



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO**  
**ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO**  
**Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil**

**VINÍCIUS FRANCIS BRAGA DE AZEVEDO**

**DIRETRIZES PARA O PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM CURRICULAR NO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA  
UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO**

RECIFE, PE

2025



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO**  
**ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO**  
**Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil**

**VINÍCIUS FRANCIS BRAGA DE AZEVEDO**

**DIRETRIZES PARA O PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM CURRICULAR NO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA  
UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade de Pernambuco Campus Benfica, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Construção Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Bianca Maria Vasconcelos Valério

Coorientadora: Profa. Dra. Eliane Maria Gorga Lago

Recife, PE  
2025

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Universidade de Pernambuco

A994d Azevedo, Vinícius Francis Braga de  
Diretrizes para o plano de implementação BIM Curricular  
no curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da  
Universidade de Pernambuco. / Vinícius Francis Braga de  
Azevedo. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2025.

182 f. il.  
Incluí apêndices e anexo.

Orientadora: Profa. Dra. Bianca M. Vasconcelos Valério  
Coorientadora: Profa. Dra. Eliane Maria Gorga Lago

Dissertação (Mestrado – Construção Civil) Universidade  
de Pernambuco, Escola Politécnica de Pernambuco,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2025.

1. Modelagem da Informação da Construção (BIM).  
2. Plano de Implantação BIM Curricular. 3. Maturidade BIM.  
4. Integração Curricular. 5. Inovação Tecnológica.  
I. Construção Civil – Dissertação. II. Valério, Bianca Maria  
Vasconcelos (orient.). III. Lago, Eliane Maria Gorga  
(coorient.). IV. Universidade de Pernambuco, Escola  
Politécnica, Mestrado em Construção Civil. V. Título.

CDD: 690.028 – 23. ed.  
Eliane Leitão – CRB4/827

**VINÍCIUS FRANCIS BRAGA DE AZAVEDO**

**DIRETRIZES PARA O PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM  
CURRICULAR NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA  
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE  
PERNAMBUCO**

**BANCA EXAMINADORA:**

**Orientadora**



Documento assinado digitalmente

**BIANCA MARIA VASCONCELOS VALERIO**

Data: 02/04/2025 10:46:04-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dra. Bianca Maria Vasconcelos Valério  
Universidade de Pernambuco

**Coorientadora**



Documento assinado digitalmente

**ELIANE MARIA GORGA LAGO**

Data: 02/04/2025 15:41:53-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dra. Eliane Maria Gorga Lago  
Universidade de Pernambuco

**Examinador(a)**



Documento assinado digitalmente

**ALEXANDRE DUARTE GUSMAO**

Data: 02/04/2025 18:48:17-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Alexandre Duarte Gusmão  
Universidade de Pernambuco



Documento assinado digitalmente

**CRISTIANA MARIA SOBRAL GRIZ**

Data: 03/04/2025 09:32:13-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dra. Cristiana Maria Sobral Griz  
Universidade Federal de Pernambuco

Recife-PE  
2025

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, sabedoria e sustentação ao longo desta jornada, pelo privilégio de aprender e pela oportunidade de crescer.

À minha mãe, Ana Paula, por estar sempre presente em cada etapa da minha vida, ouvindo-me e incentivando-me a crescer cada vez mais como profissional e como pessoa. Ao meu pai, Daniel, pela preocupação, carinho e apoio. Agradeço-lhes, sobretudo, pelo esforço que fizeram para que eu tenha as oportunidades que eles não tiveram.

À minha bisavó, Inês Batista (*in memoriam*), por ser um exemplo de bondade, simplicidade e acreditação na formação educacional como instrumento de transformação.

À minha avó, Iracema, pelo carinho, incentivo e apoio constantes, que sempre me fortaleceram nos momentos desafiadores.

Aos meus irmãos, Crystal e Henrique, pela paciência e por trazerem leveza à minha vida com suas brincadeiras e sorrisos alegres.

À minha orientadora, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Bianca Vasconcelos, pela excelência nos ensinamentos que moldaram minha trajetória acadêmica desde a monitoria e o PIBIC, construindo meu olhar científico. Sou imensamente grato pelo tempo, atenção, compreensão e pela confiança depositada em mim.

À minha coorientadora, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eliane Lago, pela disponibilidade, atenção e apoio essencial ao desenvolvimento desta pesquisa, sempre me guiando com presteza e dedicação.

Aos membros da banca, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristiana Griz e Prof. Dr. Alexandre Gusmão, por compartilharem seus conhecimentos e contribuírem significativamente para o aprimoramento deste trabalho.

Aos Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Moraes e Prof. Me. Hiran Lira, por me incentivarem a trilhar os caminhos do ensino e da pesquisa, confiando em meu potencial desde a monitoria e impulsionando-me a explorar a ciência com curiosidade e dedicação.

Aos meus queridos amigos do laboratório e do mestrado, Ana Farias, Camilla Pereira, Igor Rodrigues e Vicente Neto, por compartilharem comigo todos os momentos, dos mais desafiadores aos mais gratificantes. A parceria e o apoio de vocês tornaram esta caminhada muito mais leve.

À Amanda Athayde, pelo apoio e por trazer calma em meio às turbulências de inúmeros momentos do mestrado.

Aos docentes e servidores da POLI/UPE que contribuíram com o preenchimento dos questionários e colaboraram diretamente para a construção deste estudo.

Aos docentes e servidores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pelo trabalho em prol da excelência acadêmica, pelo suporte ao funcionamento da pós-graduação e pelos ensinamentos que construíram minha base científica.

Ao Laboratório de Segurança e Higiene do Trabalho, pelo suporte técnico e estrutural.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo fomento à pesquisa.

À Universidade de Pernambuco, a todos os professores e funcionários que fizeram parte da minha formação.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta jornada, meu mais profundo e sincero agradecimento.

“Educação não transforma o mundo.  
Educação muda as pessoas.  
Pessoas transformam o mundo.”  
Paulo Freire

## RESUMO

O Building Information Modeling (BIM) é uma metodologia que combina práticas integradas, informações estruturadas e modelos tridimensionais para otimizar o planejamento, projeto, construção e gestão de edificações. Essa abordagem promove eficiência, colaboração e sustentabilidade em todas as etapas do ciclo de vida das edificações. No entanto, a integração do BIM nos currículos de Engenharia Civil em instituições de ensino superior ainda está em desenvolvimento. Nesse contexto, justifica-se a implementação do BIM na Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE), visando preparar os estudantes para os desafios do mercado de trabalho. O objetivo deste trabalho é avaliar a prática atual da POLI/UPE para propor orientações para o desenvolvimento do Plano de Implementação BIM (PIBc) para o curso de Engenharia Civil da POLI/UPE. Para isso, na pesquisa foram realizadas a avaliação da maturidade do BIM da POLI/UPE e a análise da interface curricular, identificando disciplinas com potencial de integração com o BIM. Para a coleta de dados, foram aplicados questionários autoavaliativos direcionados à coordenação, ao corpo docente, ao Núcleo Docente Estruturante e à Divisão de Tecnologia da Informação da POLI/UPE, complementados pela análise documental das ementas das disciplinas do curso. Os resultados indicaram que a POLI/UPE apresenta uma maturidade BIM classificada como média, com índice de 56,50%. Embora avanços tenham sido identificados em áreas como pesquisa e capacitação de alunos, ainda existem limitações em políticas institucionais e infraestrutura tecnológica. No âmbito curricular, das 91 disciplinas analisadas, 19 apresentam clara interface com o BIM, enquanto 39 mostraram possível interface, sendo as áreas de estruturas e construção civil as mais receptivas à metodologia. Com base nesses resultados, foram desenvolvidas diretrizes para o desenvolvimento do PIBc da POLI/UPE, incluindo a criação da Célula BIM da POLI/UPE, responsável por promover capacitação contínua, eventos e pesquisas na área, a definição de um viés de transformação curricular que alinhe as competências dos egressos às demandas do mercado, com possíveis adaptações em disciplinas existentes e criação de novas disciplinas eletivas, o planejamento de novos processos de ensino e adoção de tecnologias, como realidade aumentada e drones, integradas ao BIM, e a documentação do PIBc, estabelecendo ações de curto, médio e longo prazo. A implementação do BIM na POLI/UPE representa uma oportunidade estratégica para modernizar o ensino de Engenharia Civil, tornando-o mais alinhado às demandas tecnológicas e produtivas do setor da construção.

Palavras-chave: Modelagem da Informação da Construção (BIM); plano de implementação BIM curricular; maturidade BIM; integração curricular; inovação tecnológica.

## ABSTRACT

*Building Information Modeling (BIM) is a methodology that integrates collaborative practices, structured information, and three-dimensional models to optimize the planning, design, construction, and management of buildings. This approach fosters efficiency, collaboration, and sustainability throughout all stages of the building lifecycle. However, the integration of BIM into Civil Engineering curricula in higher education institutions is still under development. In this context, the implementation of BIM at the Polytechnic School of the University of Pernambuco (POLI/UPE) is justified, aiming to prepare students for the challenges of the job market. The objective of this study is to assess POLI/UPE's current practices to propose guidelines for developing the BIM Implementation Plan (PIBc) for the Civil Engineering course. To achieve this, the research carried out an assessment of the maturity of POLI/UPE's BIM and an analysis of the curricular interface, identifying subjects with potential for integration with BIM. Data collection involved self-assessment questionnaires directed at the course coordination, faculty, the Structuring Teaching Nucleus (NDE), and the Information Technology Division at POLI/UPE, complemented by document analysis of the course syllabi. The results indicated that POLI/UPE has a BIM maturity level classified as intermediate, with an index of 56.50%. Although progress has been observed in areas such as research and student training, limitations persist in institutional policies and technological infrastructure. Within the curriculum, of the 91 courses analyzed, 19 demonstrated a clear interface with BIM, while 39 showed potential for integration, with the areas of structural engineering and construction being the most receptive to the methodology. Based on these results, guidelines were developed for the creation of POLI/UPE's PIBc, including the establishment of the POLI/UPE BIM Cell, responsible for promoting continuous faculty training, organizing events, and fostering research in the field; defining a curricular transformation strategy that aligns graduate competencies with market demands, through adjustments to existing courses and the creation of new electives; planning new teaching processes and the adoption of emerging technologies such as augmented reality and drones integrated with BIM; and documenting the PIBc with short-, medium-, and long-term action plans. The implementation of BIM at POLI/UPE represents a strategic opportunity to modernize Civil Engineering education, aligning it more closely with the technological and productivity demands of the construction sector.*

*Keywords: Building Information Modeling (BIM); BIM curricular implementation plan; BIM maturity; curricular integration; technological innovation.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva de Mac Leamy.....	21
Figura 2 - Usos BIM conforme o ciclo de vida do empreendimento. ....	25
Figura 3 - Usos BIM conforme o ciclo de vida da edificação. ....	27
Figura 4 - Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. ....	37
Figura 5 – Exemplos de campos de uso. ....	48
Figura 6 - Exemplo de recorte da matriz da potencial interface da matriz curricular com BIM. .....	49
Figura 7 - Fluxograma da revisão documental. ....	51
Figura 8 - Relação das ementas que possuem menção ao BIM.....	52
Figura 9 – Municípios que possuem cursos de Engenharia Civil com o BIM adotado na matriz curricular.....	54
Figura 10 - Usos BIM aplicados nas disciplinas em Pernambuco. ....	57
Figura 11 - Autoavaliação do conhecimento em BIM dos docentes (a); Autoavaliação do conhecimento em BIM dos docentes do ciclo básico (b); Autoavaliação do conhecimento em BIM dos docentes do ciclo profissional (c). ....	61
Figura 12 - Principais dificuldades para a difusão do BIM na POLI/UPE.....	62
Figura 13 - Meios de contato de docentes com BIM na POLI/UPE. ....	65
Figura 14 - Motivações que levaram os docentes a explorarem o BIM. ....	65
Figura 15 - Relação sobre interesse dos docentes na adoção do BIM.....	66
Figura 16 - Pontuações dos critérios de avaliação.....	68
Figura 17 - Pontuações do eixo de políticas. ....	69
Figura 18 - Pontuações do eixo de processos. ....	72
Figura 19 - Pontuações do eixo de tecnologia. ....	73
Figura 20 - Matriz do potencial interface da matriz curricular com BIM. ....	74
Figura 21 - Relação da interface das disciplinas com BIM por semestre.....	75
Figura 22 - Interface das disciplinas com BIM por área do NDE. ....	76
Figura 23 - Rede de co-ocorências dos conceitos BIM. ....	77
Figura 24 - Rede de co-ocorências das competências de domínio técnico ou de execução.....	78
Figura 25 - Etapas do ciclo de vida da edificação trabalhadas nas disciplinas com clara interface com BIM (a); Etapas do ciclo de vida da edificação trabalhadas nas disciplinas com possível interface com BIM (b). ....	79

