



CONSTRUÇÃO DE UM PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM PARA UM CURRÍCULO DE ARQUITETURA E URBANISMO

CONSTRUCTION OF A BIM IMPLEMENTATION PLAN FOR AN ARCHITECTURE AND URBAN CURRICULUM

CORREA, Luciano de Vasconcellos¹,
BORTOLINI, Rafaela²,
WOJCIECHOWSKI, Anderson³,
FREITAS, Cláudia Andriele da Costa⁴

Resumo

Este estudo apresenta uma pesquisa diagnóstica realizada em uma universidade pública no sul do Brasil, no curso de Arquitetura e Urbanismo, utilizando uma Célula BIM composta por professores, estudantes de graduação e pós-graduação. Inicialmente, a pesquisa avaliou o nível de maturidade BIM do curso, determinando, de acordo com seus critérios, que o curso está em um nível moderadamente alto de maturidade. A segunda fase envolveu o diagnóstico da permeabilidade BIM do currículo com base na análise documental das ementas das disciplinas, respeitando o alinhamento de cada área. Com o diagnóstico como base, foram estabelecidas metas de curto, médio e longo prazo dentro de um Plano de Implementação Curricular BIM. O ensino de BIM e a integração de disciplinas transversais foram orientados pelo construto emergente da Teoria Social Cognitiva e da Aprendizagem Autorregulada (ARA). A abordagem foi guiada por facilitadores como tutoriais, videoaulas e instrutores de modelos, focados em estratégias de ensino que promovam a autonomia e independência dos estudantes no estudo de conteúdos relacionados à integração inicial entre disciplinas do mesmo semestre.

Palavras-chave: BIM, educação, Arquitetura e Urbanismo, implementação curricular.

Abstract

This study presents diagnostic research conducted at a public university in southern Brazil within its Architecture and Urbanism program, using a BIM Cell comprised of professors, undergraduate and postgraduate students. Initially, the research assessed the BIM maturity level of the program, determining, according to its criteria, that the course is at a moderately high level of maturity. The second phase involved diagnosing the BIM permeability of the curriculum based on document analysis of course syllabi, respecting the alignment of each field. With the diagnosis as a foundation, short, medium, and long-term goals were established within a Curricular BIM Implementation Plan. BIM instruction and the integration of cross-disciplinary courses were guided by

¹ Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0000-0002-6118-7468, luccianovasconcellos@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0000-0002-6911-4423, bortolinirafaela@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0009-0000-6249-6935, andersoncivil3@gmail.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas, ORCID: 0000-0003-0423-4771, claudiaandriele@gmail.com

the emergent construct of Social Cognitive Theory and Self-Regulated Learning (SRL). The approach was guided by facilitators such as tutorials, video lessons, and model instructors focused on teaching strategies that foster student autonomy and independence in the study of contents related to the initial integration among same semester subjects.

Keywords: BIM, education, Architecture and Urbanism, curricular implementation.

1 Introdução

Com a crescente demanda da implementação de BIM (*Building Information Modeling*) e outras tecnologias na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (Adamu; Thorpe, 2016) e com base no decreto federal 10.306 de 02 de abril de 2020 que estabelece a obrigatoriedade do uso de BIM em contratos de projetos para a administração pública federal (Brasil, 2020), ficou claro que as universidades devem realizar esforços para incorporar BIM em seu currículo de forma integrada.

Nos últimos anos mudou-se a forma de preparação dos graduados para o local de trabalho digital, e a adoção do BIM na educação tem potencial de fornecer um ensino e aprendizado aos estudantes embasados nas necessidades da indústria da AEC (Anderson; Dossick; Osburn, 2019). Devido aos rápidos movimentos que o setor tem apresentado em direção as novas tecnologias, a educação institucional do BIM é um elemento crucial na ligação entre o meio acadêmico e o setor industrial (Wang *et al.*, 2022).

O BIM, por definição, tem como foco aprimorar (não substituir) a eficiência e a eficácia das práticas convencionais, solucionando desafios persistentes (Guo *et al.*, 2022). Segundo os mesmos autores, adquirir competências no uso de *softwares* BIM é crucial, contudo, essas habilidades isoladas não têm a capacidade de oferecer respostas abrangentes para os problemas enfrentados na indústria AEC, sendo essencial ensinar os conhecimentos do assunto que sustentam os usos e processos do BIM.

