

## Estratégia para implantação de *Building Information Modeling* (BIM) no Governo do Estado de Rondônia (Brasil)

Buss Back, Rodrigo  
IFRO, Brasil  
[rodrigo.back@ifro.edu.br](mailto:rodrigo.back@ifro.edu.br)

Amaro Lima, Váldeon  
IFRO, Brasil  
[valdeson.lima@ifro.edu.br](mailto:valdeson.lima@ifro.edu.br)

**Palabras clave:** Building Information Modeling (BIM); Inovação; Setor público.

### 1. INTRODUÇÃO

A AECO (Arquitetura, Engenharia e Construção) brasileira passa por um momento de grandes transformações. Segundo Fabrício e Melhado (2002), em vista das regras de *compliance*, busca de eficiência e redução de custos, novos padrões e demandas da sociedade e as mudanças destacadas pela implantação das tecnologias digitais em todo o mundo, as organizações devem sempre buscar novas formas de adequação do setor. Ultimamente, uma mudança vem ocorrendo de forma gradual: a migração do sistema CAD (*Computer Aided Design*) para o sistema BIM (*Building Information Modeling*).

O termo teve sua primeira aparição na literatura por Eastman (1975), sendo consolidado posteriormente por Nederveen e Tolman (1992). Hoje, o BIM é considerado uma tecnologia que representa um empreendimento através de objetos geométricos tridimensionais, que mescla esses objetos e os integra com informações, a exemplo de custo e tempo. Além disso, o modelo pode ser atualizado e revisado durante todo o ciclo de vida do empreendimento (Manzione, 2013).

É coerente afirmar que o BIM é uma combinação de pessoas, processos e tecnologia, e seu objetivo é o de criar uma modelagem de informações da construção (Succar, 2009). Além disso, o

BIM também pode garantir o melhor aproveitamento dos recursos nas obras, aumentar a produtividade da construção e garantir maior eficiência e transparência das atividades. Isso significa que o uso do BIM é muito promissor e pode alterar completamente o gerenciamento de informações (Bryde, Broquetas, & Volm, 2013).

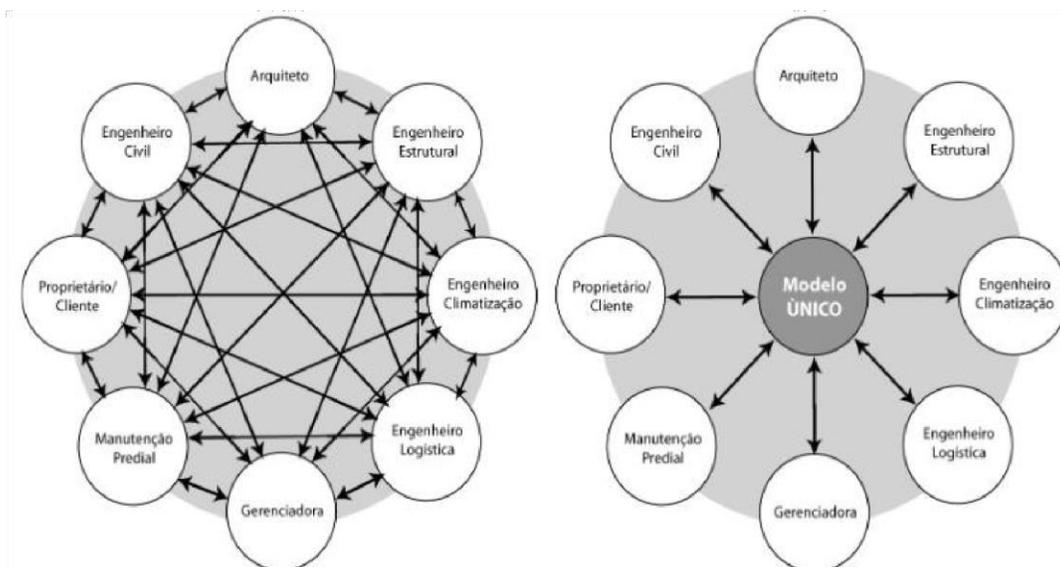
Devido a isso, países como Estados Unidos, Singapura, Holanda, China, Reino Unido, e outros acreditam cada vez mais que o BIM é o futuro, e devem encorajar seu uso por meio de programas governamentais. Com a iniciativa do governo de alguns países de exigir o uso da ferramenta no ciclo de vida das obras, a adaptação ao novo método foi estimulada e, portanto, acelerada. Implementações e discussões de BIM continuam a aumentar em intensidade à medida que mais organizações e órgãos nacionais reconhecem seu potencial (Khemlani, 2012; Succar, 2009).

