



Industrialização, Digitalização,
Desempenho

5º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação
e Comunicação na Construção e 5º Workshop de
Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos

FLORIANÓPOLIS-SC | 20 a 22 de agosto

1º ESTUDO COMPARATIVO ENTRE *FRAMEWORKS* CORPORATIVOS E ACADÊMICOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE BIM

Comparative Study between Corporate and Academic Frameworks for BIM Implementation

Caroline Kehl

Unicamp | Campinas, São Paulo | kehl.caroline@gmail.com

Regina Coeli Ruschel

Unicamp | Campinas, São Paulo | ruschel@unicamp.br

RESUMO

O artigo apresenta um estudo comparativo entre *frameworks* de implementação de BIM (*Building Information Modeling*) nos contextos corporativo e educacional, em que o problema de pesquisa consiste em identificar quais são as semelhanças, diferenças e possibilidades de aplicabilidade cruzada entre eles. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e explora diversos *frameworks* consolidados na literatura científica, tanto voltados à adoção organizacional do BIM quanto à sua incorporação em currículos acadêmicos. A partir da construção de uma matriz analítica, o estudo evidencia que, apesar de operarem em contextos distintos, os *frameworks* compartilham pilares estruturais como processos, tecnologia e pessoas. No setor corporativo, há ênfase em desempenho, governança e resultados mensuráveis, com forte atuação de lideranças técnicas. Já no âmbito educacional, a abordagem privilegia a formação por competências, o uso de taxonomias cognitivas e a centralidade da mediação pedagógica. A análise também destaca a possibilidade de convergência entre os contextos: o ensino pode se beneficiar de práticas aplicadas à indústria, como a definição de indicadores e o uso de projetos-piloto, enquanto as empresas podem incorporar metodologias pedagógicas voltadas ao desenvolvimento contínuo. O artigo conclui que a integração entre estratégias educacionais e organizacionais pode fortalecer a maturidade BIM e contribuir para uma cultura mais colaborativa e inovadora no setor da construção.

Palavras-chave: Estrutura Conceitual, Adoção, Implantação, Ensino, Educação.

ABSTRACT

The article presents a comparative study between BIM (Building Information Modeling) implementation frameworks in corporate and educational contexts, in which the research problem consists of identifying the similarities, differences and possibilities of cross-applicability between them. The research adopts a qualitative approach and explores various established frameworks from the scientific literature, both focused on organizational BIM adoption and its integration into academic curricula. Based on the construction of an analytical matrix, the study reveals that, although operating in distinct environments, the frameworks share structural pillars such as processes, technology, and people. In the corporate sector, the emphasis lies on performance, governance, and measurable outcomes, with a strong role played by technical leadership. In contrast, the educational context prioritizes competency-based learning, cognitive taxonomies, and the central role of pedagogical mediation. The analysis also highlights the potential for convergence between both spheres: education can benefit from industry practices such as the definition of indicators and the use of pilot projects, while companies can adopt pedagogical methodologies focused on continuous development. The article concludes that integrating educational and organizational strategies can strengthen BIM maturity and contribute to building a more collaborative and innovative culture in the construction sector.

Keywords: Framework, Adoption, Implantation, Teaching, Education.

1 INTRODUÇÃO

A adoção do BIM tem se expandido mundialmente, impulsionada por benefícios como redução de custos, ganho em produtividade e melhoria na qualidade dos projetos (McGraw-Hill, 2014). A modelagem da informação da construção vem provocando mudanças profundas na indústria, impactando as etapas de planejamento, concepção, execução e administração dos empreendimentos. Muitas empresas dos setores de arquitetura, engenharia e construção (AEC) relataram vantagens competitivas significativas após sua implementação. Apesar disso, ainda há obstáculos à sua implementação. Uma das principais razões para isso reside nas dificuldades em nível organizacional. No entanto, há poucos estudos extensivos que analisem e sintetizem a literatura sobre a implementação organizacional do BIM (Abbasnejad *et al.*, 2021). Paralelamente, no ensino a crescente necessidade por profissionais capacitados em BIM tem pressionado o setor de recursos

¹KEHL, C.; RUSCHEL, R.C. Estudo Comparativo entre *Frameworks* Corporativos e Acadêmicos para Implementação de BIM. In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2025, Florianópolis. *Anais [...]*. Porto Alegre: ANTAC, 2025.

humanos, levando as organizações a buscar talentos especializados no mercado ou investir na formação interna (Smith; Tardif, 2009; Wu; Isa, 2013).

Há uma variedade de estruturas conceituais (*frameworks*) desenvolvidas para apoiar a adoção do BIM tanto em organizações da indústria quanto em instituições de ensino. Esses modelos oferecem diretrizes para definir processos, estabelecer padrões, selecionar tecnologias e planejar estratégias de formação. Neste trabalho, são apresentados *frameworks* voltados à implementação do BIM tanto em empresas quanto em instituições de ensino e o problema de pesquisa consiste em identificar quais são as semelhanças, diferenças e possibilidades de aplicabilidade cruzada entre eles (o que o ensino pode aprender com empresas e vice-versa).