Figura 26 - Níveis de implementação do BIM nas disciplinas com clara interface com BIM (a); Níveis de implementação do BIM nas disciplinas com possível interface com BIM (b).. 80

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Objetivos e ações estratégicas do BIM para IES segundo o decreto 9.377 de 2018. .....	16
Quadro 2 - Guias ou manuais de usos BIM.....	26
Quadro 3 - Disciplinas por área do NDE.....	39
Quadro 4 - Protocolo de pesquisa.....	41
Quadro 5 - Níveis de proficiência.....	43
Quadro 6 - Campos de análise e métricas de avaliação da m <sup>2</sup> BIM-IES.....	45
Quadro 7 - Relação entre índice de maturidade BIM e conceito de nível de maturidade. ....	46
Quadro 8 - Legenda de cores e tons de preenchimento da interface BIM na matriz curricular. .....	48
Quadro 9 – Apresentação das disciplinas inclusas na revisão.....	52
Quadro 10 – Conteúdo das ementas dos cursos inclusos na revisão. ....	54
Quadro 11 - Taxas de respostas dos questionários.....	58
Quadro 12 - Índice de Maturidade da POLI/UPE. ....	67
Quadro 13 - Indicadores de maturidade da POLI/UPE.....	68
Quadro 14 - Publicações em periódicos. ....	70

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- AEC – Arquitetura, engenharia e construção
- ANTAC – Associação de Tecnologia no Ambiente Construído
- BIM – Building Information Modeling
- CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil
- CE – Critério de exclusão
- DTI – Divisão de Tecnologia da Informação
- e-MEC – Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior
- EPC – Equipamento de Proteção Coletiva
- EPI – Equipamento de Proteção Individual
- GIS – Sistema de Informação Geográfica
- GPS – Global Positioning System
- HBIM – Heritage Building Information Modelling
- HVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado
- IES – Instituição de Ensino Superior
- m<sup>2</sup>BIM-IES – modelo de Matriz de Maturidade BIM para IES
- MDT – Modelo Digital do Terreno
- MEC – Ministério da Educação
- MEP – projetos mecânicos, elétricos e hidráulicos
- MEF – Modelo de Elementos Finitos
- NDE – Núcleo Docente Estruturante
- NIBS – National Institute of Building Sciences
- NTC – Núcleo de Transformação Curricular
- PIB – Plano de Implementação BIM
- PIBc – Plano de Implementação BIM curricular
- POLI/UPE – Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco
- PPC – Projeto Pedagógico do Curso
- UPE – Universidade de Pernambuco

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Contexto e justificativa.....	14
1.2	Objetivos.....	19
1.2.1	Objetivo geral .....	19
1.2.2	Objetivos específicos .....	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1	Evolução do processo e tecnologias de projeto da construção civil.....	20
2.2	Building Information Modeling .....	22
2.3	Usos do BIM nas fases do ciclo de vida do empreendimento .....	24
2.4	Implementação do BIM em organizações .....	31
2.5	Implementação do BIM no ensino.....	33
2.6	Plano de implementação BIM curricular .....	34
3	Caracterização do objeto de estudo .....	37
4	METODOLOGIA.....	41
4.1	Análise da prática atual em Pernambuco.....	41
4.2	Matriz de maturidade BIM .....	44
4.3	Identificação da potencial interface da matriz curricular com BIM.....	47
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
5.1	Panorama sobre ensino de BIM em Pernambuco .....	50
5.2	Aplicação dos questionários .....	58
5.2.1	Questionário para coordenação do curso.....	59
5.2.2	Questionário para a divisão de tecnologia da informação.....	60
5.2.3	Questionário para docentes.....	60
5.3	Maturidade BIM .....	67
5.4	Potencial interface da matriz curricular com BIM .....	73
5.4.1	Análise da matriz curricular com BIM .....	74

5.4.2	Aplicações e benefícios do BIM na matriz curricular nas disciplinas.....	81
5.5	Diretrizes para o Plano de Implementação BIM curricular.....	86
5.5.1	Estruturação de Célula BIM .....	87
5.5.2	Definição do viés de transformação curricular.....	87
5.5.3	Planejar novos processos de ensino e adoção de tecnologia .....	88
5.5.4	Documentação do PIBc .....	89
5.5.5	Revisar, divulgar e integrar .....	90
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	91
	REFERÊNCIAS .....	93
	APÊNDICE A – Questionário para membro responsável pela coordenação do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE.....	121
	APÊNDICE B – Questionário para corpo docente do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE	124
	APÊNDICE C – Questionário para membro responsável para membro responsável pela Divisão de Tecnologia da Informação da POLI/UPE .....	133
	APÊNDICE D – Questionário para membros que compõem o Núcleo Docente Estruturante do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE .....	136
	Apêndice E – Matriz da interface BIM com disciplinas .....	141
	Apêndice F – Ementa/objetivo, conceitos BIM e competências de domínio técnico ou de execução das disciplinas.....	144
	ANEXO A – Critérios da matriz de maturidade BIM.....	179

# 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como finalidade apresentar o contexto, justificativa e objetivos da pesquisa, delineados para contribuir com a sociedade no âmbito da evolução tecnológica, com ênfase na implementação do Building Information Modeling (BIM) no ensino de Engenharia Civil.

## 1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

Com a rápida evolução tecnológica, a metodologia de projeto passou por melhorias significativas, principalmente com o advento do BIM (Alotaibi *et al.*, 2024; Hu; Dossick, 2024; Lobato; Rachid; Ferreira, 2022). O BIM é uma metodologia que envolve tecnologias, pessoas e processos na área do setor da construção civil que vai além das abordagens tradicionais de projeto ao integrar dados em modelos tridimensionais (Sousa; Matias; Cravo, 2023; Yang *et al.*, 2024). O seu uso não só proporciona uma visão abrangente e integrada, mas também aumenta a eficiência ao longo de todo o ciclo de vida das edificações, permitindo que o processo de construção seja simulado desde a etapa de projeto (Kylili *et al.*, 2024; Pereira, 2020; Vasconcelos, 2013).

A complexidade dos projetos de engenharia na atualidade destaca a necessidade da integração de tecnologias inovadoras, elevando o BIM a um papel fundamental no panorama contemporâneo das práticas em arquitetura e engenharia (Azevedo; Moraes; Lira, 2020; Castellazzi *et al.*, 2023; Lozano-Galant *et al.*, 2024). O BIM tornou-se um recurso importante para os profissionais da arquitetura e engenharia, transformando o processo de projeto convencional (Disney *et al.*, 2024; Mikhailov *et al.*, 2020). A importância de profissionais dessas áreas atuarem com ferramentas e aplicações de comunicação digital relacionadas ao BIM enfatiza a importância da tecnologia no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia (Brozovsky; Labonnote; Vigren, 2024; Li; Han; Gao, 2024; Zhang *et al.*, 2022).

A implementação do BIM tem sido conduzida tanto no setor público quanto no privado, a fim de melhorar a coordenação, reduzir erros e otimizar custos (Ghorbany; Noorzai; Yousefi, 2023; Ozcan-Deniz; Lokhandwala, 2023). Empresas que buscam a digitalização, como as *construtechs*, têm investido na qualificação profissional para aprimorar práticas de processos e soluções. Nesse contexto, o BIM se destaca como uma das metodologias mais utilizadas e de maior interesse pelas empresas em processo de

transformação digital (Fialho, 2020). No âmbito educacional, sua implementação é importante para a formação de profissionais capacitados, uma vez que o mercado de trabalho atual exige cada vez mais habilidades relacionadas a essa metodologia, tornando o BIM um diferencial competitivo (Branco, Guilherme; Oliveira, 2023; Giesta; Costa Neto; Costa, 2020). Nesse contexto, as universidades desempenham um papel crucial ao integrar práticas pedagógicas que abordem o BIM de forma abrangente, ressaltando sua importância na formação acadêmica (Besné *et al.*, 2021; Chen, Lu; Wang, 2020).

Em diversos países, estão sendo implementadas ações governamentais com o objetivo de estabelecer o BIM como um requisito fundamental em projetos de construção civil. Tal movimento tem gerado uma considerável demanda por profissionais qualificados em BIM (Pan *et al.*, 2024; Rani *et al.*, 2023; Sotelino; Natividade; Carmo, 2020). Essa crescente ênfase nas práticas de modelagem da informação reflete a necessidade de alinhar o setor às inovações tecnológicas e otimizar a eficiência dos projetos (Fialho, 2020). No Brasil, um dos principais marcos para promover a adoção do BIM foi decreto de 05 de junho de 2017, que estabeleceu o Comitê Estratégico de Implementação do BIM, de caráter temporário. Em seguida, algumas iniciativas governamentais foram tomadas para amplificar a disseminação do uso do BIM, como os decretos nº 9.377 de 2018 (BRASIL, 2018), nº 9.983 de 2019 (BRASIL, 2019a), nº 10.306 de 2020 (BRASIL, 2020) e nº 1.888 de 2024 (BRASIL, 2024), que marcaram o estabelecimento das bases para a Estratégia Nacional do BIM. Essas medidas visam não apenas acompanhar a inovação tecnológica, mas também impulsionar melhorias de produtividade e competitividade no cenário da construção civil no país.

O decreto 9.377 de 2018 (BRASIL, 2018), estipula que até 2021 os projetos de arquitetura e engenharia para novas construções, ampliações ou reabilitações, em contratações públicas, devem ser elaborados utilizando o BIM. É importante compreender que a partir deste decreto, as IES têm a responsabilidade de preparar os futuros profissionais para atender a essa demanda e exigência do mercado. Essa responsabilidade pode ser entendida por meio de nove ações estratégicas, distribuídas em três objetivos específicos, estabelecidos pela Estratégia BIM BR. O Quadro 1 apresenta uma relação desses objetivos com as ações estratégicas.

Quadro 1 - Objetivos e ações estratégicas do BIM para IES segundo o decreto 9.377 de 2018.

Objetivos Específicos	Ações Estratégicas
Estimular a capacidade em BIM	I. Estabelecer objetivos de aprendizagem e competências BIM para cada nível de atuação de modo a orientar o mercado a ofertar cursos; II. Capacitar em BIM gestores e servidores públicos; III. Estimular maior inserção do BIM nas disciplinas de graduação e pós-graduação em Engenharia e Arquitetura; IV. Estimular a certificação em BIM de profissionais.
Estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM	I. Estimular o aprimoramento e a aplicação de soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC; II. Incentivar investimentos em laboratórios BIM em instituições científicas, tecnológicas e de inovação (ICT); III. Adaptar programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação às necessidades do fomento ao BIM (ex. CNPQ, FINEP, entre outros).
Difundir o BIM e seus benefícios	I. Implementar plano de comunicação para divulgar os objetivos, diretrizes e ações da Estratégia BIM BR; II. Implementar plano de comunicação para divulgar o conceito BIM, seus benefícios, boas práticas e casos de sucesso, principalmente por meio de publicações, eventos e uso de mídias digitais; Sensibilizar os atores quanto à importância da adoção do BIM e à necessidade de mudanças estruturais para sua adequada implantação; III. Mitigar desigualdades regionais quanto à disseminação do BIM por meio de ações de sensibilização de atores locais; IV. Divulgar instrumentos de apoio ao uso BIM (como guias BIM e Plataforma BIM).

