



Adoção de softwares BIM na disciplina de Arquitetura em curso de Engenharia Civil

Adoption of BIM software in the Architecture discipline in a Civil Engineering course

Adopción del software BIM en la disciplina Arquitectura en una carrera de Ingeniería Civil

Vinícius Francis Braga de Azevedo

Mestrando, UPE, Brasil

Vinicio.francis.ba@gmail.com

Igor Alencar Rodrigues

Mestrando, UPE, Brasil.

mrosario@gmail.com

Vicente Estevam da Silva Neto

Mestrando, UPE, Brasil.

ciclano@hotmail.com

Bianca M. Vasconcelos

Professora Doutora, UPE, Brasil.

Bianca.vasconcelos@upe.br



RESUMO

O Building Information Modeling (BIM) é reconhecido como uma abordagem sustentável para o desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, operando em todas as fases do ciclo de vida de uma edificação. Apesar da importância, a adoção do BIM no ensino tem sido gradual. O objetivo do artigo é investigar a adesão dos estudantes do curso de engenharia civil da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE) ao uso de softwares BIM na disciplina de arquitetura, ministrada no 6º período do curso. O estudo longitudinal abrangeu dados quantitativos de 2020 a 2023, visando classificar os projetos entregues conforme o software utilizado (2D ou BIM), identificar tendências temporais no uso de softwares BIM e elaborar hipóteses para compreender os motivos da escolha do software. Observou-se que o uso de softwares 2D era predominante entre os estudantes em 2020, com 63,95% de uso, porém houve um aumento gradual na adoção de softwares BIM ao longo do tempo, tornando-se expressivo em 2023, com 80,85% de uso. Este estudo contribui para o entendimento das dinâmicas relacionadas à integração do BIM na formação acadêmica em Engenharia Civil, destacando o papel da universidade como promotora de práticas sustentáveis na indústria da construção, evidenciando a importância do BIM como ferramenta para a eficiência e qualidade ao longo do ciclo de vida das edificações.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem da informação da construção. Ensino. Tecnologia.

SUMMARY

Building Information Modeling (BIM) is recognized as a sustainable approach to the development of architecture and engineering projects, operating at all phases of a building's life cycle. Despite its importance, the adoption of BIM in education has been gradual. The aim of this article is to investigate the adoption of BIM software by civil engineering students at the Polytechnic School of the University of Pernambuco (POLI/UPE) in the architecture course, taught in the 6th semester. The longitudinal study encompassed quantitative data from 2020 to 2023, aiming to classify the delivered projects according to the software used (2D or BIM), identify temporal trends in the use of BIM software, and develop hypotheses to understand the reasons for the software choice. It was observed that the use of 2D software was predominant among students in 2020, with 63.95% usage, but there was a gradual increase in the adoption of BIM software over time, becoming significant in 2023, with 80.85% usage. This study contributes to the understanding of the dynamics related to the integration of BIM in academic training in Civil Engineering, highlighting the role of the university as a promoter of sustainable practices in the construction industry, emphasizing the importance of BIM as a tool for efficiency and quality throughout the building life cycle.

KEYWORDS: Building Information Modeling. Education. Technology.

RESUMEN

El Modelado de Información de Construcción (BIM) es reconocido como un enfoque sostenible para el desarrollo de proyectos de arquitectura e ingeniería, operando en todas las fases del ciclo de vida de un edificio. A pesar de su importancia, la adopción del BIM en la educación ha sido gradual. El objetivo de este artículo es investigar la adopción de software BIM por parte de los estudiantes de ingeniería civil de la Escuela Politécnica de la Universidad de Pernambuco (POLI/UPE) en la asignatura de arquitectura, impartida en el 6º semestre. El estudio longitudinal abarcó datos cuantitativos de 2020 a 2023, con el objetivo de clasificar los proyectos entregados según el software utilizado (2D o BIM), identificar tendencias temporales en el uso de software BIM y elaborar hipótesis para comprender los motivos de la elección del software. Se observó que el uso de software 2D era predominante entre los estudiantes en 2020, con un 63.95% de uso, pero hubo un aumento gradual en la adopción de software BIM con el tiempo, volviéndose significativo en 2023, con un 80.85% de uso. Este estudio contribuye a la comprensión de las dinámicas relacionadas con la integración del BIM en la formación académica en Ingeniería Civil, destacando el papel de la universidad como promotora de prácticas sostenibles en la industria de la construcción, enfatizando la importancia del BIM como herramienta para la eficiencia y calidad a lo largo del ciclo de vida de los edificios.

