XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Proposta de plano de implementação BIM curricular: alinhamento do ensino na graduação com demandas de inovação

Proposal for a curricular BIM implementation plan: aligning undergraduation education with innovation trends

Regina Coeli Ruschel
Universidade Estadual de Campinas| Campinas| Brasil | ruschel@unicamp.br
Caroline Kehl
Universidade Estadual de Campinas | Campinas| Brasil | kehl.caroline@gmail.com

Resumo

A incorporação do BIM no ensino de graduação vem evoluindo nos últimos anos. Nesse contexto, o objetivo deste artigo é apresentar a proposta de desenvolvimento de Planos de Implementação de BIM (PIBs) em nível curricular para cursos de graduação. A metodologia utilizada foi a pesquisa-ação. Foram propostos três ciclos que resultaram no desenvolvimento de diretrizes, ferramentas e PIBs curriculares em duas universidades parceiras. Os resultados expressam a relação do processo descrito com esquemas conceituais para implantação do BIM em dois cenários: em empresas e na academia. O protocolo resultante tem potencial para se tornar uma referência entre instituições de ensino.

Palavras-chave: Educação. Plano de Implementação BIM. Currículo. Projeto Construa Brasil. Células BIM.

Abstract

The incorporation of BIM in undergraduate education has evolved in recent years. In this context, the objective of this article is to present the proposal for the development of BIM Implementation Plans (PIBs) at the curricular level for undergraduate courses. The methodology used was action research. Three cycles were proposed that resulted in developing curriculum guidelines, tools and GDPs at two partner universities. The results express the relationship of the process described with conceptual schemes for implementing BIM in two scenarios: in companies and academia. The resulting protocol has the potential to become a reference among educational institutions.

RUSCHEL, R. C. .; KEHL, C. Proposta de plano de implementação BIM curricular: alinhamento do ensino na graduação com demandas de inovação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2184

Keywords: Education. BIM Implementation Plan. Curriculum. Project Build Brazil. BIM cells.

INTRODUÇÃO

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) é a atual expressão da inovação na indústria da construção [1]. No Brasil, o Governo Federal investe em uma abordagem de implementação *top-down* através da publicação da Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto 9.983 de 2019 [2]. Por meio do texto, estabelece-se que a utilização do BIM será implementada de forma gradual em três fases de disseminação obrigatória: a partir de 2021, no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia; a partir de 2024, em projetos e execução; e a partir de 2028, em projetos, execução, operação e manutenção. Na sequência, concretiza-se o 1º BIM Mandate brasileiro através do Decreto 10.306 de 2020 [3], no qual o Governo Federal estabelece a utilização do BIM na execução de obras e serviços de engenharia pelos órgãos e entidades da administração pública federal. Esta ação nacional promoveu gatilhos para múltiplos estados publicarem seus mandates. Exemplos são o estado de Santa Catarina, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraíba.

Em consonância com os decretos, foi consolidado o Projeto Construa Brasil [4], que consiste em um termo de colaboração para execução de ações para promover ganho de produtividade e competitividade no setor da Construção Civil promovido pelo Ministério da Economia e realizado pela RECEPETi. O projeto é composto por nove metas que envolvem diferentes temas da Construção Civil. A Submeta 7.2 trata da proposta e instalação de Células BIM em Instituições de Ensino Superior (IES) visando estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM. As Células BIM são formadas por grupos organizados de professores e alunos de uma instituição de ensino envolvidos na proposição e no desenvolvimento de um Plano de Implementação BIM, em um ou mais cursos, com o intuito de realizar ações acadêmicas para a transformação digital.

A incorporação do BIM no ensino de graduação de Engenharia Civil e Arquitetura no Brasil evoluiu muito nos últimos anos. No entanto, observa-se que as adoções do BIM em ambos os cursos ocorrem predominantemente em disciplinas isoladas [5]. Exemplos de integração de conteúdo, colaboração, tarefas criativas ou de inteligência social são pontuais. Esse cenário é semelhante internacionalmente [6]. Proposições para transformação de currículos para incluir BIM podem ser encontradas [7] [8] [9]. No entanto, não são identificados protocolos comuns.