Até pouco tempo, “projetos arquitetônicos limitavam-se à representação do edifício acabado, sem grandes informações sobre o processo construtivo” (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial [ABDI], 2017a). No método tradicional, tudo isso é feito por um coordenador, que soluciona as questões que surgem no canteiro de obras. No Brasil, principalmente, a cultura vigente é deixar os problemas para resolver na prática. Isso acarreta geralmente aumento de custos pelo natural aumento de desperdícios e, dependendo do problema a ser resolvido, pode comprometer até o cronograma de obras (ABDI, 2017b). Especialmente no setor público esse é um problema crônico, que leva a recorrentes aditivos contratuais (Quintas, 2020).

Assim, em maior ou menor grau, é necessária uma alteração cultural da organização (Manziona, 2013), de modo que a adoção do BIM exige uma mudança prática no processo de trabalho existente (Ghaffarianhoseini et al., 2017). O primeiro passo para uma transição bem

sucedida entre o processo tradicional de projeto para o BIM é a compreensão do conceito de projeto aliado à maquete virtual, definido pela integração multidisciplinar de dados do projeto, opondo-se aos processos CAD, onde o fluxo é fragmentado e calcificado (Bernstein & Pittman, 2004). A Figura 1 demonstra que o projeto é desenvolvido agregando-se todas as informações pertinentes em cada fase da edificação, satisfazendo todos os usos e todo o ciclo de vida da obra.

Figura 1: Comparação entre processos CAD (esquerda) e processos BIM (direita).



Fonte: Adaptado de Câmara Brasileira da Indústria da Construção [CBIC], 2017.

Segundo ABDI (2017b), o produto dessa interação é um banco de dados composto por um modelo tridimensional, com todas as propriedades definidoras de seus componentes, seus materiais e suas características específicas, levantamento de quantidades, custos, análises energéticas, acústicas, luminotécnicas, dentre outras.

Embora existam exemplos reais de iniciativas de implantação de BIM bem sucedidas, seguindo alguns processos formais, as boas práticas mostram claramente que a sua implementação deve ocorrer por meio do estabelecimento de um projeto formal estruturado e documentado, em que os principais objetivos a serem alcançados ao migrar para o BIM devem ser claramente definidos. É importante que se estabeleça um projeto piloto que não deve ser muito complicado ou

muito simples, e que represente os empreendimentos mais comumente realizados pela instituição. Portanto, os objetivos da implementação do BIM devem conversar com os objetivos da própria instituição, a fim de melhorar seus processos e atividades, principalmente as mais críticas (CBIC, 2017).

No Brasil a utilização vem crescendo, mas ainda de forma lenta (Kassem & Leusin, 2015). Estima-se, que a adoção da metodologia esteja próxima a 5% da indústria da AECO atualmente. Por sua vez, os órgãos públicos que implantaram com sucesso são especialmente o Exército Brasileiro e o Governo do Estado de Santa Catarina. Diante disso, Moore e Dainty (2001) apresentam a ideia de “*gap de adoção*”, e demonstram que é preciso fazer uma ponte para adotar novas tecnologias com sucesso. No entanto, nesta abordagem inicial, o setor público precisa estar ciente de modo a desenvolver uma estratégia coerente e proativa durante o processo de implementação (Lopez, 2019).

Neste sentido, o presente estudo busca trazer à luz a discussão do BIM com foco na área pública, usando como recorte a Secretaria Estadual de Obras e Serviços Públicos (SEOSP) do Estado de Rondônia, com o objetivo de levantar a atual estrutura macro processual interna e apresentar uma estratégia para implantação do conceito BIM como plataforma oficial para projeção, execução e manutenção de obras institucionais públicas no Governo do Estado de Rondônia.

