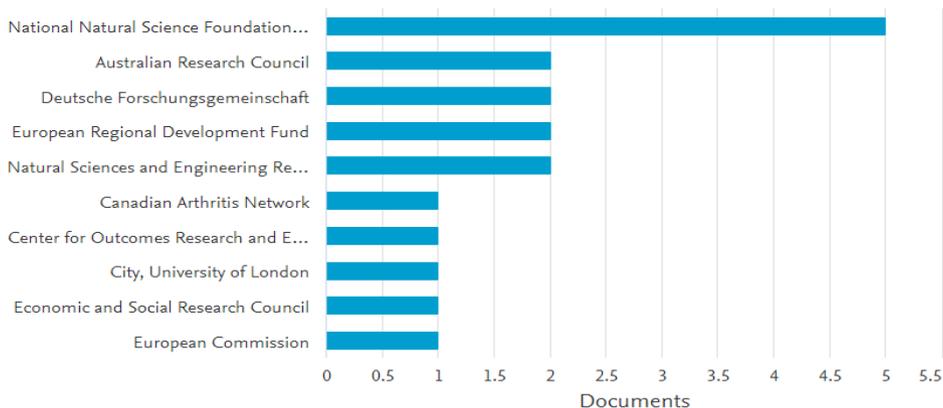
Figura 5: Distribuição das publicações por áreas.

Fonte: Adotado de Base Scopus.

A figura 6 representa a distribuição por publicações em revistas, universidades e outros. A Fundação Nacional de Ciências Naturais onde há o maior número de publicações.

Documents by funding sponsor

Compare the document counts for up to 15 funding sponsors.





VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Figura 6: Distribuição por publicações.
Fonte: Adotado de Base Scopus.

3.2 Análise de redes de palavras chaves e de autores

Análise de rede de palavras chaves está relacionada com os temas dos artigos dos clusters de autores como aborda a figura 7 dividido em palavras nos grupos que estão em bolinhas azuis, vermelhas e verdes.

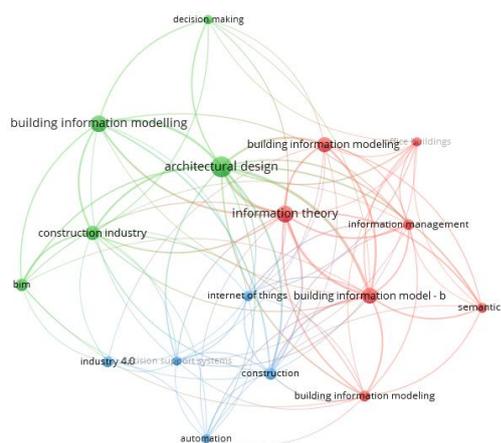


Figura 7: Análise de rede de palavras chaves.
Fonte: Adotado de Base Scopus.

A rede bibliométrica gerada traz os resultados agrupados por afinidade entre os termos encontrados. O tamanho dos círculos representa a relevância do termo ou seja, quanto mais vezes ele é encontrado nas pesquisas, maior o círculo que o representa. Assim, pode-se observar a grande tendência dos termos de BIM, Indústria 4.0, setor da construção e gestão de risco, o que já era esperado visto que este foi o foco da pesquisa. Em sequência, ao observar os termos ao redor, percebe-se em quais áreas específicas estes estudos estão sendo desenvolvidos, indicando que existem diversas pesquisas relacionando essas áreas com a construção civil. O software VOS Viewer ainda permite que qualquer um desses termos da rede bibliométrica seja selecionado, de forma a destacar somente os demais termos cujas pesquisas estão diretamente relacionadas com o termo selecionado representando os principais termos por categoria. A figura 8 representa o Clusters dos autores que foram divididos em três grupos de análises de rede palavras chaves mostras nas figura 7.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



Figura 8: Clusters de autores.
Fonte: Adotado de Base Scopus.