Fonte: adaptado de BRASIL (2018)

Apesar do apoio governamental e dos avanços tecnológicos, a implementação do BIM no currículo dos cursos de engenharia civil tem sido lenta, destacando uma lacuna na formação de profissionais alinhados com as necessidades da indústria (Algahtany 2023; Batistello; Balzan; Pereira, 2019; Chen; Lu; Wang, 2020; Keung; Yiu; Feng, 2023; Salgado, 2022).

Em alguns estados, como é o caso de Pernambuco, há um baixo índice de formação específica em BIM, exigindo que as empresas realizem treinamentos adicionais para capacitar seus colaboradores na efetiva implementação dessa metodologia (Vasconcelos; Germano, 2023). Embora haja interesse em integrar o BIM no ensino, há obstáculos como a rigidez dos currículos universitários e a falta de coordenação entre os agentes educativos (Alencar *et al.*, 2023; Branco; Guilherme; Oliveira, 2023). Dentre os principais desafios para essa

implementação, tem-se a escassez de educadores qualificados e a resistência cultural das instituições acadêmicas em reestruturar seus currículos (Sotelino; Natividade; Carmo, 2020).

Para guiar a implementação, o Plano de Implementação BIM (PIB) tem sido uma ferramenta importante, oferecendo diretrizes para que as empresas e IES desenvolvam estratégias alinhadas aos níveis de maturidade BIM (Abbasnejad *et al.*, 2021; Sampaio *et al.*, 2023). Os níveis de maturidade BIM, por sua vez, são indicadores que variam conforme a complexidade e a integração do BIM nos processos de projeto, construção e operação, sendo um conceito importante para medir o avanço e a eficácia da adoção do BIM nas organizações (Alankarage *et al.*, 2023; Machado *et al.*, 2021).

Como parte das estratégias do PIB para IES, núcleos colaborativos conhecidos como Células BIM têm sido estruturados em universidades brasileiras. Esses grupos atuam na discussão, disseminação e facilitação da implementação do BIM no ensino superior (Ruschel; Ferreira, 2022). A adoção do BIM no ensino pode ocorrer através da criação de novas disciplinas específicas e/ou pela integração do BIM nas disciplinas já existentes, servindo como um recurso de apoio (Batistello; Balzan; Pereira, 2019; Checcucci, 2014; Leal, 2019; Lima; Melo; Melo, 2020). Ademais, é importante introduzir o BIM desde os primeiros semestres da graduação, permitindo que os alunos desenvolvam um entendimento progressivo e aplicado as ferramentas de modelagem geométrica (Checcucci, 2014; Ibrahim, 2014; Nakapan, 2015; Sacks; Barak, 2010).

Disciplinas fundamentais, como introdução à engenharia, desenho técnico e expressão gráfica, podem fornecer as bases necessárias para desenvolver competências essenciais relacionadas ao BIM, facilitando a familiarização dos alunos com seus conceitos e ferramentas (Hernández; Fernández-Morales; Sancho Mir, 2018; Vasconcelos *et al.*, 2023). Nas disciplinas profissionais ou eletivas, a exploração do BIM em conjunto com outras tecnologias, como Geographic Information System (GIS), realidade aumentada e virtual, é uma possibilidade promissora (Checcucci, 2014). O desenvolvimento de componentes multidisciplinares, em colaboração com professores de outras áreas, pode abordar temas como o desenvolvimento integrado de projetos, controle de revisões, detecção de conflitos e gerenciamento de construção por meio de simulações BIM (Hernández; Fernández-Morales; Sancho Mir, 2018).

A inclusão do BIM de forma integrada entre as disciplinas permite explorar melhor seu potencial no ensino (Souza *et al.*, 2023). Barison e Santos (2012) destacam que a colaboração entre universidades e empresas especializadas é uma estratégia eficaz para enriquecer o aprendizado. Sugere-se que atividades práticas que conectem teoria e prática

facilitam a transição do conhecimento acadêmico para o mercado profissional. As metodologias de Aprendizagem Baseada em Projeto/Problema, que são definidas como métodos de ensino que integram princípios da aprendizagem colaborativa, construtivista e contextualizada, combinando elementos da aprendizagem baseada em problemas e em projetos (Allen; Donhan, 2011; Klein; Ahlert, 2019), e são consideradas umas das metodologias mais eficazes para o ensino do BIM, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades por meio da resolução de problemas reais, estimulando sua curiosidade e promovendo um aprendizado ativo (Yap; Aziz, 2020; Barros *et al.*, 2024; Checcucci, 2014).

Para instituições de ensino superior que oferecem cursos nas áreas da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), a utilização transversal do BIM entre os cursos pode favorecer a comunicação e o trabalho em equipe em equipes multidisciplinares, simulando um ambiente profissional (Lassen; Hjelseth; Tollnes, 2018; Sotelino; Natividade, 2020). É fundamental ressaltar que o BIM não deve ser tratado como uma disciplina isolada, mas deve ser integrado ao currículo, permitindo o trabalho de conceitos e práticas em disciplinas já existentes (Barison; Santos, 2010a; Checcucci; Amorim, 2014).

No Brasil, embora o BIM esteja sendo introduzido em algumas instituições, sua adoção plena como metodologia de ensino ainda é limitada, a maioria das universidades oferece apenas abordagens pontuais sobre o tema, sem uma integração sistemática no currículo (Alencar *et al.*, 2023). Para que os alunos possuam uma formação mais completa em BIM, é importante que as instituições adotem uma formação que una a teoria e prática envolvendo BIM, preparando-os para os desafios da construção civil. É importante observar que muitas vezes o BIM não é utilizado em todo o seu potencial, pois os professores acabam ensinando apenas ferramentas de modelagem, sem abordar aspectos de gestão da informação. Isso pode limitar a aplicação do BIM no ensino (Comiskey *et al.*, 2017). Portanto, a abordagem do BIM deve ir além da modelagem 3D, explorando a metodologia BIM de forma abrangente (Sánchez *et al.*, 2019).

Assim, é fundamental incorporar o ensino do BIM nos programas de graduação em engenharia para garantir que os futuros engenheiros estejam aptos a utilizá-lo de forma eficaz (Patching *et al.*, 2024; Ruschel; Kehl, 2024). Isso não só reduz a lacuna entre teoria e prática, mas também prepara os graduados para os desafios dinâmicos da engenharia contemporânea (Onwuka, 2024; Pereira; Amaral, 2020). Ademais, é crucial capacitar os profissionais do futuro e alinhar a formação dos engenheiros com as demandas atuais. A integração do BIM nos currículos de engenharia é uma estratégia necessária para superar os desafios enfrentados pelas instituições acadêmicas (Dalloul; Saoud, 2023; Sotelino; Natividade; Carmo, 2020),

garantindo que os graduados estejam preparados para os requisitos da indústria e equipados com as habilidades técnicas exigidas (Ruschel; Kehl, 2024; Pereira; Amaral, 2020).

## 1.2 OBJETIVOS

Conforme o contexto e justificativa, delineou-se o objetivo geral e objetivos secundários da pesquisa.

### 1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver diretrizes para o desenvolvimento do Plano de Implementação BIM curricular do curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Traçar um panorama sobre o ensino de BIM na grade curricular dos cursos de Engenharia Civil nas universidades de Pernambuco;
- Estruturar uma matriz de maturidade BIM para o curso de Engenharia Civil da POLI/UPE;
- Identificar disciplinas da matriz curricular existente do curso que apresentam interfaces claras ou potenciais com o BIM;
- Identificar desafios e oportunidades para o uso do BIM na POLI/UPE;
- Propor diretrizes baseadas nas análises realizadas para o desenvolvimento do Plano de Implementação BIM curricular da POLI/UPE.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo explora a evolução do processo de projeto na construção civil, também são discutidas as definições do BIM, suas aplicações ao longo do ciclo de vida da edificação e sua implementação no ensino, com foco nas aplicações no curso de engenharia civil. Além disso, ele aborda as dificuldades e limitações enfrentadas nesse contexto e a apresentação da rede de células BIM.

### 2.1 EVOLUÇÃO DO PROCESSO E TECNOLOGIAS DE PROJETO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A evolução do processo de projeto na indústria da construção é marcada por mudanças significativas nas metodologias e tecnologias utilizadas ao longo do tempo. Desde os métodos de desenho manual, passando pela adoção do Computer Aided Design (CAD), até o uso do BIM, cada etapa forneceu inovações que transformaram a forma como os projetos são concebidos e executados (Carvalho; Savignon, 2011; Pinilla, 2020).

Os processos tradicionais de desenho manual foram os primeiros a serem utilizados por engenheiros e arquitetos para desenvolvimento de projetos, ele era predominante antes do advento das tecnologias digitais (Carvalho; Savignon, 2011; Pinilla, 2020). Esse método envolvia o uso de instrumentos como réguas, esquadros, compassos e pranchetas, e exigia habilidades artesanais precisas, bem como amplos conhecimentos em normas de desenho técnico (Silva, 2018; Zuin, 2022).

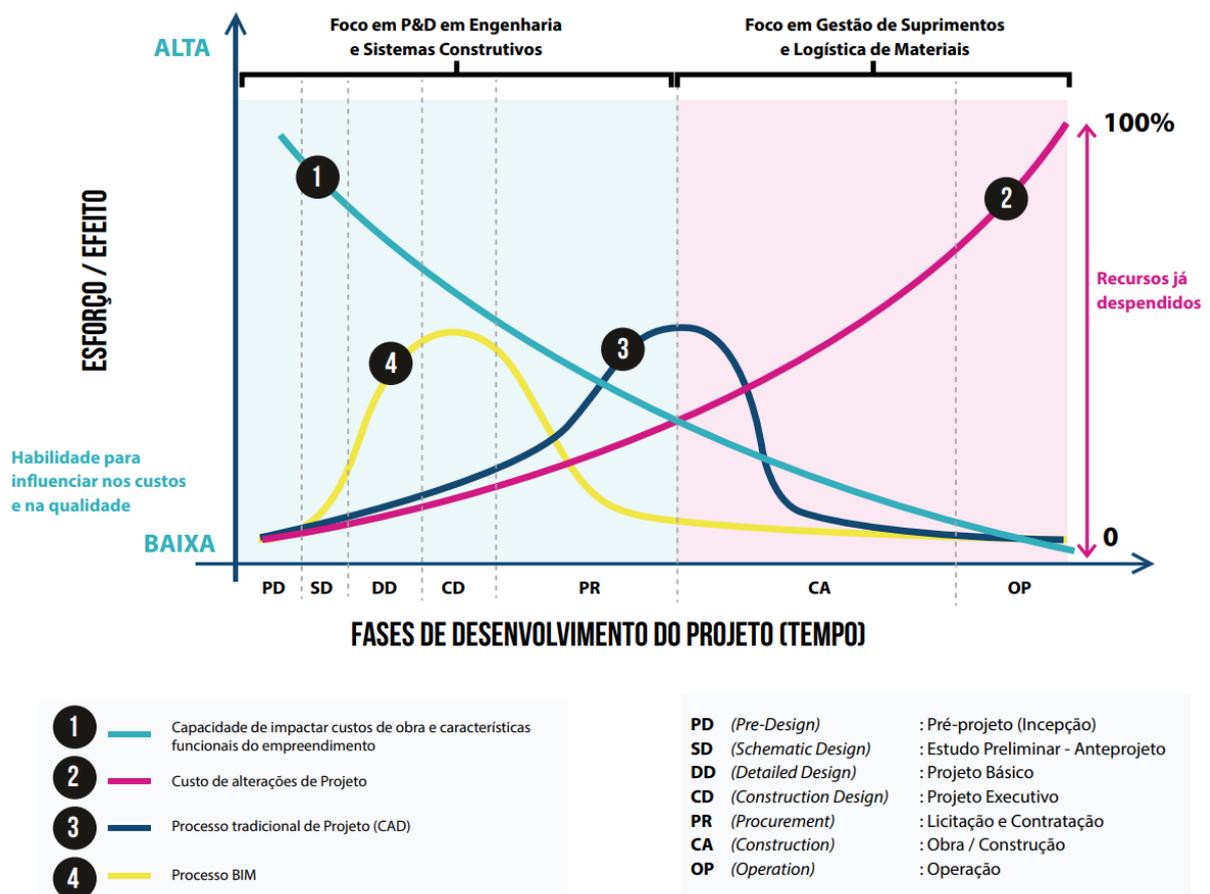
A precisão e clareza dos desenhos eram fundamentais para garantir a exatidão das medidas e especificações, o que demandava tempo e esforço consideráveis, gerando baixa produtividade, bem como espaços físicos para armazenamento de projetos (Hellmeister *et al.*, 2011). Além disso, a colaboração entre diferentes disciplinas de projeto era limitada pela dificuldade de compatibilizar e revisar desenhos físicos. Correções e alterações nos projetos implicavam retrabalho significativo, aumentando o risco de erros e inconsistências (Couto *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2019).

