

1 Introdução

Building Information Modeling (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, de acordo com a norma ISO 19650, pode ser definido como o “uso de uma representação digital compartilhada de um ativo construído para facilitar os processos de projeto, construção e operação para formar uma base confiável para decisões” (*International Organization for Standardization* [ISO], 2018, p. 5). A construção dessa representação digital passa pela transformação dos desenhos 2D para desenhos 3D geométricos e depois para modelos 3D paramétricos (Finnerty, 2017).

A adoção de BIM ao redor do mundo vem crescendo tanto na esfera governamental quanto empresarial, como apresentando no estudo global de BIM realizado pela *Technological University* Dublin (McAuley, Hore, & West, 2017). Neste estudo é observado que os governantes de países do mundo todo estão cada vez mais reconhecendo os benefícios da utilização da metodologia BIM e, com isso, criando políticas públicas para sua adoção.

O uso de BIM por empresas foi verificado em uma pesquisa realizada pela *Dodge Data & Analytics* em 2017 (Dodge Data & Analytics, 2017) em projetos de infraestrutura de transporte nos EUA, Reino Unido, França e Alemanha, em que indicou um grande salto, de 20% para 45%, entre os anos de 2015 e 2017. Sendo no ano de 2019 ultrapassando os 60% de uso tanto nas empresas de engenharia quanto nas contratantes.

Em uma busca por artigos realizada na base de dados Scopus sobre o termo “*building information modeling*” e “*benefit**” no título, resumo e palavras chaves, foi possível observar um aumento anual crescente das publicações sobre benefícios do BIM, sendo identificados 1891 documentos. Sendo que os anos de 2016 a 2021 perfazem 67% do total destas publicações.

Tendo este contexto de crescente utilização e aumento de publicações sobre o BIM, esta Revisão Sistemática de Literatura (RSL) tem o objetivo de identificar os benefícios da utilização do BIM específicos para gestão de projetos. Portanto, responder à questão: Quais os benefícios que a utilização do BIM traz para a Gestão de Projetos? Este estudo se diferencia na exploração específica dos benefícios do BIM para a gestão de projetos, identificando na literatura quais estes benefícios e como impactam diretamente a gestão de projetos categorizando-os de acordo com as áreas de conhecimentos apresentadas pelo PMI (2017).

Esta RSL está estruturada cinco seções. Além da introdução segue a sessão 2 com a base teórica do BIM. A sessão 3 discorre sobre o método de pesquisa, abordando os processos adotados em cada fase do estudo, como os procedimentos utilizados na condução da revisão de literatura. Na sessão 4 são apresentados os achados da pesquisa e a análise dos resultados. Finalizado com a sessão 5 com nossas conclusões sobre os resultados desta pesquisa.

2 Referencial Teórico

As primeiras noções da metodologia BIM surgiram em 1974 na publicação de Charles Eastman (Eastman, 1974). Em 1986, Robert Aish utilizou o termo *Building Modeling* em um artigo para se referenciar a modelagem tridimensional (3D), banco de dados relacionais e outros (Aish, 1986). Finalmente, em 1992, o termo *Building Modeling Information* apareceu em um artigo dos professores Nederveen e Tolman (1992), que se referiam ao BIM para apresentar o conceito de *aspect models* e seu uso em projetos. Uma das grandes mudanças nesse conceito foi de incluir nos modelos as informações das características de cada objeto modelado, evoluindo do simples modelo 3D geométrico no qual apenas existem as informações da geometria dos objetos, a modelagem BIM contempla informações paramétricas como tipos de materiais, fornecedores, tempos de construção, custos de obras, informações para operação e manutenção (Azhar, Khalfan, & Maqsood, 2012). O termo *Building Information Modeling* (BIM) só passou a ser popularmente usado a partir de 2002, quando a empresa Autodesk emitiu um *white paper* (Autodesk, 2002) descrevendo o histórico para chegar ao BIM, bem como suas características e benefícios. Em 2019 foi emitida a primeira norma mundial para o uso de BIM, a ISO 19650.

Com o avanço do BIM, suas dimensões também foram avançando. Inicialmente, com a adição do custo na quarta dimensão (4D) (Ding, Zhou, & Akinci, 2014) e do prazo na quinta dimensão (5D) (Mayouf, Gerges, & Cox, 2019). Atualmente estão em desenvolvimento teórico a sexta (6D) e a sétima (7D) dimensões. Apesar de não existir ainda um entendimento comum, conforme verificado por Charef, Alaka e Emmitt (2018), devido ao uso e referências feitas pelos praticantes, estão sendo identificadas, respectivamente, 6D como aspectos relativos à sustentabilidade e 7D sobre o gerenciamento e manutenção das instalações (Charef et al. 2018).

2.1.1 As Dimensões do BIM

A migração de desenhos geométricos 2D para a desenhos geométricos 3D é um avanço tecnológico no processo em direção ao BIM, porém o 3D do BIM envolve a criação de modelos 3D com atributos paramétricos, com informações além da geometria (Finnerty, 2017). No *Singapore BIM Guide* são encontrados exemplos destes atributos, que podem ser dados dos sistemas (incêndio, elétrico, hidráulico, etc.), dados de performance, dados de conformidade regulatória, especificações funcionais, custos, tempos de execução/montagem/construção dentre outros (Building and Construction Authority, 2013).