Nesse contexto, este artigo apresenta a proposta de desenvolvimento de Planos de Implementação BIM (PIBs) em nível curricular para cursos de graduação e seu processo de desenvolvimento e aplicação dentro das Células BIM do Projeto Construa Brasil.

FUNDAMENTAÇÃO

A fundamentação deste artigo se restringe a dois contextos específicos de implementação de BIM: (I) nas empresas da indústria da Construção Civil e demandas de adaptação para o ensino e (II) no ensino de graduação, considerando processos

incrementais de aprendizagem. Esquemas conceituais para implementação do BIM encontrados nesses cenários serviram de inspiração e como ponto de partida para a proposição deste trabalho.

ESQUEMA CONCEITUAL NA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM POR EMPRESAS

A adoção do BIM requer esquemas conceituais para acomodar a implementação sistemática do BIM e proporcionar seus potenciais benefícios. Coates *et al.* [10] propuseram um passo a passo para implementação do BIM em empresas que envolve cinco etapas (Quadro 1). Entretanto, Ma *et al.* [11] concluem que estas etapas não são unanimidade, afirmando não existir um protocolo comum entre países, mas sim uma sobreposição parcial e reorganização de etapas.

Quadro 1: Processo de implementação de BIM em empresas de AEC

ETAPA	NOME	ATIVIDADES
1	Revisão detalhada e análise da prática atual	Produção de mapa de processos atuais. Análise das ferramentas e sistemas de TI. Análise das Partes Interessadas. Identificação de vantagens competitivas da implementação de BIM.
2	Identificação dos ganhos de eficiência da implementação do BIM	Constatação de ganhos de eficiência a partir da adoção de BIM.
3	Desenho de novos processos de negócios e caminho de adoção de tecnologia	Produção de estratégias detalhadas. Adaptação dos mapas de processos e incorporação de procedimentos *Lean*. Identificação de Indicadores Chave de Desempenho. Documentação do Plano de Implementação BIM.
4	Implementação e lançamento do BIM	Adoção de BIM em três projetos diferentes (passado, atual e futuro). Formação do pessoal e das partes interessadas. Conceber e melhorar as capacidades de toda a empresa. Documentação e integração de processos e procedimentos
5	Revisão, disseminação e integração do projeto no plano estratégico	Sustentação de novos produtos e ofertas de processamento. Avaliação e divulgação do projeto.

Fonte: adaptado de Coates *et al.* [10]

Na adaptação da proposta de Coates *et al.* [10] para a incorporação curricular de BIM na graduação, é necessário discutir os ganhos de eficiência da adoção de BIM para o ensino. Uma metodologia para identificar ganhos com a adoção do BIM desenvolvida pela Universidade de Cambridge [12] identifica oito categorias de benefícios BIM para a indústria da construção: economia de tempo, economia de materiais, economia de recursos financeiros, melhoria na saúde e segurança, redução no risco, melhoria no uso dos ativos, melhoria da qualidade do ativo e melhoria da reputação no setor. Na academia, os sete primeiros benefícios determinam escolhas de competências na formação que os promovam na prática. Já o último, que concerne os benefícios relativo à reputação, se aplicaria ao curso em que o BIM for implantado, incentivando a atualização na formação promovida pela busca do alinhamento com a prática e pela atração de alunos e fomento.

