



Indústria 5.0: Oportunidades e Desafios
para Arquitetura e Construção

13º Simpósio Brasileiro de Gestão e
Economia da Construção e 4º Simpósio
Brasileiro de Tecnologia da Informação
e Comunicação na Construção

ARACAJU-SE | 08 a 10 de Novembro

CONTRIBUIÇÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM EM ORGANIZAÇÕES DO SETOR DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO¹

CONTRIBUTION TO BIM IMPLEMENTATION IN ARCHITECTURE, ENGINEERING, AND CONSTRUCTION ORGANIZATIONS

Otto Araujo Nielsen

Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro, RJ | nielsen.otto@ime.eb.br

Giuseppe Miceli Junior

Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro, RJ | giuseppe.pged@ime.eb.br

Paulo César Pellanda

Instituto Militar de Engenharia | Rio de Janeiro, RJ | pellanda@ime.eb.br

RESUMO

O Setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) é fundamental para o desenvolvimento da sociedade moderna, mas tem perdido produtividade por causa de seus processos fragmentados e produtos cada vez mais complexos. No entanto, a metodologia BIM é vista como uma força disruptiva capaz de transformar a indústria e melhorar a eficiência, produtividade e prazos. Este artigo tem por objetivo apresentar um roteiro de quatro etapas para implementar a metodologia BIM em organizações, realizado através da metodologia de Revisão sistemática da Literatura. O roteiro consiste em: Mapear objetivos, métricas e desafios da transformação da implementação, definir a equipe de implementação e matriz de responsabilidade, estabelecer o plano de implementação e implementá-lo, por meio da execução, monitoramento e melhoria continuada. Destaca-se no artigo para um modelo de definição da equipe de implementação, aqui proposto por meio de um modelo de núcleos setoriais, que foi observado em casos de sucesso, mas ainda sem relato na literatura.

Palavras-chave: BIM; Implementação; Roteiro; Modelo de núcleos setoriais.

ABSTRACT

The Architecture, Engineering and Construction Sector (AEC) is fundamental for the development of modern society, but it has lost productivity due to its fragmented processes and increasingly complex products. However, the BIM methodology is seen as a disruptive force capable of transforming the industry and improving efficiency, productivity and deadlines. This article aims to present a four-step roadmap to implement the BIM methodology in organizations, carried out through the methodology of Systematic Literature Review. The roadmap consists of: Mapping objectives, metrics and challenges of the implementation transformation, defining the implementation team and responsibility matrix, establishing the implementation plan and implementing it, through execution, monitoring and continuous improvement. It is highlighted in the article for a model of definition of the implementation team, proposed here through a model of sectoral cores, which was observed in successful cases, but still without reports in the literature.

Keywords: BIM; Implementation; Road map; Sectoral nuclei model.

1 INTRODUÇÃO

O Setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) é o único que reduziu sua produtividade desde 1964, enquanto todos os outros aumentaram significativamente sua produtividade (MIHC, 2014). Isso ocorre porque a indústria da AEC é tradicional, com processos fragmentados entre a concepção e a produção, além de criar produtos cada vez mais complexos e com requisitos de desempenho mais rigorosos (LEITE, 2022).

BIM (Building Information Modeling) é uma metodologia de gestão da informação que utiliza um modelo digital para representar características físicas e funcionais de uma edificação ou infraestrutura ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento (SUCCAR, 2010). Para desenvolvimento deste modelo digital, são previstos a colaboração contínua e a interação entre as diversas equipes envolvidas ao longo do ciclo de vida do ativo e exatamente por isso, o BIM é apontado como um caminho para a melhoria dos processos e produtos da indústria da construção civil (MELO, 2021; EASTMAN, 2008; LU, 2017; PORWAL, 2013).

¹ NIELSEN, O. A.; MICELI JUNIOR, G.; PELLANDA, P. C. . Contribuição para implementação BIM em organizações do setor de arquitetura, engenharia e construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2023. *Anais [...]*. Porto Alegre: ANTAC, 2023. p. 1–9. DOI: 10.46421/sbtic.v4i00.2586.

Diante disto, o Governo Federal propôs a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, definindo cronograma de implantação até o ano de 2028 (Decreto 9.983/2019). No entanto, o mercado ainda não atingiu a maturidade esperada (SIENGE, 2022).