## **2. MÉTODO**

O estudo assume caráter exploratório (Lakatos & Marconi, 2003), já que permite abordar o tema de forma a aprofundar os conhecimentos, por meio da revisão da literatura, de modo a criar familiaridade com o tema e conhecer a natureza dos fenômenos e a forma como se constituem os

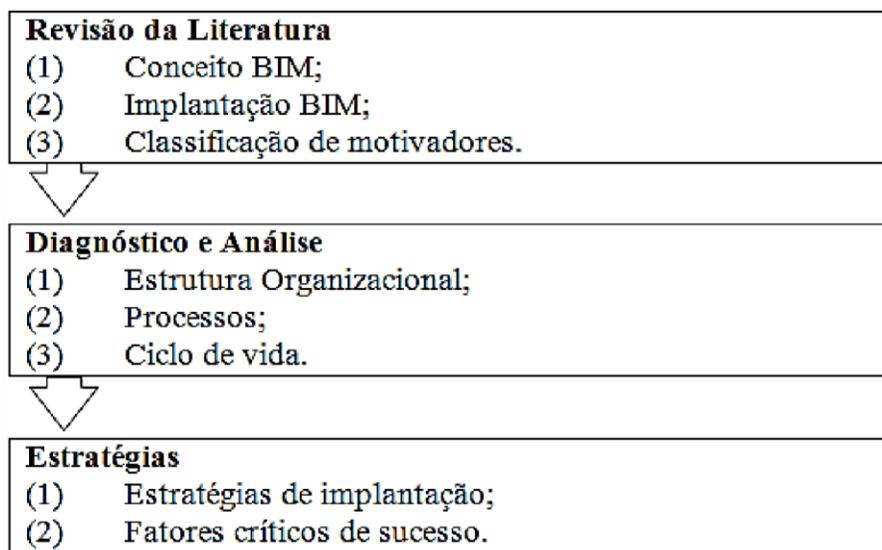
processos e características com a finalidade de atender o objetivo da pesquisa. Incorpora-se a esta a abordagem de estudo de caso (Gil, 2008), com *locus* da pesquisa no Governo do Estado de Rondônia, importante estado da região da Amazônia Ocidental Brasileira, em que os processos de planejamento e contratação de obras de AECO são realizados pela Secretaria de Obras e Serviços Públicos (SEOSP). O método é composto por uma divisão em três etapas, conforme a Figura 2.

A primeira fase consistiu em uma metodologia de pesquisa baseada em revisão bibliográfica acerca do estado da arte: artigos científicos revisados por pares, dissertações, teses, manuais e protocolos de referência para implantação de BIM.

No segundo momento, a fim de justificar a aderência da corrente proposta foi realizado um levantamento da atual estrutura organizacional do Governo do Estado de Rondônia por meio de entrevista semiestruturada com gerentes da SEOSP, com foco nos processos vigentes executados pelo órgão. O mapeamento dos processos é essencial, pois mostra o sequenciamento e a comunicação entre os membros das equipes (Computer Integrated Construction Research Program [CICRP], 2011).

O estudo é finalizado com a apresentação de estratégias para implantação de BIM para o caso estudado, adequando aos aspectos que delineiam a realidade estrutural atual.

Figura 2: Estrutura metodológica.



Fonte: Elaboração própria.

### 3. DIAGNÓSTICO E ANÁLISE

O mapeamento de processo é uma ferramenta de visualização completa que pode ser usada para entender as atividades realizadas e as relações entre elas. Esta compreensão permite que se intervenha no processo de forma a aperfeiçoá-lo (Correia, Leal, & Almeida, 2002).