PALABRAS CLAVE: Modelado de Información de Construcción. Educación. Tecnología.



1 INTRODUÇÃO

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 9, promovido pelas Nações Unidas, visa construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação. Suas metas incluem desenvolver infraestrutura de qualidade e acessível, promover industrialização sustentável e inclusiva, e fortalecer a pesquisa científica e tecnológica (ONU, 2024).

Nesse contexto, o Building Information Modeling (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção consiste em um conjunto de tecnologias e estratégias organizacionais que fomentam a cooperação entre diversas entidades e áreas de especialização na indústria da construção (Miettinen; Paavola, 2014; Rodrigues; Vasconcelos, 2024). Essas tecnologias e estratégias visam aprimorar o desempenho e a qualidade em todas as etapas do ciclo de vida de uma edificação, desde o planejamento até a construção e manutenção (Van Tam *et al.*, 2023; Ahmed *et al.*, 2018; Arayici *et al.*, 2011).

O uso do BIM por empresas de gerenciamento de construção foi frequentemente limitado pela adesão aos processos tradicionais devido a algumas barreiras de implementação (Arayici *et al.*, 2012; Georgiadou, 2019). No entanto, muitos proprietários já reconheceram seu potencial (Ghaffarianhoseini *et al.*, 2017; Hardin; Mccool, 2015).

Há uma discussão recorrente sobre se o BIM representa uma evolução do Computer Aided-Design (CAD) ou uma transformação completa na indústria da construção (Azevedo; Morais; Lira, 2020; Borkowski, 2023; Akbiyik *et al.*, 2023). Esses autores destacam eventos significativos que moldaram a trajetória do BIM, desde sua concepção até sua implementação na indústria da construção.

Apesar das dificuldades da indústria da construção em adotar o BIM (Sepasgozar *et al.*, 2023), ele se mostrou indispensável para a evolução do setor. A integração do BIM na construção civil não apenas otimiza processos, mas também eleva os padrões de qualidade, eficiência, precisão e colaboração na concepção e execução de projetos de engenharia (Azevedo *et al.*, 2024; Azevedo *et al.*, 2023; Chen; Luo, 2014; Ghaffarianhoseini *et al.*, 2017; Miettinen; Paavola, 2014).

Todavia, a transição para a adoção plena do BIM não deve se limitar apenas ao ambiente de trabalho. Besné *et al.* (2021), Nushi *et al.* (2017) e Yusuf *et al.* (2017) destacam a crescente demanda pela integração do BIM nos processos produtivos e educativos das instituições de ensino, devido às exigências e recomendações das instituições governamentais internacionais. Esses autores revelam um consenso sobre a necessidade de desenvolver diretrizes acadêmicas comuns para as instituições universitárias, visando definir estratégias para modificações curriculares e métodos de ensino e aprendizagem. Safour *et al.* (2023) concordam e ressaltam a importância de publicar estudos acadêmicos sobre o BIM e a adoção adequada da cultura do BIM dentro das universidades. A implementação do BIM no ensino universitário demanda estratégias para superar desafios como rigidez curricular, imobilidade departamental e falta de colaboração interdisciplinar (Abdirad; Dossick, 2016; Babatunde; Ekundayo, 2019; González *et al.*, 2019).