O 4D introduz atributos de tempo ao modelo, permitindo o uso da tecnologia para modelagem e planejamento, simulando as etapas de construção antes do início da mesma e estabelecendo melhores estratégias de planejamento (Jongeling & Olofsson, 2007). Essa integração, entre modelo 3D e cronograma, pode acarretar o aumento da previsibilidade e controle dos prazos dos projetos, com isso permitir melhor acompanhamento dos avanços e desvios apresentados pelas equipes de execução dentro do canteiro de obra (Suzuki & Santos, 2015). O BIM 4D utiliza ferramentas técnicas e tecnologias associadas como, por exemplo, PERT-CPM (*Program Evaluation and Review Technique / Critical Path Method*), MS-Project ou Primavera.

O 5D permite a geração imediata dos orçamentos de custos financeiros e representações gráficas do modelo com cronogramas associados ao tempo. Isso reduz o prazo necessário da quantificação de elementos e estimativas, de semanas para minutos, melhora a precisão dessas estimativas, minimiza os incidentes de disputas de ambiguidades em dados de CAD, e permite que os consultores de custos invistam mais tempo no processo de redução destes valores (Smith, 2014).

A etapa que caracteriza o BIM 6D sugere a incorporação de componentes de sustentabilidade aos modelos, que permitem aos projetistas atender elementos específicos do

projeto, comparar conformidade e validar as diferentes opções de estimativas de energia e demais sistemas (Smith, 2014).

O 7D permite estender o BIM para a gestão de instalações. O núcleo do modelo BIM é uma rica descrição dos elementos de construção e serviços de engenharia que fornece uma descrição integrada para um edifício. Esta característica, juntamente com sua geometria, promove relações e capacidades de propriedade sustentável na sua utilização como uma base de dados de gestão de instalações (Smith, 2014). Resumidamente as dimensões do BIM são apresentadas na Figura 1.

Dimensão	Descrição resumida
3D	Modelagem paramétrica
4D	Planejamento
5D	Orçamentação
6D	Sustentabilidade
7D	Gestão da manutenção

Figura 1: Dimensões do BIM.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3 Metodologia

Esta RSL seguiu as orientações de Tranfield, Denyer e Smart (2003). Os autores propõem um processo composto por três estágios: 1) planejamento da revisão - definição de um protocolo que especifica o plano que a revisão sistemática seguirá, 2) condução da revisão - execução do protocolo planejado e 3) comunicação e disseminação - divulgação dos resultados.

O estágio 1 foi composto por 3 fases. Na primeira fase foi verificado a existência de artigos sobre os benefícios do BIM, sendo alguns teóricos e outros que seguiram os métodos estudos de caso ou, *survey*. Porém, não foi encontrado nenhum trabalho de compilação do conhecimento acerca do assunto estudado. Na segunda fase foi definido o objetivo, que nesta RSL é "identificar os benefícios do BIM para o gerenciamento de projetos". Na terceira fase foi elaborado o protocolo de pesquisa, no qual foi decidido as bases de dados de busca, que foram a Scopus e Web of Science. Também foram estabelecidos os critérios de elegibilidade adotados para selecionar os estudos, bem como os critérios para as buscas e análise dos trabalhos. Os critérios estabelecidos foram:

- Tipo de estudo: as referências a serem selecionadas devem conter a relação entre BIM e seus benefícios para o gerenciamento de projetos;
- Tópico: a identificação e seleção dos trabalhos é feita por uma leitura nos títulos e resumos, observando também palavras-chave;
- Design de pesquisa: são elegíveis estudos teóricos e empíricos que abordem a os benefícios da adoção de BIM no gerenciamento de projetos;
- Recorte temporal e idioma: sem recortes temporais; inglês ou português;
- Status da publicação: artigos científicos publicados em *journals*;

Critérios de busca: consulta nas bases de dados eletrônicas Scopus e Web of Science, por meio do query de busca “(({BIM} OR {Building Information modelling} OR {Building Information Model} OR {Building Information Management}) AND ({Project Management}) AND (benefit*))”. As buscas ocorreram em janeiro de 2021. Foi feita a leitura do título e resumo dos restantes para seleção dos artigos que direcionam ao objetivo da pesquisa. O passo a passo com a quantidade de artigos de cada etapa está ilustrado na Figura 2.