A transformação pretendida tem que partir da governança das instituições, devagar e em ondas, para que em alguns anos, a organização possa realmente dizer que está num processo de transformação digital, que não tem fim. Para isto, deve-se entender os principais motivos de fracasso nas implementações: a falta de objetivo sobre o que se espera da implementação, a falta de entendimento do BIM como meio evolutivo de processos de projeto e construção e a falta de apoio da direção da empresa (SIENGE, 2022; SHAFIQ, 2021).

Desta forma, o presente estudo faz uma revisão sistemática da literatura sobre os artigos acadêmicos sobre implementação, apresentando os principais achados. A partir dos resultados é proposto um roteiro de implementação da metodologia BIM em organizações.

2 METODOLOGIA

O roteiro proposto foi constituído em duas etapas, sendo a primeira a leitura dos principais documentos sobre o assunto: Manual CBIC, decreto Federal 9.983/2019, a partir destes, optou-se por realizar uma revisão sistemática da literatura atualizada. Foi adotada a base Scopus para a busca de artigos relevantes, através dos termos de pesquisa: "BIM" OU "Building Information Modeling" E "implementation" OU "initiate" OU "start". Estes termos foram selecionados para que a revisão fosse abrangente, precisa e que não fosse prejudicada pela adoção de descritores. Os critérios de filtro utilizados para a pesquisa foram: artigos publicados no período de 2018 a 2023, em inglês ou português, com foco na temática de Engenharia e disponíveis gratuitamente, para que fosse possível realizar uma análise bibliométrica.

Foram identificados 336 artigos científicos relevantes sobre o tema, que foram classificados por ordem de relevância, com base no índice de impacto diretamente do próprio banco de dados. Sendo escolhido para leitura os 15 artigos de maior relevância. Nesta pesquisa, foi dada atenção especial à seleção de estudos de caso que refletissem a diversidade do setor da AEC.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Foram relacionadas implementações em organizações de diferentes tamanhos e níveis de complexidade: uma aplicação de nível escolar (LEITE,2022), pequenas empresas (STEHLING,2012) e uma imensa e complexa organização (TONG, 2021; TU, 2021); Implementações que fossem apresentadas sobre diferente perspectivas: Projetistas (STEHLING,2012; SILVA,2022), Construtores (SHAFIQ,2021; A.S. MOSTAFA,2016) e Gestores dos ativos (WANG,2021; SILVA,2022; FERNANDES et al., 2021); Ainda, que representassem diferentes relações comerciais: Público (BRITO *et al.*,2017; SILVA,2022; MICELI JUNIOR, 2019); e Privado (STEHLING,2012; SHAFIQ,2021).

A partir da revisão realizada, destaca-se o Manual de Implementação BIM, da CBIC (2018), que apresenta um guia prático para a implementação da metodologia BIM, servindo somente de referencial inicial para a presente proposição, juntamente com a obra de Porter (2004) que aborda conceitos fundamentais de estratégia empresarial. Além desses, as obras de Messner et al. (2013) e Eastman et al. (2010) são importantes por apresentarem diretrizes e conceitos sobre modelagem da informação da construção (BIM) adotados no trabalho.

A obra de Messner et al. (2013) sobre Plano de Implementação BIM representa o embrião deste artigo, ao apresentar os passos para implementação do BIM: Identificar o uso dos modelos e objetivos da implementação; projetar o processo de execução BIM pela criação de mapas de processos; definir os entregáveis BIM na forma de intercambio de informações; e desenvolver a infraestrutura necessária. Ainda, a abordagem em cinco estágios para implementação realizadas por Coates et al. (2010) mostram que é possível abordar de forma mais direta a implementação da metodologia BIM e integrada gestão organizacional.

Os fatores críticos de sucessos apontados no estudo de Quesada (2007) como, por exemplo, a importância dos autos executivos, conjuntamente com o artigo de Huynh, Lou e Hoài (2021) analisando as principais barreiras que impedem a implementação do BIM no país permitiu criar requisitos a que o roteiro proposto deveria atender. Ainda, foi importante observar como os projetos piloto podem ser utilizados para superar essas barreiras de implementação.

O estudo de Olugboyega (2023) identificou as estratégias essenciais na implementação do BIM em um país em desenvolvimento, permitindo identificar as etapas fundamentais (identificação dos recursos, requisitos da implementação e expectativas) para o processo de transformação, através do exame das relações no processo de implementação do BIM em um contexto em que recursos financeiros e tecnológicos são limitados. Sua identificação de estratégias essenciais para otimizar a implementação do BIM em países em desenvolvimento, incluindo a necessidade de treinamento adequado, desenvolvimento de capacidades e infraestrutura tecnológica adequada, permitiu organizar a constituição da equipe de implementação do BIM na organização.