Barison *et al.* (2010) evidenciam as expectativas em relação ao BIM, quanto às mudanças no desempenho de arquitetos e engenheiros, afirmando também a importância dos conhecimentos em BIM em estudos acadêmicos e destacando como o ensino desse conteúdo está sendo incorporado em disciplinas de arquitetura, engenharia e construção (AEC) em universidades em todo o mundo. Corroborando com os autores Abdirad e Dossick (2016), eles apontam que, nos últimos anos, a adoção do BIM cresceu no setor AEC e, em resposta a este crescimento, a indústria e a academia perceberam que a educação BIM nos currículos universitários é um requisito importante para satisfazer as demandas educacionais da indústria.

A adoção de estratégias metodológicas para melhorar o ensino em BIM é fundamental para alcançar bons resultados, podendo trazer motivação e compreensão através da visualização e ainda a melhoria da comunicação e colaboração entre os discentes (Azevedo *et al.*, 2024; Besné, *et al.*, 2021). Neste contexto metodológico, há uma grande importância em se averiguar a adesão de estudantes de AEC ao uso de softwares BIM como esclarecem Besné, *et al.* (2021). Portanto, o objetivo deste artigo é investigar a adesão dos estudantes do curso de engenharia civil da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE) ao uso de softwares BIM na disciplina de Arquitetura, ministrada no 6º período.

2 CARACTERIZAÇÃO DA DISCIPLINA DE ARQUITETURA

A disciplina de arquitetura é obrigatória e é oferecida na Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco para discentes do sexto período do curso de graduação em engenharia civil. Com carga horária de 60 horas, seu conteúdo abrange o estudo da produção arquitetônica e urbanística desde a Antiguidade Oriental até o Século XXI. Também explora os aspectos condicionantes do projeto, tais como legais, físicos, ambientais, funcionais, econômicos, estéticos, culturais e técnicos.

O objetivo da disciplina é proporcionar aos alunos uma visão abrangente da arquitetura e da atividade projetual, levando em consideração os condicionantes legais, funcionais e de conforto ambiental, com ênfase no projeto arquitetônico na cidade do Recife.

O conteúdo da disciplina é dividido em duas unidades. Na primeira unidade, os alunos recebem conteúdo expositivo para embasar o desenvolvimento de estudo de viabilidade e anteprojeto arquitetônico. Na segunda unidade, eles desenvolvem o projeto arquitetônico em um terreno escolhido da cidade do Recife. Os alunos têm a liberdade para escolher o software para o desenvolvimento do projeto, porém, ao longo do curso, tiveram contato apenas com software CAD durante disciplina de representação gráfica de projetos, no terceiro período do curso.

3 METODOLOGIA

A formatação da página (tamanho A4) deve seguir rigorosamente as seguintes orientações:

funcionais e de conforto ambiental, com ênfase no projeto arquitetônico na cidade do Recife.



O conteúdo da disciplina é dividido em duas unidades. Na primeira unidade, os alunos recebem conteúdo expositivo para embasar o desenvolvimento de estudo de viabilidade e anteprojeto.

Este estudo se caracteriza como uma pesquisa exploratória, pois visa investigar a adesão dos estudantes ao uso de softwares BIM na disciplina de Arquitetura, constituindo uma caracterização inicial do problema (Nooy; Mrvar; Batagelj, 2005). É do tipo longitudinal, pois envolve a análise de dados ao longo de um período específico (Caruana *et al.*, 2015). Com abordagem qualitativa, pois busca coletar e analisar as informações de forma quantitativa (Lunetta; Guerra, 2023).

Para a realização da pesquisa, as etapas metodológicas podem ser descritas da seguinte forma:

a. Revisão da literatura: buscou-se realizar uma revisão da literatura para embasar a investigação.

b. Coleta de dados: a coleta de dados foi realizada através da revisão dos projetos arquitetônicos desenvolvidos pelos estudantes do curso de engenharia civil da POLI/UPE, entre os anos de 2020 até 2023. Os projetos foram obtidos a partir dos registros de entregas na disciplina de arquitetura na plataforma do Google Classroom.

c. Classificação dos projetos: os projetos foram classificados com base no software utilizado para o desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico de edificação multifamiliar. Os softwares foram divididos em duas categorias: desenvolvidos em 2D ou BIM. Cada projeto foi analisado para determinar qual categoria de software foi utilizada em sua elaboração.