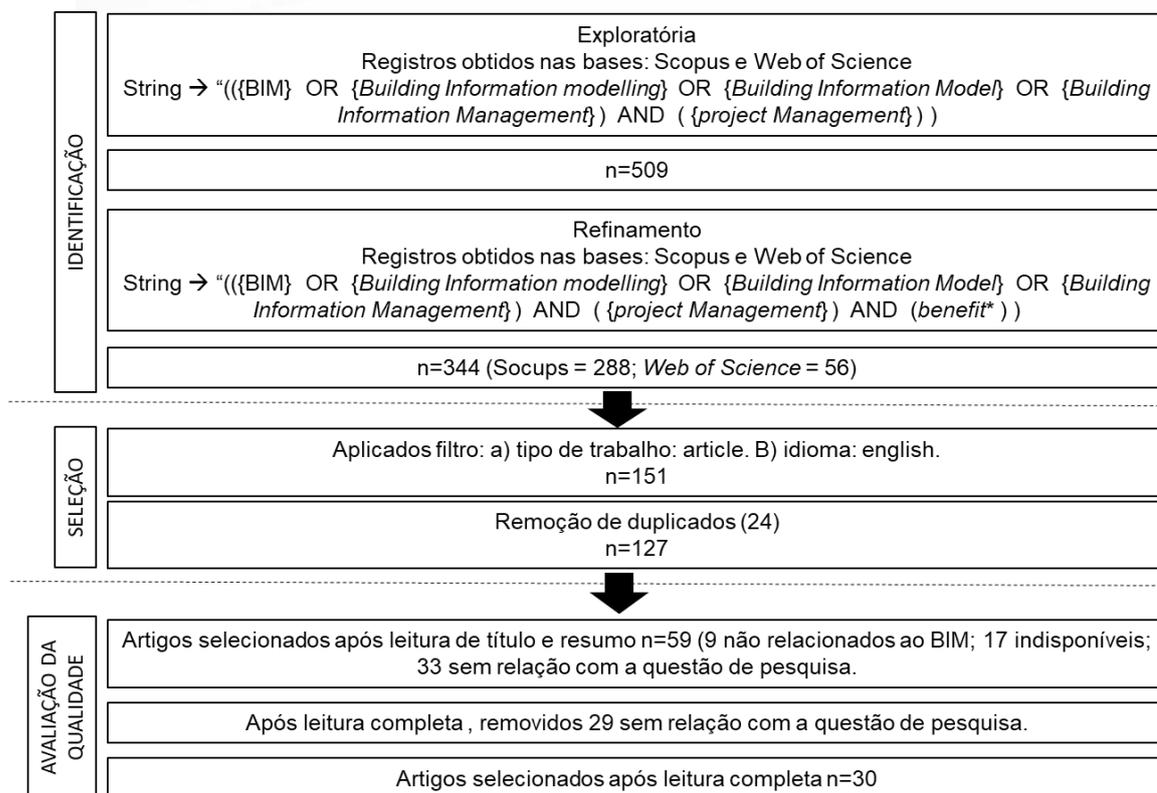


Figura 2: Passo a passo da RSL.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o presente estudo, portanto, foram selecionados 30 artigos que abordam especificamente o tema de benefícios do BIM no gerenciamento de projetos. Definiu-se o software Mendeley para organização dos artigos e do software Maxqda para codificação e análise dos dados.

4 Análise dos Resultados

A última fase do estágio 2, seguindo o processo definido por Tranfield et al. (2003), é a síntese dos dados e análise dos artigos. Em uma análise bibliométrica os 30 artigos representam 24 revistas científicas, e um grupo de 102 pesquisadores. Após o primeiro trabalho de Aranda-Mena et al. (2009), o número de artigos da amostra variou de um a três trabalhos por ano até 2017. Somente em 2018 há um salto no número de artigos encontrados, em um total de oito trabalhos.

Diferentes *journals* compõem a amostra, totalizando 24 revistas diferentes. Apenas cinco revistas tiveram mais do que um artigo publicado. No *Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, identificamos três artigos (Ward et al., 2014; Peng et al., 2018; Zhou et al., 2020). Encontramos dois artigos do *International Journal of Managing Projects in Business*, o estudo de múltiplos casos de Aranda-Mena et al. (2009) e o estudo de caso único de Almutaser et al. (2017). Da revista *International Journal of Project Management*, Bryde et al. (2013) identificam os benefícios do BIM no estudo de 35 casos através da análise de dados secundários. Zheng et al. (2017) por meio de um estudo teórico desenvolveram o modelo de repartição de benefícios vinculados a resultados (OLBSM) para incentivar a cooperação entre empresas no contexto da implementação do BIM. No *Automation in Construction*, Yang e Chou (2019) propõem um modelo de avaliação de benefícios que é projetado para avaliar os benefícios de nível de projeto da implementação do BIM e apresentam um estudo empírico do modelo

proposto usando treze casos de implementação BIM em Taiwan. Ahmad et al. (2018) apresentam os benefícios do BIM para mitigação de riscos em projetos. Finalmente, na *Engineering, Construction and Architectural Management*, Rohani et al. (2018) apresentam um algoritmo para ser usado com a funcionalidade de detecção de interferências do BIM que gerou benefícios em redução de custo e prazo de projetos. Em Koseoglu e Nurtan-Gunes (2018), os benefícios foram identificados no estudo de caso de construção de um aeroporto. As demais revistas são representadas por um artigo, o que interpretamos como um sinal de diversidade e de interesse em discutir o tema por diferentes autores e em diferentes localidades.

Vale lembrar que todos os 30 trabalhos foram publicados em inglês, embora a diversidade do país de afiliação universitária seja significativa, com 19 diferentes nacionalidades. Com relação ao país, consultamos nos artigos a universidade em que os autores mantêm vínculo. Destacam-se Hong Kong, Estados Unidos, Espanha e Inglaterra com 3 afiliações, seguidos de China, Austrália e Iran com 2 afiliações e os demais 12 trabalhos com uma afiliação cada. Não encontramos em nossa amostra contribuições latino-americanas.

Podemos agora considerar outras características dos trabalhos. Na análise quanto ao tipo de artigo, categorizamos os artigos em empíricos ou teóricos. Na Figura 3 é possível observar a proporção entre esses artigos ao longo dos anos.