A obra de Shafiq (2021) apresenta um estudo de caso sobre a implementação do BIM em uma empresa de construção dos Emirados Árabes Unidos, sendo relevante para observar os problemas contratuais em empresas de construção que desejam implementar o BIM. O caso de Wang e Zhang (2021) volta-se para empresas de transporte que desejam implementar o BIM para gerenciar projetos de infraestrutura de transporte já em funcionamento, exigindo metodologia adequada de monitoramento permanente para atender ininterruptamente a prestação de serviço. Estes estudos mostram que a implementação através de projetos pilotos é viável mesmo em contextos complexos.

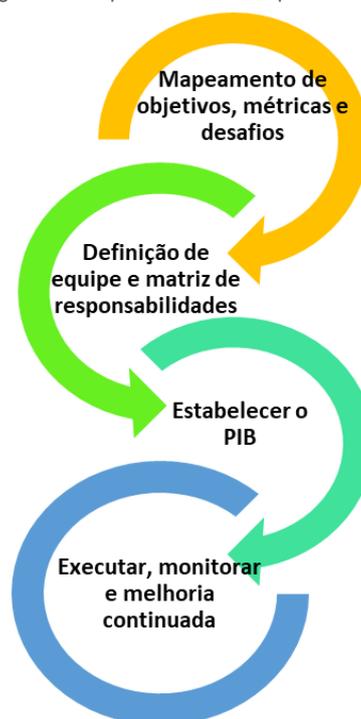
Além disso, o *framework* proposto por Porwal e Hewage (2013), voltado para o setor público, proporcionou consolidar a estrutura do Plano de implementação para a tomada de decisão.

Por fim, o artigo de Hong et al. (2021) apresenta a programação estocástica em dois estágios para modelar as incertezas inerentes ao processo de implementação e otimizar as decisões tomadas ao longo do processo. Este estudo permite verificar mesmo com um Plano de Implementação completo, deve-se acompanhá-lo por um processo iterativo de melhoria continuada, permitindo pequenas correções do processo.

4 RESULTADOS: ROTEIRO PROPOSTO

Este trabalho procurou, através da revisão da literatura, identificar práticas comuns em diversos casos de sucesso de implementação e, partindo da base da proposta de execução de BIM em projeto de Messner *et al.* (2013) e adaptando-a como forma de implementação de BIM em organizações, procurou-se reestruturá-la em um roteiro centrado nas pessoas envolvidas na mudança e que combatesse os principais fatores de insucessos identificados. O roteiro proposto está apresentado na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Esquemático das etapas do roteiro



Fonte: os autores.

4.1 Mapear os objetivos, métricas e desafios da transformação

Realiza-se uma análise da organização, mapeando os objetivos específicos que a organização busca, propor métricas de acompanhamento e identificar os principais desafios (QUESADA, 2007). Dessa forma, a implementação do BIM se concentra nas necessidades que a organização já identificou como pontos de melhoria, o que difere do primeiro passo descrito por Messner et al. (2013) de identificar os usos dos modelos juntamente com os objetivos da implementação. Isso pode permitir uma visão mais clara de um processo de transformação mais enxuto e pontual.

Pela adoção da metodologia BIM alterar o fluxo de trabalho na empresa, a transformação deve ser realizada no sentido TOP-DOWN (Cima para baixo), devendo ser prioridade estratégica e não uma iniciativa tecnológica (MOSTAFA, 2016; TU, 2021).

Nesta etapa, recomenda-se uma avaliação interna da organização (PORTER,2004; HONG,2021), para que os objetivos traçados da implementação reforcem suas Forças, explorando as Oportunidades e mitigando as Fraquezas e Ameaças.