A introdução do CAD em 1957, marcou uma revolução tecnológica para desenvolvimento de projetos (Alajbeg *et al.*, 2024; Nair, 2024). O CAD permitiu a criação de desenhos técnicos em um ambiente digital, oferecendo maior precisão e eficiência em comparação com os métodos manuais (Yu; Sinigh; 2021; Wang, 2022). Com o CAD, arquitetos e engenheiros puderam desenvolver projetos em duas ou três dimensões, facilitando a visualização e a análise dos projetos (Liu; Liu, 2022; Song; Yang, 2021).

As ferramentas CAD permitiram a agilidade de execução de desenho técnico e a aplicação de padrões e normas diretamente nos desenhos, reduzindo riscos de erros humanos (Ferreira; Ferreira, 2019; Oppong; Biney-Aidoo; Antiaye, 2013). Além disso, a capacidade de armazenar e compartilhar arquivos digitalmente melhorou significativamente a colaboração entre diferentes equipes e disciplinas, possibilitando revisões e alterações mais rápidas e precisas (Costa; Figueiredo; Ribeiro, 2015).

Apesar dos benefícios tecnológicos do CAD, o processo de projeto não alterou, mantendo algumas limitações, o fluxo de trabalho permaneceu com informações fragmentadas em arquivos diferentes, descentralizando as informações e dificultando os processos gerenciais e integração de projetos, mantendo a cultura de realizar tomadas de decisões posteriormente à finalização da etapa de projetos. (Xie. Jiang; Huang, 2023; Witte; Neves, 2021). A crescente demanda por maior eficiência e integração de informações nos projetos levou ao desenvolvimento de novas tecnologias e processos, resultando na introdução do BIM, promovendo uma evolução no processo de projeto, conforme indicado na Figura 1.

Figura 1 – Curva de Mac Leamy.



Fonte: CBIC (2016)

O Gráfico de Mac Leamy ilustra como no processo tradicional, as tecnologias eram empregadas predominantemente nas fases posteriores do desenvolvimento de projetos, como etapas de detalhamento e execução. No entanto, a aplicação do BIM em fases iniciais de projeto possibilita uma maior integração e colaboração desde o início, otimizando a representação e concepção dos projetos. Dessa forma, o BIM contribui para decisões mais informadas e para o controle de custos e características funcionais do empreendimento, sem que isso necessariamente aumente a etapa de concepção do projeto.

## 2.2 BUILDING INFORMATION MODELING

O Building Information Modeling (BIM) representa uma evolução significativa na metodologia de projeto e gestão de construções, integrando as partes interessadas, do processo de projeto da construção e da tecnologia digital ao longo do ciclo de vida de um edifício ou infraestrutura (Bello; Ayegba, 2024; Castañeda *et al.*, 2024; Moshood *et al.*, 2024). No entanto, apesar de sua crescente popularidade e importância no setor da construção, não há um consenso sobre uma definição única e universal para BIM. Diversos autores, legislações e instituições oferecem interpretações distintas, ainda que complementares, do conceito de BIM, refletindo a complexidade e a multifuncionalidade desta abordagem.

No âmbito legislativo, algumas normas e decretos apresentam definições sobre o BIM. O Decreto nº 11.8888 de 22 de janeiro de 2024, por exemplo, indica que o BIM é:

Conjunto integrado de processos e tecnologias que permite criar, utilizar, atualizar e compartilhar, colaborativamente, modelos digitais de uma construção, de forma a servir potencialmente a todos os participantes do empreendimento durante o ciclo de vida da construção (BRASIL, 2024).

A ISO 16757-1 define BIM como: “Construção de um modelo que contenha informações sobre um edifício para todas as fases do ciclo de vida do edifício.” (ISO 16757-1; 2015, p. 8, tradução nossa).

Instituições também apresentam suas definições sobre BIM. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (CBIC):

BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para o processo de projetar uma edificação ou instalação, ensaiar seu desempenho, e gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais) através de todo o seu ciclo de vida (CBIC, 2017, p. 7).

O National Institute of Building Sciences (NIBS) define BIM como:

BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação. Como tal, serve como um recurso de conhecimento compartilhado para obter informações sobre uma instalação, formando uma base fiável para decisões durante o seu ciclo de vida, desde o início (NIBS, 2022, tradução nossa).

O buildingSMART conceitualiza o BIM como:

Uma nova abordagem para descrever e exibir as informações necessários para o projeto, construção e operação de instalações construídas. Pode reunir os numerosos threads de diferentes informações usadas na construção em um único ambiente operacional - reduzindo, e muitas vezes eliminando, a necessidade dos muitos tipos de documentos em papel atualmente em uso (BUILDINGSMART, 2010, p. 7, tradução nossa).

A literatura acadêmica também fornece definições sobre BIM, desempenhando um papel importante na sua difusão e evolução no setor acadêmico e profissional. Algumas definições propostas por pesquisadores incluem:

Charles Eastman, um dos pioneiros na disseminação do BIM, afirma que:

BIM é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC). Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção (Eastman *et al.*, 2011, p.18, tradução nossa).

Penttilä define BIM como:

“BIM é uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto e do projeto em formato digital durante todo o ciclo de vida do edifício.” (Penttilä, 2006, p. 9, tradução nossa).

Succar, Sher e Williams complementam o conceito indicado por Penttilä, definindo BIM como:

Conjunto inter-relacionado de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar a essência de projeto da edificação, a partir de dados associados num formato digital, em todo ciclo de vida da edificação. (Succar; Sher; Williams, 2012, p. 2, tradução nossa).

Definições mais recentes, como a de Jernigan (2017), descrevem BIM como:

BIM é um ecossistema de aplicações e processos relacionados que permite que informações sejam compartilhadas por meio de trocas de dados e usadas por especialistas e partes interessadas não especialistas durante todo o ciclo de vida de um edifício ou de qualquer coisa que possamos construir (Jernigan, 2017, p. 11, tradução nossa).

As definições sobre BIM abordadas pela literatura, legislações e instituições demonstram a abrangência e a importância do BIM na modernização e eficiência da indústria da construção, enfatizando sua capacidade de integrar informações e processos de maneira colaborativa e digital.

Uma das características principais do BIM é a sua integração entre projetos, possibilitando desenvolver projetos, como, arquitetônicos, estruturais e MEP (mecânicos, elétricos e hidráulicos) em um único modelo. Essa integração permite que os projetistas envolvidos acompanhem a evolução dos projetos (Károlyfi *et al.*, 2021; Datta *et al.*, 2023).

Portanto, o BIM atua como uma metodologia que promove a colaboração e a coordenação entre os diferentes componentes do projeto (Sampaio *et al.*, 2023). Esta abordagem não só mitiga erros e conflitos em projetos, mas também otimiza o desempenho global e a sustentabilidade do ambiente construído (Zhuang *et al.*, 2021).

### 2.3 USOS DO BIM NAS FASES DO CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO

O ciclo de vida do edifício abrange todas as fases pelas quais um edifício passa, desde a concepção inicial até a demolição ou desconstrução (Meng *et al.*, 2023; Wang; Chen, 2023). Tradicionalmente, este ciclo é dividido em três fases principais: pré-obra, obra e pós-obra (Ichendu; Irimiagha, 2024; Martins; Saldanha; Gohr, 2021). Cada uma dessas fases consiste em uma série de processos e atividades que exigem coordenação e informações precisas para garantir eficiência e qualidade no resultado (Hammi *et al.*, 2024; Ichendu; Irimiagha, 2024; Nikmehr *et al.*, 2021).

A integração do BIM ao longo destas fases demonstrou ser uma abordagem útil, pois o BIM permite classificar e integrar dados do ambiente físico com informações geométricas e não geométricas armazenadas em objetos virtuais (Massafra; Jabi; Gulli, 2024; Mohammad; Nabilah; Azmi, 2024), possibilitando a geração e compartilhamento de informações, melhorando a eficiência, a colaboração e a gestão da informação ao longo do ciclo de vida do empreendimento (Alaloul *et al.*, 2023; Borkowski, 2023; Wen *et al.*, 2021). A Figura 2 mostra a aplicação do BIM ao longo do ciclo de vida da edificação, começando pela programação e planejamento do empreendimento. O BIM é utilizado nas etapas de projeto, análises e documentação, que fornecem dados para a elaboração do projeto executivo e apoiam a fabricação de elementos da construção. Esse processo contribui para o planejamento, a estimativa de custos e a logística da obra. Além disso, o BIM auxilia nas fases da operação e manutenção da edificação e, posteriormente, nas fases de demolição ou renovação, reiniciando assim o ciclo com uma nova etapa de programação.

Figura 2 - Usos BIM conforme o ciclo de vida do empreendimento.



Fonte: adaptado de Loynes (2018)

Os maiores benefícios do BIM são obtidos quando ele é integrado em todas as etapas do ciclo de vida da edificação. Isso possibilita realizar simulações de desempenho e análises preditivas, comparando dados do ambiente físico com dados simulados, facilitando a análise do projeto e auxiliando na tomada de decisões, gerando diversos usos para o BIM em cada etapa do empreendimento (Machado; Ruschel, 2018; Wang; Chong; Zhang, 2024).

Os usos BIM são um conjunto de ações e condições relacionadas ao BIM, que em conjunto, visam um objetivo da aplicação do BIM (Rojas *et al.*, 2019). Eles são usados como referência para definir os propósitos e métodos para implementar o BIM ao longo do ciclo de vida de uma edificação (Kreider; Messner, 2013). Há vários guias ou manuais que definem usos do BIM, Rojas *et al.* (2019) elencou cinco guias ou manuais classificados por três critérios, conforme indicado no Quadro 2.

Quadro 2 - Guias ou manuais de usos BIM.