ESQUEMA CONCEITUAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA GRADUAÇÃO

Macdonald [13] propõe uma estrutura conceitual denominada IMAC Framework para a inclusão do BIM no ensino de graduação, seguindo uma abordagem construtivista de formação. A estrutura representa níveis crescentes de inclusão de BIM no aprendizado (Quadro 2). As categorias correspondem a domínios cognitivos [14] e afetivos [15] em níveis incrementais de complexidade. Esses domínios cognitivos e afetivos podem ser associados às competências e objetivos de aprendizagem fomentadas pelas diretrizes curriculares e propostas em projetos pedagógicos. Mostram-se como potenciais mecanismos de mapeamento para os usos de BIM no processo de implantação no ensino, pois instigam o redesenho dos conteúdos de disciplinas e apontam para novas tecnologia associadas (ou seja, tem relação com o item apresentado no Quadro 1, etapa 3).

Quadro 2: Síntese do IMAC Framework para inclusão de BIM no ensino de graduação

ESTÁGIO	DESCRIÇÃO	Taxonomia do Domínio Cognitivo de Bloom (1)	Domínio Afetivo (2)
Ilustração	Os modelos da informação da construção podem ser usados para ilustrar conceitos-chave, em disciplinas separadas não integradas.	Lembrar/Entender	Receber/Responder
Manipulação	Os alunos começam a interagir e manipular os modelos existentes, fazendo mudanças simples em relação às disciplinas modeladas.	Entender/Aplicar	Responder/Avaliar
Aplicação	Os alunos adquirem conhecimentos teóricos básicos em suas disciplinas e começam a aplicá-los para resolver problemas relacionados à disciplina, construindo modelos do zero.	Analisar/Avaliar	Valorizar/Organizar
Colaboração	Os alunos de diferentes disciplinas reúnem-se para trabalhar conjuntamente em projetos.	Avaliar/Criar	Caracterizar

Notas: (1) Anderson *et al.* [14]; (2) Krathwohl *et al.* [15].
Fonte: adaptado de Macdonald [13].

MÉTODO

A metodologia de pesquisa utilizada foi a pesquisa-ação. Foram propostos três ciclos: (1) proposição, (2) sistematização e (3) consolidação, cada um resultando respectivamente em diretrizes, ferramentas e planos de implementação BIM curriculares. Cada ciclo envolveu ações de planejamento, desenvolvimento, monitoramento e avaliação. O Quadro 3 detalha este desenvolvimento. A condução dos ciclos foi facilitada pela liderança da submeta 7.2 do Projeto Construa Brasil em

conjunto com as duas universidades participantes do projeto: Universidade Federal do Paraná e Universidade Federal de Pernambuco [16]. Na Universidade Federal do Paraná, o PIB tem como escopo principal o curso de Engenharia Civil e secundário o curso de Expressão Gráfica. Na Universidade Federal de Pernambuco, dois cursos estão em estudo: o curso de Arquitetura e Urbanismo e o curso de Engenharia Civil.

Quadro 3: Detalhamento dos ciclos e ações da pesquisa-ação desenvolvida

AÇÕES	CICLO 1: Proposição	CICLO 2: Sistematização	CICLO 3: Consolidação
Planejamento	Estrutura geral do PIB. Diagnósticos. Objetivo. Núcleo de disciplinas. Usos do BIM. Objetivos educacionais. Transformações nos planos de ensino. Impacto tecnológico. Impacto em políticas. Ações.	Criação de uma estrutura planilhada para guiar e documentar as tomadas de decisão. Desenvolvimento de ferramenta de preenchimento dos quadros do Ciclo 1.	Redação final do PIB em forma textual considerando o preenchimento tabular das proposições do Ciclo 2.
Desenvolvimento	Aplicação da estrutura pelas universidades com a primeira proposição do PIB em forma textual (relatório).	Representação do PIB de forma tabular pelas universidades para cursos específicos.	Proposição final do PIB pelas universidades para cursos específicos.
Monitoramento	Facilitação e acompanhamento do esforço.	Facilitação e acompanhamento do esforço.	Facilitação e acompanhamento do esforço.
Avaliação	Síntese das dificuldades observadas.	Síntese das dificuldades observadas.	Análise dos PIBs resultantes e esforço envolvido.

Fonte: autoras, 2022.