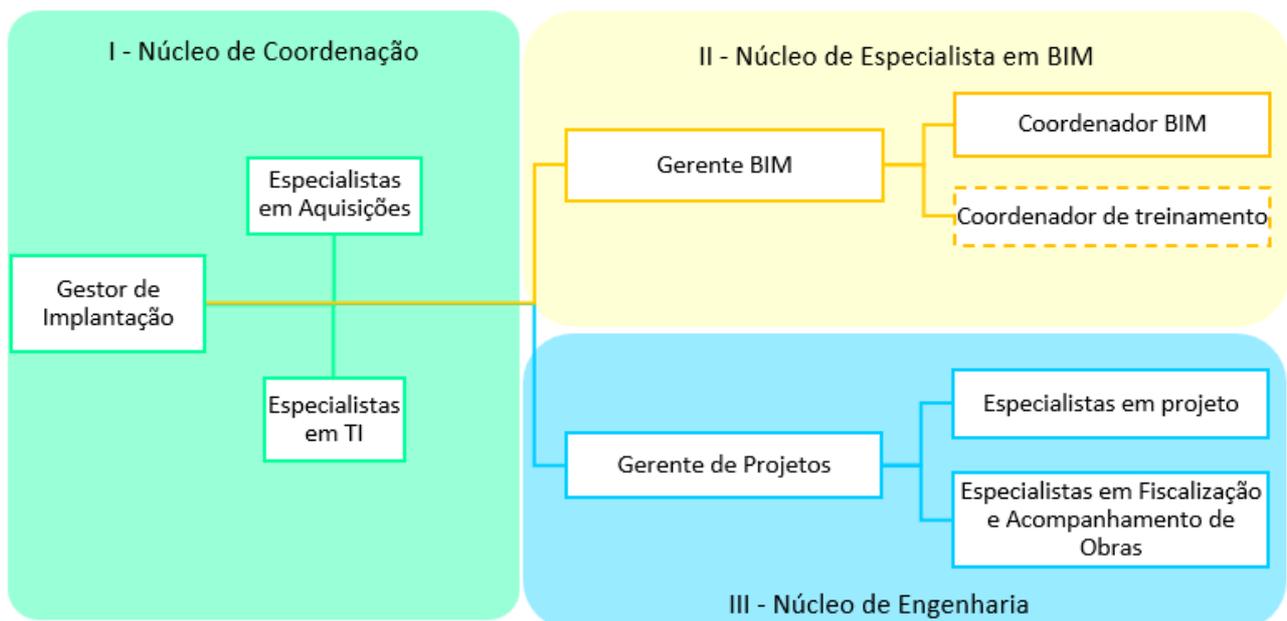
Definidos os objetivos e desafios da organização, deve-se definir métricas de acompanhamento que serão tomadas como referência para verificar se os objetivos estão sendo alcançados e podendo assim ajustar durante o percurso (CBIC, 2018; SHAFIQ, 2021).

4.2 Definição da equipe de implementação e matriz de responsabilidade

Pela natureza disruptiva da metodologia, a escolha da equipe de implementação é o fator determinante para o sucesso (SHAFIQ, 2021), sendo fundamental que os líderes estejam comprometidos em promover a mudança e preparar os funcionários e colaboradores para as novas práticas (CBIC, 2018).

A equipe constituída deve ser multidisciplinar, capacitada e treinada na metodologia para que liderem a organização no processo de transformação. Da observação de diversos casos, percebe-se que suas constituições são muito variadas a depender da necessidade da empresa, estágio de evolução e objetivos. No entanto, propõem-se que a equipe de implementação seja constituída em um modelo de núcleos esquematizados na Figura 2 e apresentados a seguir.

Figura 2 - Constituição da Equipe de implementação



Fonte: os autores.

Núcleo de coordenação

O núcleo de coordenação responde pela implementação junto à direção da organização, responsável por coordenar as atividades de transformação, garantir os recursos necessários e responder por sua aplicação (SIENGE, 2022). Formado por gerentes de projeto, especialistas em diferentes áreas técnicas, representantes dos stakeholders e por outros membros da equipe que possam contribuir para o sucesso do projeto. Inclui ainda os auxiliares necessários para suporte nas tomadas de decisão.

Ele é constituído por um gestor de implementação, especialistas em Tecnologia da Informação (TI) e especialistas em aquisições. O gestor de implementação é o responsável pela implementação, com experiência na organização, conhecendo seus processos e cultura, motivado com a transformação, dispondo de certa autonomia relativas as metas, prazos, financeiro e alterações dos processos. Recomenda-se que deve exercer liderança, sendo desejável ter experiência em gerenciamento de projetos.

O especialista em TI é o responsável por planejar, implementar e gerenciar soluções que atendam a implementação e a organização. Atua ainda para definir estratégias de TI, garantir a segurança e integridade de dados e sistemas, além de solucionar problemas técnicos.