Neste sentido, a implementação curricular de BIM deve ser feita como um processo amplo, evitando uma abordagem apenas como uma disciplina isolada, de aprendizagem de somente uma das ferramentas de modelagem 3D, de nível BIM 1.0 seja ela Revit ou ArchiCAD (Vinšová; Achten; Matějovská, 2015).

Uma abordagem multidisciplinar do BIM na educação tende auxiliar os alunos de graduação a potencializarem suas valências, visto que o BIM está intimamente relacionado e parcialmente baseado em habilidades interpessoais como comunicação, colaboração, coordenação, trabalho em equipe e liderança (Guo *et al.*, 2022).

Este trabalho traz os estudos de diagnósticos realizados em uma universidade brasileira em seu curso de Arquitetura e Urbanismo por meio de uma célula BIM composta por professores e alunos. A Célula BIM do Curso de Arquitetura e Urbanismo faz parte da Rede de Células BIM organizados pela Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC). Integram a célula dois professores doutores que orientam alunos de pós-graduação e graduação, um dos requisitos para a formação da célula. As atividades dos estudantes vão desde revisão bibliográfica até a produção de material didático com base nos estudos realizados pela célula.

2 BIM na Educação

Um dos fundamentos da educação a respeito da construção civil, por representar um tema com grande relevância técnica, é manter-se atualizada, sendo de suma importância que as universidades insiram no currículo o ensinamento de novas tecnologias (Abbas; Din; Farooqui, 2016). A Modelagem da Informação da Construção, conhecida como BIM (*Building Information Modeling*), é uma tecnologia inovadora aplicada à indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC) (Azhar, 2011). Nos últimos anos, seu escopo tem se expandido além do ambiente profissional e tem se tornado um dos principais temas no setor da educação de ensino superior da AEC (Wang *et al.*, 2020). Do ponto de vista pedagógico, o principal benefício da aplicação do BIM na educação gira em torno da capacidade de fornecer uma abordagem mais integrada ao ensino e aprendizagem (Forsythe; Jupp; Sawhney, 2015). Com uma abordagem colaborativa, baseada em dados e com rápidos movimentos de inovação tecnológica, o BIM apresenta-se como uma oportunidade significativa para aprimorar a educação no setor, criando um elo entre a academia e a indústria (Wang *et al.*, 2022).

A aplicação do BIM na educação proporciona um ambiente de aprendizado mais prático e alinhado com a realidade do setor, facilitando a criação de conhecimento e processos de aprendizagem favoráveis aos alunos (Olowa; Witt; Lill, 2021). Trabalho com a simulação da materialidade onde um elemento é modelado em ambiente virtual, diferente dos processos tradicionais de representação do objeto onde ele é imaginado em 3D, representam sucessivos planos de corte abstratos e somente é visualizado em 3D após sua construção (Livingston, 2008). Para uma adoção bem-sucedida do BIM na educação, torna-se necessária a busca pelo equilíbrio entre o nível de exigência dos modelos BIM para a indústria da construção e um BIM que seja capaz de estimular o aprendizado do aluno, oferecendo com isso um ambiente de ensino realista e prático, mas simultaneamente alcançável (Puolitaival; Forsythe, 2016).

De acordo Puolitaival e Forsythe (2016), é necessário encontrar esse equilíbrio entre teoria e prática, tornando os alunos mais preparados para o mercado de trabalho e

elevando a eficiência e qualidade dos projetos desenvolvidos durante a graduação. A tecnologia BIM tem desempenhado um papel fundamental na aquisição de conhecimentos e habilidades na educação da AEC, apresentando-se como uma plataforma para colaboração interdisciplinar (Wang *et al.*, 2022). A introdução de novas tecnologias no processo didático tende a aprimorar o processo de aprendizagem, bem como aumentar a motivação dos alunos (Olowa; Witt; Lill, 2021).