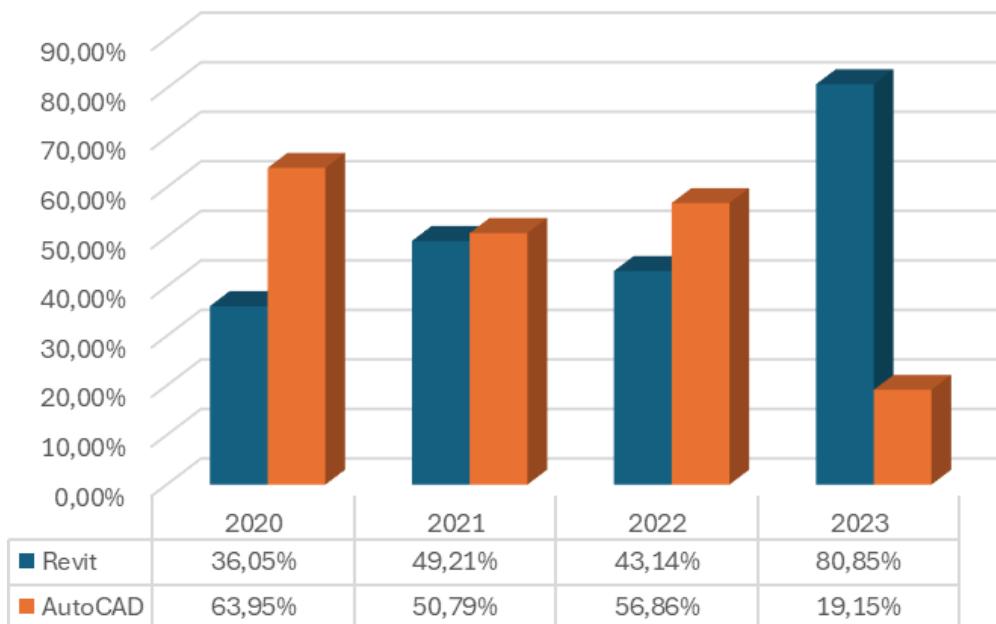
d. Traçar hipóteses de motivos por trás da escolha de determinado software pelos estudantes: com base nos dados coletados e na literatura, foram traçadas hipóteses para compreender os motivos pelos quais os estudantes optaram por utilizar determinado software.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise dos dados

Durante a análise dos dados coletados entre os anos de 2020 e 2023, obteve-se o quantitativo de 294 alunos que desenvolveram projetos arquitetônicos para a disciplina de arquitetura. Ao avaliar a entrega dos projetos, observou-se uma mudança significativa no padrão de uso de softwares na disciplina, conforme indicado na Figura 1. Inicialmente, em 2020, houve uma preferência pelo uso de softwares CAD, com 63,95% de projetos desenvolvidos nessa tecnologia em comparação com o uso de softwares BIM. No entanto, ao longo dos anos subsequentes, essa preferência mudou gradualmente, com uma adesão crescente ao software BIM. Especificamente, em 2021, o uso de ambos os tipos de software estava equilibrado, mas em 2023, o Revit tornou-se predominante no desenvolvimento dos projetos, com uma participação de 80,85%. Essa tendência sugere um aumento notável na intenção dos alunos de adotar ferramenta BIM como principal no desenvolvimento de projetos arquitetônicos. Vale ressaltar que em 2023, os professores da disciplina incentivaram o uso do BIM, oferecendo pontuação extra aos alunos que optaram por aprender e desenvolver seus projetos utilizando essa tecnologia. Essa estratégia pode ter influenciado a crescente adesão ao BIM nesse período.