Por fim, o especialista em aquisições é o responsável por desenvolver o plano de aquisições, pelo orçamento e por executar as aquisições necessárias. Recomenda-se que eles devam ter experiência em quantificação e orçamentação, entretanto em organizações públicas deve-se garantir o conhecimento pleno das normas governamentais de licitações e de contratações, no âmbito de que MICELI JUNIOR *et al.* (2020) denominam de gestão de governança.

Núcleo de especialistas BIM

O núcleo de especialistas BIM conduz o processo de imersão no BIM, auxiliando desde a escolha de softwares, até a criação das primeiras bibliotecas e famílias. São entusiastas e vetores de disseminação BIM, podendo, ainda, elaborar guias de utilização das ferramentas, propor customização e aprimoramento nas aplicações já adotadas pela organização (OLUGBOYEGA, 2023).

Desta forma, o núcleo é constituído por profissionais capacitados em BIM, responsáveis por liderar a implementação do BIM, garantindo que todas as partes interessadas, incluindo projetistas, engenheiros, empreiteiros, proprietários e gerentes de instalações, estejam trabalhando de forma colaborativa e integrada no modelo BIM.

Recomenda-se que devem ter cursos de formação e experiência na área de BIM, funcionando como grupo de trabalho para validação estratégica refinamento das decisões táticas e avaliando a aplicabilidade das propostas de implementação (BRITO *et al.*, 2017; WANG, 2021). Uma organização pode, para formar um núcleo de especialistas BIM, optar por desenvolver as habilidades necessárias entre seus funcionários através de treinamentos e cursos intensivos. Outra opção é a contratação de novos profissionais já habilitados na área de BIM para integrar permanentemente a equipe da organização ou alocar temporariamente uma consultoria especializada na implementação do BIM na organização.

Deve ser constituído no mínimo por um gerente BIM, um coordenador BIM e, opcionalmente, por um coordenador de treinamento BIM, somente se a organização optar por realizar os treinamentos de equipe dentro da empresa.

O gerente BIM é o responsável por planejar e implementar a metodologia BIM em uma organização, sendo responsável por coordenar as atividades do núcleo. Além do conhecimento da metodologia BIM, deve ter habilidades de liderança, e de gerenciamento de projetos.

O coordenador BIM, por outro lado, é o responsável pelo suporte técnico ao núcleo de engenharia sobre os softwares BIM utilizados pela organização, garantindo eficiência nas implementações e acelerando a curva de aprendizagem. O Coordenador em BIM deve ter conhecimentos avançados em BIM e dos softwares que a empresa pretende adotar.

Por outro lado, o coordenador de treinamento BIM, quando presente na empresa, é responsável por planejar e executar o treinamento da equipe em BIM, devendo ter habilidades em ensino e treinamento, além de conhecimentos avançados em BIM.

Núcleo de engenharia

O núcleo de engenharia é uma equipe constituída por funcionários da organização, uma vez que a própria estruturação organizacional influencia no processo em desenvolvimento (KLEINSMANN, 2006; HUYNH, 2021). Trata-se de profissionais qualificados e experientes em diferentes áreas da engenharia, que trabalham em conjunto para planejar, projetar, implementar e gerenciar soluções técnicas.

No âmbito da implementação, os núcleos de engenharia serão os responsáveis pelos projetos piloto e posteriormente também serão os vetores de transformação, promovendo a troca da experiência organizacional na organização. Serão responsáveis por realizar, testar e validar as bibliotecas, famílias, parâmetros de projetos para os novos softwares, por propor customização e aprimoramento nas aplicações.

É desejável que a organização deva proporcionar que esta equipe fique exclusiva para desenvolvimento dos projetos pilotos e implementação (OTTUM E MOORE, 2006). Cada núcleo deve ser constituído no mínimo por gerentes e especialistas de projeto e especialistas de fiscalização e de acompanhamento de obra.

Os gerentes de projeto são os mesmos que já trabalham na organização, permanecendo na mesma função, mas integrando-se na metodologia BIM. Ele será o gerente de projeto piloto, sendo a peça chave para a validação das mudanças e mensuração dos resultados, por isso deve ser comprometido com a alteração.

Os especialistas de projeto são responsáveis por realizar suas funções rotineiras e pela revisão e desenvolvimento dos processos de trabalho para incorporar o BIM no fluxo de trabalho. Os funcionários selecionados serão responsáveis por gerenciar as disciplinas do projeto piloto, sendo tradicionalmente de perfil inovador, incentivador de mudanças e melhorias de processos, com certa maturidade em suas disciplinas nos projetos.