Como visão global, os clusters dos autores de se dividiu em três grupos principais. Os Clusters dos autores que estão em bolinha vermelha (Matt, Marcher, Monizza, Swei e Schimanski) adotaram as palavras chaves Building information modeling, Building information model B, semantics, Information theory e Information management. Os clusters dos Clusters dos autores que estão em bolinha verde (Floros, Ellu e Harrie) adotaram as palavras chaves Decision making, BIM, Construction industry, Building Information Modelling e Architectural design. Os clusters dos autores buscaram explorar diversas abordagens das indústria 4.0. BIM, gestão de risco e o setor da construção civil associadas à gestão de projeto em setores variados, a maioria em pesquisas exploratórias apresentando estudo de caso associados ao desenvolvimento do BIM, gestão de risco na construção civil e a indústria 4.0.

Foi observado que o setor como o mais avançado no tema da pesquisa, pode explicar pela abordagem de gestão de projeto estruturada e consolidada no setor, e pelo foco da indústria 4.0, BIM, gestão de riscos e o setor da construção civil mais consistente aparecendo com mais frequência.

3.3 O conceito de Indústria 4.0 e suas tecnologias

A Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial é um conceito disseminado pelo governo da Alemanha e também definido como Smart Factory, ou Fábricas Inteligentes, em Indústria 4.0 países como os Estados Unidos, voltado para novas estratégias que aliam tecnologia e meios de produção. Schwab (2016) indica que a indústria 4.0, ou Quarta Revolução Industrial, vai além de sistemas e máquinas conectadas. A diferença desta revolução em relação às anteriores é a fusão e interação de tecnologias de várias áreas do conhecimento, como físicas, digitais e biológicas.

A Indústria 4.0 é o produto de uma profusão de tecnologias aplicadas ao ambiente de produção, o que Schwab (2016) nomeia de “megatendências”. Entre elas, avultam-se os Cyber-Physical Systems (CPS), a Internet of Things (IoT), a Internet of Services (IoS), veículos autônomos, impressoras 3D, robôs avançados, inteligência artificial, Big Data, nanomateriais e nanosensores (Schwab,CNI & BCG, 2016).

Para esclarecer os fundamentos e propósitos da 4ª Revolução Industrial, Schwab (2016) tomam como base cinco princípios (Operação em tempo real, Virtualização, Descentralização, Orientação e serviços e Modularidade) para o desenvolvimento e a implementação da Indústria 4.0.

3.4 Gestão de projetos de Building Information Modelling (BIM)



A gestão de projetos (project management) pode ser definida como o planejamento, a programação e o controle de uma série de tarefas integradas de forma a atingir seus objetivos com êxito, para benefício dos participantes do projeto (Kerzner, 2004). Kerzner (2004) afirma que, dentro do planejamento, as principais atividades de gestão: definição de requisitos, da qualidade, da atividade de trabalho e dos recursos necessários.

Fabrício (2002) e Melhado (2005) definem bem os conceitos de gestão e coordenação de projetos de edificações, que devem ser conduzidos através de conceitos de engenharia simultânea, no intuito de obter integração do processo de desenvolvimento de projetos em suas diversas fases e a interação com a fase de execução da obra. A coordenação de projetos de edificações é considerado com meio para melhoria no processo produtivo, por meio de da organização, otimização e controle do fluxo de desenvolvimento de projetos produtos como base que é desenvolvida no empreendimento, como a execução e o planejamento da obra.

A escolha da modelagem da informação da construção como alternativa para os modelos de representação do projeto é justificada por sua abordagem sistêmica e integrada de todas as fases do ciclo de vida apresentadas em um modelo único e compartilhado das informações, levando a melhores resultados e a menos interferências entre a produção e as informações utilizadas pelos diversos agentes envolvidos no processo (Abaurre, 2013).

A coordenação de Projetos apresenta um processo complexo, com multidisciplinaridade que permite cumprir a função de gerenciamento do desenvolvimento dos projetos, com atividades administrativas e técnicas. Com a relação as atividades técnicas, fica evidente que as mudanças na forma de trabalho serão naturalmente transformadas quando os projetistas adotem a modelagem da construção. O uso de novas aplicações para a análise de modelos BIM será muito importante, para que possa buscar a qualidade dos trabalhos de cada área do projeto e a integração ou compatibilidade entre elas. Conforme o objetivo da modelagem e os usos aos quais os modelos serão submetidos, haverá necessidade de análises quanto à ausência de informações que serão requeridas em fases posteriores do empreendimento, como a fase de Construção e Manutenção. A figura 9 representa de forma visual o conceito do BIM.