Os *frameworks* de implementação de BIM configuram-se como ferramentas estruturais fundamentais para guiar a adoção do BIM no contexto organizacional. Eles oferecem orientações que viabilizam a aplicação prática das competências desenvolvidas, ao mesmo tempo em que sistematizam os processos necessários para implementação eficaz e gestão adequada dos modelos digitais. Dessa forma, a articulação entre as competências profissionais e os *frameworks* de implementação é decisiva para o alcance dos objetivos do BIM e para o fortalecimento de práticas colaborativas e eficientes.

O objetivo deste artigo é comparar *frameworks* de implementação de BIM em contextos corporativos (indústria/empresas) e educacionais (academia/instituições de ensino), de modo a:

- Identificar elementos comuns;
- Apontar especificidades contextuais;
- Avaliar a aplicabilidade cruzada.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo possui abordagem qualitativa, com foco exploratório. Inicialmente, foi realizado o levantamento de *frameworks* existentes na literatura científica. No caso do setor corporativo, foram selecionados *frameworks* aplicados à indústria da construção com base em estudos de caso, modelos conceituais e propostas de implantação validadas em ambientes organizacionais. Para o contexto educacional, foram reunidos *frameworks* voltados à integração do BIM em currículos de cursos técnicos e de graduação, considerando estruturas pedagógicas, taxonomias de aprendizagem e estratégias de formação por competências.

A seleção dos *frameworks* apresentados neste estudo seguiu critérios de relevância, representatividade e abrangência metodológica, considerando modelos amplamente citados na literatura científica e aplicados em diferentes contextos institucionais, por meio de revisão de literatura tradicional. No total, foram analisados 11 *frameworks*, sendo quatro voltados à implementação do BIM em organizações do setor da construção (Coates *et al.*, 2010; Gu; London, 2010; Miceli Jr. *et al.*, 2020; Sena; Fabricio, 2022) e sete relacionados à integração do BIM no ensino técnico e superior (Macdonald, 2011; Sacks; Pikas, 2013; Ahn; Cho; Lee, 2013; Rodriguez *et al.*, 2017; Huang, 2018; Guo *et al.*, 2023; Ruschel; Kehl, 2024). A busca foi realizada entre os meses de janeiro e março de 2025, com foco em publicações indexadas nas bases Scopus, Web of Science, e ScienceDirect. O recorte temporal priorizou estudos publicados entre 2010 e 2024, abrangendo experiências internacionais e nacionais. Foram considerados artigos em português e inglês, com ênfase em aplicações práticas comprovadas, impacto acadêmico reconhecido ou que propusessem metodologias sistemáticas para adoção ou ensino do BIM. Essa delimitação visou garantir a diversidade de abordagens e a comparabilidade entre os contextos analisados.

Com os dados coletados, procedeu-se à construção de uma matriz de análise comparativa, estruturada em categorias como finalidade do *framework*, abordagem metodológica, dimensões abordadas, ênfase nas competências, papel dos agentes envolvidos, escopo de aplicação e metodologia de desenvolvimento. Essa matriz possibilitou uma análise cruzada entre os dois contextos, permitindo identificar elementos comuns, especificidades contextuais e potenciais de aplicabilidade cruzada. A discussão foi conduzida a partir de uma análise temática das categorias, buscando evidenciar padrões emergentes, lacunas e oportunidades de convergência entre os *frameworks* analisados. Essa abordagem permitiu a sistematização de achados relevantes e a proposição de diretrizes integradoras entre ensino e prática profissional no campo do BIM.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Levantamento dos Frameworks

De modo geral, existem poucos *frameworks* voltados à implementação do BIM em **empresas** da indústria da construção civil. Coates *et al.* (2010) propõem um método fundamentado em estudo de caso, ao passo que Gu e London (2010) desenvolvem um modelo decisório voltado à elaboração de Planos de Implementação. Apesar de haver pontos em comum entre as abordagens, elas se mostram complementares.

Coates *et al.* (2010) abordam integralmente o ciclo de implementação do BIM, contemplando as fases de planejamento, execução e avaliação. O estudo apresenta a experiência prática de adoção do BIM em um projeto do tipo KTP (*Knowledge Transfer Partnership*). Em síntese, o *framework* proposto pelos autores é estruturado em cinco etapas para a adoção do BIM (Quadro 1).