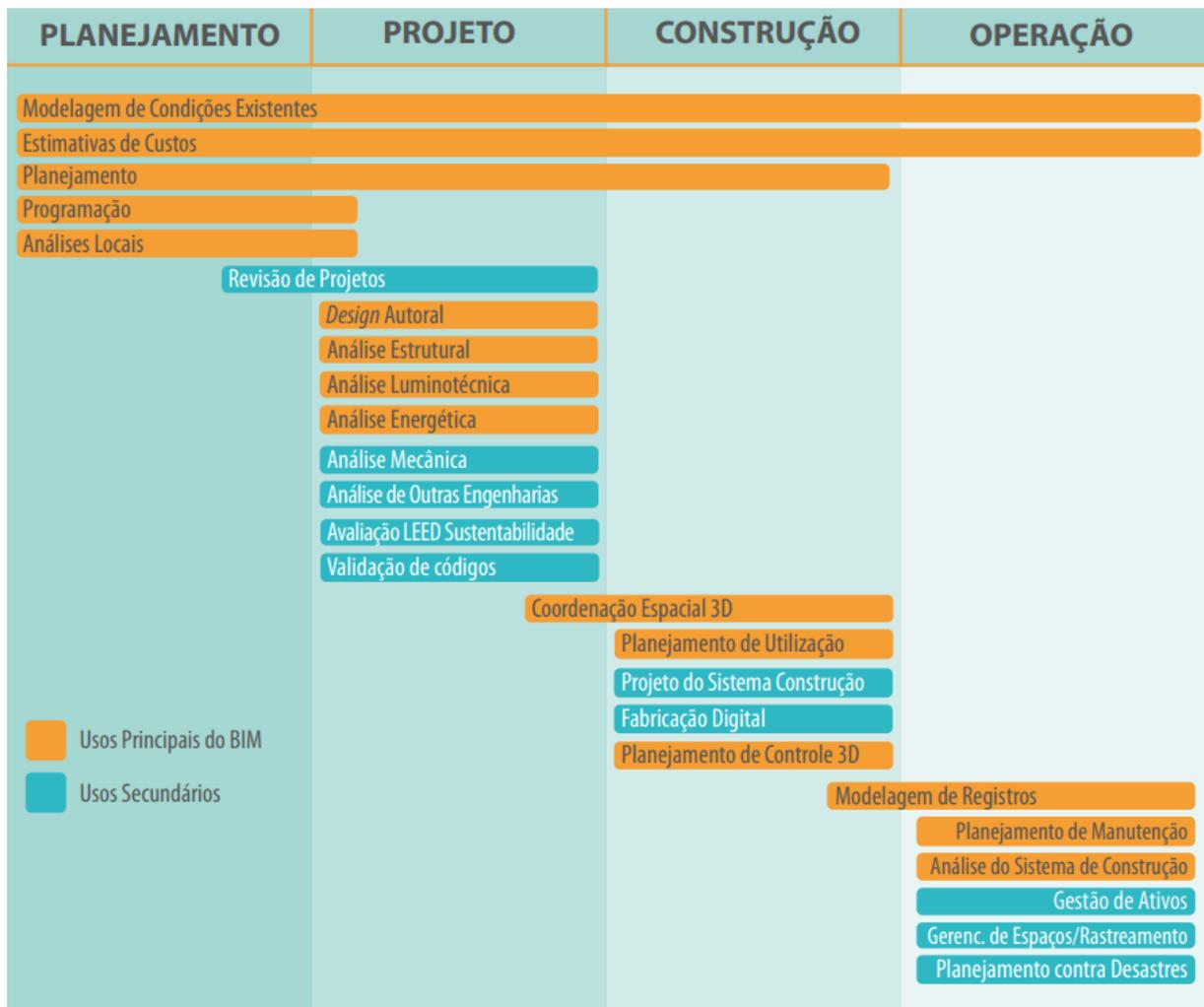
Guia ou manual	Definição de uso do BIM associada a um objetivo específico	Classificação	Contexto da literatura
211 in Model Uses List	Aplicação geral do BIM	Tipo de uso da informação	Alto
BIM uses Penn State	Possui objetivo ou aplicação para quase todos os usos	Projeto de ciclo de vida	Alto
BIM Guidelines NYC	Aplicação geral do BIM	Nenhuma classificação	Médio
Singapore BIM Guide	Sem objetivo ou aplicação especificado	Projeto de ciclo de vida	Baixo
BIM Procurement Guide Harvard	Aplicação geral do BIM	Projeto de ciclo de vida	Baixo

Fonte: Rojas *et al.* (2019)

Os usos do BIM da Pennsylvania State University (Penn State) servirão como base para a metodologia deste estudo. Esses usos abordam objetivos de aplicação do BIM, alinhando-se às necessidades do empreendimento. Além disso, sua aplicação nas fases do ciclo de vida de um projeto estabelece uma relação mais estreita com a grade curricular do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE, que abrange conceitos de pré-obra, obra e pós-obra. Por fim, esse guia de usos do BIM é amplamente referenciado na literatura científica.

O estudo realizado pela Penn State, em 2009, mapeou 25 usos distintos do BIM ao longo do ciclo de vida da edificação, demonstrando a versatilidade e abrangência desta metodologia (CBIC, 2016; Penn State, 2013). O estudo dividiu os usos em quatro etapas do ciclo de vida da edificação: planejamento, projeto, construção e operação, conforme indicado na Figura 3. Embora os usos estejam organizados em etapas distintas, alguns deles não se limitam a uma única fase do ciclo de vida da edificação. Ademais, vale salientar que o ciclo de vida da edificação não termina na operação, ele vai até a sua demolição ou renovação (Fahlstedt *et al.*, 2024; Feng *et al.*, 2022).

Figura 3 - Usos BIM conforme o ciclo de vida da edificação.



Fonte: CBIC (2016)

No contexto da implementação do BIM no ensino, é fundamental compreender seus usos para avaliar a maturidade BIM na POLI/UPE e identificar a viabilidade de incorporar esses temas nos componentes curriculares. Para isso, os usos do BIM, conforme definidos pela Penn State, são descritos a seguir como base conceitual e exemplos de aplicações.

Conforme a Penn State (2013), dentre os principais usos do BIM, o uso denominado modelagem de condições existentes envolve a captura das condições existentes de um local por meio de abordagens de aquisição de informações em 3D, como laser scanning, fotogrametria ou técnicas de levantamento manuais (Desogus *et al.*, 2021; Liu; Li, 2024) Este uso permite desenvolver um modelo 3D que pode variar em nível de detalhamento de acordo com sua aplicação específica, englobando os metadados dos elementos da edificação (Han; Kalantari; Rajabifard, 2021; Jarzabek-Rychard; Maas, 2023). A captura precisa das condições existentes aprimora a documentação, possibilita a verificação de quantidades e serve como

uma representação visual do estado atual do local, além de auxiliar no planejamento pré e pós-desastre (Shariatfar; Lee, 2023; Rifai *et al.*, 2022).

Outro uso relevante é estimativas de custo, que se refere ao processo de utilização do BIM para a geração de medições precisas e estimativas de custos ao longo do ciclo de vida de um empreendimento (Farouk; Rahman, 2023; Pishdad; Onungwa, 2024). Este uso é aplicado desde as fases iniciais do projeto, pois permite à equipe do projeto visualizar os efeitos financeiros de alterações em tempo real, ajudando a evitar excessos orçamentários na obra (Bueno; Pereira; Fabricio, 2023; Park; Yun, 2023). O BIM facilita a quantificação precisa de materiais e a rápida geração de estimativas, além de fornecer representações visuais dos elementos do projeto que precisam ser estimados, o que melhora a tomada de decisões durante o desenvolvimento do projeto (Abdel-Hamid; Abdelhaleem, 2023; Ulinnuha; Handayani; Rifai, 2024).

O uso BIM para planejamento se destaca por integrar a dimensão do tempo aos modelos tridimensionais, permitindo um planejamento eficaz da sequência de construção, ocupação em fases e requisitos espaciais (Rashidi *et al.*, 2023; Silveira; Costa, 2024). Esse uso atua como um recurso de visualização e comunicação, ajudando a equipe do projeto, incluindo o proprietário, a compreender melhor os marcos e os planos de construção (Mayouf *et al.*, 2024; Soon *et al.*, 2024). Com o planejamento em BIM, é possível identificar e resolver conflitos de espaço antes do início da construção, promovendo um projeto mais construtivo e operável (Hosny; Nik-Bakht; Moselhi, 2022; Yin *et al.*, 2024). Além disso, essa abordagem melhora a monitorização do status de aquisição de materiais e aumenta a produtividade no canteiro de obras, reduzindo o desperdício (Martins *et al.*, 2022; Zeng *et al.*, 2023).

Outro uso do BIM é a programação, que consiste em utilizar um programa espacial para avaliar o desempenho do projeto em relação aos requisitos espaciais de forma eficiente e precisa (Carmo; Sotelino, 2022; Tran *et al.*, 2021). O modelo BIM desenvolvido permite que a equipe do projeto analise o espaço e compreenda a complexidade das normas e regulamentos. Nesta fase, decisões importantes são tomadas, agregando valor ao projeto ao discutir as necessidades e opções com o cliente e analisar a melhor abordagem (Farias *et al.*, 2020; Pavón *et al.*, 2022).

Outro uso importante é denominado como análises locais, que envolve o uso de recursos BIM/GIS para avaliar propriedades em uma determinada área e determinar a localização mais adequada para um projeto futuro. Os dados do local coletados são utilizados para selecionar o terreno e posicionar o edifício de acordo com critérios técnicos e financeiros (Alsaggaf; Jrade, 2023; Zavari *et al.* 2022). Este uso permite uma tomada de decisão

calculada, reduzindo custos de demanda de utilidades e demolição, aumentando a eficiência energética e minimizando o risco de materiais perigosos, além de maximizar o retorno sobre o investimento (Celeste *et al.*, 2022; Tauscher; Wong, 2022).

O uso design autoral refere-se ao processo de desenvolver um modelo utilizando software de autoria BIM, que integra informações 3D e atributos adicionais para o projeto do empreendimento, aproveitando uma biblioteca de elementos de projeto paramétrico (Girardet; Boton, 2021; Wu *et al.*, 2022). Esse uso proporciona transparência no projeto para todas as partes interessadas, melhorando o controle e a qualidade do projeto, bem como o cronograma e os custos (Leal; Silva, 2024; Lima; Cardoso; Romcy, 2021). Além disso, permite uma visualização poderosa do projeto, favorecendo a colaboração real entre as partes interessadas do projeto e os usuários do BIM (Sampaio; Fernandes; Gomes, 2023).

O uso de análise estrutural é um processo que utiliza software de modelagem analítica com base no modelo de autoria BIM para determinar o comportamento de um sistema estrutural específico (Fernández-Mora; Navarro; Yepes, 2022; Hu; Olgun; Assaad, 2024). Esse uso permite a otimização do projeto estrutural, utilizando padrões mínimos requeridos para análise e projeto estrutural. A aplicação desse recurso de análise permite simulações de desempenho que podem melhorar significativamente o projeto, a performance e a segurança da instalação ao longo de seu ciclo de vida (Afzal *et al.*, 2023; Yavan; Maalek; Toğan, 2024).

O uso da análise luminotécnica consiste em aproveitar o modelo para realizar uma revisão quantitativa e estética das condições de iluminação em um espaço ou em uma superfície. Esse processo pode englobar tanto a análise da luz natural quanto a luz artificial (Gomes; Gogliano, 2023; Noblejas *et al.*, 2021). Ao realizar essa análise, é possível revisar visualmente as condições de iluminação, fornecer resultados quantitativos para cálculos de consumo de energia e avaliar o impacto da luz natural no ambiente (Gardezi *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2022).

Outro uso é a análise energética, que envolve a análise de energia do edifício durante a fase de projeto. Essa utilização se baseia em programas de simulação de energia que utilizam um modelo BIM adequadamente ajustado para conduzir avaliações energéticas do projeto da edificação (Habibi, 2022; Tahmasebinia *et al.*, 2022). O principal objetivo dessa prática é verificar a conformidade com os padrões de eficiência energética e identificar oportunidades de otimização do projeto, visando a redução dos custos ao longo do ciclo de vida da estrutura (Pan *et al.*, 2023; Shen; Pan, 2023). Essa análise permite economizar tempo e custos ao obter informações sobre o edifício automaticamente a partir do modelo BIM, melhorar a precisão

das previsões de consumo energético e otimizar o projeto do edifício para melhor eficiência (Abbasi; Noorzai, 2021; Tushar *et al.*, 2021).