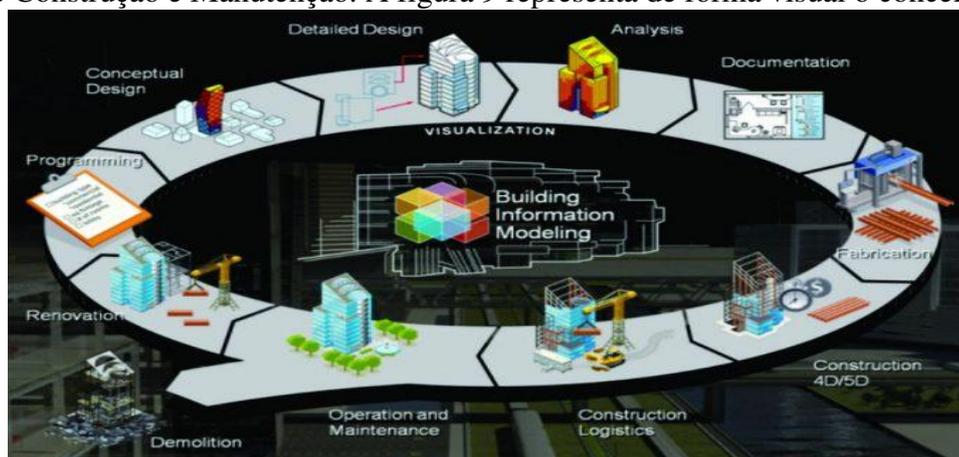


Figura 9 - Representação visual do conceito do BIM.

Fonte: Adaptado Eastman (2011)

O BIM é um processo que gera uma mudança conceitual no fluxo de informações do empreendimento e no processo de trabalho das equipes e do contratante. Possibilita uma melhora na comunicação entre todos envolvidos no projeto, uma boa qualidade das informações disponíveis para tomada de decisões, serviços prestados com qualidade, redução de tempo e custo. Assim quando desenvolvemos os processos de forma colaborativa com o uso da tecnologia temos como benefícios a prevenção de conflitos, uma melhor tomada de decisões através da visualização, uma melhor comunicação e prevenção à erros.



A implantaçao nas empresas da tecnologia BIM deve ser feita aos poucos, como uma visao sistêmica de Gestao da Qualidade, uma açao voltada para a melhoria da Gestao do Projeto, com a proposta da coordenaçao do projeto realizada por meio de suporte de especialistas e coordenaçao 3D, trazendo assim uma cultura BIM e o ambiente inovador do trabalho pela melhoria contínua.

A coordenaçao é uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo de projeto voltado à integraçao dos requisitos e das decisoes de projeto (Melhado, 2004). O quadro 2 refere-se ao controle e planejamento junto com os beneficos ao Modelo BIM.

Quadro 2: Beneficos ao Modelo BIM.

Modelo BIM	Beneficos
3D - Colaborativo	<ul style="list-style-type: none">•Melhoria da colaboraçao multidisciplinar;•Melhoria da visualizaçao e comunicaçao da intençao de projeto;•Reduçao do retrabalho.
4D - Agendamento	<ul style="list-style-type: none">•Integraçao BIM com modelos de simulaçao 4D CAD trazem beneficos aos participantes em termos de otimizaçao de planejamento.
5D - Estimado	<ul style="list-style-type: none">•Integraçao BIM com modelos de simulaçao 5D CAD permite o desenvolvimento de construções sustentáveis mais eficientes e rentáveis.
6D - Sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none">•Integraçao BIM com modelos de simulaçao 6D leva a uma reduçao global no consumo de energia.
7D - Manutençao	<ul style="list-style-type: none">•Integraçao BIM com modelos de simulaçao 7D CAD otimiza gestao de ativos desde a concepçao à demoliçao.
8D - Seguranca	<ul style="list-style-type: none">•Integraçao BIM com modelos de simulaçao 8D para seguranca e prevençao de acidentes (dimensao mais recente, que visa oferecer informaçoes que proporcionem identificar antecipadamente quais problemas e riscos em relaçao à seguranca do trabalhador podem ocorrer).