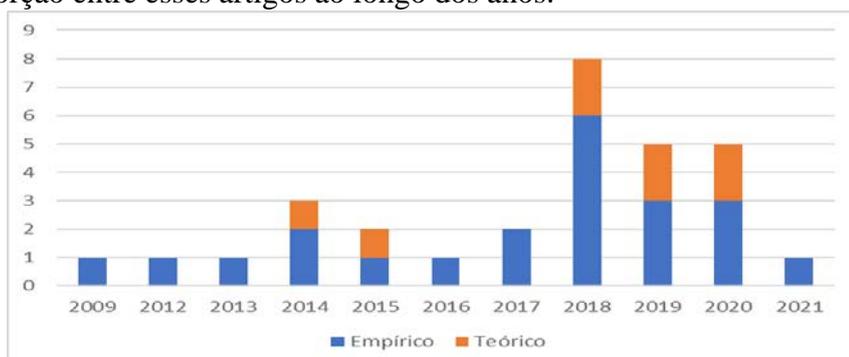


Figura 3: Número de trabalhos teóricos e empíricos por ano.
Fonte: Elaborada pelos autores.

De um total de 30 trabalhos de nossa amostra, 22 são trabalhos empíricos e 8 são discussões teóricas relacionadas ao tema. O primeiro trabalho empírico que encontramos é de 2009, indicativo de uma área de pesquisa que há poucos anos começa a publicar pesquisas realizadas em campo. Analisando a Figura 3, podemos observar que o número de investigações empíricas começa a se intensificar a partir de 2017, tendo um ápice em 2018.

Em termos de estratégias de pesquisa, 15 trabalhos empíricos utilizaram métodos de estudo de caso único (Almuntaser et al., 2017; Čuš-Babič et al., 2014; Jasim et al., 2021; Koseoglu & Nurtan-Gunes, 2018; Lu et al., 2015; Luth et al., 2014; Nguyen et al., 2018; Pakhale & Pal, 2020; Peng et al., 2018; Rohani et al., 2018; Saldanha, 2019; Ward et al., 2014; Whang et al., 2016; Zhao & Assis, 2015; Zhou et al., 2020.) e 5 utilizaram estudos de múltiplos casos (Aranda-Mena et al., 2009; Azhar et al., 2012; Bensalah et al., 2019; Bryde et al., 2013; Conde et al., 2020). Além dessas estratégias, os autores utilizaram métodos mistos, análise secundária de dados e survey.

Para análise de conteúdo dos artigos da amostra selecionada, os estudos foram agrupados nas áreas de conhecimento do PMBOK (PMI, 2008), utilizado o trabalho de Bryde, Broquetas e Volm (2013) como referência. Portanto, foi elaborado um quadro para apresentar a relação dos benefícios do BIM com o gerenciamento de projetos. A Figura 4 é apresentada, nela consta uma definição da área de conhecimento e o critério para consideração como

benefícios. Cada área de conhecimento foi utilizada, a priori, como código para a codificação dos estudos, que foi realizada com apoio do software Maxqda.

Área de Conhecimento do PMBOK	Definição (PMI, 2017)	Consideração de Benefício
Gerenciamento da Integração	Identificação, definição, combinação, unificação e coordenação de processos e atividades.	Melhoria
Gerenciamento do Escopo	Definir, esclarecer e controlar o que está e não está incluído no projeto.	Melhoria
Gerenciamento do Cronograma	Realizar a conclusão do projeto em tempo hábil.	Redução ou Controle
Gerenciamento de Custos	Planejamento, estimativa, orçamentação, financiamentos e controle de custos para que o projeto termine dentro do orçamento aprovado.	Redução ou Controle
Gerenciamento da Qualidade	Planejamento, gerenciamento e controle dos requisitos de qualidade do projeto e do produto.	Aumentar ou controlar
Gerenciamento dos Recursos	Identificar, adquirir, organizar e gerenciar os recursos necessários.	Melhoria
Gerenciamento das Comunicações	Planejamento, geração, coleta, criação, distribuição, armazenamento, recuperação, controle, monitoramento, organização e disposição oportuna e apropriada das informações do projeto.	Melhoria
Gerenciamento de Riscos	Planejamento, identificação e análise de riscos, planejamento e implementação de respostas a riscos e monitoramento de riscos.	Melhoria e/ou Redução de risco negativo
Gerenciamento de Aquisições	Comprar ou adquirir os produtos, serviços ou resultados necessários de fora da equipe do projeto para realizar o trabalho	Melhoria
Gerenciamento das Partes Interessadas	Identificar, analisar expectativas, gerenciar o engajamento.	Melhoria

Figura 4: Quadro de relacionamento das áreas de conhecimento do PMBOK e critérios de categorização. Fonte: Adaptada e atualizada de Bryde, Broquetas e Volm (2013).

Com a leitura dos 30 artigos foram identificados 173 benefícios, tendo sido elaborada uma matriz de interação entre os benefícios, estágio de desenvolvimento do projeto e as áreas de conhecimento do PMBOK (PMI, 2017). A Figura 5 apresenta esta matriz. Em relação aos estágios de desenvolvimento do projeto, foram identificados benefícios no estágio de design, planejamento e construção. No **design ou pré-projeto** são realizadas diversas análises, como exemplo a de viabilidade econômica e definição de escopo para decisão da realização dos projetos. Neste estágio, foram identificados 22 benefícios, sendo que a maioria se refere a melhoria no processo de definição de escopo (Al-Zwainy et al., 2017; Bensalah et al., 2019; Didehvar et al., 2018; Saldanha, 2019; Ward et al., 2014; Zheng et al., 2017; Zhou et al., 2020). A Figura 5 detalha todos os benefícios identificados deste estágio.