RESULTADOS

CICLO 1: PROPOSIÇÃO DAS ETAPAS PARA O PIB CURRICULAR

O primeiro ciclo da pesquisa-ação tem forte relação com trabalhos correlatos, principalmente Coates *et al.* [10], que aqui é adaptado para o ensino. Desta forma, ao apresentar o desenvolvimento deste ciclo, resgata-se os fundamentos correspondentes.

Coates *et al.* [10] propõem iniciar o processo de implementação BIM em empresas pela revisão e análise da prática atual. Desta forma, foram adotadas ferramentas existentes de diagnósticos para realizar o desenho da prática atual do BIM em cursos de graduação. Os diagnósticos adotados foram de maturidade e da interface BIM curricular. A métrica de maturidade BIM curricular estabelece indicadores BIM de processos, tecnologias e políticas existentes para um curso de graduação [17]. A métrica de interface BIM curricular identifica o potencial de incorporação do BIM à matriz curricular [18], apontando as disciplinas com vocação para aplicação do BIM no curso de graduação analisado.

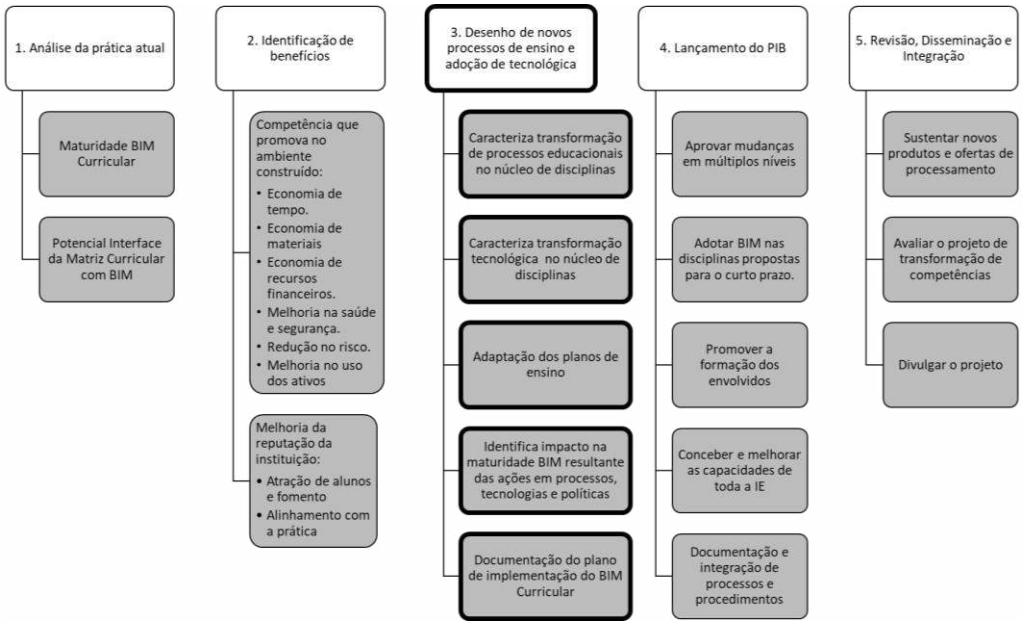
Uma vez realizada a análise da prática atual, Coates *et al.* [10] sugerem estabelecer o objetivo da implementação do BIM na empresa considerando os ganhos de eficiência pretendidos. No caso de universidades, a definição dos objetivos do PIB deve considerar as metas de competências desejadas, de integração curricular e de impacto na indústria, que estão indiretamente relacionadas com a transposição dos benefícios BIM em empresas para o ensino. Em suma, busca-se o aprimoramento da formação. Nesta etapa também são sugeridos os prazos de execução do PIB em curto, médio ou longo prazo.