A implementação de BIM possui uma forte demanda na esfera do campo universitário e envolve algumas questões motivacionais importantes para o papel que o BIM vem desempenhando na indústria e os desafios que apresenta para os ambientes acadêmicos que desejam implementá-lo em currículos. Destacam-se os seguintes aspectos motivacionais da autorregulação: (1) Interesse, (2) Motivação Intrínseca, (3) Valor da Tarefa e (4) Perspectiva de tempo futuro (Zimmerman; Schunk, 2011). Com o crescente interesse e demanda para implementar o BIM em programas acadêmicos das especialidades da AEC, o BIM pode ser incorporado ao ensino universitário de quatro formas distintas: (1) ofertar o BIM como disciplina eletiva ou workshop, (2) torná-lo um programa de graduação avançado, (3) reestruturar o currículo existente para incluir o BIM e (4) integrar o BIM com o currículo existente (Ghosh; Parrish; Chasey, 2013).

Embora o BIM traga inúmeros benefícios para a educação, sua implementação enfrenta alguns desafios, como a falta de infraestrutura e recursos tecnológicos para o ensino e aprendizagem apropriados para o BIM, a necessidade de encontrar o equilíbrio entre teoria e prática, bem como a busca por facilitar o desenvolvimento profissional do aluno (Puolitaival; Forsythe, 2016). Neste sentido, é fundamental a implementação de teorias educacionais e estratégias que estabeleçam a aplicação de políticas para impulsionar a compreensão, aplicação e avaliação dos conceitos BIM na educação (Wang *et al.*, 2022). Além de teorias pedagógicas (práticas realizadas pelos educadores), o uso de estratégias adequadas de aprendizagem autorregulada (ações e comportamentos dos estudantes) são fundamentais para que estudantes obtenham sucesso acadêmico. Cabe então, aos instrutores, buscar as boas práticas dadas as diversas teorias autorreguladoras a fim de descobrir a que melhor se adapta às necessidades pedagógicas inerentes ao ensino de BIM para estudantes universitários (Panadero; Alonso-Tapia, 2014).

É sabido que as tecnologias BIM vêm evoluindo continuamente e com grande velocidade e isso coloca em xeque a eficácia de um curso focado em *software* específico para implementação BIM no longo prazo (Abdirad; Dossick, 2016, p. 256). Com isso, o futuro da educação em BIM deve levar a um caminho que possibilite que os alunos sejam capazes de aprender em um ritmo variável, possibilitando o desenvolvimento de uma maneira promissora que tende a facilitar o aprendizado individualizado e ao mesmo tempo colaborativo, integrando as mais diversas disciplinas pertencentes à grade curricular,

preparando os alunos de forma mais eficiente para o mercado profissional (Guo *et al.*, 2022).

3 Metodologia

A metodologia adotada nesta pesquisa consistiu em quatro etapas: (1) realização de um diagnóstico de Maturidade sobre a BIM no curso de Arquitetura e Urbanismo da IES; (2) identificação da permeabilidade BIM na matriz curricular do curso; (3) Estruturação da Célula BIM do curso; (4) início do desenvolvimento do Plano de Implementação BIM curricular (PIBc).

A pesquisa iniciou com a realização de um diagnóstico da situação atual do Curso de Arquitetura e Urbanismo na IES (Instituição de Ensino Superior) com relação a adoção de BIM. Esse diagnóstico levou em consideração critérios relacionados a política, a qual compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM; critérios relacionados a processo, o qual compreende o desempenho do ensino, pesquisa e extensão em BIM; e por último, critérios relacionados a tecnologia, cujo tema envolve toda a infraestrutura, tecnológica ou física, para o desenvolvimento do ensino BIM no curso da IES. Essa avaliação gerou como resultado um nível de maturidade BIM do curso.

Na segunda etapa, foi realizada uma identificação das interfaces BIM na matriz curricular do curso, ou seja, disciplinas que possuem potencialidade de adoção da tecnologia BIM, seja de forma teórica e/ou prática. O processo iniciou com uma análise documental e categorial das ementas de cada componente curricular do curso analisado. As ementas foram avaliadas e classificadas de acordo com 8 categorias, conforme o método proposto por Checcucci (2014). Os resultados foram identificados em caixas individuais para cada disciplina, que no todo formam uma matriz curricular do curso. Cores/tons e subtons foram adotados para categorizar cada núcleo de conteúdo que é ministrado.