Figura 1 – Uso de softwares na disciplina de arquitetura



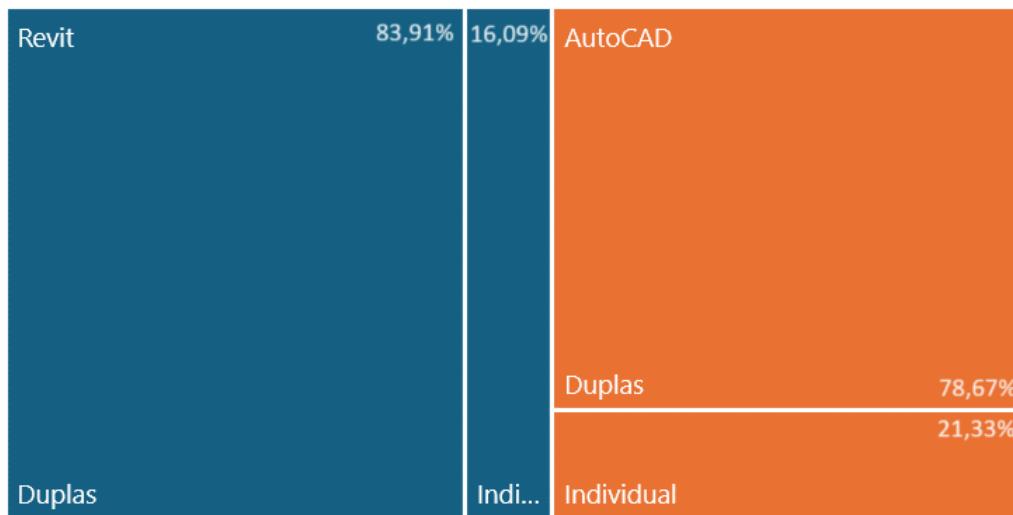
Fonte: Autores

Ao examinar o total de projetos entregues durante o período de estudo, constatou-se que 75 projetos foram entregues utilizando software 2D e 87 com software BIM. Dentre eles, desenvolvidos individualmente ou em duplas. Embora a disciplina permita tanto o desenvolvimento de projetos individualmente quanto em duplas, observou-se uma tendência predominante de trabalhos em duplas. Enquanto nos projetos desenvolvidos em software CAD, 16 foram feitos individualmente e 56 em duplas, dentre os projetos desenvolvidos em software BIM 14 foram feitos individualmente e 73 em duplas.

Através da Figura 2 pode-se visualizar o mapa de árvore com a relação entre os projetos desenvolvidos individualmente e em duplas. O desenvolvimento de projetos desenvolvidos em software BIM em duplas é um pouco mais expressivo em relação aos softwares CAD. Essa preferência pode ser interpretada como uma estratégia dos alunos para enfrentar o desafio de aprender um novo software, demonstrando uma abordagem colaborativa para superar barreiras individuais de aprendizado.

Figura 2 – Mapa de árvore da relação entre projetos desenvolvidos individualmente e em duplas.

■ Revit ■ AutoCAD



Fonte: Autores

4.2 Hipóteses

Embora o número total de projetos entregues em BIM tenha superado os desenvolvidos em CAD, ainda há uma proporção considerável de projetos entregues em CAD. Isso sugere que, apesar da crescente adoção do BIM, ainda existem estudantes que optam pelo CAD. Uma possível explicação para essa escolha pode residir na familiaridade prévia dos alunos com o CAD, já que eles não tiveram contato com ferramenta BIM durante a graduação. A ausência de políticas institucionais ou mudanças curriculares que promovem explicitamente o uso do BIM pode ter contribuído para essa preferência contínua pelo CAD entre alguns alunos.