A terceira etapa de implementação de BIM em empresas, segundo Coates *et al.* [10] (2010), compreende o desenho de novos processos de negócios e caminho de adoção de tecnologias. Na academia, primeiramente é identificado o núcleo de transformação curricular pretendido no PIB. Este núcleo é formado pelo subconjunto de disciplinas com interface explícita com BIM, que garantam os objetivos estabelecidos e que estejam no escopo de disciplinas dos professores envolvidos ou abertos para o envolvimento no processo. Uma vez identificado o núcleo de transformação, analisa-se o uso do modelo da informação [19] [20] para cada disciplina, associado ao conteúdo programático. Na sequência, estabelecem-se os objetivos educacionais para estes usos segundo a taxonomia do domínio cognitivo de Bloom [21]. Desta forma, os objetivos de aprendizagem são expressos em identificar, entender, aplicar, organizar, verificar ou desenvolver o uso do modelo na disciplina, de forma similar a Macdonald [13], conforme apresentado no Quadro 3. Ao se identificar os usos do modelo aplicáveis nas disciplinas, consequentemente determina-se as transformações tecnológicas associadas ao BIM [22] e inovações no escopo da Indústria 4.0 [23] [24].

A quarta etapa no processo de implementação de BIM em empresas, segundo Coates *et al.* [10], é o lançamento do plano. Esta etapa acontece ao se executar projetos pilotos, capacitar os envolvidos e desenvolver protocolos de suporte. Esta é a etapa que mais difere na transposição ao processo de implementação de BIM curricular. Nas instituições de ensino, esta fase consiste em ações políticas de suporte às transformações procedurais e tecnológicas da incorporação de BIM e inovações da Indústria 4.0: capacitação e engajamento docente; visão institucional; extensão acadêmica; iniciação científica e comprometimento com a Estratégia BIM Brasil. O equivalente aos projetos piloto da indústria são as disciplinas cuja transformação seja programada no período denominado de curto prazo e as ações políticas correspondentes.

A quinta etapa no processo de implementação do BIM em empresas, segundo Coates *et al.* [10] é sobre avaliação e divulgação do plano desenvolvido e executado. Neste projeto, o ciclo 1 de desenvolvimento abrangeu somente o aspecto de divulgação do plano por meio do Portal BIM Acadêmico [22]. A síntese das ações de curto, médio e longo prazo determinaram o roteiro geral do PIB curricular. A Figura 1 mostra o passo a passo do desenvolvimento do PIB curricular aqui apresentado.

Figura 1: Etapas do desenvolvimento do PIB curricular



Fonte: as autoras.

CICLO 2: SISTEMATIZAÇÃO

No ciclo 2, desenvolveu-se um conjunto de planilhas para guiar e documentar as tomadas de decisão da terceira etapa do processo de desenvolvimento do PIB curricular. As tomadas de decisão são referentes ao desenho de novos processos de ensino e adoção de tecnologia que foram destacados na Figura 1. Foram desenvolvidas quatro planilhas correspondentes às tomadas de decisão referentes a:

3.1 Incorporação dos usos do BIM nos processos educacionais no núcleo de disciplinas;

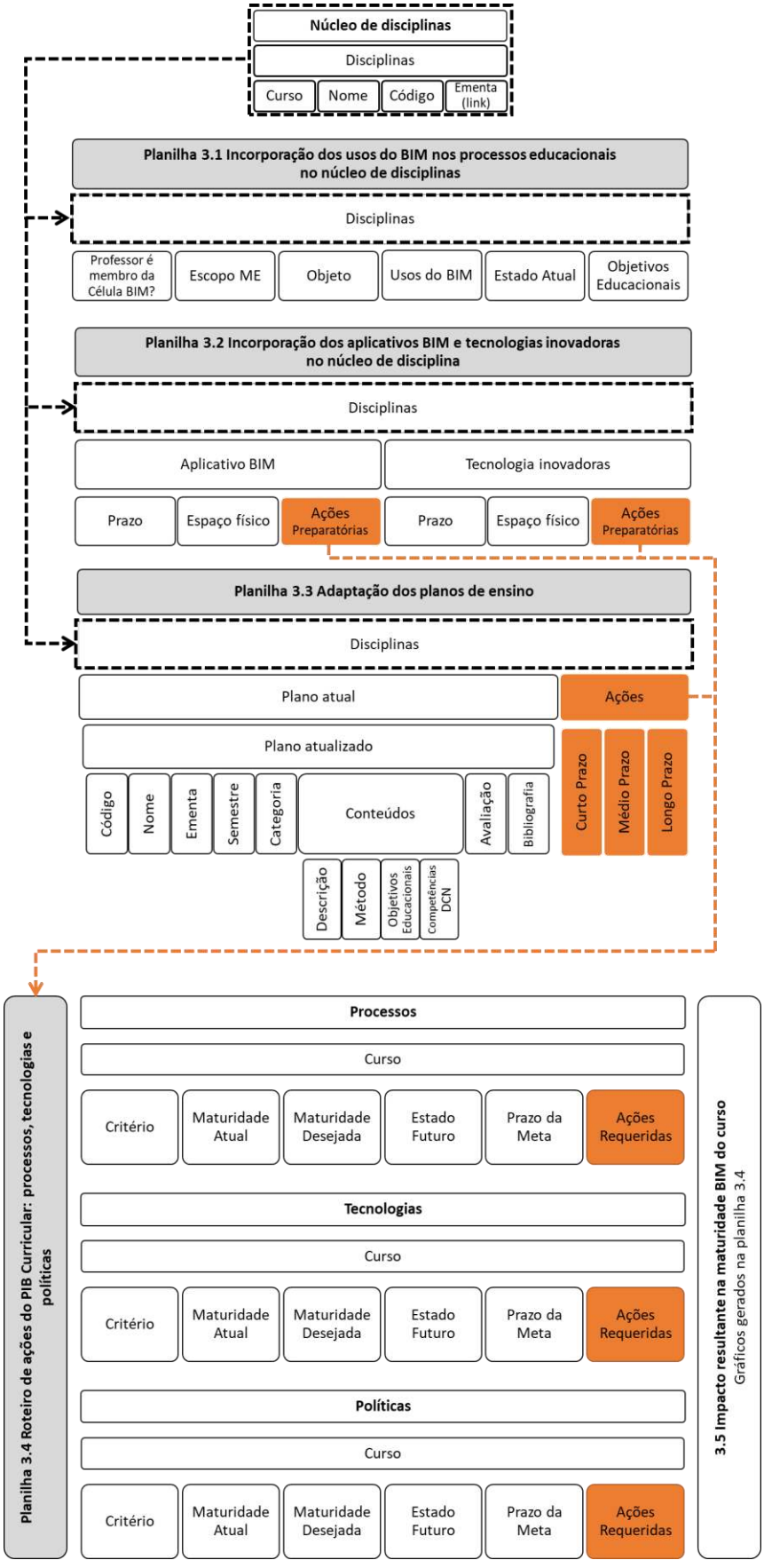
3.2 Incorporação dos aplicativos BIM e tecnologias inovadoras no núcleo de disciplinas;

3.3 Adaptação dos planos de ensino;

3.4 Roteiro de ações do PIB curricular: processos, tecnologias e políticas.

A estrutura de dados de suporte às tomadas de decisão é apresentada na Figura 2. A geração do impacto resultante na maturidade BIM do curso é obtida por meio de gráficos dos dados da planilha 3.4. Ao preencher essas planilhas, existe uma estrutura de conexão entre os dados por meio do núcleo de disciplinas adotado no PIB e das ações requeridas para a transformação planejada.

Figura 2: Esquema do conjunto de planilhas para sistematização das tomadas de decisão



Fonte: as autoras.