À medida que as interfaces BIM foram identificadas nas disciplinas do curso na etapa anterior, os professores ministrantes dessas disciplinas foram contatados pelos coordenadores da Célula BIM do curso para aderirem a Célula. Os resultados, tanto do diagnóstico de maturidade BIM, quanto da matriz de permeabilidade BIM, foram apresentados aos professores para engajamento do corpo docente na Célula, o qual foi fundamental para realização da próxima etapa.

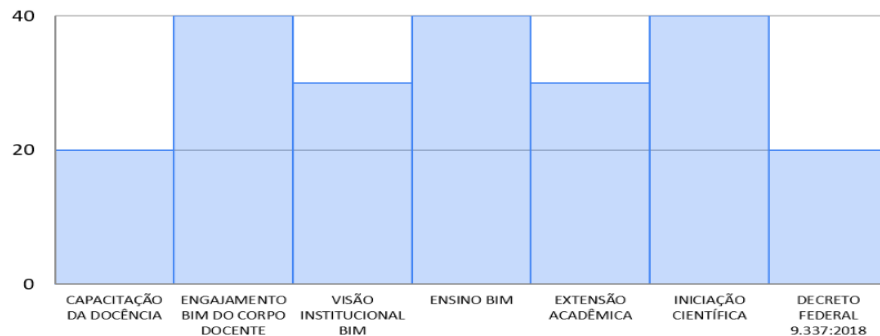
Como última etapa, foram propostas ações de curto, médio e longo prazo para formatação de um Plano de Implementação BIM (PIB). Essas ações levaram em consideração a característica prática e/ou teórica de cada disciplina e sua interface com outras disciplinas do curso e sua distribuição na matriz curricular, juntamente com o

envolvimento do corpo docente e a disponibilidade, motivação, adesão e capacitação para tema BIM na disciplina pelas quais os professores são responsáveis.

4 Resultados

Como primeiro resultado, o diagnóstico de Maturidade BIM revelou que o Curso de Arquitetura e Urbanismo apresenta um nível médio/alto de maturidade conforme apresentado na **Error! Reference source not found..**

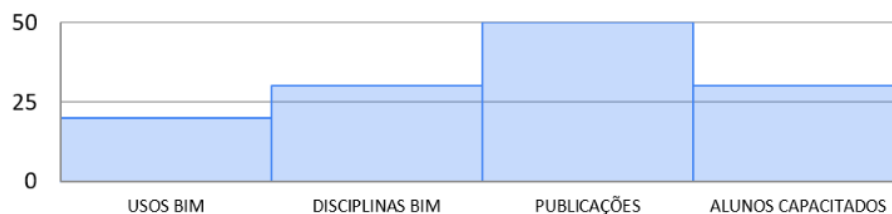
Figura 1 - Pontuação com relação a Políticas BIM.



Fonte: Autores, 2024.

Entre as pontuações mais expressivas, encontram-se o planejamento de publicações relacionadas a BIM dentro da categoria Processos (Figura 2).

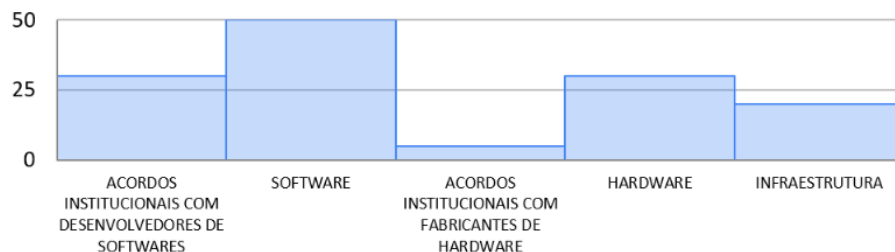
Figura 2 - Pontuação com relação a Processos BIM



Fonte: Autores, 2024.

Na categoria Tecnologia destacaram-se os acordos institucionais com desenvolvedores de *softwares* (Figura 3).