Os especialistas de fiscalização e de acompanhamento de obra são responsáveis por realizar suas funções rotineira. Conduzem a revisão e o desenvolvimento dos processos de trabalho para incorporar o BIM no fluxo de trabalho de fiscalização e de acompanhamento da execução das obras. Recomenda-se que se integrem ao processo desde o início, ainda na fase de projeto, para já proporem ajustes aos processos específicos com base nos novos padrões de projeto.

Ao final da escolha e da definição da equipe, é importante atribuir a cada membro suas funções, consolidando uma matriz de responsabilidades, por projeto e por disciplina.

4.3 Estabelecer o plano de implementação BIM

O Plano de Implementação é um documento que estabelece como a metodologia BIM será implementada na organização, sendo fundamental para garantir o sucesso da implementação BIM, pois estabelece as metas e objetivos, prazos e curtos para a transformação pretendida (CBIC, 2018). A elaboração deste plano deve levar em consideração as especificidades do projeto, bem como os recursos disponíveis (PORTER, 2004). Embora não seja previsto nos passos para implementação do trabalho de Messner *et al* (2013), considera-se uma importante etapa, conforme identificado por Olugboyega (2023) e CBIC (2018). Propõe-se que o plano deve conter:

- **Faseamento do objetivo:** O objetivo final é a implementação, levando em conta as necessidades específicas da organização, recomenda-se o faseamento da implementação em pequenas etapas. O faseamento através da realização de projetos piloto é o mais usual, para que ao final deste piloto os agentes desta equipe funcionem como vetores de multiplicadores de conhecimento (HUYNH, 2021), diminuindo a necessidade de investimento para toda a equipe de uma vez, criando fluxo de caixa de investimento na aquisição faseada.
- **Definição dos processos colaborativos:** A metodologia BIM está fundamentada na colaboração entre os diversos profissionais envolvidos. Por isso, é imprescindível rever o fluxo de trabalho da organização, permitindo à integração das informações no modelo e a troca de conhecimentos entre as equipes e formas de disponibilização para terceiros.
- **Definição dos processos de integração do modelo com a gestão da obra:** O modelo federado deve ser integrado à gestão da obra, permitindo o acompanhamento da execução e o controle dos prazos e custos. Assim, esta fase deve estar planejada desde a concepção dos projetos.

- **Definição de ferramentas e *software*:** Será necessário selecionar as ferramentas e *software* mais adequados, devendo serem ponderados suas possibilidades de emprego.
- **Definição de Equipamentos:** Faz necessário que se tenham *hardware* e rede compatíveis, devendo ser verificados e o custo de atualização necessário considerado.
- **Formação do plano de aquisições:** Faz-se necessário criar um plano de aquisições de modo a atender todas as necessidades levantadas.
- **Definição de cronograma e investimento:** O cronograma de implementação do BIM deve ser elaborado levando em conta o faseamento do objetivo, o nível de experiência dos profissionais em BIM, a disponibilidade de recursos e o tempo de aquisição.

Com este plano consolidado e aprovado pelos responsáveis a Organização tem condições de captar os investimentos necessários e dar início em seu processo de transformação digital.

4.4 Executar, monitorar e melhoria continuada:

Esta etapa se inicia com a aprovação do plano de implementação BIM e se estende por toda a transformação planejado, levando alguns anos, nos casos mais comuns. Ela inclui três atividades rotineiras: a execução, o monitoramento sistemático e o aprimoramento.

- A execução: Consiste no desenvolvimento das atividades planejadas no Plano de Implementação: realizar as aquisições previstas, os treinamentos dos colaboradores nas ferramentas, adaptar processos internos para o trabalho na metodologia BIM e executar os projetos pilotos;
- O monitoramento: Através de reunião sistemáticas de acompanhamento, com o objetivo de identificar áreas que precisam ser aprimoradas para a transformação, para isso, deve-se monitorar o uso de ferramentas, garantindo que as metas e objetivos do plano de implementação sejam alcançados; analisar processos internos para avaliar oportunidade de melhoria e avaliar o progresso da implementação e identificar áreas que precisam ser melhoradas.
- O aprimoramento: Identificada as oportunidades de melhorias seja nos processos internos, ferramentas adotadas ou nos treinamentos, propor ajustes ou revisões no plano de implementação BIM e implementá-las no novo ciclo de execução.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pode ser visto no presente trabalho, a implementação do BIM é um tema cada vez mais relevante para o desenvolvimento de projetos eficientes, econômicos e sustentáveis. O roteiro apresentado pretende servir como guia inicial para organizações que desejam iniciar sua jornada rumo à implementação do BIM, focando em etapas simples e na atenção nos critérios de sucesso nas implementações, estudados através da revisão sistemática da literatura.