CICLO 3: CONSOLIDAÇÃO (EM ANDAMENTO)

O último ciclo, o qual está em andamento e comporá publicação futura, consiste na redação final do PIB em forma textual considerando o preenchimento tabular das proposições do ciclo 2. Nele, serão propostos os PIBs finais das universidades participantes para os respectivos cursos. Atualmente as duas instituições citadas anteriormente (UFPR e UFPE) estão trabalhando no preenchimento das planilhas, gerando os dados e relatórios necessários para essa proposição. Muito mais do que um simples preenchimento, o conjunto de planilhas provoca uma ampla e complexa discussão sobre as articulações refletidas a partir das ações planejadas. Através da facilitação e do acompanhamento do esforço, as universidades parceiras auxiliaram na construção colaborativa dos ciclos e das ferramentas que compõem os passos para a construção de um PIB curricular.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma proposta para Planos de Implementação BIM em nível curricular para cursos de graduação e seu processo de desenvolvimento e aplicação dentro das Células BIM do Projeto Construa Brasil. O processo relatado buscou demonstrar a relação das etapas de adoção de BIM com esquema conceitual na implementação do BIM por empresas. A adaptação dos passos (1) revisão detalhada e análise da prática atual; (2) identificação dos ganhos de eficiência da implementação do BIM; (3) desenho de novos processos de negócios e caminho de adoção de tecnologia; (4) lançamento do PIB e (5) revisão, disseminação e integração do projeto no plano estratégico se demonstrou viável. As planilhas resultantes do passo 3, que consistem em um conjunto de ferramentas para guiar a discussão que culmina no plano de ações para implementação do PIB, é uma das contribuições deste trabalho, pois servirão de modelo para o avanço dos trabalhos nas próximas Células BIM. A segunda etapa do PIB curricular é a mais estratégica e de maior impacto no plano, pois deve traçar o objetivo do PIB curricular definindo competências dos egressos associadas aos benefícios do BIM e da Industria 4.0 que se deseja entregar para a sociedade. Além disso, a relação estabelecida com o esquema conceitual para implementação do BIM na graduação apresentado indicou a importância de serem abordados conceitos advindos da área da pedagogia como suporte às ações de caráter técnico.

REFERÊNCIAS

[1] SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction**, [s.l.], v. 57, p. 64– 79, 2015. ISSN: 0926-5805, Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018. Acesso em 9 de julho de 2022.

[2] BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modeling, Brasil, 2019.

[3] BRASIL. Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020. Dispõe sobre a utilização do Building Information Modeling ou Modelagem da Informação da Construção na execução direta

ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling - Estratégia BIM BR. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 65, Seção 1, p. 5-7, abr. 2020.

[4] MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Construa Brasil.** {S.L;]: Ministério da Economia. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construa-brasil. Acesso em: 9 jun. de 2022.

[5] SALGADO, M. S. Ensino de arquitetura, engenharia e tecnologias digitais: relato das experiências compartilhadas durante o ENEBIM. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, 2., 2019. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 1–6. DOI: 10.46421/sbtic.v2i00.202. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/202. Acesso em 31 de maio de 2022.

[6] WANG, Liyuan; HUANG, Meiping; ZHANG, Xiaohua; JIN, Ruoyu; YANG, Tong. Review of BIM Adoption in the Higher Education of AEC Disciplines. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**. 2020. Disponível em: https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29EI.2643-9115.0000018. Acesso em: 11 jun. 2022.

[7] ANDRADE, R.A. de. **Implementação do BIM no ensino: adequação de matrizes curriculares de cursos de arquitetura através da identificação de permeabilidades de conteúdo**. 2018. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de fora, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/8231. Acesso em: 9 jun. 2022.

[8] DELATORRE, V. **Potencialidades e limites do BIM no ensino de arquitetura: uma proposta de implementação**. 2014. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/129044. Acesso em: 9 jun. 2022.

[9] LIMA, W. E. F.; MELO, L. A. P.; MELO, R. S. S. de; GIESTA, J. P. BIM no ensino de Engenharia Civil: proposta de adaptação de matriz curricular. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 11, p. e020028, 2020. DOI: 10.20396/parc.v11i0.8657369. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8657369. Acesso em: 9 jun. 2022.