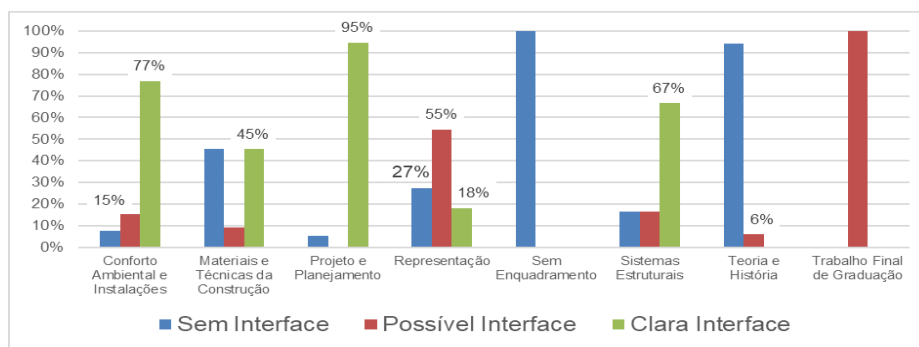
Figura 3 - Pontuação com relação a Tecnologia BIM.



Fonte: Autores, 2024.

Na segunda etapa da pesquisa, a identificação das interfaces BIM na matriz curricular do curso trouxe como primeiro resultado a quantificação de disciplinas sem interface, com possível interface e clara interface, por área de estudo (Figura 4).

Figura 4 - Representação da Matriz Curricular e Interfaces BIM.

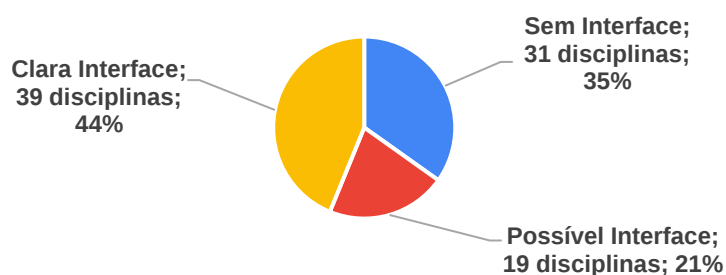


Fonte: Autores, 2024.

Entendendo a área de projeto e planejamento como uma espinha dorsal dos cursos de arquitetura, é evidente que seu percentual de disciplinas seja maior, equivalendo no caso do CAU a 21% das disciplinas. Dado que as disciplinas da área de projeto e planejamento culminam nas disciplinas da área de trabalho final de graduação, espera-se que o restante da grade curricular traga disciplinas de formação, embasamento e aprofundamento nas questões que envolvam tecnologia BIM distribuídas nas demais áreas de estudo. Relacionado a isso pôde-se observar que as disciplinas das áreas de materiais e técnicas de construção e conforto ambiental são apresentadas com clara interface, embora as disciplinas da área de sistemas estruturais apresentem uma interface clara com BIM em três, das cinco disciplinas que compõem essa área.

A distribuição total de disciplinas com clara interface e possível interface em toda a matriz curricular é de 79%, distribuídas em 39 disciplinas que equivalem a 44% de clara interface, 19 disciplinas que equivalem a 21% como possível interface e sem interface 31 disciplinas que equivalem a 35% das disciplinas (Figura 5).

Figura 5 - Relação de Disciplinas na Categoria (a): Existe interface entre o componente e BIM?



Fonte: Autores, 2024.

Dado importante é que 94% das disciplinas da área de estudo de teoria e história não têm interface, com apenas 6% de possível interface, sem que haja nenhuma disciplina com uma clara interface com BIM. Não se descarta a possibilidade de que metodologias de projeto que envolvam a modelagem BIM ou que abarquem teorias generativas possam ser abordadas na linha de teoria de projeto de forma conceitual. A área de trabalho final de graduação, mesmo sendo um conjunto de disciplinas de final de curso, foi entendido como uma possível interface com BIM. Isso se deveu às características e exigências que são

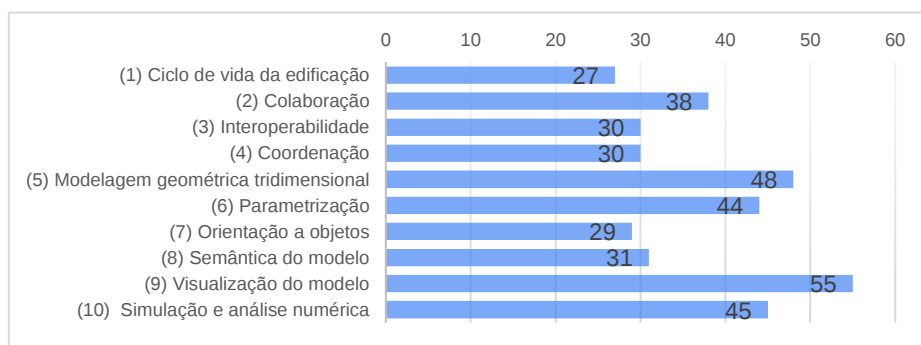
feitas com relação aos requisitos necessários para aprovação em trabalho final de graduação. Esse enquadramento foi assim entendido pois dependerá do enfoque do professor orientador e dos objetivos do estudante quando submete seu projeto para a avaliação.