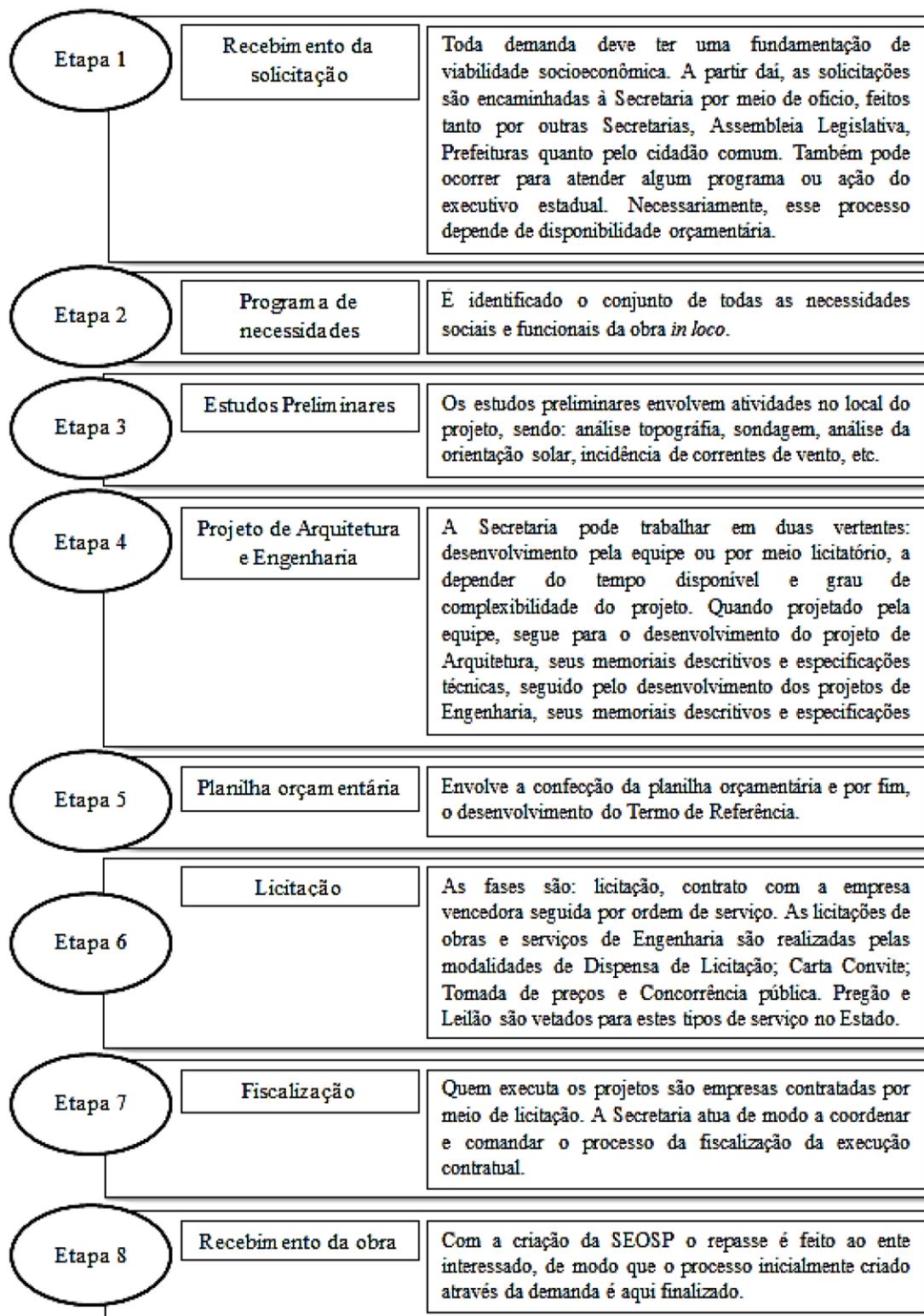
A implantação do BIM muda profundamente o processo de projeto, suas etapas e seu controle (Sacks, Eastman, & Lee, 2011). Neste sentido, a Figura 3 apresenta o quadro atual da organização, indicando como se dão os atuais fluxos, a partir das entrevistas realizadas com os gerentes da SEOSP.

Atualmente todos os processos e procedimentos são de forma digital através da plataforma SEI (Serviço Eletrônico de Informação) e todas as informações necessárias para a sociedade estão disponíveis no Portal da Transparência do Governo

(<https://www.transparencia.ro.gov.br/>). A comunicação interna da equipe ocorre através de uma equipe técnica, normalmente chefiada pela figura do Arquiteto, que faz as compatibilizações dos diferentes projetos até que o produto seja finalizado.

Os projetos arquitetônicos em geral são elaborados pelas equipes técnicas internamente, produzidos em formato seriado, com pouca interação entre as demais áreas, sendo normalmente desenvolvidos através de metodologia CAD, em formato bidimensional. Alguns indivíduos utilizam softwares BIM, porém sem aplicação em um contexto colaborativo, conforme abordado em sua proposta conceitual. Isso denota que apenas a vertente de software está sendo abordada, e em partes, enquanto as duas outras dimensões (pessoas e processos) seguem sem implantação. Por sua vez, os projetos de Engenharia utilizam os softwares da AltoQi, também fora de um contexto colaborativo.

Figura 3: Fluxo processual na SEOSP.