Quadro 1: Etapas do *framework* de Coates *et al.* (2010)

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5
Revisão detalhada e análise da prática atual: produção de fluxogramas dos processos vigentes; análise dos <i>soft systems</i> ; revisão dos sistemas de tecnologia de informação; revisão e análise das partes interessadas e identificação de vantagens competitivas da implementação do BIM.	Identificação de ganhos de eficiência com a implementação do BIM: constatação de benefícios pretendidos com a adoção do BIM.	Desenho de novos processos de negócios e caminho para a adoção de tecnologia: produção de estratégias detalhadas; documentação de processos e procedimentos Lean; identificação dos principais indicadores de desempenho (<i>Key Performance Indicators</i> – KPI) e documentação do Plano de Implementação BIM.	Implementação e desenvolvimento do BIM: aplicação do BIM em três projetos-piloto diferentes (passado, atual e futuro); treinamento do pessoal interno e externo (e demais partes interessadas); desenvolvimento e melhoria das capacidades da empresa; documentação e integração de processos e procedimentos.	Revisão do projeto, disseminação e integração ao plano estratégico: sustentar novos produtos e processar propostas e avaliação e disseminação do projeto.

Fonte: as autoras com base em Coates *et al.*, 2010.

Gu e London (2010) destacam que há indícios de diferentes níveis de maturidade na adoção do BIM, o que justifica a criação de uma ferramenta específica para apoiar essa adoção conforme o estágio identificado. Os autores apontam que a incorporação do BIM demanda transformações em quatro domínios interconectados: processos de trabalho, recursos disponíveis, definição e escopo do projeto, e mapeamento de ferramentas. Esses componentes são condicionados por: etapa do ciclo de vida, objetivos do uso do BIM vinculados às exigências do projeto, expectativas dos *stakeholders* e competências da equipe envolvida. Em termos gerais, o *framework* proposto pelos autores (2010) está estruturado em quatro componentes para a implementação do BIM (Quadro 2).

Quadro 2: Partes do *framework* de Gu e London (2010)

Parte 1	Parte 2	Parte 3	Parte 4
Definição do escopo, propósito, funções, relações e fases do projeto: são necessárias decisões críticas no início da implementação no projeto e/ou na organização para permitir um ambiente empresarial e cultural de apoio ao fluxo simplificado e gerenciamento de dados/informações.	Desenvolvimento de roteiros de processos de trabalho: diretrizes para compreender, definir e descrever o processo de trabalho inter e intraorganizacional para orientar a integração do BIM como parte corriqueira dos negócios.	Identificação dos requisitos técnicos do BIM: o conhecimento abrangente dos softwares BIM comerciais e de suas capacidades é importante. Os instrumentos e os níveis de interoperabilidade são dinâmicos e, portanto, os requisitos do projeto precisam ser definidos no início. Tornam-se necessários requisitos de implementação BIM relativos à compatibilidade de instrumentos para compartilhamento de modelos multidisciplinares e servidores.	Personalização da estrutura e avaliação de habilidades, conhecimentos e capacidades: a avaliação das habilidades, conhecimentos e capacidades existentes é necessária para estar preparado para a adoção do BIM.

Fonte: as autoras com base em Gu e London (2010).

Miceli Jr *et al.* (2020) propuseram, no contexto brasileiro, uma estrutura conceitual fundamental de BIM voltada à adoção eficaz em instituições públicas federais. O estudo apresenta os resultados de duas experiências de implementação do BIM nas Forças Armadas. A partir de uma revisão da literatura, os autores organizam o *framework* em três grupos principais, cujas atividades são desenvolvidas de forma sequencial e descritas a seguir (Quadro 3).

Quadro 3: Grupos do *framework* de Miceli Jr *et al.* (2020)

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Gerenciamento da governança: Solicitação de construção, planejamento do projeto, desenvolvimento do projeto (atividades dos grupos 2 e 3 em paralelo), supervisão do projeto e do modelo, preparação da proposta, licitação e contratação.	Gerenciamento do produto: Planejamento do projeto, estudo de viabilidade, coleta de dados, programação, rascunho, projeto esquemático e projeto detalhado.	Gerenciamento do modelo: Requisitos de Informação do Empregador, Plano de Execução BIM, Plano de Execução do Projeto e desenvolvimento do Building Information Model.

Fonte: as autoras com base em Miceli Jr *et al.* (2020).

Um outro estudo nacional propôs uma estrutura conceitual voltada à implementação do BIM em empresas de construção e incorporação no setor brasileiro de arquitetura, engenharia e construção (Sena; Fabricio, 2022). Para desenvolver a estrutura conceitual, os autores se basearam em estudos e análises de projetos-piloto conduzidos em duas empresas brasileiras do setor. O objetivo principal da estrutura foi integrar princípios construtivos, estimativas orçamentárias e diretrizes de planejamento de obras, viabilizando a aplicação do BIM nos níveis 3D, 4D e 5D. De forma geral, a estrutura é apresentada em três blocos (Quadro 4).