Espera-se que com os resultados desta pesquisa as organizações possam melhor estruturar sua equipe, definir suas estratégias, selecionar as tecnologias adequadas, capacitar seus colaboradores e, por fim, implementar o BIM em todas suas atividades finalísticas.

A etapa de planejamento é fundamental, pois seu produto - objetivos, metas, cronograma, custos e investimentos - guiaram toda a fase de execução. Somente com o planejamento definido é possível dar início a implementação da metodologia, auxiliado pelo processo sistemático de monitoramento, avaliação e ajuste de forma continuada, aprimorando os resultados e otimizando os processos.

Por fim, é importante destacar que a implementação do BIM é um processo complexo, que exige tempo, recursos e esforço por parte das organizações. No entanto, os benefícios alcançados podem ser significativos, com impactos positivos não apenas para a própria organização, mas também para a sociedade como um todo, ao promover o desenvolvimento de projetos mais sustentáveis e eficientes em termos de recursos.

REFERÊNCIAS

- A. PORWAL, and K.N. Hewage. Building Information Modeling (BIM) Partnering Framework For Public Construction Projects. *Autom. Construct.*, vol. 31, pp. 204-214, 2013.
- A.S. MOSTAFA. *Developing The Construction Procurement Methods In The UAE To Implement Building Information Modelling (BIM)*. The British University in Dubai: Dubai, 2016.
- BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling (BIM) no Brasil e estabelece a obrigatoriedade do uso do BIM em projetos de infraestrutura pelo Governo Federal a partir de 2021. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 ago. 2019. Seção 1, p. 1.
- BRITO, Douglas M.; FERREIRA, Emerson A.M.; COSTA, Dayana B. Desafios E Oportunidades Para Implantação De BIM Pelo Setor Público Brasileiro. In: SBTIC, *Anais do Seminário Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção*, Fortaleza, Nov. 2017.
- CBIC. *Manual De Implementação BIM: guia prático para implantação da metodologia BIM*. Brasília: CBIC, 2018.
- COATES, P. et al. The key performance indicators of the BIM implementation process. *Universidade de Salford*, Reino Unido. John McCall Architects, 2010.
- EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. *BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, eEngineers, and Contractors*. 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2018.
- FERNANDES, F. L. M. B.; SCHEER, S.; MICELI JUNIOR, G. O Uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ciclo de Vida de Edificações Militares. *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, v. 37, p. 19-37, 2021.
- HONG, Ying; HAMMAD, Ahmed W.A.; NEZHAD, Ali Akbar. *Optimising The Implementation Of BIM: a 2-stage stochastic programming approach*. 2021.
- HUỖNH, Q. T. T.; Lou, E. C. W.; & Hoài, N. L. (2021). Enhancing BIM Diffusion Through Pilot Projects in Vietnam. *Engineering Journal*, 25(7), 167-178. doi: 10.4186/ej.2021.25.7.167.
- KLEINSMANN, M. S. *Understanding Collaborative Design*. Delft: JB&Agrafische communicatie, 2006. 309 p. ISBN 90-9020974-3. Available at: <<http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid%3A0a7a57d4-c846-4458-a59f-24c25acbafa9/>>. Acessado em: 25 Fev 2023.
- KOSKELA, L.; SACKS, R.; DAVE, B. A.; OWEN, R. *The Interaction Of Lean And Building Information Modeling In Construction*. ASCE J Constr Eng Manag, 2010
- LEITE, K. P.; SILVA, L. T. da.; SOUSA, V. M. de. Projeto Colaborativo em BIM: análise de uma experiência acadêmica no curso de arquitetura e urbanismo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022.
- MELO, R. S. S. de; CHECCUCCI, Érica de S.; PEREIRA, A. P. C. II Workshop Online De Prática Integrada De Projeto BIM – UFBA. In: Encontro Nacional Sobre o Ensino de BIM, 3., 2021. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1. DOI: 10.46421/enebim.v3i00.293.
- MESSNER, J.; Anumba, C.; Dubler et al (Under Development). *BIM Project Execution Planning Guide, Version 3.0*. Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, Disponível: <http://bim.psu.edu>. Acessado em: 25 Fev. 2023.
- MIHIC, M.; SERTIC, J.; ZAVRSKI, I. *Integrated Project Delivery as Integration Between Solution Development and Solution Implementation*. *Procedia – Social and behavioral Sciences*, v. 119, p. 557 – 565, 2014. Elsevier B.V.
- MICELI JUNIOR, G.; PELLANDA, P. C.; REIS, M. M. *Implementation Framework for BIM Adoption and Project Management in Public Organizations*. In: 36th International Symposium of Automation and Robotics in Construction, 2019, Banff. *Proceedings of the 36th International Symposium of Automation and Robotics in Construction*, 2019. v. 1. p. 114-121.
- MICELI JUNIOR, G.; PELLANDA, P. C.; REIS, M. C. *Management Procedure For Sensitive Projects In The Context Of A BIM Adoption in a Public Organization* In: Proc. 37th CIB W78 Information Technology for Construction Conference (CIB W78), São Paulo, Brazil, 2020, pp. 232-247. Acesso: 01/04/2023 DOI: <http://dx.doi.org/10.46421/2706-6568.37.2020.paper017>
- OLUGBOYEGA, O. . *Differential Relationships in the BIM Implementation Process in a Developing Country: the role of essential bim implementation strategies*. *engineering, construction and architectural management*. Advance online publication. 2023. DOI: 10.1108/ECAM-01-2023-0021. ISSN 0969-9988.
- OTTUM, B. D.; MOORE, W. L. *The Role of Market Information in New Product Success/Failure*. *Journal of Product Innovation Management*, New York, v.14, p. 258-273, 1997. ISSN 14:258-273
- PORTER. M. E. *Estratégia Competitiva*. Rio de Janeiro: Campus, 2004