Fonte: Adaptado de Hamed (2015).

A Seguranca do Hoje seria a dimensao 8D, pois um modelo projetado e BIM pode oferecer informaçoes suficientes para que se possa identificar diversos problemas relacionados à seguranca do trabalho antecipadamente. Entre os grandes beneficos do Bim 8D estao a colaboraçao empresarial, otimizaçao do desempenho corporativo e tecnologia de sensor integrado, facilitando a análise de dados em tempo real. A oitava dimensao (8D) no modelo BIM diz respeito à seguranca e prevençao de acidentes e consiste em três tarefas: determinar os riscos no modelo, promover sugestoes de seguranca para perfis de alto risco e propor controle de riscos e de seguranca do trabalho na obra para os perfis de riscos incontroláveis

O Gerente BIM pode ter várias funçoes adicionais como a definiçao de 'templates' de projeto, coordenaçao e integraçao de modelos, coordenaçao do acesso ao modelo, etc., mas sua funçao mais importante é orientar a equipe na tomada de decisoes (Post, 2009). O BIM MANAGER (Gerente BIM) precisa gerir: recursos, pessoas e processos. A figura 10 representa a Visao geral do plano de implantaçao da cultura do BIM.



Figura 10: Visão geral do plano de implantação da cultura do BIM.
Fonte: Adaptado de Amorim (2017)

O BIM é um modelo de gestão de informação da construção que possibilita a criação de um banco de dados e representação virtual do objeto que será construído. De forma digital, os modelos virtuais podem ser visualizados em três dimensões, em realidade virtual e aumentada da indústria 4.0. Além disso, o banco de dados da plataforma possibilita o compartilhamento dessas informações entre os diferentes profissionais envolvidos no processo. De acordo com as diversas possibilidades da gestão da informação são os principais ganhos que estão alinhados ao novo cenário global da Indústria 4.0, Big data e IOT (Internet das coisas).

3.5 Análise dos resultados e lacunas de pesquisas temáticas

Após realizado o estudo sobre gestão de projeto, podemos concluir que uma gestão eficiente depende de vários fatores e que a busca deste profissional na Indústria 4.0 está cada vez mais evidente. Para que um gerente coordenador de projetos seja um líder tenha destaque é necessário ter as seguintes habilidades: coordenação de mudança organizacional; habilidade de colaboração; habilidades de negociação; pensamento crítico; percepção e intuição; solução de conflitos. Hoje, estudos realizados por Agarwal, Chandrasekaran & Sridhar (2016) demonstram que apenas uma fração das empresas de construção faz uso total das ferramentas de planejamento e gestão digital. Para superar esses desafios, destaca-se seis chaves para a transformação digital são consideradas decisivas: dados digitais, automação, conectividade, planejamento, gestão e acesso digital.

Outros estudos mostram que os esforços gerenciais na construção civil em relação à transformação digital são subdesenvolvidos que estão em processos de mudanças. Além disso, os esforços de pesquisa estão aquém da atenção que a Indústria 4.0 recebe em outros campos de fabricação (Oesterreich., & Teuteberg, 2016).

Contudo, barreiras ainda precisam ser vencidas para facilitar a implementação deste coordenador de projeto. Capacitação profissional e a conscientização de todos são os principais empecilhos para a difusão nas empresas da indústria 4.0. A gestão dos serviços na Indústria 4.0 tem uma influência direta no sucesso do projeto. Os serviços devem ser totalmente integrados e coordenados. O uso do BIM na construção civil é uma relevante alternativa para o fortalecimento do gerenciamento de projetos, pois, agrega informações importantes que possibilitam melhorias no desenvolvimento de um determinado projeto.