Além disso, a literatura sugere que o BIM está sendo cada vez mais requisitado no mercado de trabalho, ele oferece recursos avançados de modelagem tridimensional, análise de desempenho e colaboração em tempo real (Azevedo; Vasconcelos, 2024; Chathuranga *et al.* 2023; Ershadi *et al.*, 2021; Wagiri *et al.*, 2023), o que permite o desenvolvimento de projetos de forma mais rápida, confiável e precisa (Abdulwahhab; Naimi; Abdullah, 2022; Auman; Alwan; McIntyre, 2020). Além disso, a integração de todas as informações em um único modelo reduz a necessidade de retrabalho e aumenta a consistência e a precisão do projeto (Rui; Yaik-Wah; Siang, 2021; Samimpay; Saghatforoush, 2020). Isso pode ter influenciado a crescente taxa de uso do BIM na disciplina de arquitetura, mesmo considerando a familiaridade dos alunos com o CAD durante a graduação. Ademais, o incentivo institucional e dos docentes possui um papel importante para estimular o uso do BIM na academia (Barros; Brigitte, 2021; Lima *et al.*, 2020). Com base nos dados e análise da literatura, podem ser traçadas as seguintes hipóteses para compreender os motivos por trás da escolha de determinado software:

- Familiaridade com o software: alunos podem ter optado por software CAD devido à sua familiaridade prévia com essa tecnologia. Como eles foram expostos ao CAD durante a disciplina de Expressão Gráfica II no terceiro período, é possível que tenham se sentido mais confortáveis e confiantes em utilizar essa ferramenta. Da mesma forma, alunos que já



obtiveram familiaridade com software BIM fora da faculdade, como em cursos e estágio, podem ter optado por utilizar ele para o desenvolvimento do projeto.

- Exigências do mercado de trabalho: a crescente demanda por profissionais capacitados em BIM pode ter influenciado a escolha dos alunos por essa tecnologia. Como o BIM está sendo cada vez mais requisitado na indústria da construção civil, os alunos podem ter optado por adquirir habilidades em BIM para aumentar suas chances de empregabilidade após a graduação;
- Recomendação de professores: o incentivo por parte dos professores da disciplina de arquitetura para o uso do software BIM, oferecendo pontuação extra aos alunos que optarem por essa tecnologia em 2023, pode ter influenciado significativamente a escolha dos estudantes.
- Benefícios do BIM em relação aos softwares CAD: os alunos podem ter optado pelo BIM devido à percepção de suas vantagens em termos de eficiência e qualidade na elaboração de projetos arquitetônicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mudança gradual do CAD para o BIM entre os estudantes reflete uma adaptação às exigências do mercado, onde o domínio do BIM é cada vez mais valorizado. No entanto, a persistência de projetos em CAD ressalta a importância de abordagens de ensino que considerem as diferentes necessidades dos alunos. Isso aponta para a necessidade de políticas institucionais que incentivem a transição para o BIM e proporcionem recursos adequados.

O uso do BIM no ensino oferece diversos benefícios. Ele proporciona uma compreensão mais integrada do processo de projeto, permitindo simulações e visualizações tridimensionais. Além disso, facilita a colaboração entre alunos e professores, promovendo um ambiente de aprendizado colaborativo e preparando os alunos para as exigências do mercado de trabalho atual.

Como limitação do estudo, a falta de entrevistas ou questionários para compreender as razões por trás da escolha de software pelos alunos. Recomenda-se que pesquisas futuras incorporem essas abordagens. Além disso, sugere-se investigar mais a fundo os fatores que influenciam a adoção do BIM e os impactos a longo prazo do seu uso na formação e carreiras dos alunos, para informar estratégias de ensino e políticas institucionais mais eficazes.

6 REFERÊNCIAS

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

ABDULWAHHAB, Roa; NAIMI, Sepanta; ABDULLAH, Raed. Managing Cost and Schedule Evaluation of a Construction Project via BIM Technology and Experts' Points of View. *Mathematical Modelling of Engineering Problems*, v. 9, n. 6, 2022.

AHMED, Sonia *et al.* BIM performance improvement framework for Syrian AEC companies. *International Journal of BIM and Engineering Science*, v. 1, n. 1, p. 21-41, 2018.



ANDRÉ, Marli. O que é um estudo de caso qualitativo em educação. **Revista da FAAEBA: Educação e Contemporaneidade**, p. 95-103, 2013.