Quadro 4: Etapas do *framework* de Sena e Fabricio (2022)

Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
Procedimentos ou Diretrizes Estruturais Internacionais ou Nacionais: procedimento de Plano de Execução BIM; identificação dos objetivos e usos do BIM; 3D, 4D, 5D e outros usos; planejar o processo de execução do empreendimento com base em BIM; desenvolver as trocas de informação definir a infraestrutura de suporte para a implementação do BIM.	Diretrizes, restrições e definições específicas do contexto: definição do protótipo e projetos-piloto; definição de softwares e tecnologia; definição de sistemas construtivos e disciplinas modeladas; definição de premissas iniciais de coordenadas do divisões/partes do modelo; modelagem do protótipo e protótipo modelado para cada sistema construtivo.	Implementação BIM da empresa: Processo para definição do escopo do modelo, criação de famílias e bases para 4D e 5D com base nos métodos construtivos + informação de planejamento e orçamentação + definição de objetos e famílias; geração de modelos (templates) e do planejamento da execução do projeto (BIM Execution Planning).

Fonte: as autoras com base em Sena e Fabricio (2022).

Os **frameworks acadêmicos** voltados ao BIM têm como objetivo identificar em quais conteúdos, disciplinas ou conjuntos de ementas é possível desenvolver competências relacionadas ao BIM, ou ainda onde esses temas se integram de forma natural ao currículo (Ruschel; Kehl, 2023). A taxonomia de Bloom (Krathwohl, 2002) é amplamente utilizada para indicar o nível de complexidade cognitiva envolvido.

Macdonald (2011) desenvolveu o *framework* IMAC, voltado ao ensino colaborativo de BIM, com o intuito de apoiar educadores na análise comparativa de currículos e na formulação de estratégias de aprimoramento. O modelo é composto por quatro etapas que refletem o desenvolvimento das competências dos alunos em BIM: ilustração, manipulação, aplicação e colaboração – IMAC. As competências são distribuídas entre os domínios cognitivo e afetivo da taxonomia de Bloom (Quadro 5). A proposta não impõe um momento específico dentro da formação acadêmica para atingir esses marcos, mas reforça que a superação da fragmentação entre disciplinas é fundamental para preparar profissionais aptos ao trabalho colaborativo com o uso do BIM.

Quadro 5: Níveis incrementais de educação de BIM colaborativo propostos por Macdonald (2011) de acordo com os domínios cognitivo e afetivo da taxonomia de Bloom

	Nível/estágio	Taxonomia de Bloom domínio cognitivo	Taxonomia de Bloom domínio afetivo	Descrição	Desenvolvido em
I	Ilustração	Conhecimento/ Compreensão	Receber/ Responder	BIM é usado para ilustrar conceitos-chave	Disciplinas separadas
M	Manipulação	Compreensão/ Aplicação	Receber/ Responder	Interação com BIM para desenvolver conhecimentos específicos de uma disciplina	Disciplinas separadas
A	Aplicação	Aplicação/ Análise	Atribuir valor/ Organizar	Aplicar esse conhecimento para resolver problemas relacionados a disciplinas	Disciplinas separadas
C	Colaboração	Síntese/ Avaliação	Caracterizar	Desenvolvimento de tópicos de forma conjunta	Diferentes disciplinas que se unem

Fonte: autoras, traduzido de Ruschel e Kehl (2024).

Sacks e Pikas (2013) desenvolveram um *framework* voltado ao ensino de gerenciamento da construção com foco em BIM, estruturado a partir de três categorias principais: processo, tecnologia e aplicação. Os objetivos educacionais foram organizados conforme níveis de desempenho vinculados aos estágios da taxonomia de Bloom (Bloom *et al.*, 1956), com a recomendação de que fossem desenvolvidas ao longo de fases sucessivas de formação e prática (Quadro 6). Essa estrutura orientou as modificações curriculares no curso de Engenharia e Gestão da Construção do Instituto de Tecnologia de Israel (Pikas; Sacks; Hazzan, 2013), com aplicação prática em quatro disciplinas distintas. Com base nessa experiência, foram definidas oito etapas para a elaboração de um plano abrangente de implementação do BIM no currículo:

1. Compreender os requisitos da indústria;
2. Definir os objetivos da sua instituição;
3. Avaliar o currículo existente;
4. Selecionar disciplinas existentes ou definir novas disciplinas para cumprir os objetivos;
5. Compilar currículo e implementar disciplinas;
6. Monitorar e medir o desempenho;
7. Analisar as disciplinas selecionadas e determinar as mudanças necessárias no currículo;
8. Repetir o processo para melhoria contínua.

Quadro 6: Níveis incrementais de educação de BIM propostos por Sacks e Pikas (2013) de acordo com o domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom

Taxonomia de Bloom do domínio cognitivo	Nível	Competência BIM	Desenvolvido em
Saber	1	Tópicos de BIM	Bacharelado (graduação)
Entender	2	Tópico ou aplicação de BIM	
Aplicar	3	Aplicação de BIM em situações novas e concretas	
Analisar	4	Inferir resultados de aplicação de BIM	Mestrado (pós-graduação)
Sintetizar	5	Desenvolver nova informação a partir de aplicação de BIM	
Avaliar	6	Planos de ação, adequação, construtibilidade, processos de negócios de aplicações de BIM	Experiência de trabalho

Fonte: autoras, traduzido de Ruschel e Kehl (2024).