Com relação ao BIM, considerando a importância e relevância que têm as cadeiras que compõem as quatro áreas de estudo: projeto e planejamento; materiais de técnicas de construção; sistemas estruturais e conforto ambiental, vemos que a implantação da tecnologia BIM, em algum grau, é bastante possível na atual grade curricular. A implantação de BIM nas disciplinas dessas quatro áreas representaria um importante passo, dado que as correspondem a 55% das disciplinas do curso sem considerar área de trabalho final de graduação que corresponde a mais 9% das disciplinas. Cinco por cento das disciplinas foram consideradas como sem enquadramento por não estarem abrangidas pela Resolução CNE/CES nº 2, de 17 de junho de 2010.

Com relação aos conceitos mais frequentes com interface BIM abordados em disciplinas encontrou-se: visualização do modelo (55 disciplinas); modelagem geométrica tridimensional (48 disciplinas); simulação e análise numérica (45 disciplinas) e parametrização (44 disciplinas) conforme a figura 6.

Os conceitos menos abordados são: interoperabilidade (30 disciplinas); coordenação (30 disciplinas); orientação a objetos (29 disciplinas) e ciclo de vida da edificação (27 disciplinas). Esta observação é significativa sobre uma lacuna na abordagem e permite com isso avaliar a necessidade de disciplinas específicas sobre tais assuntos ou, por outro lado, a possibilidade de reformular ementas e objetivos de disciplinas existentes.

Figura 6 - Relações de Disciplinas na Categoria conceito.



Fonte: Autores, 2024.

Com base na análise das interfaces de cada disciplina do curso, os coordenadores da Célula BIM promoveram reuniões e discussão com os professores responsáveis pelas disciplinas que apresentam clara interface com BIM. Estas conversas resultaram na adesão de mais professores à Célula, que atualmente consta com: 8 professores, 3 alunos de graduação, e 2 alunos de pós-graduação.

A partir da integração de mais professores à Célula, foram estabelecidas metas de curto, médio e longo prazo dentro de um PIB curricular para o curso de Arquitetura e Urbanismo da IFE. A célula estabeleceu que as metas de curto prazo significam ações a serem realizadas dentro de 6 meses a 1 ano. Metas de médio prazo constituem ações a serem realizadas dentro de 2 anos, já as de longo prazo estima-se que sejam feitas ações a partir de 4 anos. O objetivo geral desse PIBc também foi definido: “Promover as interfaces do BIM entre disciplinas buscando autonomia dos estudantes no entendimento do projeto de edificação e instalações como um processo integrado e colaborativo em todo ciclo de vida da arquitetura”.

Como curto prazo, foram definidas as seguintes ações, com resultados já obtidos. O primeiro deles foi a atualização da disciplina Representação Digital em BIM (RDB), com turmas abordando diferentes *software* e, com relação a bibliografia e preparação de material didático. O material didático foi produzido através de um projeto de ensino coordenado pelos professores da Célula BIM, no qual os alunos prepararam lições utilizando a abordagem da autorregulação da aprendizagem onde o aluno percorre um caminho totalmente tutorado até o engajamento autônomo. Este material foi produzido utilizando dois *softwares*, Revit e Archicad, e serve como apoio didático para a disciplina. Vídeo aulas também estão sendo preparadas. Outra ação em curso é a integração entre disciplinas com alunos de mesmo semestre, interface entre a disciplina RDB com a disciplina Concreto Armado 1. Essa interface também já consta como um resultado alcançado pois esta ação já está em curso desde o semestre 2023/1. A integração ocorreu através da introdução de um exercício prático na qual os alunos devem modelar uma edificação residencial em BIM na disciplina de RDB usando critérios de pré-dimensionamento para, então, utilizar o mesmo modelo para dimensionar a estrutura de concreto armado moldado *in loco* na disciplina de Concreto Armado 1.