[10] COATES, S. P., ARAYICI, Y., KOSKELA, K., KAGIOGLOU, M., USHER, C., & O'REILLY, K. The key performance indicators of the BIM implementation process. In: Computing in Civil and Building Engineering, Proceedings of the International Conference (icccbe2010), Nottingham, 2010, (p. 157). Nottingham University Press. Disponível em: http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9551/. Acesso em: 11. Jun. 2022.

[11] MA, X., CHAN, A. P., LI, Y., ZHANG, B., & XIONG, F. Critical strategies for enhancing BIM implementation in AEC projects: perspectives from Chinese practitioners. **Journal of Construction Engineering and Management**, 146(2), 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001748. Acesso em: 11. Jun. 2022.

[12] PWC - PriceWaterhouseCooper. **BIM Level 2 Benefits Measurement Methodology**. 2018. Disponível em: https://www.cdbb.cam.ac.uk/files/3._pwc_benefits_measurement_methodology.pdf. Acesso em 9 de junho de 2022.

[13] MACDONALD, J. **CODE BIM: Collaborative Design Education Utilising Building Information Modelling**. 2019. Tese (Doutorado) - University of South Australia, 2019.

[14] ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing**: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. 2001. Allyn & Bacon. Boston, MA (Pearson Education Group).

[15] KRATHWOHL, D. R., BLOOM, B. S., & MASIA, B. B. **Taxonomy of educational objectives**: The classification of educational goals. 1964. London, UK: Longmans, Green & Co.

[16] RUSCHEL, R.; SEABRA FILHO, S. da S.; KEHL, C., **Portal BIM Acadêmico**. [S.L.]: Projeto Construa Brasil. 2022. Disponível em: https://sites.google.com/antac.org.br/portalbimacademico. Acesso em: 9 jun. 2022.

[17] BÖES, Jeferson Spiering; BARROS NETO, José de Paula; LIMA, Mariana Monteiro Xavier de. BIM maturity model for higher education institutions. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 131-150, Apr. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000200518. Acesso em 9 de junho de 2022.

[18] CHECCUCCI, Érica de S.; AMORIM, A. L. de. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 5, n. 1, p. 6–17, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.20396/parc.v5i1.8634540. Acesso em 9 de julho de 2022.

[19] CIC. COMPUTER INTEGRATION CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. **BIM Project Execution Planning Guide**. Version 2.2. University Park (USA): The Pennsylvania State University, 2019. Disponível em: https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanningv2x2/. Acesso em 9 de julho de 2022.

[20] SUCCAR, b.; SALLEB, N.; SHER, W. Model Uses: Foundations for a Modular Requirements Clarification Language. In: AUSTRALASIAN UNIVERSITIES BUILDING EDUCATION ASSOCIATION CONFERENCE, 40., 2016, Cairns, Australia. **Proceedings** [...]. Cairns: Central Queensland University, 2016, p. 45-47.

[21] FERRAZ, Ana Paula do C. M. e BELHOT, Renato V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção** [online]. 2010, v. 17, n. 2, pp. 421-431. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200015. Acesso em 28 de maio de 2022.

[22] BILLER, R. R. do N.; HERLING, R. M.; MATTOS, P. L. de; RUSCHEL, R. C. Classificação de plataformas computacionais quanto aos usos do BIM. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, 3., 2021. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1–9. DOI: 10.46421/sbtic.v3i00.575. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/575. Acesso em: 28 maio. 2022.

[23] BEGIĆ, Hana; GALIĆ, Mario. A Systematic Review of Construction 4.0 in the Context of the BIM 4.0 Premise. **Buildings**, v. 11, n. 8, p. 337, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/buildings11080337. Acesso em 9 de julho de 2022.

[24] SIMÃO, Alessandra dos S. *et al.* Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 20130-20145, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n10-210. Disponível em: https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3881. Acesso em 9 de julho de 2022.