O conceito da parametrização é a característica mais importante no uso do BIM e conseqüentemente no fortalecimento do gerenciamento de projetos, pois, cada elemento previsto em planta faz parte de uma rede de informações e quando todos esses elementos são considerados tem-se o empreendimento caracterizado, com dados importantes, como: a



volumetria do empreendimento e os elementos que o constituem, as etapas de construção, os custos previstos, entre outros.

No contexto apresentado nota-se que a tecnologia BIM disponibiliza informações importantes para o bom gerenciamento dos processos da gestão de projetos, como o início, o planejamento, a execução, o monitoramento, o controle e o encerramento do projeto, além de fortalecer as principais áreas de conhecimento do gerenciamento de projetos, como a comunicação, os custos, o escopo, a integração, a qualidade, as aquisições, os recursos humanos, o risco, o tempo e ainda demais partes interessadas.

Quando se faz uma analogia entre os processos que fazem parte do gerenciamento de projetos e o BIM, observa algumas questões que reforçam a importância da implantação do mesmo como meio de assegurar uma melhoria no desenvolvimento dos projetos nas empresas que atuam no ramo da construção civil. O BIM é um modelo de tecnologia de facilitação, pois, disponibiliza informações em meio digital aplicáveis ao empreendimento projetado.

4. Discussões

Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2018) citam como exemplos das mudanças de paradigma relacionadas a Indústria 4.0 o compartilhamento digital de informações, a produção digital (impressoras 3D), a automatização de processos e a coleta de dados por sensores. Já entre as tecnologias da Indústria 4.0, tem-se a Internet das Coisas (IoT), a inteligência artificial (AI), a manufatura aditivada, a realidade aumentada, a análise de Big Data e o Building Information Modeling (BIM) sendo que o BIM tecnologia com maior probabilidade de aplicação e grande impacto futuro na construção.

Muitas construtoras acreditam que através de um bom sistema de gestão e coordenação implicará em oportunidades de diminuir custos, reduzir retrabalhos, ganho de tempo e otimização na qualidade dos projetos. Em estudos de casos sobre coordenação de projetos nas edificações recorrem a serviços terceirizados de coordenação mesmo com profissionais qualificados dentro das construtoras.

A coordenação pela modelagem BIM pode ser um meio bastante eficiente para que uma equipe de projeto se estimule a investir em novos métodos de trabalho, bem como os coordenadores ou empreendedores possam entender como melhorar novos processos. As vantagens do uso da tecnologia BIM na compatibilização e a sua parte visual possibilitam uma grande capacidade de visualização e detalhamento dos projetos arquitetônicos.

Com o surgimento do BIM as características de liderança exigidas do coordenador se tornarão mais importantes devido a maior velocidade de identificação e solução dos problemas de projeto em tempo real, durante as reuniões. Sendo cada vez será maior a sua responsabilidade na exigência de projetos em termos qualidade com a introdução de novas práticas de trabalho.

A análise do potencial da ferramenta BIM, quando utilizada em condições de alta performance, contribui com benefícios práticos que objetivam um aumento da produtividade e da eficiência nos processos de gestão da informação na construção, que possibilita um acréscimo de qualidade e numa redução de prazos e custos.

Além do BIM, outra tecnologia relevante da Indústria 4.0 que pode ser aplicada à construção civil é a que se baseia no conceito de Internet of Things – IoT – em português Internet das Coisas (Albertin & Albertin 2017).

Dados do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE (2018) apontam que a utilização da Internet das Coisas (IoT) é uma tendência concreta na construção civil. Dentre as diversas aplicações relacionadas a Internet das Coisas na indústria da construção civil, tem-se a utilização de etiquetas de RFID (Radio Frequency Identification) que é um método de identificação automática através de sinais de rádio, que permite o



gerenciamento de materiais no canteiro, inclusive evitando perdas e desperdícios (Pereira, 2012). Outro grande campo para a aplicação da Internet das Coisas na indústria da construção civil é o monitoramento da saúde estrutural das estruturas, por meio do desenvolvimento e do uso de algoritmos de processamento de dados e o desenvolvimento de sensores interligados a uma rede (Song., Wang., & Wang, 2017).