ARAYICI, Yusuf *et al.* Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. **Automation in construction**, v. 20, n. 2, p. 189-195, 2011.

ARAYICI, Yusuf; EGBU, C. O.; COATES, S. P. Building Information Modelling (BIM) implementation and remote construction projects: Issues, challenges, and critiques. **Journal of information technology in construction**, v. 17, 2012.

AYMAN, Rana; ALWAN, Zaid; MCINTYRE, Lesley. BIM for sustainable project delivery: review paper and future development areas. **Architectural Science Review**, v. 63, n. 1, p. 15-33, 2020.

AKBIYIK, Selen ÖZTÜRK; SELÇUK, Semra ARSLAN. THE EVOLUTION OF BIM USAGE FROM PAST TO PRESENT. **Current Research in Architecture, Planning and Design**, p. 1, 2023.

AZEVEDO, Vinícius; MORAES, Andréa; LIRA, Hiran. Tutoring as a Tool to Explore New Teaching Methodologies in the Classroom in Engineering Classes of the University of Pernambuco. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOMETRY AND GRAPHICS, 2020. Anais [...]**. Springer, Cham, 2021. p. 811-819. DOI 10.1007/978-3-030-63403-2_74. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-63403-2_74

AZEVEDO, Vinícius Francis Braga de; LIRA, Hiran Ferreira de; MORAES, Andréa Benício de; VASCONCELOS, Bianca M. Aplicação do BIM na educação: ampliando a eficácia do ensino de projeto por meio da integração com a realidade aumentada. **ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM**, Porto Alegre, v. 5, n. 00, p. 1-1, 2023. DOI: 10.46421/enebim.v5i00.3475

AZEVEDO, V. F. B. de; RODRIGUES, I. A.; SILVA NETO, V. E. da; SOARES, W. de A.; VASCONCELOS, B. USO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE ARQUITETURA NA GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 19, n. 00, p. e024094, 2024. DOI: 10.21723/riaee.v19i00.18463.

AZEVEDO, V. F. B.; VASCONCELOS, B. M. Prevenção de acidentes na construção civil: uma análise da utilização de ferramentas digitais para mitigação de riscos na etapa de projeto. **arq.urb.**, [S. I.], n. 39, p. 662, 2024. DOI: 10.37916/arq.urb.vi39.662. Disponível em: <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/662>.

AZEVEDO, V.; LIRA, H.; MORAES, A.; VASCONCELOS, B. Uso da realidade aumentada no ensino de projeto de engenharia civil. **arq.urb.**, [S. I.], n. 36, p. 67-79, 2023. DOI: 10.37916/arq.urb.vi36.645. Disponível em: <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/645>.

BABATUNDE, Solomon Olusola; EKUNDAYO, Damilola. Barriers to the incorporation of BIM into quantity surveying undergraduate curriculum in the Nigerian universities. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 17, n. 3, p. 629-648, 2019.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. BIM teaching strategies: an overview of the current approaches. In: Proc., **ICCCBE 2010 international conference on computing in civil and building engineering**. 2010.

BARROS, N. N.; BRÍGITTE, G. T. N. VDC/BIM na matriz curricular do curso de Arquitetura e Urbanismo-Facens. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM**, 3., 2021. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1. DOI: 10.46421/enebim.v3i00.297. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/297>.

BESNÉ, Alia *et al.* A systematic review of current strategies and methods for bim implementation in the academic field. **Applied Sciences**, v. 11, n. 12, p. 5530, 2021.

BORKOWSKI, Andrzej Szymon. Evolution of BIM: epistemology, genesis and division into periods. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 28, 2023.

CARUANA, Edward Joseph *et al.* Longitudinal studies. **Journal of thoracic disease**, v. 7, n. 11, p. E537, 2015.

CHATHURANGA, Sanjaya *et al.* Practices driving the adoption of agile project management methodologies in the design stage of building construction projects. **Buildings**, v. 13, n. 4, p. 1079, 2023.