Como resultados esperados que já apresentam encaminhamentos de médio prazo, foram estabelecidas ações relativas à incorporação de práticas de documentação de edificações históricas (HBIM) complementadas com informações advindas da fotogrametria digital junto à disciplina de Projeto Arquitetônico VI. E como metas de longo prazo foram estabelecidas as ações de introdução de aula teórica sobre visualização do planejamento do gerenciamento de obras com uso de modelos BIM 4D na disciplina de Gerenciamento da Construção. Também está em curso o planejamento de exercício prático com uso de *software* de simulação termo energética na disciplina de Desempenho Térmico.

A divulgação desta pesquisa, juntamente com outras pesquisas da Rede Célula BIM, visa fomentar o conhecimento e as práticas que contribuem para a implementação eficaz do BIM nos currículos acadêmicos. A integração e colaboração entre disciplinas que

anteriormente não tinham relação com o BIM podem auxiliar no desenvolvimento e na compreensão, por parte dos alunos, do conceito de interdisciplinaridade do BIM. Isso promove uma visão integrada e colaborativa entre as disciplinas, além de desenvolver as competências técnicas e habilidades interpessoais necessárias para a formação dos estudantes de Arquitetura e Urbanismo.

5 Conclusão

O processo de análise do currículo do Curso de Arquitetura e Urbanismo proporcionou uma abordagem metodológica sobre as disciplinas que já possuem interfaces, aquelas disciplinas com potencialidade de implementação em seu atual formato e de áreas que ainda não possuem interfaces, demandando estudos adicionais para verificar a viabilidade de criar uma interface BIM.

Ficou evidenciado que há uma significativa interface na área de estudo de projeto e planejamento, que abrangem as disciplinas de projeto propriamente dito, de ateliê vertical e trabalho final de graduação. Cabe ressaltar que as ferramentas BIM precisam ser encaradas como instrumentos essenciais, a serem utilizados desde as etapas iniciais de projeto, já nos primeiros semestres do curso. Ressalta-se ainda que os modelos virtuais gerados com a tecnologia BIM podem proporcionar apoio à aprendizagem tanto dos fundamentos da tecnologia BIM quanto de fundamentos da materialidade construtiva.

Observou-se pontos muito positivos nas possibilidades de integração vertical e horizontal com a interface BIM. A integração entre disciplinas da área de estudo de projeto e planejamento com as das áreas de estudo de sistemas estruturais, materiais e técnicas da construção, conforto ambiental e instalações, está em consonância com a atual grade curricular. Visando viabilizar essa integração, será necessário investir em capacitação de professores para explorar essas novas possibilidades.

As ações planejadas dentro do PIB têm o potencial de impactar diretamente os planos de aula e as práticas de ensino dos professores. O engajamento de mais professores na Célula, juntamente com resultados positivos da aplicação da tecnologia BIM nas disciplinas, tende potencializar os resultados tanto em nível motivacional dos alunos, quanto em novas competências de alunos e professores.

As modificações curriculares inevitavelmente impactarão o perfil dos egressos, tornando-os mais aptos a atender às demandas do mercado de trabalho, além de prepará-los para pós-graduação neste âmbito de pesquisa. Por fim, ressaltar-se que, uma vez que as iniciativas do PIB apresentem ações concretas e publicadas (divulgadas), essas se tornarão uma base de conhecimento capaz de apoiar outras instituições interessadas na implementação de BIM de forma integrada ao currículo dos cursos de arquitetura e urbanismo.

Colaboradores

Todos os autores contribuíram na concepção, desenvolvimento e redação dos resultados deste trabalho.

Referências

ABBAS, Ali; DIN, Zia Ud; FAROOQUI, Rizwan. Integration of BIM in Construction Management Education: An Overview of Pakistani Engineering Universities. **Procedia Engineering**, [s. l.], v. 145, p. 151–157, 2016. Disponível em: Acesso em: 26 jul. 2023.

ABDIRAD, Hamid; DOSSICK, Carrie S. BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education: a systematic review. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, [s. l.], v. 21, n. 17, p. 250–271, 2016.