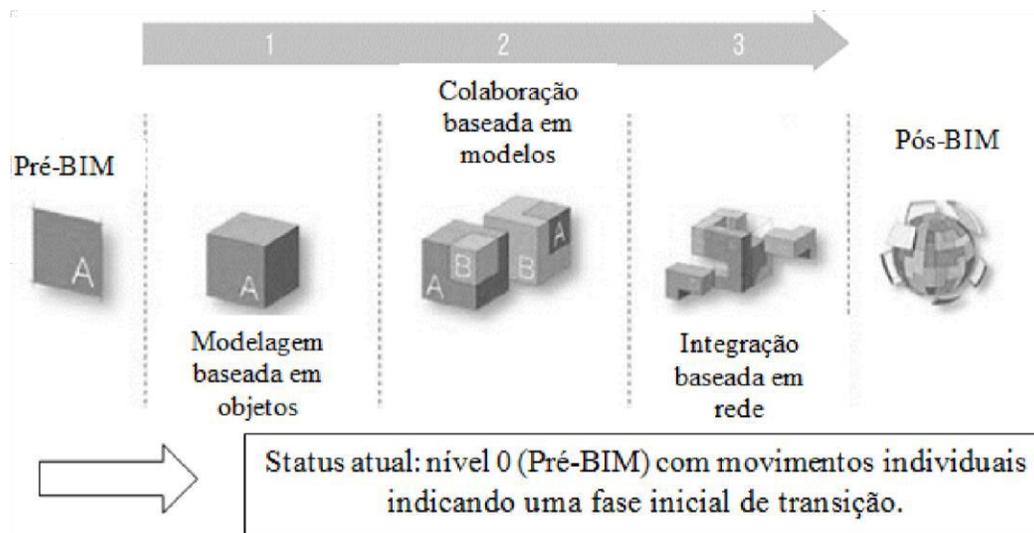
Fonte: Elaboração própria.

Conforme Melhado e Violani (1992), o processo atual de uma obra, de forma recorrente, promove uma dissociação entre o processo de projeto e a construção, cabendo ao projeto muitas vezes o papel de mero cumpridor de formalidade, postergando as decisões para a etapa das obras. Neste ponto, o processo atual, composto por etapas sucessivas tende a segmentar ainda mais o processo, promovendo justamente a dissociação entre a fase de projeto e sua construção.

Outro ponto importante diz respeito à ausência de interoperabilidade das informações, que culmina em um baixo desempenho. Como a maioria dos processos de um projeto são baseados em documentos, isso pode causar inconsistências entre os projetos (Isikdag E Underwood, 2010).

O desenvolvimento de uma estratégia de adoção BIM confiável requer informações sobre a maturidade atual da organização, a fim de detectar lacunas (Jayasena & Weddikkara, 2013). Portanto, para se propor diretrizes que afetam o relacionamento entre os agentes do processo, é importante entender que cada organização pode ser enquadrada em um grau de maturidade. Dessa forma, a maturidade dos processos encontrados neste estudo permanece no nível 0, considerado “Pré-BIM”, com algumas abordagens iniciais no sentido de avançar para o nível 1, conforme Figura 4. É válido afirmar ainda, que não ocorre produção de projetos por meio de modelos, sendo esses baseados em desenhos, linhas e textos (Succar, 2009).

Figura 4: Níveis de Maturidade conforme modelo de Succar e nível de maturidade diagnosticado.



Fonte: Adaptado de Succar (2009).

Nesse sentido, o BIM pode contribuir facilitando a comunicação entre a equipe, promovendo interoperabilidade, reduzindo o número de revisões e retrabalhos em projetos, controlando de forma realista o cronograma, reduzindo aditivos contratuais, visando obter maior eficiência na execução dessas ações.

### 3.1. ESTRATÉGIA DE IMPLANTAÇÃO NA SEOSP

Leicht (2009) afirma que existem três características que definem uma colaboração: (1) colaboração é um processo; (2) colaboração envolve a interação de duas ou mais pessoas e (3) as pessoas precisam trabalhar juntas a fim de atingir um objetivo.