Em **planejamento**, quando o projeto começa ser desenvolvido e o escopo refinado, identificamos 28 benefícios, sendo 10 na melhoria da elaboração do cronograma através de simulações de construção (Al-Zwainy et al., 2017; Andújar-Montoya et al., 2020; Azhar et al., 2012; Bensalah et al., 2019; Didehvar et al., 2018; Pakhale & Pal, 2020; Saldanha, 2019; Zhao & Assi, 2015; Zheng et al., 2017) e 9 na melhora da estimativa de custos devido a maior precisão nos detalhes construtivos (Al-Zwainy et al., 2017; Andújar-Montoya et al., 2020; Azhar et al., 2012; Bensalah et al., 2019; Chan et al., 2019; Didehvar et al., 2018; Saldanha, 2019; Whang et al., 2016; Zhao & Assis, 2015). Na Figura 6 são detalhados os benefícios deste estágio.

Já no estágio de **construção**, quando os planos são colocados em prática e as aquisições de recursos e mobilizações de pessoas se iniciam, é quanto se encontram a maior parte dos benefícios, 123 no total. Sendo que a redução de custos, melhorias na coordenação do projeto, na precisão das entregas, entendimento do escopo e redução de retrabalhos são os benefícios mais identificados. Os benefícios deste estágio estão detalhados na Figura 7.

Estágio	DESIGN							
	Escopo	Integração		Qualidade		Recursos Humanos	Stakeholder	Tempo
Benefício	Melhoria no processo de definição do escopo	Melhoria no processo de tomada de decisão	Melhoria na gestão do conhecimento	Melhora do processo de design	Melhor qualidade no design	Redução de pessoas no processo	Melhoria na satisfação do cliente	Redução de duração
Autor								
Almuntaser et al., 2017							●	
Al-Zwainy et al., 2017	●				●			
Azhar et al., 2012		●						
Bensalah et al., 2019	●	●						
Chan et al., 2019								●
Didehvar et al., 2018	●	●						
Koseoglu, Nurtan-Gunes, 2018					●			
Saldanha, 2019	●						●	
Ward et al., 2014	●						●	
Zhao, Assi, 2015		●			●			
Zheng et al., 2017	●		●	●		●		●
Zhou et al., 2020	●							

Figura 5: Matriz de relação entre os artigos, benefícios e áreas de conhecimento do PMBOK no estágio de Design.
Fonte: Elaborada pelos autores

Estágio	PLANEJAMENTO								
	Comunicação	Custo	Integração		Qualidade	Riscos		Tempo	
Benefício	Melhoria na velocidade	Melhor estimativa de custo	Imagem Organizacional	Saúde e segurança do trabalhador	Melhora na construtibilidade	Melhora na Mitigação de riscos	Melhora na identificação de riscos	Melhorou elaboração do cronograma	Redução de duração
Autor									
Ahmad et al., 2018						●			
Almuntaser et al., 2017									●
Al-Zwainy et al., 2017		●						●	
Andújar-Montoya et al., 2020		●						●	
Aranda-Mena et al., 2009					●				
Azhar et al., 2012		●		●				●	
Bensalah et al., 2019		●						●	
Chan et al., 2019		●	●						●
Conde et al., 2020									
Didehvar et al., 2018		●					●	●	
Luth et al., 2014									●
Pakhale, Pal, 2020								●	
Saldanha, 2019		●						●	
Ward et al., 2014								●	
Whang et al., 2016		●							
Zhao, Assi, 2015	●	●						●	
Zheng et al., 2017								●	

Figura 6: Matriz de relação entre os artigos, benefícios e áreas de conhecimento do PMBOK no estágio de Planejamento
Fonte: Elaborada pelos autores.

Estágio	CONSTRUÇÃO							
	Integração			Qualidade				
Area de conhecimento	Melhora na coordenação do projeto	Melhora na gestão do conhecimento	Melhora na gestão de mudanças	Melhor integração entre as pessoas.	Saúde e segurança do trabalhador	Melhora na precisão das entregas	Redução de perdas (retrabalho)	Melhorias de produtividade
Benefício								
Autor								
Ahmad et al., 2018								
Almuntaser et al., 2017		●						
Al-Zwainy et al., 2017		●	●	●	●		●	●
Andújar-Montoya et al., 2020					●			●
Aranda-Mena et al., 2009	●						●	●
Azhar et al., 2012	●							
Bensalah et al., 2019	●			●		●	●	●
Bryde et al., 2013	●					●		
Chan et al., 2019					●	●		
Conde et al., 2020								
Čuš-Babič et al., 2014			●					
Didehvar et al., 2018	●	●	●			●	●	●
Du et al., 2020								
Georgiadou, 2019	●					●		
Jasim et al., 2021		●						
Koseoglu, Nurtan-Gunes, 2018							●	
Lu et al., 2015								
Luth et al., 2014						●		
Nguyen et al., 2018	●	●					●	
Oti et al., 2018		●						
Pakhale, Pal, 2020	●					●	●	
Peng et al., 2018	●							
Rohani et al., 2018								
Saldanha, 2019				●				
Ward et al., 2014				●	●			
Whang et al., 2016			●					
Yang, Chou, 2019	●		●			●		
Zhao, Assi, 2015			●					
Zheng et al., 2017	●	●	●		●	●	●	
Zhou et al., 2020								

Figura 7: Matriz de relação entre os artigos, benefícios e áreas de conhecimento do PMBOK no estágio de Construção. Continua.
Fonte: Elaborada pelos autores.