ADAMU, Zulfikar A.; THORPE, Tony. **How universities are teaching BIM: A review and case study from the UK**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <http://www.itcon.org/2016/8><http://www.itcon.org/2016/8>.

ANDERSON, Anne; DOSSICK, Carrie Sturts; OSBURN, Laura. Curriculum to Prepare AEC Students for BIM-Enabled Globally Distributed Projects. <https://doi.org/10.1080/15578771.2019.1654569>, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 270–289, 2019.

AZHAR, Salman. Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. **Leadership and Management in Engineering**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 241–252, 2011.

CHECCUCCI, Érica de Sousa. Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em engenharia civil e o papel da expressão gráfica neste contexto. [s. l.], 2014.

FORSYTHE, Perry; JUPP, Julie; SAWHNEY, Anil. Building Information Modelling in Tertiary Construction Project Management Education: A Programme-wide Implementation Strategy. **Journal for Education in the Built Environment**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 16–34, 2015.

GHOSH, Arundhati; PARRISH, Kristen; CHASEY, Allan Dee. From BIM to collaboration: A proposed integrated construction curriculum. *In:* , 2013. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <https://asu.elsevierpure.com/en/publications/from-bim-to-collaboration-a-proposed-integrated-construction-curr>. Acesso em: 26 jul. 2023.

GOVERNO FEDERAL. **Decreto10306**. [S. l.], 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm. Acesso em: 28 mar. 2023.

GUO, Brian H.W. et al. Bridging the gap between building information modelling education and practice: a competency-based education perspective. **International Journal of Construction Management**, [s. l.], 2022a.

GUO, Brian H.W. et al. Bridging the gap between building information modelling education and practice: a competency-based education perspective. <https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2077546>, [s. l.], 2022b.

LIVINGSTON, Christopher. From CAD to BIM: Constructing Opportunities in Architectural Education. In: 2008, Reston, VA. **AEI 2008**. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2008. p. 1–9.

OLOWA, T.; WITT, E.; LILL, I. Building information modelling (BIM) – enabled construction education: teaching project cash flow concepts. **International Journal of Construction Management**, [s. l.], v. 23, n. 9, p. 1494–1505, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15623599.2021.1979300>. Acesso em: 26 jul. 2023.

PANADERO, Ernesto; ALONSO-TAPIA, Jesús. ¿Cómo autorregulan nuestros alumnos? Revisión del modelo cíclico de Zimmerman sobre autorregulación del aprendizaje. **Anales de Psicología**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 450–462, 2014.

PUOLITAIVAL, Taija; FORSYTHE, Perry. Practical challenges of BIM education. **Structural Survey**, [s. l.], v. 34, n. 4–5, p. 351–366, 2016a. Disponível em: Acesso em: 26 jul. 2023.

PUOLITAIVAL, Taija; FORSYTHE, Perry. Practical challenges of BIM education. **Structural Survey**, [s. l.], v. 34, n. 4/5, p. 351–366, 2016b.

SANTOS, Deivid Alex dos; ALLIPRANDINI, Paula Mariza Zedu. A promoção do uso de estratégias cognitivas em alunos do Ensino Médio. **Psicologia Escolar e Educacional**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 535–543, 2018.

SCHMITZ, Bernhard; WIESE, Bettina S. New perspectives for the evaluation of training sessions in self-regulated learning: Time-series analyses of diary data. **Contemporary Educational Psychology**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 64–96, 2006.

VINŠOVÁ, Ivana; ACHTEN, Henri; MATĚJOVSKÁ, Dana. **Integrating BIM in Education: Lessons Learned**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: <http://www.molab.eu>.

WANG, Liyuan et al. Incorporating BIM into the upper-division curriculum of construction engineering and management. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2112150>, [s. l.], 2022.

WANG, Liyuan et al. Review of BIM Adoption in the Higher Education of AEC Disciplines. **Journal of Civil Engineering Education**, [s. l.], v. 146, n. 3, p. 06020001, 2020.

ZIMMERMAN, Barry J; SCHUNK, D H. Motivational sources and outcomes of self-regulated learning and performance. **Handbook of self-regulation of learning and performance**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 49–64, 2011.