O uso coordenação espacial 3D refere-se à aplicação de software de coordenação 3D para compilar um modelo federado a partir de diversos modelos de projeto (Astaneh; Dossick, 2022; Luo *et al.*, 2022). Esse processo permite realizar detecções automatizadas de colisões em 3D, identificando potenciais problemas de compatibilização, além de possibilitar uma análise visual para detectar questões espaciais de projeto (Khalid; Maliq, 2024; Liu *et al.*, 2024). A utilização desse modelo federado pode incluir elementos permanentes de projeto, elementos de construção temporários e elementos operacionais (Wilhelm; Donaubauer; Kolbe, 2021; Yin *et al.*, 2024). O valor desse uso reside na redução ou eliminação de conflitos em campo, diminuição de custos e prazos de projeto, aumento da qualidade do projeto, produtividade da equipe e confiabilidade espacial (Daszczyński; Ostapowski; Szerner 2022).

Outro uso do BIM é o planejamento de utilização, que consiste na elaboração de um modelo que representa as instalações permanentes e temporárias em um canteiro de obras durante as diferentes fases do processo de construção (Caldart; Scheer, 2022; Tao *et al.*, 2022). Este modelo é vinculado ao cronograma de atividades da construção, permitindo a comunicação das condições físicas do local e o planejamento da logística geral (Caldart; Scheer, 2022; Teixeira; Sarti Junior; Serra, 2022). O uso deste modelo pode resultar em uma geração eficiente do layout do uso do local, identificação rápida de conflitos de espaço e tempo, e avaliação precisa do layout do local para preocupações de segurança, além de minimizar o tempo gasto no planejamento de utilização do canteiro (Magill *et al.*, 2022; Martins *et al.*, 2022).

Outro uso importante é a fabricação digital, que envolve a utilização das informações do modelo para dispor montagens de instalações ou automatizar o controle de equipamentos em um projeto de construção (He *et al.*, 2021; Ng; Graser; Hall, 2023). Este processo pode reduzir erros de layout e aumentar a eficiência e a produtividade ao diminuir o tempo despendido na medição em campo, além de minimizar retrabalhos, uma vez que os pontos de controle são obtidos diretamente do modelo (Fardhosseini *et al.*, 2020; Slepicka; Vilgertshofer; Borrmann, 2022; Tuvayanond; Prasittisopin, 2023).

A utilização da modelagem de registros refere-se à coleta de informações sobre os elementos do edifício, condições ao redor e ativos de uma instalação. O modelo de registro deve conter, no mínimo, informações relacionadas aos sistemas arquitetônicos, estruturais e de MEP (Bariczová *et al.*, 2021; Xie *et al.*, 2023). Este uso permite a modelagem mais fácil de futuras renovações e melhora a documentação do ambiente para usos futuros, como

reformas ou documentação histórica (Alshawabkeh; Baik; Fallatah, 2021; Eudave; Ferreira, 2021). Além disso, proporciona ao proprietário um modelo preciso do edifício e de seus espaços, reduzindo a necessidade de documentação física ao transferir informações de construção e permitindo a integração com sistemas de gerenciamento de instalações (Barrile; Bernardo; Bilotta, 2022; Lovell; Davies; Hunt, 2023).

O uso de planejamento de manutenção consiste em utilizar modelos de informação de instalações para monitorar o status do edifício e agendar atividades de manutenção (Cheng *et al.*, 2020; Palha; Hüttl; Silva, 2024). Isso possibilita um planejamento de manutenção proativo e fornece dados sobre o histórico de manutenção, aumentando a produtividade da equipe de manutenção ao fornecer informações necessárias para ordens de serviço, sendo importante para justificar a necessidade e o custo de um programa de manutenção centrado na confiabilidade (Nojedehi; O'Brien; Gunay, 2022; Salzano *et al.*, 2023; Yang *et al.*, 2021)

Finalmente, a análise do sistema de construção envolve o uso de modelos analíticos e dados de sensores para avaliar o desempenho funcional geral dos sistemas de uma instalação, incluindo sistemas estruturais, mecânicos, elétricos, hidráulicos, de segurança e de proteção contra incêndio (Hauer *et al.*, 2024; Nguyen *et al.*, 2024). Este uso pode resultar na redução de custos operacionais e no impacto ambiental, assegurando que a instalação opere de acordo com padrões especificados de projeto e sustentabilidade (Alnaser *et al.*, 2024; Matteo; Pastore; Pompei, 2024). A análise do desempenho dos sistemas permite a investigação de cenários hipotéticos para avaliar alternativas para a instalação, contribuindo assim para a melhoria contínua do projeto (Botchway *et al.*, 2023; Massafra *et al.*, 2023).

A compreensão dos diversos usos do BIM ao longo do ciclo de vida do empreendimento indica não apenas suas possibilidades de uso, mas também a necessidade de uma abordagem estratégica para sua adoção (Arrotéia; Freitas; Melhado, 2021; Pan *et al.*, 2024). O aproveitamento máximo de suas funcionalidades depende de uma implementação eficaz, que considere as características particulares e as demandas das organizações.

## 2.4 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM EM ORGANIZAÇÕES

O conceito da implementação do BIM é caracterizado pela adoção de ferramentas e inovação em processos em uma estrutura organizacional (Succar; Kassem, 2015). Os benefícios da sua implementação vem sendo atrativos para organizações públicas e privadas, aumentando o seu interesse (Ghorbany; Noorzai; Yousefi, 2023; Ozcan-Deniz; Lokhandwala, 2023). No entanto, é necessário esforço para migrar dos processos tradicionais para o BIM,

tendo em vista que é necessário alterar vários processos da estrutura organizacional (Abbasnejad *et al.*, 2021; Marzouk; Elsaay; Othman, 2022). Quando o BIM é adotado sem a integração das dimensões de tecnologias, pessoas e processos, além de reduzir os seus potenciais benefícios, há o risco das organizações abandonarem ele em decorrência de não obter resultados satisfatórios (ABDI, 2017; Phung; Tong, 2021).

A fim de guiar a implementação do BIM em organizações, alguns protocolos vêm sendo desenvolvidos, gerando metodologias estruturadas. Comumente a implementação do BIM se inicia realizando-se uma análise detalhada das capacidades atuais da organização em relação ao uso de BIM, identificando lacunas em tecnologia, infraestrutura e qualificação dos colaboradores (ABDI, 2017; PET-GOV, s.d.). Esta etapa inclui o uso de métodos como a matriz de maturidade BIM, que avalia aspectos como política, processos e tecnologias, de acordo com as capacidades identificadas pela metodologia de Succar (2010).

Após o diagnóstico, são definidos os objetivos específicos para o uso de BIM na organização (PET-GOV, s.d.). A metodologia de usos BIM, conforme proposta pela Universidade Penn State, pode ser aplicada para identificar como o BIM será utilizado em diferentes fases do ciclo de vida dos projetos. Isso inclui, por exemplo, o uso de modelos para captura de condições existentes, estimativas de custo e coordenação entre disciplinas (CBIC, 2016; Penn State, 2013).

Com os objetivos e usos BIM definidos, o próximo passo é estabelecer novos fluxos de trabalho que incorporem as ferramentas e processos BIM. Este protocolo também designa papéis e responsabilidades específicas para a equipe, assegurando que cada colaborador compreenda suas funções na execução e coordenação do modelo BIM. Esta estrutura promove uma colaboração eficaz entre diferentes áreas, facilitando a detecção de interferências e garantindo a compatibilidade entre disciplinas (ABDI, 2017; PET-GOV, s.d.).

A mudança cultural é essencial para a implementação bem-sucedida do BIM em organizações, portanto é importante incluir estratégias para capacitar a equipe, por meio de treinamentos em softwares específicos e palestras sobre metodologia BIM (ABDI, 2017; PET-GOV, s.d.). Além disso, é recomendada a criação de um programa de desenvolvimento contínuo para fortalecer as competências BIM e adaptar a organização às novas práticas (ABDI, 2017; PET-GOV, s.d.).

O plano de implementação BIM exige monitoramento contínuo, utilizando indicadores de desempenho para avaliar a eficácia dos processos. Relatórios periódicos e reuniões de avaliação são ferramentas-chave para garantir o cumprimento das metas e objetivos definidos.

Esse monitoramento permite ajustes necessários e contribui para o sucesso da implementação ao longo do tempo (ABDI, 2017; PET-GOV, s.d.).

## 2.5 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO ENSINO

A crescente importância do BIM na indústria da construção civil e os incentivos legislativos têm impulsionado sua incorporação no ensino superior, visando alinhar a formação acadêmica às demandas do mercado (Branco, Guilherme; Oliveira, 2023; Pan *et al.*, 2024; Rani *et al.*, 2023). No entanto, a adoção do BIM nas universidades não ocorre de forma simples ou uniforme, enfrentando uma série de desafios que comprometem a eficácia de sua implementação (Batistello; Balzan; Pereira, 2019; Chen; Lu; Wang, 2020).

Apesar do potencial transformador dessa metodologia para aprimorar a qualidade da educação e preparar profissionais mais capacitados, alguns fatores dificultam sua integração nos currículos acadêmicos. Um dos principais obstáculos é a insuficiência da infraestrutura tecnológica em muitas IES, onde o alto custo de hardwares adequados dificulta o uso das ferramentas BIM. Essa limitação não apenas dificulta o processo de aprendizagem, mas também afeta a qualidade geral da educação (Checcucci, 2014; Pereira; Ribeiro, 2014).

Outro desafio significativo é a baixa capacitação do corpo docente. Muitos educadores carecem do conhecimento e da experiência necessários para lecionar com BIM (Batistello; Balzan; Pereira, 2019; Chen; Lu; Wang, 2020; Cuperschmid; Cruz; Ruschel, 2017; Lima; Melo; Melo, 2020). Além disso, a resistência cultural é um fator a ser considerado, não apenas entre os docentes habituados a métodos tradicionais de ensino, mas também entre os alunos (Checcucci, 2014; Chen; Lu; Wang, 2020; Nakapan, 2015; Pereira; Ribeiro, 2014). O BIM, por si só, não pode inovar a educação, é necessário promover uma mudança cultural na academia, o que requer uma nova mentalidade e um compromisso com a inovação na estrutura educacional (Delatorre; Santos, 2014).

As barreiras culturais também estão ligadas à necessidade de atualizações curriculares, que apresentam dificuldades logísticas e administrativas. A aplicação do BIM em disciplinas isoladas pode não maximizar seus benefícios, portanto, é fundamental um planejamento estratégico para integrá-lo ao projeto pedagógico e aos planos de aula, reavaliando o conteúdo e a estrutura do curso, o que pode ser um processo demorado e complexo (Checcucci, 2014; Giesta; Costa Neto; Costa, 2020; Pereira; Ribeiro, 2014; Cuperschmid; Cruz; Ruschel, 2017; Giesta; Costa; Neto, 2023; Nakapan, 2015). Além disso, a natureza interdisciplinar do BIM

requer colaboração entre diferentes departamentos acadêmicos, demandando esforços conjuntos (Checcucci, 2014).

Ademais, muitas vezes há um desalinhamento entre o treinamento acadêmico e a prática profissional (Chen; Lu; Wang, 2020; Nakapan, 2015). Isso leva, muitas vezes, empresas e profissionais a investirem em treinamentos que se concentram em ferramentas específicas, em vez de abordar o BIM como um processo integral, negligenciando aspectos conceituais importantes. Essa situação destaca a relevância do ensino superior na transformação dos paradigmas BIM predominantes no mercado de trabalho (Barison; Santos, 2016).