5. Conclusões

No decorrer desta pesquisa dos conceitos da Indústria 4.0 e da gestão BIM foram observadas diversas aplicações da Indústria 4.0 que podem ser aplicadas ao setor da construção civil.

Este trabalho focou na importância da atividade de coordenação de projetos de edificações, que se torna cada vez mais presente no cotidiano das empresas da construção civil de forma fundamental para o desenvolvimento do processo de projeto. Nota-se também um momento de transição entre o processo convencional e o novo processo de coordenação de projetos com o BIM.

O BIM mostra ser uma tecnologia bastante promissora para a construção civil em geral, pois com a adoção do BIM por parte dos profissionais, espera-se um maior controle dos aspectos econômicos e técnicos da obra. Isto possibilita uma diminuição e até eliminação de possíveis interferências, diminuindo o tempo despendido para a tomada de decisões na obra, contribuindo para melhor gestão.

Um fator de limitação é o custo mais elevado dos projetos levando-se em consideração o preço das licenças dos software, necessidade de computadores de alta tecnologia e a qualificação de profissionais do BIM, pois as universidades, em sua grande maioria, não possuem o BIM na sua grade curricular regular.

Procurou-se fazer com que os dados gerados a partir desta pesquisa, bem como a abordagem aplicada, possam contribuir para novas investigações com relação à identificação de diferentes impactos da introdução da tecnologia BIM em empresas de construção civil brasileiras.

Para estudos futuros sugere-se compatibilizar outros projetos como o projeto arquitetônico, projeto elétrico, projeto hidrossanitário e o projeto de climatização por exemplo, o que poderia possibilitar um sistema de gestão eficiente, bem como a adoção das tecnologias e conceitos da Indústria 4.0 em paralelo.

Como este estudo aponta que a utilização do modelo BIM possa reduzir a sinistralidade nas obras, sugere-se para desenvolvimento futuro, o estudo do uso de modelos BIM com as ferramentas da Indústria 4.0 para melhorar a prevenção do acidente no trabalho.

Referências

- Abaurre, M. W. (2013). *Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para modelagem da informação da construção*. Dissertação, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Abarwal, R., Chandrasekaran, S., & Sridhar, M. (2016). *Imagining construction's digital future*. 2016. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/ourinsights/imagining-constructions-digital-future>>. Acesso em: 13 fev. 2020.
- Albertini, A. L.; & Albertini, R. M. M. (2017). *A Internet das Coisas Irá Muito Além das Coisas*. GVEXECUTIVO, [s.l.], v. 16, n. 2, p.12-17, abr. 2017.
- Amorim, S. R. L. (2017). *Gerenciamento e coordenação de projetos BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos*. 1. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier.