CHEN, LiJuan; LUO, Hanbin. A BIM-based construction quality management model and its applications. **Automation in construction**, v. 46, p. 64-73, 2014.

ERSHADI, Mahmoud et al. Implementation of Building Information Modelling in infrastructure construction projects: a study of dimensions and strategies. **International Journal of Information Systems and Project Management**, v. 9, n. 4, p. 43-59, 2021.

GEORGIADOU, Maria Christina. An overview of benefits and challenges of building information modelling (BIM) adoption in UK residential projects. **Construction innovation**, v. 19, n. 3, p. 298-320, 2019.

GHAFFARIANHOSEINI, Ali et al. Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 75, p. 1046-1053, 2017.

GONZÁLEZ, Jesús Alfaro et al. Aprendizaje en formato plano: otros métodos de implantación BIM en educación universitaria. In: EUBIM 2019. Congreso internacional BIM/8º encuentro de usuarios BIM. **edUPV, Editorial Universitat Politècnica de València**, 2019. p. 15-26.

HARDIN, Brad; MCCOOL, Dave. **BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows**. John Wiley & Sons, 2015.

LIMA, Wesley Eunathan Fernandes et al. BIM no ensino de Engenharia Civil: proposta de adaptação de matriz curricular. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 11, p. e020028-e020028, 2020.

LUNETTA, Avaetê; GUERRA, Rodrigues. Metodologia da pesquisa científica e acadêmica. **Revista OWL (OWL Journal)-Revista Interdisciplinar de Ensino e Educação**, v. 1, n. 2, p. 149-159, 2023.

MIETTINEN, Reijo; PAAVOLA, Sami. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in construction**, v. 43, p. 84-91, 2014.

NOOV, W.; MRVAR, A.; BATAGELJ, V. **Exploratory network analysis with Pajek**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

NUSHI, Violeta; BASHA-JAKUPI, Arta. The integration of BIM in education: a literature review and comparative context. **Global Journal of Engineering Education**, v. 19, n. 3, p. 273-278, 2017.

Organização das Nações Unidas (ONU). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>. Acesso em: 01 jun. 2024.

RODRIGUES, Igor Alencar; VASCONCELOS, Bianca Maria. Análise crítica do papel do BIM na gestão da segurança do trabalho na indústria da construção. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 15, 2024.

RUI, Yin; YAIK-WAH, Lim; SIANG, Tan Cher. Construction project management based on building information modeling (Bim). **Civil Engineering and Architecture**, v. 9, n. 6, p. 2055-2061, 2021.

SAFOUR, Raghad et al. Teaching BIM as an integrated Multidisciplinary program (Case study Syrian virtual university). **International Journal of BIM and Engineering Science**, v. 6, n. 01, p. 52-73, 2023.

SAMIMPAY, Rozita; SAGHATFOROUSH, Ehsan. Benefits of implementing building information modeling (BIM) in infrastructure projects. **Journal of Engineering, Project, and Production Management**, v. 10, n. 2, p. 123-140, 2020.

SEPASGOZAR, Samad ME et al. BIM and digital twin for developing convergence technologies as future of digital construction. **Buildings**, v. 13, n. 2, p. 441, 2023.

VAN TAM, Nguyen et al. Impact of BIM-related factors affecting construction project performance. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, v. 41, n. 2, p. 454-475, 2023.

WAGIRI, Felicia et al. Exploration of Building Information Modeling and Integrated Project Cloud Service in early architectural design stages. **VITRUVIO-International Journal of Architectural Technology and Sustainability**, v. 8, n. 2, p. 26-37, 2023.



Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes

Technical and Scientific Journal Green Cities

ISSN 2317-8604 Suporte Online / Online Support

Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 12, N. 37, 2024

YUSUF, Badiru Yunusa; EMBI, Mohamed Rashid; ALI, Kherun Nita. Academic readiness for building information modelling (BIM) integration to Higher Education Institutions (HEIs) in Malaysia. In: **2017 International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS)**. IEEE, 2017. p. 1-6.