Ahn, Cho e Lee (2013) propuseram uma metodologia para estruturar um curso de BIM voltado a programas de graduação em engenharia e construção. O curso foi delineado com base em cinco objetivos centrais de aprendizagem: (1) adquirir uma visão abrangente sobre os conhecimentos e competências relacionadas ao BIM, (2) entender os fundamentos do BIM no contexto da construção, (3) aplicar o BIM nos processos construtivos, (4) tornar-se proficiente no uso de softwares BIM e (5) refletir sobre suas possíveis aplicações e direções futuras. Essa metodologia é composta por três fases:

1. Preparação,
2. Desenvolvimento e
3. Aperfeiçoamento.

Rodriguez *et al.* (2017) propuseram uma estrutura conceitual de ensino de BIM com diferentes versões para a academia e a indústria. São estabelecidas três etapas de desenvolvimento, dependendo do público-alvo:

1. Estratégia,
2. Implementação e
3. Revisão.

A etapa de Estratégia envolve a criação de grupos para liderá-la, identificando as habilidades BIM necessárias por disciplina e categorizando essas habilidades por temas de acordo com os níveis de realização. A fase de Implementação determina as ações e os atores responsáveis pela sua execução. As ações compreendem a preparação de educadores, o desenvolvimento de módulos e materiais didáticos, oportunidades para os alunos ampliarem suas habilidades por conta própria e a criação/apoio de programas de pós-graduação. Os atores incluem educadores, profissionais da indústria, estudantes e especialistas de empresas e associações de software. Iniciada a oferta de disciplinas renovadas do BIM, sugere-se a avaliação das experiências e dos impactos resultantes na Revisão (Rodriguez *et al.*, 2017).

Huang (2018) propôs uma estrutura de três níveis para a educação BIM em programas de gestão da construção. A estrutura consiste em componentes BIM em três níveis:

1. Fundamental,
2. Aplicado e
3. Avançado.

Os cursos de nível fundamental concentram-se nas bases da gestão da construção. Já os cursos voltados para a aplicação abordam a resolução de problemas práticos e reais. Por sua vez, os cursos avançados exploram temas mais complexos, como a análise energética. A proposta sugere que alunos iniciantes devem desenvolver habilidades cognitivas básicas, enquanto aqueles em fases mais avançadas da graduação devem demonstrar competências de avaliação crítica e criação (Huang, 2018).

Guo *et al.* (2023) propõem uma estrutura conceitual através da educação baseada em competências. Isso possibilita uma abordagem integrada que valoriza tanto a renovação didática quanto a otimização da relação com o mercado de trabalho. Um *framework* foi proposto para sugerir o caminho a seguir para a futura educação

BIM baseada em competências em dois domínios:

1. Práticas BIM na indústria AEC e
2. Ensino superior BIM.

Ruschel e Kehl (2024) propõem um protocolo para a implementação curricular do BIM semelhante ao da indústria, considerando aspectos de processo, tecnologia e políticas alinhados com a missão da instituição de ensino e com as competências existentes. O *framework* possui cinco etapas (Quadro 7). Percebeu-se que, mesmo com uma tímida introdução de competências BIM em um escopo limitado de soluções de engenharia, o impacto na maturidade BIM do currículo é significativo (Ruschel; Kehl, 2024).

Quadro 7: Etapas do *framework* de Ruschel e Kehl (2024)

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5
Analisar a prática atual	Definir a orientação da transformação curricular	Planejar novas abordagens de ensino e adoção de tecnologia	Lançar o Plano de Implementação Curricular BIM	Revisar, disseminar e integrar
1.1 Avaliar a Maturidade BIM Curricular 1.2 Avaliar a Matriz de Potencial de Interface Curricular BIM	2.1 Definir objetivos 2.2 Definir núcleo disciplinar	3.1 Caracterizar a transformação de processos educacionais nos núcleos disciplinares 3.2 Caracterizar a transformação tecnológica nos núcleos disciplinares 3.3 Adaptar planos de ensino e ementas das disciplinas 3.4 Identificar o impacto na maturidade BIM resultante de mudanças em processos, tecnologias e políticas 3.5 Documentar o Plano de Implementação do Currículo BIM	4.1 Aprovar mudanças em múltiplos níveis 4.2 Adotar BIM nas disciplinas propostas para o curto prazo 4.3 Promover a capacitação dos envolvidos 4.4 Projetar e aprimorar as capacidades da instituição como um todo 4.5 Documentar e integrar processos e procedimentos	5.1 Sustentar novas ofertas de produtos e processos 5.2 Avaliar o projeto de transformação de competências 5.3 Publicar os resultados

Fonte: as autoras, com base em Ruschel e Kehl (2024).