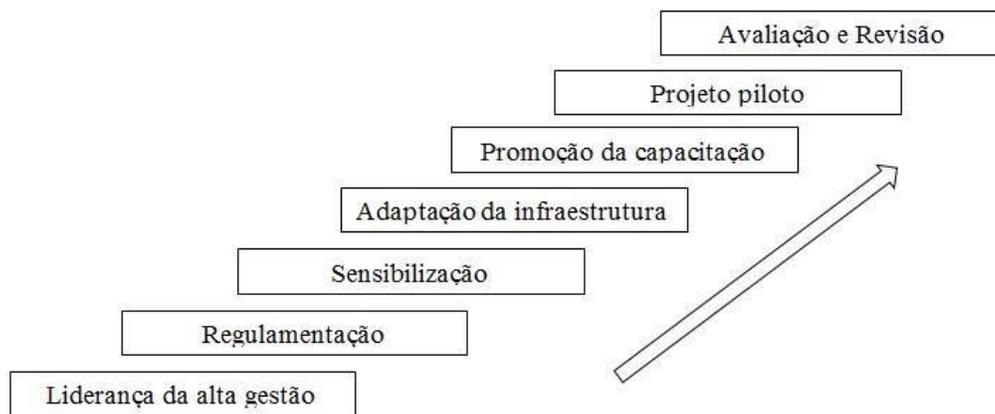
Por que tratar de colaboração? O trabalho colaborativo e o BIM são considerados o estágio superior a ser alcançado nesse processo de desenvolvimento. No entanto, o Institute of Industrial & Systems Engineers [IISE] (2011), denota que para alcançar uma transformação organizacional bem sucedida, os líderes devem se concentrar nas mudanças nos pilares fundamentais:

1. Pessoas: alterar as políticas, redefinir comportamentos esperados, reestruturar os sistemas de recompensas e realocar pessoas;
2. Processos: remodelar a estrutura organizacional, redesenhar processos e redefinir o planejamento estratégico;
3. Tecnologia: adotar novas tecnologias, investir em software e hardware.

Succar e Kassem (2015, p. 1) apontam que “[...] a implementação do BIM se refere a um conjunto de atividades realizadas por uma organização para preparar, desenvolver ou melhorar as entregas e os fluxos de trabalho BIM relacionados”.

Uma estratégia em particular foi formulada por Kassem e Leusin (2015) para nortear a implementação coordenada do BIM no domínio público, de forma a implantar gradativamente o seu uso, sendo apresentada pela Figura 5.

Figura 5: Estratégia de implementação BIM proposta para a SEOSP.



Fonte: Elaboração própria.

Conforme a sequência de atividades estratégicas demonstradas acima, discute-se como a teoria *top down* deve ser aplicada. Wong, Wong e Nadeem (2009) apontam que o apoio do Governo para a implementação levará a indústria da AECO a se desenvolver no sentido de criar um ambiente positivo para a ampla aceitação e desenvolvimento do BIM. No entanto, se esse suporte for fraco,

a organização não irá aumentar o fator de colaboração interno, e permanecerá descentralizado, como se dispõe atualmente.

Dessa forma, tudo começa com a decisão da alta gestão. Assim como envolve processos e tecnologia, a adoção do BIM envolve pessoas, por isso é necessário que a alta gestão apoie o processo, a fim de gerar o engajamento necessário.

Um dos principais desafios enfrentados é a implantação do BIM de forma a determiná-la como política de Estado. Segundo Gurevich e Sacks (2017), a adoção sem regulamentação pode levar a diferentes expectativas, diminuindo o cumprimento dos benefícios potenciais do BIM, já que novos governos podem não compreender sua relevância.

Inicialmente, é necessário entender as recomendações deste método, sabendo que o fluxo de trabalho atual seria revisado. Essa sensibilização pode ser entendida como um método teórico, que pode ser realizado por meio de eventos educacionais, palestras, cursos (teóricos) ou análise de estudos de caso em órgãos públicos similares. Deve ser prestado suporte aos corpos funcionais e técnicos (CBIC, 2016; Brasil, 2019). Para tanto, são necessárias apresentações específicas destinadas a públicos internos, dentre eles o corpo técnico dos setores de projeto, fiscalização, planejamento, administrativo e financeiro, além de alguns profissionais que atuam em serviços complementares, tal como os assessores (Paraná, 2020). Chiavenato (2014) denota que uma das principais características de uma cultura de sucesso, decorre do alinhamento dos colaboradores para com a visão de futuro da organização.

Em seguida, tem-se a necessidade de aplicar investimento em hardware e licenças de softwares. Durante o dimensionamento da infraestrutura, devem ser considerados equipamentos que atendam aos requisitos mínimos exigidos pelos softwares, de modo que eles mantenham um

bom desempenho ao longo dos anos, sempre considerando um investimento com ROI (*Return of Investment*) positivo no médio/longo prazo (Paraná, 2020).