Embora haja uma crescente adoção do BIM nas empresas, impulsionada pelas exigências legais para o uso dessa metodologia em projetos, o interesse pelo BIM surgiu no meio acadêmico, com as primeiras dissertações de mestrado apresentadas na Universidade Federal Fluminense em 1996 (Kassem; Amorim, 2015). Essa trajetória revela um descompasso entre a formação acadêmica e as necessidades do mercado, tendo em vista a falta de diretrizes e normas definidas para a adoção do BIM no ensino superior, podendo causar disparidades entre as IES, resultando em diferentes níveis de formação nessa área. Isso, por sua vez, pode comprometer a preparação dos graduados que ingressam no mercado de trabalho. Para enfrentar essa limitação, foi criada a rede de células BIM (Ruschel; Ferreira, 2022), que será apresentada na próxima seção.

## 2.6 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM CURRICULAR

Em consonância com a Estratégia Nacional do BIM, o Projeto Construa Brasil foi instituído em 26 de abril de 2022, com o objetivo de promover a digitalização nos setores público e privado (Projeto, 2022). Esse projeto possui nove metas, sendo a sétima o desenvolvimento e aplicação de tecnologias relacionadas ao BIM, essa meta incentiva a criação de Células BIM em universidades públicas, conforme disposto no Edital de Chamamento Público nº 03/2019.

Criação de “Célula BIM” em uma universidade pública a ser selecionada pelo Ministério da Economia por meio da disponibilização de equipamentos e mobiliários, aquisição de softwares, capacitação e treinamento, além de consultoria para viabilizar a montagem da Célula BIM capaz de realizar três dos principais casos de usos: o desenvolvimento de modelos BIM de Edificações; o desenvolvimento de modelos BIM de rodovias e ainda, a execução da análise de modelos BIM, com extração de quantidades para a execução de orçamentos e planejamentos de empreendimentos. A estrutura deverá conter no mínimo: 3 estações de trabalho com 2 anos de licenças de pelo menos 2 softwares BIM proprietários (a ser definido no plano de trabalho) e 2 anos de serviços de consultoria BIM – 4 horas por dia/3 dias na semana (BRASIL, 2019b).

As Células BIM são compostas por docentes e discentes e têm como objetivo mitigar as barreiras para a difusão do conhecimento do BIM, através de um Plano de implementação BIM curricular (PIBc) e de atividades de extensão, como cursos e eventos (Checcucci; Melo, 2022; Griz *et al.*, 2022; Fantin, 2023). As primeiras Células BIM foram estabelecidas na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Universidade Federal do Paraná (UFPR). Atualmente, a Associação de Tecnologia no Ambiente Construído (ANTAC) desenvolveu uma iniciativa para expandir as Células BIM conforme as diretrizes do Projeto Construa Brasil, através da Rede de Células BIM ANTAC, que é composta por trinta e uma instituições de ensino (Ruschel; Ferreira, 2022).

As instituições de ensino integrantes da Rede de Células BIM ANTAC seguem um protocolo padronizado para a incorporação do BIM no currículo, conforme sugerido pelo Projeto Construa Brasil. Esse protocolo está alinhado com as práticas da indústria, abordando aspectos de processo, tecnologia e políticas relacionados ao BIM na academia, em conformidade com a missão institucional e as competências profissionais exigidas pela legislação (Ruschel; Ferreira, 2022; Ruschel; Kehl, 2022). O desenvolvimento do protocolo ocorre em cinco fases: Análise a prática atual; Definir o viés de transformação curricular; Planejar os novos processos de ensino e adoção de tecnologia; Lançar o PIB e; Revisar, divulgar e integrar.

A primeira etapa consiste em avaliar a maturidade BIM instalada no curso e identificar como o BIM está integrado à matriz curricular. Esta dissertação desenvolveu essa etapa, utilizando o modelo de Matriz de Maturidade BIM para IES (m<sup>2</sup>BIM-IES) (Böes; Barros Neto; Lima, 2021) e o método da interface do BIM com a matriz curricular (Checcucci; Amorim, 2014; Método, 2021). Ambas as abordagens são detalhadas na seção de metodologia.

Na segunda etapa, busca-se determinar o escopo e o propósito do PIBc, identificando as competências que o egresso do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE deve desenvolver. A análise inclui as inovações curriculares propostas, os impactos esperados e as disciplinas integrantes do Núcleo de Transformação Curricular (NTC). Estas disciplinas devem atender a três premissas: Possuir uma interface clara com o BIM, permitindo conexões com a matriz curricular; Ser ministradas por docentes receptivos ao uso do BIM em suas aulas; Atender aos objetivos e propósitos estabelecidos pelo PIBc. Além disso, serão definidos os prazos de execução do PIBc em curto, médio e longo prazo (Portal, 2022; RECEPETI, 2024; Ruschel; Kehl, 2024).

A terceira etapa compreende o planejamento dos processos, transformações tecnológicas e políticas necessárias para a implementação do BIM na POLI/UPE. Inicialmente, é realizada uma caracterização das disciplinas do NTC, avaliando a relação entre estas disciplinas, o ambiente construído e as diretrizes curriculares nacionais. São definidos objetivos de aprendizagem específicos relacionados ao BIM, que embasarão a atualização dos planos de ensino. Também são identificadas inovações tecnológicas, como ferramentas BIM e tecnologias da Indústria 4.0, para potencializar o ensino. O ambiente de ensino será caracterizado considerando laboratórios de informática, salas de aprendizagem ativa ou ambientes colaborativos. Além disso, serão abordados aspectos relacionados à infraestrutura computacional, instalação de software e comunicação (Portal, 2022; RECEPETI, 2024; Ruschel; Kehl, 2024).

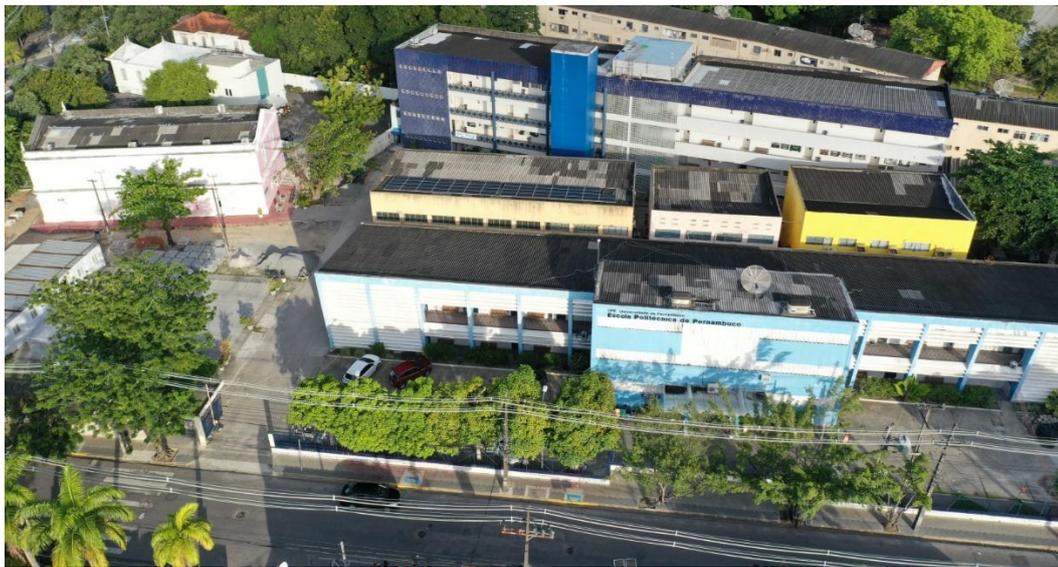
A quarta etapa busca documentar o PIBc, organizando as informações procedurais e tecnológicas levantadas nas etapas anteriores em metas para a implementação do PIBc, abrangendo objetivos de curto, médio e longo prazo, fornecendo um guia para a transformação curricular. Na formalização do PIBc, deverá detalhar os diagnósticos realizados, os órgãos e departamentos envolvidos, as competências BIM a serem trabalhadas e os objetivos de aprendizagem correspondentes. O PIBc também tratará da integração entre disciplinas, a infraestrutura necessária e as tecnologias da Construção 4.0 que possuem integração com BIM, além de incluir quadros com as ações a serem realizadas em curto, médio e longo prazo (Portal, 2022; RECEPETI, 2024; Ruschel; Kehl, 2024).

Por fim, a etapa de revisar, divulgar e integrar consiste em periodicamente reavaliar o diagnóstico da maturidade BIM do curso e buscar identificar possibilidade de melhorias através de lições aprendidas. Paralelamente, deve-se realizar divulgação dos achados à nível interno, na instituição, e externo, no âmbito acadêmico e profissional.

### 3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A POLI/UPE é uma instituição de ensino localizada no Campus Benfica da Universidade de Pernambuco (UPE), situado na Rua Benfica, 455, no bairro da Madalena, em Recife, Pernambuco. Com uma infraestrutura composta por 11 blocos, estacionamento e praças de convivência (Moura Júnior, 2023). A POLI/UPE oferece um ambiente propício para a formação de profissionais qualificados. A Figura 4 apresenta uma vista aérea da POLI/UPE.

Figura 4 - Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco.



Fonte: autor.

Dentre os cursos ofertados pela POLI/UPE, destaca-se a graduação de Engenharia Civil, estabelecida em 1053 e reconhecido pelo decreto federal n°. 38.187 de 3 de novembro de 1955. Em 2025, o curso completa 72 anos de existência, consolidando-se como uma referência na formação de engenheiros civis. O curso é oferecido em formato presencial, com duração de cinco anos, distribuído em dez semestres, e um tempo máximo de conclusão de 15 semestres. A carga horária total é de 4.035 horas, das quais 3.615 horas são dedicadas a disciplinas obrigatórias, 60 horas a disciplinas eletivas, 420 horas a componentes obrigatórios e eletivos de extensão, 180 horas a estágio curricular obrigatório e 60 horas a atividades complementares (POLI/UPE, 2020).

Conforme o Projeto Pedagógico do Curso (PPC), o curso objetiva a:

[...] formação técnica científica do profissional capaz de desenvolver novas tecnologias, atuando na identificação e resolução de problemas. Além de contribuir para a formação de profissionais altamente qualificados, com uma visão crítica, criativa e inovadora, por meio de uma sólida formação geral e humanística. (POLI/UPE, 2020).

Além disso, o enfoque do curso, conforme o PPC é:

[...] enfoque na competência, coerente com a demanda do mercado, possibilitando articulação permanente com o campo de atuação do profissional. Sua abordagem pedagógica está centrada na aprendizagem significativa, numa perspectiva transdisciplinar, estabelecendo constante articulação entre teoria e prática se preocupando em manter articulação direta com a pós-graduação. (POLI/UPE, 2020).

A grade curricular do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE é ampla e diversificada. Os quatro primeiros semestres abrangem disciplinas do ciclo básico, que fornecem aos alunos uma base sólida em áreas como matemática, física, química e expressão gráfica, além da existência de disciplinas do ciclo básico nos quatro primeiros semestres, a disciplina de Direito para Engenheiros, do ciclo básico, se encontra no último semestre. Nos semestres seguintes, o ciclo de formação profissional inclui disciplinas profissionalizantes com uma abordagem generalista, preparando os estudantes para atuar em diversas áreas do mercado de trabalho. Dentre as disciplinas desse ciclo, destacam-se Mecânica dos Solos, Arquitetura, Resistência dos Materiais, Fundações, Instalações prediais, Engenharia de Transportes, Engenharia de Segurança e Construção Civil. A última reforma curricular ocorreu em 2020.