- QUESADA, H. GAZO, R. Methodology for Determining Key Internal Business Processes Based on Critical Success Factors: a case study in furniture industry. *Bus. Process. Manag. J.*, 13 (1) (2007), pp. 5-20, DOI: 10.1108/14637150710721104
- SHAFIQ, Muhammad T. Client-Driven Level 2 BIM Implementation: A Case Study from the UAE. *Open Construction & Building Technology Journal*, v. 15, p. 129-137, 2021. Acesso em 01/04/2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.2174/1874836802115010129>.
- SIENGE. Metodologia BIM: desafios da implantação – Entrevista com Tiago Ricotta. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/metodologia-bim-tiago-ricotta/>. Last accessed: 31 Mar. 2023.
- SILVA, M. C. C.; Silva, A. D. O.; Rabbani, E. R. K.; Alencar, L. H.; Passos Neto, G. M.; Couto, J. P.; & Valdes-Vasquez, R.. Guidelines for the Implementation of BIM for Post-Occupancy Management of Social Housing in Brazil. 2022, *Energies*, 15(18), 6802. DOI: 10.3390/en15186802.
- SINAENCO. Desafios para Implantação do BIM no Brasil e no Mundo. Available at: <https://sinaenco.com.br/noticias/desafios-para-implantacao-do-bim-no-brasil-e-no-mundo/>. Last accessed: 31 Mar. 2023.
- SMITH, P. R. D. *Developing Products in Half the Time: new rules, newtools*. 2. ed. [S.l.]: [s.n.], 1997.
- STEHLING, Miguel. *A Utilização de Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Arquitetura e Engenharia de Belo Horizonte*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.
- SUCCAR, Bilal. Building Information Modelling Maturity Matrix. *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies*. IGI, p.65-103, 2010.
- TONG, N.; PHUNG, Q. Developing an Organizational Readiness Framework for BIM Implementation in Large Design Companies. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, v. 12, n. 3, p. 41-49, 2021. DOI: <https://doi.org/10.30880/ijscet.2021.12.03.006>.
- TU, B.; ZUO, J.; CHANG, R. D.; WEBBER, R. J.; XIONG, F.; DONG, N. A System Dynamic Model for Assessing the Level of BIM Implementation in Construction Phase: a China case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2021.
- LU, W.; WEBSTER, C.; CHEN, K.; ZHANG, X.; CHEN, X. Computational Building Information Modelling for Construction Waste Management: moving from rhetoric to reality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 68, p. 587-595, 2017.
- WANG, G.; ZHANG, Z. BIM Implementation in Handover Management for Underground Rail Transit Project: a case study approach. *Tunnelling and Underground Space Technology*, v. 108, p. 103684, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tust.2020.103684>. Acesso em: 25 FEV 23.