3.2 Matriz de Análise Comparativa

A matriz comparativa entre *frameworks* de implementação de BIM nos contextos corporativo e educacional (Quadro 8) revela diferenças e complementaridades em cinco dimensões principais. No ambiente organizacional, os *frameworks* visam à adoção estratégica do BIM com foco em produtividade, eficiência e qualidade, sendo estruturados em etapas sequenciais e voltados a processos de trabalho, tecnologias e gestão de pessoas. Já na educação, baseiam-se em abordagens pedagógicas com taxonomias cognitivas e ciclos de aprendizagem, priorizando a integração curricular e a formação por competências. Enquanto nas empresas destaca-se a formação de equipes, liderança técnica e contratação de especialistas, no ensino sobressai o desenvolvimento integral do estudante, com o professor como mediador. Em ambos os casos, a capacitação contínua é vista como essencial para o êxito da implementação do BIM.

Quadro 8: Matriz comparativa entre *frameworks* de implementação de BIM no contexto corporativo e educacional

Categoria	Empresas	Ensino
Finalidade do <i>Framework</i>	Adoção organizacional do BIM visando ganhos de eficiência, governança, competitividade e conformidade com políticas públicas	Integração curricular, formação por competências, alinhamento com demandas do mercado e estratégias pedagógicas inovadoras
Abordagem Estrutural	Etapas sequenciais (diagnóstico, planejamento, implementação, revisão) e blocos conceituais (tecnologia, processos, pessoas, governança)	Taxonomias cognitivas (ex. Bloom), ciclos de aprendizagem, estrutura por níveis de ensino ou maturidade, uso de domínios pedagógicos e estratégias adaptativas
Dimensões Analisadas	Processos de trabalho, tecnologias, recursos humanos, KPIs, indicadores de maturidade, contratos	Estratégias didáticas, objetivos de aprendizagem, competências BIM, resultados formativos, uso de softwares, interdisciplinaridade
Ênfase nas Competências	Formação de times internos, contratação de consultorias, treinamento focado em produtividade e desempenho de projeto	Formação integral de profissionais (saber, saber fazer, saber pensar), adaptação a contextos locais, progressão do aprendizado (de compreensão à criação)
Papel das Pessoas e Formação	Ênfase em liderança BIM, papel do gerente BIM, desenvolvimento interno ou terceirização, suporte à mudança cultural	Papel central do professor, mediação pedagógica, capacitação docente, papel das instituições e parcerias com a indústria
Escopo de Aplicação	Foco no ciclo de vida da construção (projeto, obra, operação) e em projetos-piloto para validação	Foco na formação por etapas (cursos, disciplinas, ementas), desde a introdução até aplicação em estúdios integradores e pesquisa aplicada
Metodologia de Desenvolvimento dos <i>Frameworks</i>	Estudos de caso, implementação em projetos reais, adaptação a contratos e requisitos normativos (ex. ISO 19650)	Pesquisa-ação, benchmarking curricular, análise de ementas, avaliação de competências e lacunas frente ao mercado

Fonte: as autoras.

3.3 Análise Cruzada

Os diagramas apresentados nas Figuras 1 e 2 ilustram o agrupamento das etapas observadas em saltos de transformação promovidos pelo uso dos *frameworks* de implementação do BIM, nos contextos empresarial e acadêmico, respectivamente. Em ambas as representações, é possível identificar três condições distintas: a atual, a transitória e a futura. A condição atual corresponde ao estágio em que a literatura recomenda a realização de um diagnóstico preliminar. A condição transitória refere-se ao período em que ocorrem as mudanças significativas impulsionadas pela adoção do BIM. A condição futura representa a fase de consolidação, quando os *frameworks* são efetivamente aplicados e integrados às práticas institucionais.

Na Figura 1, as ações da Condição Atual, ou etapa de diagnóstico, envolvem a análise da prática vigente, a identificação de requisitos técnicos e normativos, a consideração de diretrizes e restrições contextuais, além da avaliação das competências existentes. A Condição Transitória, ou fase de transformação, abrange a definição de escopo, objetivos, funções e etapas, a projeção de ganhos de eficiência, o redesenho de processos, a elaboração de roteiros, treinamentos e o fortalecimento de capacidades, bem como a documentação dos novos procedimentos. Por fim, a Condição Futura, ou instanciação, inclui a aplicação do *framework* em projetos-piloto, sua adaptação à organização, a reavaliação de competências e a revisão e disseminação do projeto, com alinhamento ao planejamento estratégico.