A partir daqui sugere-se a realização de cursos (práticos). Os treinamentos podem ser realizados por empresas contratadas através de processo licitatório, de modo que estas devem fornecer suporte, seja na implantação dos equipamentos e das licenças, seja no manuseio em geral. O próximo passo seria a indicação de um líder BIM. Ao longo do tempo, servidores que demandem certas especificidades podem ser capacitados em cursos práticos de forma pontual. (Brasil, 2019; Paraná, 2020).

O objetivo do projeto piloto é ser capaz de fornecer uma aproximação preliminar ao modelo ou processo de modelagem e compará-lo com o padrão vigente. Existem duas possibilidades aqui: na primeira, os projetos pilotos serão virtuais, se a organização não desejar sofrer os efeitos de problemas que podem surgir; na segunda possibilidade é escolher projetos reais com folga de prazos (Brasil, 2019).

Após o término do projeto piloto, avaliar os resultados é importante para consolidar o processo. Reuniões de análise devem ser planejadas dentro de uma faixa temporal para fazer possíveis ajustes (Coelho & Sotelino, 2017). Devido ao ciclo de uma construção ser longo, de modo forçoso o plano de implantação terá prazo total de alguns anos.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É uma tarefa impossível fazer a transição de um estágio zero de maturidade para o de uso pleno de *Building Information Modeling*. Succar (2009) conceitua dois estágios que separariam o pré-BIM do BIM integrado, sendo o estágio da modelagem, que por sua vez é baseada em objetos, e o estágio da colaboração, baseada em modelos. O autor por fim também define uma fase,

denominada “pós-BIM”. Inevitavelmente, o caminho evolutivo ocorre através de estágios intermediários, até que se alcancem os objetivos.

Esta pesquisa tinha o objetivo de levantar a atual estrutura macro processual interna e apresentar uma estratégia para implantação do conceito BIM como plataforma oficial para projeção, execução e manutenção de obras institucionais públicas no Governo do Estado de Rondônia. A partir deste estudo foi possível compreender o elevado potencial de aplicabilidade do conceito BIM, dentro do paradigma de transformação digital e virtualização que permeia o espaço da AECO no Brasil.

O caso estudado, apesar de não atuar em todo o ciclo de vida e se restringir até a entrega do empreendimento, demonstra um grande espaço ainda a ser ocupado pela inovação tecnológica, haja vista que o processo atual é composto por etapas sucessivas, em formato segmentado e linear, o que promove a dissociação entre a fase de projeto e a construção, com ausência de interoperabilidade das informações, que culmina em um baixo desempenho.

Os líderes devem se concentrar nas mudanças nos pilares fundamentais, sendo elas as pessoas, a tecnologia e os processos. Para uma implementação adequada, todos os setores devem compreender que irão ocorrer mudanças organizacionais, de modo que os integrantes da equipe precisam se adaptar aos novos procedimentos, que demandam novos saberes.

Na proposta de estratégias para implantação da metodologia BIM apresentada neste estudo, buscou-se a apresentação das etapas necessárias para uma implantação eficaz, e espera-se que a organização como um todo possa se beneficiar com a metodologia proposta.

Embora os resultados se restrinjam ao fluxo de trabalho de uma secretaria específica, além de servirem de referência ou base para novas análises e proposições, continuam a ser úteis para as discussões sobre a disseminação do BIM nas mais diversas atividades do serviço público. É através

dessa provocação, desafiando o *status quo*, que este trabalho atuou, a fim de demonstrar que a implantação do BIM é orientada por processos, pessoas e tecnologia e que, apesar de não ser uma tarefa trivial, é possível.

## REFERÊNCIAS

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial [ABDI]. (2017a). *A Implantação de Processos BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC*. Vol. 6. Brasília.

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial [ABDI]. (2017b). Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. *Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC*. Vol. 1. Brasília.

Bernstein, P.G., & Pittman, J.H. (2004). Barriers to the adoption of building information modeling in the building industry, White paper, *Autodesk Building Solutions*, New York (NY).

Brasil. *Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019*. Institui criação da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm#art14](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm#art14)>. Acesso em: 05 fev. 2021.

Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of building information modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, v. 31, n. 7, p. 971–980.

Câmara Brasileira Da Indústria Da Construção [CBIC]. (2017). *Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras*. Brasília: CBIC.

Chiavenato, I. (2014). *Gestão de Pessoas: o Novo Papel dos Recursos Humanos nas Organizações*. 4. ed. Barueri: Manole.