- Ahankob, A. et al. (2012). *Optimizing Construction Scheduling Through Use of Building Information Modeling in Construction Industry*. In: MANAGEMENT IN CONSTRUCTION RESEARCH ASSOCIATION, 2012, Malásia. Proceedings [...]. Malásia: Universiti Teknologi Malaysia, 2012. p. 166-171.
- An S., Martinez P., Al-Hussein M., Ahmad R. (2020). *BIM-based decision support system for automated manufacturability check of wood frame assemblies*. Automation in Construction (2020). Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0.85075236204&doi=10.3390%2fapp9224728&partnerID=40&md5=c1257c97230e26741696be5d1d0f4795>. Acesso em: 21 fev. 2020.
- Boston Consulting Group. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. BCG Perspectives. Disponível em: < https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_in_dustry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/ > Acesso em 13 maio 2019.
- Brito, D. M., & Ferreira, E. A. M. (2015). *Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, out./dez. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000400047>.
- CBIC. (2018). *Cbic Hoje: Indústria 4.0 e o futuro da construção são discutidos em reunião da Comat/CBIC*. 2018. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2018/06/CBIC-HOJE-14.06.2018-1.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- Cervo, Amado L., Bervian, Pedro A., & Silva, R. (2007). *Metodologia Científica*. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, p. 61., 2007.
- Confederação Nacional da Indústria. (2016). *Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil*. Brasília, 2016. Disponível em: < <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-nobrasil/#> > Acesso em 07 out 2019.
- Cook, D. J., Mulrow, C. D., & Haynes, R. B. (1997). *Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions*. Annals of Internal Medicine, v.126, n.5, pp.376-380, 1997
- Eastman, C. et al. 2011. *BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.
- El-Reedy, M. (2012). *Construction management for industrial projects*. Wiley-Scrivener, 1st edition, 2012.
- Fabricio, M. M., & Melhado, S. B. (2002). *Projeto simultâneo na construção de edifícios*. 2002. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- Fitz T., Theiler M., & Smarsly K. (2019). *A metamodel for cyber-physical systems*. Advanced Engineering Informatics (2019). Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85066272826&doi=10.1016%2fj.aei.2019.100930&partnerID=40&md5=adc208a2f8ad908eb62cf57b3731e165>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- Hamed, J. (2015). *BIM do 3D ao 7D*. 2015. Disponível em . Acesso em 14/09/2019.
- Kerzner, H. (2004). *Gestão de projetos - As melhores práticas*. 2 ed. São Paulo, 2004.
- Melhado, S. B. (2001). *Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios*. São Paulo: 2001. 235p. Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Melhado, S. B. (2004). *Escopo de serviços para coordenação de projetos*. Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, IV WBGPOPCE, Rio de Janeiro, 2004.



- Melhado, S. B. (2005). (coordenador.). *Coordenação de Projetos de Edificações*. 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.
- Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016) *Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry*. *Computers In Industry*, [s.l.], v. 83, p.121-139, dez. 2016.
- Pereira, S. L. (2012). *Avaliação da Modernização Portuária no Desenvolvimento da Cidade do Rio de Janeiro*. 2012. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- Post, N. M., 2009. *3D Modeling Spurs Architect To Reorganize Divisions of Labor*, *Engineering News-Record*, 262 (14).
- Schimanski C.P., Monizza G.P., Marcher C., & Matt D.T. (2019). *Pushing digital automation of configure-to-order services in small and medium enterprises of the construction equipment industry: A design science research approach*. . *Applied Sciences* (Switzerland), 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85072373940&doi=10.3390%2fapp9183780&partnerID=40&md5=37be42b6f3983adacc56ad5252e47c09>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- Shirowzhan S., Sepasgozar S.M.E., Edwards D.J., Li H., & Wang C. (2020). BIM compatibility and its differentiation with interoperability challenges as an innovation factor. *Automation in Construction* (2020). Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85078567856&doi=10.1016%2fj.autcon.2020.103086&partnerID=40&md5=d6af74b09cfd7c05ecec1d4738a542d3>. Acesso em: 18 fev. 2020.
- Schwab, K. *The Fourth Industrial Revolution*. Genebra: World Economic Forum, 2016.
- Sebrae. (2018). *Relatório de Inteligência: Internet das Coisas (IoT)*. 2018. Disponível em: <https://sebraeinteligenciasetorial.com.br/produtos/relatorios-de-inteligencia/internet-das-coisasiot/5b8d3a00d4f78d1a00f95df3#download>. Acesso em: 10 out. 2019.
- Silva, M. A. C., & Souza, R. (2003). *Gestão do processo de projeto de edificações*. 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. 181.p.
- Silva, T. F., & Melhado, S. B. (2014). *Gestão de projetos industriais*. 1 . ed. São Paulo: Pini, 2014.
- Song, G.; Wang, C.; & Wang, B. (2017). *Structural Health Monitoring (SHM) of Civil Structures*. *Applied Sciences*, [s.l.], v. 7, n. 8, ago. 2017.
- Tan, L.; & Wang, N. (2010). *Future Internet: The Internet of Things, Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*. 3rd International Conference. vol. 5, 2010.
- Wilson, W.S. & Heng, L. (2011). *Building information modeling and changing construction practices*. *Automation in Construction*. v. 20, [S.n], pag. 99–100, mar. 2011.