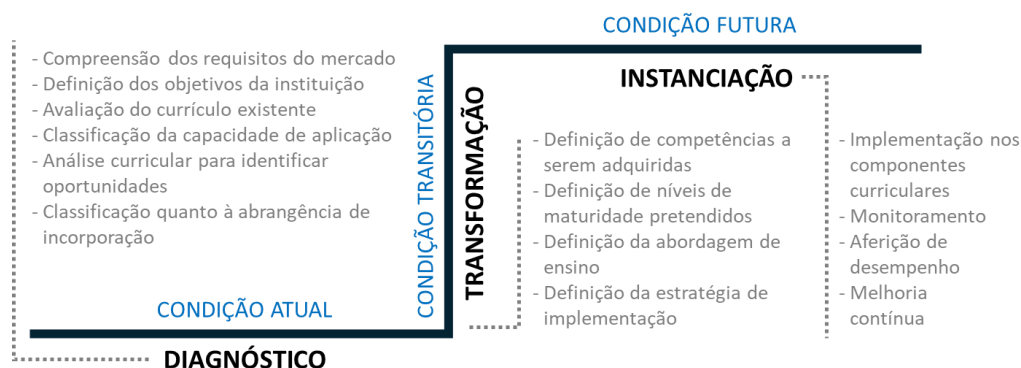
Figura 1: Diagrama-síntese dos frameworks para implementação BIM em empresas



Fonte: as autoras.

Na Figura 2, as ações da Condição Atual, ou etapa de diagnóstico, incluem a identificação das demandas do mercado, definição dos objetivos institucionais, análise do currículo vigente, categorização da capacidade de aplicação, detecção de oportunidades de inserção e avaliação do grau de incorporação do BIM. Na Condição Transitória, ou fase de transformação, estão a definição das competências a desenvolver, os níveis de maturidade almejados, a escolha da abordagem pedagógica e a formulação da estratégia de implementação. Já a Condição Futura, ou instanciação do *framework*, abrange a aplicação nas disciplinas, o acompanhamento do processo, avaliação de resultados e ações de melhoria contínua.

Figura 2: Diagrama-síntese dos frameworks para implementação de BIM na Academia



Fonte: as autoras.

A análise dos *frameworks* de implementação de BIM revelou aspectos estruturais e estratégicos relevantes nos dois contextos abordados. De modo geral, *frameworks* corporativos como os de Coates *et al.* (2010), Gu e London (2010), Miceli Jr. *et al.* (2020) e Sena e Fabricio (2022) seguem uma lógica organizacional orientada por desempenho, gestão de processos e governança da informação. Estruturados em fases como diagnóstico, planejamento, implementação e revisão, esses modelos destacam eficiência operacional, integração de equipes, definição de indicadores e adaptação cultural. A liderança institucional e o papel de figuras estratégicas, como o gerente BIM, são apontados como fatores essenciais, assim como a capacitação técnica, geralmente centrada no treinamento de ferramentas e processos.

Nos *frameworks* acadêmicos, a ênfase recai sobre a integração do BIM nos currículos e na formação de competências cognitivas, procedimentais e atitudinais. Há alinhamento com taxonomias educacionais, especialmente a de Bloom, e com a aprendizagem por competências. Esses *frameworks* estruturam-se em níveis de complexidade, da introdução ao domínio de aplicações avançadas, e priorizam a criação de ambientes colaborativos, a interdisciplinaridade e o protagonismo docente. Apesar das diferenças, ambos compartilham os pilares de processos, tecnologia e pessoas, além da valorização do planejamento estruturado e do desenvolvimento de competências. O setor educacional pode se beneficiar de práticas empresariais, como o uso de KPIs e validação por projetos reais, enquanto as empresas podem incorporar métodos pedagógicos mais robustos para a formação continuada. Assim, a articulação entre estratégias

organizacionais e educacionais favorece a maturidade do BIM, promovendo uma cultura colaborativa, adaptável e inovadora ao longo do ciclo de vida dos projetos e da formação profissional.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos objetivos propostos, foi possível identificar conclusões relevantes sobre os *frameworks* de implementação de BIM nos contextos corporativo e educacional. Em primeiro lugar, observou-se a presença de elementos estruturais comuns entre os dois tipos de *frameworks*. Ambos se organizam em torno de pilares como tecnologia, processos e recursos humanos, ainda que adaptados às suas realidades específicas. Além disso, tanto no ensino quanto nas empresas, a implementação do BIM exige planejamento estruturado e etapas definidas — diagnóstico, transformação e instanciação —, reforçando a necessidade de uma abordagem sistêmica. No diagnóstico, avalia-se a condição atual; na transformação, define-se a condição transitória; e na instanciação, trabalha-se para alcançar a condição futura. A formação contínua também se destaca como ponto convergente, embora com finalidades distintas: nas empresas, foca-se na produtividade e desempenho organizacional; no ensino, prioriza-se a aprendizagem e o desenvolvimento de competências cognitivas e colaborativas.

Apesar dessas convergências, há diferenças marcantes entre os contextos. Os *frameworks* empresariais tendem a enfatizar governança institucional, liderança e aplicação do BIM ao ciclo de vida do empreendimento, com forte orientação a resultados mensuráveis. Já os *frameworks* educacionais destacam-se pela organização em níveis de aprendizagem, uso de taxonomias como a de Bloom e centralidade da mediação pedagógica. A análise comparativa também evidenciou possibilidades de aplicabilidade cruzada. O ensino pode se beneficiar da clareza de metas e indicadores usados no setor corporativo, além da prática com projetos reais. Por outro lado, as empresas podem adotar princípios pedagógicos mais estruturados no desenvolvimento de suas equipes, incorporando abordagens por competências e metodologias de aprendizagem ativa. Assim, conclui-se que a integração entre práticas profissionais e estratégias educacionais representa uma oportunidade concreta para fortalecer a maturidade BIM em ambos os domínios.