Cont. Figura 7.

Estágio	CONSTRUÇÃO				
	Riscos	Stakeholders	Tempo		
Area de conhecimento	Mitigação de Riscos	Melhora coordenação dos stakeholders	Redução de Duração	Prevenir atrasos	Melhora no controle de prazo
Benefício					
Autor					
Ahmad et al., 2018					
Almuntaser et al., 2017					
Al-Zwainy et al., 2017			●		●
Andújar-Montoya et al., 2020			●	●	
Aranda-Mena et al., 2009					
Azhar et al., 2012					
Bensalah et al., 2019	●		●	●	
Bryde et al., 2013	●		●		
Chan et al., 2019					●
Conde et al., 2020			●		
Čuš-Babič et al., 2014					
Didehvar et al., 2018			●		
Du et al., 2020					
Georgiadou, 2019			●		
Jasim et al., 2021					
Koseoglu, Nurtan-Gunes, 2018			●		
Lu et al., 2015			●		
Luth et al., 2014					
Nguyen et al., 2018			●		
Oti et al., 2018					
Pakhale, Pal, 2020				●	
Peng et al., 2018			●		
Rohani et al., 2018			●		
Saldanha, 2019	●			●	
Ward et al., 2014				●	
Whang et al., 2016					
Yang, Chou, 2019					
Zhao, Assi, 2015					
Zheng et al., 2017		●			
Zhou et al., 2020			●		

Analisando sob a ótica da área de conhecimento do PMI (2017), a área de integração foi a que teve maior número de benefícios, com o total de 42 registros sendo o maior benefício a melhoria na coordenação do projeto, seguido pelas áreas de tempo (35), custo (26) e qualidade (26) benefícios registrados, referentes a redução de custo e melhora na elaboração do cronograma. Na Figura 8 são apresentadas as quantidades de benefícios por área de conhecimento do PMBOK (PMI,2017).

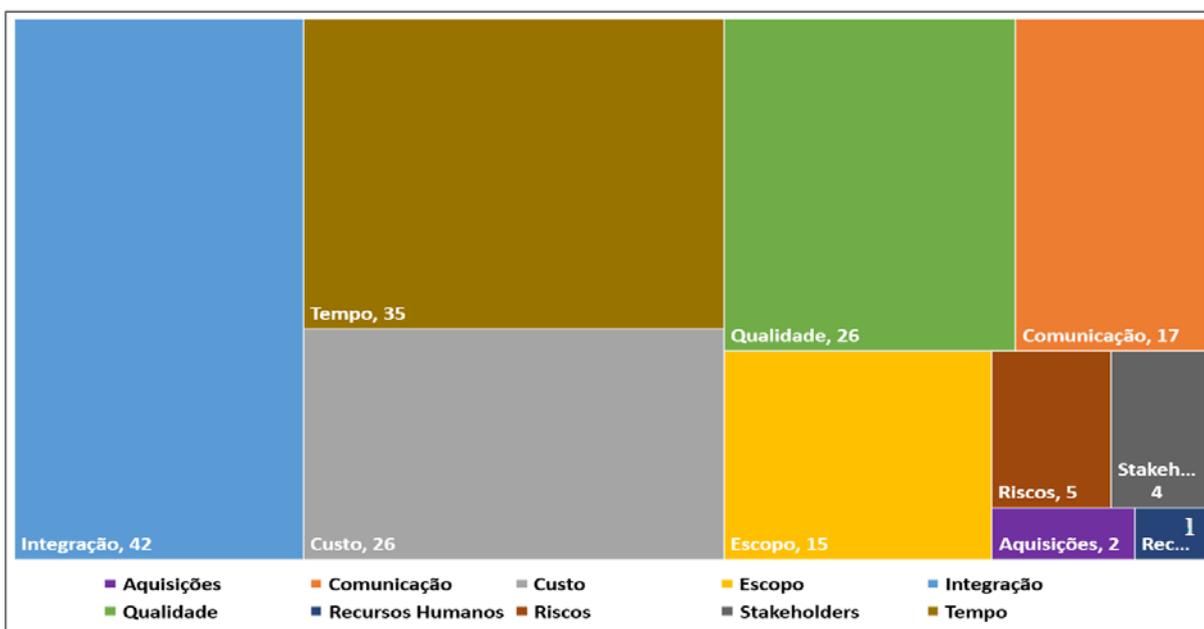


Figura 8: Quantidade de benefícios por área de conhecimento.
 Fonte: elaborado pelos autores.

5 Considerações Finais

Esse estudo identificou 173 benefícios da utilização do BIM no gerenciamento de projeto e relacionou-os às áreas de conhecimento de gerenciamento de projetos do PMBOK (PMI, 2017). Os achados do estudo indicam que a utilização do BIM realmente traz benefícios para o gerenciamento de projeto em todas as áreas de conhecimentos, em todos os estágios do projeto bem como para o produto do projeto. Indicam também que o uso do BIM vem evoluindo com o passar dos anos no meio organizacional, público e em publicações científicas. Indicam também que devido a variedade geográfica das publicações, o BIM é utilizado em diversos países e que seu uso bastante direcionado para projetos de arquitetura, engenharia e construção civil e traz múltiplos benefícios para os produtos dos projetos e para a gestão dos projetos.