Computer Integrated Construction Research Program [CICRP]. (2011). *The Pennsylvania State University. BIM Project Execution Planning Guide*. v. 2.1. Disponível em: <<http://www.engr.psu.edu/bim>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

Coelho, J. F. L., & Sotelino, E. D. (2017). Estudo empírico para proposta de diretrizes para implantação do BIM em pequenas e médias empresas no Brasil. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.

Correia, K. S. A., Leal, F., & Almeida, D. A. (2002). Mapeamento de processo: uma abordagem para análise de processo de negócio. *Anais ... Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Curitiba.

Eastman, C. M. (1975). The use of computers instead of drawings in building design. *The American Institute of Architects Journal*, 63: 46-50.

Fabricio, M. M., & Melhado, S. B. (2002). *Projeto simultâneo na construção de edifícios*. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Ghaffarianhoseini, A., Tookey, J., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Azhar, S., Efimova, O., & Raahemifar, K. (2017). Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits,

understanding its implementation, risks and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 75, P.1046-1053.

Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6.ed. São Paulo: Atlas.

Gurevich, U., & Sacks, R. (2017). *Development of a BIM Adoption Impact Map*. Joint Conference on Computing in Construction. Heraklion, Greece.

Institute of Industrial & Systems Engineers [IISE]. (2011). *People, Process, Technology – The Three Elements for a Successful Organizational Transformation*. EUA.

Isikdag, U., & Underwood, J. (2010). Two design patterns for facilitating building information model-based synchronous collaboration. *Automation in Construction*, v.19:5, 19, p. 544–553.

Jayasena, H. S., & Weddikara, C. (2013). *Assessing the BIM Maturity in a BIM Infant Industry*. The Second World Construction Symposium: Socio-Economic Sustainability in Construction, Colombo, p. 62–69.

Kassem, M., & Leusin, S. (2015). *BIM: Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia*. Relatório Técnico. Projeto apoio aos diálogos setoriais União Europeia – Brasil: Brasília.

Khemlani, L. (2012). *Around the World with BIM*, AECbytes, [www.aecbytes.com/feature/2012/Global-BIM.html](http://www.aecbytes.com/feature/2012/Global-BIM.html)

Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2003). *Fundamentos da Metodologia Científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas.

Leicht, R. M. (2009). A framework for planning effective collaboration using interactive workspaces. *Tese* (Doutorado em Engenharia Civil) – The Pennsylvania State University.

Lopez, E. L. (2019). BIM as a change driver in public organizations. *Transactions on The Built Environment*, v.169, p.169-175.

Manziane, L. (2013). Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM. *Tese* (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Melhado, S. B., & Violani, M. A. F. (1992). *A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios*. São Paulo: EPUSP.

Moore, D. R., & Dainty, A. R. J. (2001) Intra-team boundaries as inhibitors of performance improvement in UK design and build projects: a call for change. *Construction Management and Economics*, 19:6, 559-562.

Nederveen, G. A., & Tolman, F. P. (1992). Modelling multiple views on buildings. *Automation in Construction*, v. 1, n. 3, p.215–224.

Paraná. (2020). *Plano de Implantação da Metodologia BIM*. Curitiba. Disponível em: <[http://www.paranacidade.org.br/arquivos/File/BIM/Plano\\_de\\_Implantacao\\_BIM\\_Paranacidade\\_-\\_publicacao.pdf](http://www.paranacidade.org.br/arquivos/File/BIM/Plano_de_Implantacao_BIM_Paranacidade_-_publicacao.pdf)>. Acesso em: 18 mai. 2021.

Quintas, M. C. (2020). Metodologia BIM para controle de Obras Públicas. *Boletim do Gerenciamento*, [S.l.], v. 15, n. 15, p.13-21.

Sacks, R., Eastman, C., & Lee, G. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. 3.ed. John Wiley & Sons.

Succar, B. (2009). Building Information Modeling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, v. 18, n. 3, p.357-375.

Succar, B., & Kassem, M. (2015). Macro-BIM adoption: Conceptual structures. *Automation in Construction*, v.57, p.64-79.

Wong, A. K. D., Wong, F. K. W., & Nadeem, A. (2009). Comparative roles of major stakeholders for the implementation of BIM in various countries. Conference: Changing Roles: New Roles, New Challenges At: Noordwijk aan zee, the Netherlands.