REFERÊNCIAS

- ABBASNEJAD, B. et al. Building Information Modelling (BIM) adoption and implementation enablers in AEC firms: a systematic literature review. *Architectural Engineering and Design Management*, [S.l.], v. 17, n. 5-6, p. 411–433, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/17452007.2020.1793721>.
- AHN, Y. H.; CHO, C.-S.; LEE, N. Building information modeling: systematic course development for undergraduate construction students. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, v. 139, n. 4, p. 290-300, 2013. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000164. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29EI.1943-5541.0000164>>. Acesso em: 6 jan. 2025.
- COATES, P. et al. The key performance indicators of the BIM implementation process. In: TIZANI, W. (ed.). **Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE2010)**. Nottingham: Nottingham University Press, 2010, p. 157-162. Disponível em: <https://salford-repository.worktribe.com/output/1462020>>. Acesso em: 11 jan. 2025.
- GU, N.; LONDON, K. Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in Construction*, v. 19, n. 8, p. 988-999, 2010. DOI: 10.1016/j.autcon.2010.09.002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580510001317?via%3Dihub>>. Acesso em: 8 jan. 2025.
- GUO, B. H. W. et al. Bridging the gap between building information modelling education and practice: a competency-based education perspective. *International Journal of Construction Management*, v. 23, n. 15, p. 2558-2569, 2023. DOI: 10.1080/15623599.2022.2077546. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15623599.2022.2077546>>. Acesso em: 8 jan. 2025.
- HUANG, Y. Developing a three-level framework for building information modeling education in construction management. *Universal Journal of Educational Research*, v. 6, n. 9, p. 1991-2000, 2018. DOI: 10.13189/ujer.2018.060918. Disponível em: https://www.hrpub.org/journals/article_info.php?aid=7324>. Acesso em: 8 jan. 2025.

MACDONALD, J. A. A framework for collaborative BIM education across the AEC disciplines. 7TH ANNUAL CONFERENCE OF AUSTRALASIAN UNIVERSITY BUILDING EDUCATORS ASSOCIATION (AUBEA), 4, No. 6, 20. **Proceedings...** 2011.

MCGRAW-HILL. **The business value of BIM for construction in major global markets**: how contractors around the world are driving innovation with building information modeling. McGraw Hill Construction, 2014. Disponível em: <https://icn.nl/pdf/bim_construction.pdf>. Acesso em 6 fev. 2025.

MICELI Jr., G. M. *et al.* Implementation framework for BIM adoption and project management in public organizations. **Journal of Civil Engineering and Architecture**, v. 14, p. 109-119, 2020. DOI: 10.17265/1934-7359/2020.02.007. Disponível em: <<http://www.davidpublisher.com/index.php/Home/Article/index?id=42530.html>>. Acesso em: 8 jan. 2025.

PIKAS, E.; SACKS, R.; HAZZAN, O. Building information modeling education for construction engineering and management. II: procedures and implementation case study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 11, 2013. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000765. Disponível em: <<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000765>>. Acesso em: 3 fev. 2025.

RODRIGUEZ, A. K. S. *et al.* BIM education framework for clients and professionals of the construction industry. **International Journal of 3-D Information Modeling**, v. 6, n. 2, p. 57-79, 2017. DOI: 10.4018/IJ3DIM.2017040104. Disponível em: <<https://www.igi-global.com/gateway/article/192123>>. Acesso em: 10 jan. 2025.

RUSCHEL, R. C.; KEHL, C. Curricular BIM implementation plan: protocol proposal and pilot application in Brazil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, RS, v. 24, p. e131385, 2024. DOI: 10.1590/s1678-86212024000100717. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/5QpNpFQqPZG8hJqcF6ZxLkB/?lang=en>>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SACKS, R.; PIKAS, E. Building information modeling education for construction engineering and management. I: industry requirements, state of the art, and gap analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 11, 2013. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000759. Disponível em: <<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000759>>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SENA, T. C. de; FABRICIO, M. M. Framework proposal for BIM implementation in brazilian construction and development companies. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 30, n. 5, p. 2101-2123, 2023. DOI: 10.1108/ECAM-11-2020-0942. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ecam-11-2020-0942/full/html>>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SMITH, D. K.; TARDIF, M. **Building information modeling**: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers. 1. ed. John Wiley & Sons, 2009. 186 p.

WU, W.; ISSA, R. R. Impacts of BIM on talent acquisition in the construction industry. *In*: SMITH, S. D. (ed.); AHIAGA-DAGBUI, D. D. (ed.). **Proceedings of the 29th Annual ARCOM Conference**. Reading, UK: Association of Researchers in Construction Management, 2013. p. 35-45.