Algumas limitações também foram identificadas no decorrer da pesquisa. A principal limitação foi quanto a premissa adotada referente tipo de estudo a ser analisado como sendo apenas artigos publicados, excluindo-se buscas de estudos em andamento e literatura cinzenta. No entanto essa premissa se sustenta devido a padronização e qualidade das informações das informações contidas sobre os artigos encontrados nas bases de dados. Limitações quanto a ausência de publicações diretas sobre benefícios da utilização do BIM no gerenciamento de projetos, pois a maioria se trata estudos de casos de utilização do BIM e dos procedimentos de implantação. Limitações de tempo de pesquisa, uma vez que as publicações sobre esse tema estão começando a se intensificar apenas a partir de 2018.

Para próximos trabalhos, sugere-se que sejam introduzidas as barreiras, oportunidades e direcionadores para implantação do BIM na esfera do gerente de projetos, bem como as tecnologias utilizadas pelo BIM se integram ao gerenciamento de projetos.

6 Referências

- Ahmad, Z., Thaheem, M. J., & Maqsoom, A. (2018). Building information modeling as a risk transformer: An evolutionary insight into the project uncertainty. *Automation in Construction*, 92(March 2017), 103–119. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.032>
- Aihs, R. (1986). Three-dimensional input and visualization. *CAAD Futures Digital Proceedings*.
- Almuntaser, T., Sanni-Anibire, M. O., & Hassanain, M. A. (2018). Adoption and implementation of BIM – case study of a Saudi Arabian AEC firm. *International Journal of Managing Projects in Business*, 11(3), 608–624. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-05-2017-0046>
- Al-Zwainy, F., Mohammed, I. A., & Al-Shaikhli, K. A. K. (2017). Diagnostic and Assessment Benefits and Barriers of BIM in Construction Project Management. *Civil Engineering Journal*, 3(1), 63–77. <https://doi.org/10.28991/cej-2017-000000073>
- Andújar-Montoya, M. D., Galiano-Garrigós, A., Echarri-Iribarren, V., & Rizo-Maestre, C. (2020). BIM-LEAN as a methodology to save execution costs in building construction-An experience under the spanish framework. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/app10061913>
- Aranda-Mena, G., Crawford, J., Chevez, A., & Froese, T. (2009). Building information modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM? *International Journal of Managing Projects in Business*, 2(3), 419–434. <https://doi.org/10.1108/17538370910971063>
- Autodesk. (2002). *Autodesk Building Industry Solutions*. (Autodesk) Acesso em 21 de abril de 2021, disponível em Autodesk: http://www.laiserin.com/features/bim/autodesk_bim.pdf
- Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2012). Building information modeling (BIM): Now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 12(4), 15–28. <https://doi.org/10.5130/ajceb.v12i4.3032>
- Bensalah, M., Elouadi, A., & Mharzi, H. (2019). Overview: the opportunity of BIM in railway. *Smart and Sustainable Built Environment*, 8(2), 103–116. <https://doi.org/10.1108/SASBE-11-2017-0060>
- Building and Construction Authority. (2013). *Singapore BIM Guide*. Singapura.
- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of building information modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), 971–980. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>
- Chan, D. W. M., Olawumi, T. O., & Ho, A. M. L. (2019). Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. *Journal of Building Engineering*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100764>
- Charef, R., Alaka, H., & Emmitt, S. (2018). Beyond the Third Dimension of BIM: A Systematic Review of Literature and Assessment of Professional Views. *Journal of Building Engineering*.
- Conde, A. J., García-Sanz-calcedo, J., & Reyes Rodríguez, A. M. (2020). Use of bim with photogrammetry support in small construction projects. Case study for commercial franchises. *Journal of Civil Engineering and Management*, 26(6), 513–523. <https://doi.org/10.3846/jcem.2020.12611>
- Čuš-Babič, N., Rebolj, D., Nekrep-Perc, M., & Podbreznik, P. (2014). Supply-chain transparency within industrialized construction projects. *Computers in Industry*, 65(2), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.12.003>

- Didehvar, N., Teymourifard, M., Mojtahedi, M., & Sepasgozar, S. (2018). An investigation on Virtual Information Modeling acceptance based on project management knowledge areas. *Buildings*, 8(6), 1–19. <https://doi.org/10.3390/buildings8060080>.
- Ding, L., Zhou, Y., & Akinci, B. (2014). Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD. *Automation in Construction*, pp. 82-93.
- Du, J., Zhao, D., Issa, R. R. A., & Singh, N. (2020). BIM for Improved Project Communication Networks: Empirical Evidence from Email Logs. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 34(5), 04020027. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)cp.1943-5487.0000912](https://doi.org/10.1061/(asce)cp.1943-5487.0000912).
- Eastman, C. (1974). An Outline of the Building Description System. Research Report No. 50. *Carnegie-Mellon Univ., Pittsburgh, Pa. Inst. of Physical Planning.*, 23.
- Georgiadou, M. C. (2019). An overview of benefits and challenges of building information modelling (BIM) adoption in UK residential projects. *Construction Innovation*, 19(3), 298–320. <https://doi.org/10.1108/CI-04-2017-0030>.
- Finnerty, I. B. (06 de Dezembro de 2017). Transform Your Design Construct Process: Crossing the Divide from CAD to Revit to BIM. *Proceedings of the Architectural Engineering National Conference*, pp. 867-879.
- International Organization for Standardization.(2018). *ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles.*
- Jasim, N. A., Aljumaily, H. S. M., Varouqa, I. F., & Al-Zwainy, M. S. (2021). Building information modeling and building knowledge modeling in project management. *Computer Assisted Methods in Engineering and Science*, 28(1), 3–16. <https://doi.org/10.24423/comes.302>.
- Jongeling, R., & Olofsson, T. (2007). A method for planning of work-flow by combined use of location-based scheduling and 4D CAD. *Automation in Construction*.
- Koseoglu, O., & Nurtan-Gunes, E. T. (2018). Mobile BIM implementation and lean interaction on construction site: A case study of a complex airport project. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(10), 1298–1321. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2017-0188>.
- Lu, W., Fung, A., Peng, Y., Liang, C., & Rowlinson, S. (2015). Demystifying Construction Project Time–Effort Distribution Curves: BIM and Non-BIM Comparison. *Journal of Management in Engineering*, 31(6), 04015010. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000356](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000356).
- Luth, G. P., Schorer, A., & Turkan, Y. (2014). Lessons from Using BIM to Increase Design-Construction Integration. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 19(1), 103–110. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)sc.1943-5576.0000200](https://doi.org/10.1061/(asce)sc.1943-5576.0000200)
- Mayouf, M., Gerges, M., & Cox, S. (fevereiro de 2019). 5D BIM: an investigation into the integration of quantity surveyors within the BIM process. *Journal of Engineering, Design and Technology*.
- Nederveen, G. A., & Tolman, F. P. (1992). Modelling multiple views on buildings. *Automation in Construction*, 1(3), 215–224. [https://doi.org/10.1016/0926-5805\(92\)90014-B](https://doi.org/10.1016/0926-5805(92)90014-B)
- Nguyen, P. T., Vo, K. D., Phan, P. T., Huynh, V. D. B., Nguyen, T. A., Cao, T. M., Nguyen, Q. L. H. T. T., & Le, L. P. (2018). Construction project quality management using building information modeling 360 field. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(10), 228–233. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2018.091028>.

- Oti, A. H., Tah, J. H. M., & Abanda, F. H. (2018). Integration of Lessons Learned Knowledge in Building Information Modeling. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(9), 04018081. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001537](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001537)
- Pakhale, P. D., & Pal, A. (2020). Digital project management in infrastructure project: a case study of Nagpur Metro Rail Project. *Asian Journal of Civil Engineering*, 21(4), 639–647. <https://doi.org/10.1007/s42107-020-00224-4>.
- PMI. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)*. United States: Project Management Institute, Inc.
- Peng, H., Gao, D., Zeng, X., Sofi, M., Zhou, Z., & Li, X. (2018). Using building information modelling for a commercial building in Beijing, China. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, 172(5), 49–56. <https://doi.org/10.1680/jcien.18.00035>
- Rohani, M., Shafabakhsh, G., Haddad, A., & Asnaashari, E. (2018). Strategy management of construction workspaces by conflict resolution algorithm and visualization model. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(8), 1053–1074. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2016-0183>.
- Saldanha, A. G. (2019). Applications of building information modelling for planning and delivery of rapid transit. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer*, 172(2), 122–132. <https://doi.org/10.1680/jmuen.16.00045>.
- Smith, P. (2014). BIM & the 5D project cost manager. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*.
- Suzuki, R., & Santos, E. (2015). Planejamento 4D no brasil: levantamento orientado à percepção de resultados pelos diversos “stakeholders” da construção. Recife.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, pp. 207-222. doi:10.1111/1467-8551.00375
- Ward, D., Butler, C., Khan, S., & Coyle, B. (2014). Corrib onshore gas pipeline, ireland – using bim on a large infrastructure project. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, 167(3), 123–130. <https://doi.org/10.1680/cien.13.00047>
- Whang, S. W., Park, & Min, S. (2016). Building information modeling (BIM) for project value: Quantity take-off of building frame approach. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(12), 7749–7757. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84989180804&partnerID=40&md5=1c72835fbd6d573aecn844fe51f75e58>
- Yang, J. Bin, & Chou, H. Y. (2019). Subjective benefit evaluation model for immature BIM-enabled stakeholders. *Automation in Construction*, 106(300), 102908. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102908>
- Zhao, Z. W., & Assi, C. (2015). Study on the cost control of construction engineering project based on BIM. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 38(2), 77–82. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84952903163&partnerID=40&md5=3299f153a4b10795d812db543b3ab8d0>
- Zheng, L., Lu, W., Chen, K., Chau, K. W., & Niu, Y. (2017). Benefit sharing for BIM implementation: Tackling the moral hazard dilemma in inter-firm cooperation. *International Journal of Project Management*, 35(3), 393–405. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.01.006>
- Zhou, M., Su, X., Chen, Y., & An, L. (2020). Rapid construction and advanced technology for a Covid-19 field hospital in Wuhan, China. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, 174(1), 29–34. <https://doi.org/10.1680/jcien.20.00024>