As disciplinas do ciclo profissional são divididas conforme as áreas de atuação do Núcleo Docente Estruturante (NDE), que é composto por seis áreas: projetos e disciplinas finais de curso, transportes, recursos hídricos, geotecnia, construção civil e estruturas. A divisão das disciplinas do ciclo profissional em cada área do NDE está indicada no Quadro 3.

Quadro 3 - Disciplinas por área do NDE.

(continua)

<b>Área do NDE</b>	<b>Disciplina</b>
Construção Civil	Construção Civil 1
	Construção Civil 2
	Engenharia de Segurança
	Gestão da Construção Civil 1
	Gestão da Construção Civil 2
	Materiais de Construção Civil 1
	Materiais de Construção Civil 2
Estruturas	Concreto 1
	Concreto 2
	Concreto Protendido
	Construções de Aço e Madeira
	Pontes 1
	Resistência dos Materiais 1
	Resistência dos Materiais 2
	Teoria das Estruturas 1
Geotecnia	Fundações
	Fundamentos de Geologia
	Mecânica dos Solos 1
	Mecânica dos Solos 2
Projetos e disciplinas finais de curso	Arquitetura
	Desenho Técnico
	Estágio Supervisionado
	Instalações Prediais
	Metodologia da Pesquisa
	Projeto Final de Curso
Recursos hídricos	Gestão e Controle Ambiental
	Hidráulica
	Hidrologia Aplicada
	Saneamento 1
	Saneamento 2
Transportes	Engenharia de Transportes
	Estradas 1
	Estradas 2
	Portos 1
	Topografia 1
	Topografia 2

Fonte: autor.

O curso oferece 100 vagas para novos alunos a cada semestre, com duas entradas com 50 vagas (diurno e noturno). Uma característica distintiva do curso é a integração entre teoria e prática, promovida através de estágios e projetos de pesquisa. Essa abordagem permite aos alunos desenvolver competências científicas e tecnológicas, contribuindo para sua formação integral.

A POLI/UPE dispõe de laboratórios equipados para as atividades práticas em diversas áreas da Engenharia Civil, tais como laboratórios de informática, laboratório de solos, laboratório de materiais de construção, laboratório de Segurança do Trabalho e laboratório de topografia. Além disso, a instituição oferece programas de intercâmbio com universidades nacionais e internacionais, proporcionando aos alunos uma formação mais abrangente e diversificada (POLI/UPE, 2020).

A evasão escolar no curso de Engenharia Civil da POLI/UPE é um desafio significativo (Silva; Silva; Maciel, 2022). Até o semestre de 2022.1, o curso acumulava 3.306 alunos matriculados, com 1.031 matrículas anteriores a 2012 e 2.275 posteriores a essa data. O maior índice de desistência ocorre no primeiro semestre, fatores socioeconômicos dos estudantes e aspectos institucionais, como localização e infraestrutura, contribuem a evasão dos discentes (POLI/UPE, 2023 *apud* Lima, 2024).

Para enfrentar esse desafio, Lima (2024), sugere a adoção de algumas estratégias para aumentar a atratividade do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE e, conseqüentemente, reduzir a evasão escola. Uma dessas estratégias é a implementação do BIM de forma transdisciplinar e multidisciplinar no ensino de Engenharia Civil da POLI/UPE, visando tornar o curso mais envolvente e alinhado com as práticas do mercado de trabalho.

## 4 METODOLOGIA

A pesquisa iniciou com a realização de uma análise da prática atual em Pernambuco, a fim de compreender a inserção do BIM no ensino da Engenharia Civil em Pernambuco, e em seguida, para avaliar a prática atual da POLI/UPE para implementação do BIM, utilizou-se as metodologias para avaliação da maturidade BIM da grade curricular do curso e a análise do uso potencial do BIM na matriz curricular, conforme indicado nas próximas seções.

### 4.1 ANÁLISE DA PRÁTICA ATUAL EM PERNAMBUCO

Para essa etapa, foi realizada uma análise documental das ementas dos cursos presenciais de Engenharia Civil oferecidos em Pernambuco. Para isso, foi estruturado um protocolo de pesquisa, indicado no Quadro 4.

Quadro 4 - Protocolo de pesquisa.

(continua)

<b>Item</b>	<b>Conteúdo</b>
Objetivo	Traçar um panorama sobre o ensino de BIM na grade curricular de cursos de Engenharia Civil de IES em Pernambuco
Base de dados	Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior (e-MEC)
Critério de inclusão	Cursos superiores de Engenharia Civil em Pernambuco.
Critérios de exclusão	CE1: IES com situação inativa; CE2: cursos de Engenharia Civil na modalidade à distância; CE3: IES que não oferta o curso de Engenharia Civil atualmente.

Quadro 4 - Protocolo de pesquisa.

(conclusão)

Item	Conteúdo
Questões da pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quais são os conteúdos abordados nas disciplinas que abordam BIM em cursos de Engenharia Civil em Pernambuco?</li> <li>- Quais são as características das disciplinas que adotam BIM em seu ensino?</li> <li>- O BIM é aplicado de forma isolada ou integrada entre as disciplinas?</li> <li>- Qual é o nível de proficiência do BIM nos cursos de Engenharia Civil nas IES em Pernambuco?</li> <li>- Quais usos BIM são explorados nos cursos de Engenharia Civil em Pernambuco?</li> </ul>

Fonte: autor.

O processo da revisão documental foi dividido em quatro fases: identificação, triagem, inclusão e análise de conteúdo.

A fase da identificação consistiu no levantamento das IES com curso presencial de Engenharia Civil em Pernambuco. Para isso, utilizou-se a base de dados do Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior (e-MEC), que pertence ao Ministério da Educação (MEC). Essa base de dados digital fornece informações acerca dos credenciamentos, descredenciamentos, autorizações, extinção de cursos e demais dados relativos à manutenção e regularidade de um curso acadêmico no Brasil (Durante; Freitas, 2021; Santos; Silva; Falcão, 2022).

Para a identificação das IES que possuem curso de Engenharia Civil em Pernambuco, utilizou-se a ferramenta de consulta avançada no site do e-MEC para delimitar a busca pelos cursos de graduação em Engenharia Civil em Pernambuco.

Na fase de triagem, foram aplicados critérios de exclusão aos dados dos cursos obtidos na plataforma e-MEC. Excluíram-se cursos cujo cadastro apresentava a situação inativa (CE1), visando limitar a pesquisa apenas aos cursos em situação ativa. Também foram excluídos os cursos com credenciamento à distância (CE2), uma vez que o foco da pesquisa é nos cursos presenciais. Após essa triagem, buscou-se realizar a coleta das ementas das disciplinas que compõem os cursos.

Para a coleta das ementas dos cursos, realizou-se uma busca nos sites oficiais das IES e, em casos que os documentos não estavam disponíveis no site, realizou-se contato com os canais oficiais das instituições e/ou coordenação de curso para solicitar a ementa.

Além disso, durante o contato com as IES, foram excluídas as que indicaram não ofertar mais o curso de Engenharia Civil (CE3) e as que não retornaram as mensagens com o

envio das ementas. Após isso, para evitar a duplicidade de resultados, as ementas duplicadas foram excluídas da análise de conteúdo. As ementas remanescentes foram incluídas na revisão documental.

Na análise de conteúdo das ementas, realizou-se a leitura dos documentos para identificar as disciplinas que abordam BIM. Para isso, foram realizadas buscas pelos termos "BIM", "Building Information" e "model" nos documentos. Em seguida realizou-se a tabulação dos dados e buscou-se categorizar as IES que mencionam o BIM em seus ementários. Esse processo permitiu organizar e reduzir os dados em unidades analisáveis, identificando a natureza da disciplina (obrigatória ou eletiva), o período em que ela é ofertada e os conteúdos específicos abordados. Posteriormente, os dados foram tratados e interpretados com o intuito de identificar padrões e relações entre eles.

Também realizou-se uma análise do conteúdo abordado na disciplina para indicar o potencial grau de proficiência BIM que as disciplinas podem atingir, conforme a classificação proposta por Barison e Santos (2010b; 2012), que é dos métodos de avaliação da implementação BIM no âmbito acadêmico, nele o emprego do BIM em IES pode ser categorizada em três níveis: introdutório, intermediário e avançado, com suas respectivas descrições no Quadro 5.

Quadro 5 - Níveis de proficiência.

(continua)

<b>Nível de proficiência</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Pré-requisitos</b>	<b>Atividades estratégicas de ensino</b>	<b>Avaliação</b>
Introdutório	Desenvolver competências básicas de modelagem e compreensão dos conceitos fundamentais do BIM.	Nenhum conhecimento prévio em CAD ou habilidades avançadas em computação.	Palestras, workshops, atividades práticas em laboratório, exercícios individuais e pequenos projetos (residência unifamiliar < 600 m <sup>2</sup> ).	Exercícios individuais (componentes/modelos simples), provas escritas sobre conceitos BIM e apresentações de trabalhos.

Quadro 05 - Níveis de proficiência.

(conclusão)

<b>Nível de proficiência</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Pré-requisitos</b>	<b>Atividades estratégicas de ensino</b>	<b>Avaliação</b>
Intermediário	Aprimorar competências de Analista BIM e expandir habilidades de Modelador BIM, incluindo técnicas avançadas de modelagem 3D e uso de novas ferramentas.	Conhecimentos básicos de projeto, representação gráfica e experiência em uma ferramenta BIM.	Ateliês focados em projeto paramétrico, sustentabilidade ou documentação. Modelagem em grupo com rotação de papéis, análises de modelos fornecidos pelo professor. Projetos entre 1.000 e 5.000 m <sup>2</sup> .	Apresentação de arquivos em formatos nativos, integração, detecção de interferências e lições aprendidas.
Avançado	Desenvolver competências de Gerente BIM, incluindo interoperabilidade, gerenciamento BIM e implementação prática.	Conhecimento em tecnologia da construção, materiais, métodos de construção e experiência em ferramentas BIM.	Projetos complexos (5.000 a 15.000 m <sup>2</sup> ) desenvolvidos por equipes interdisciplinares, com contato direto com empresas e acesso a obras reais para visitas e acompanhamento.	Demonstração do modelo, processos de modelagem, estudos de caso e participação em dinâmicas de equipe.

Fonte: adaptado de Barison e Santos (2010b, 2012)

A análise do grau de proficiência foi utilizada visando simplificar a avaliação, porque para uma análise mais completa do ensino do BIM nessas IES, em conformidade com as diretrizes das Células BIM, seria recomendado desenvolver a Matriz de Maturidade BIM curricular dessas instituições. Além disso, foram identificados os usos BIM trabalhados nas disciplinas, de acordo com os usos definidos pela PennState (2013). Também foi verificado se a disciplina possui pré-requisito ou co-requisito com outras disciplinas que utilizam BIM, com o objetivo de determinar se o BIM é aplicado de forma isolada ou integrada entre as disciplinas.

#### 4.2 MATRIZ DE MATURIDADE BIM

O conceito de maturidade refere-se ao grau de extensão, profundidade, qualidade, previsibilidade e repetitividade de uma habilidade na execução de uma tarefa ou na entrega de

um serviço ou produto (Al Mohamadsaleh; Alzahrani, 2023; Griz *et al.*, 2022). Um modelo de maturidade é uma estrutura organizada e sistemática que fornece uma avaliação da prática atual de uma organização, auxiliando a visualizar os campos que necessitam de melhoria para priorizar os esforços neles (Alankarage *et al.*, 2023; Mahamadu *et al.*, 2019; Tiwari; Madalli, 2021). Além disso, é uma ferramenta para avaliar a implementação de novos processos e tecnologias, dentre elas, o BIM (Eastman *et al.*, 2011; Lima; Catai; Scheer, 2021; Succar; Sher; Williams, 2012).

Com a análise da matriz de maturidade na presente pesquisa, busca-se verificar os indicadores nos eixos de tecnologias, políticas e processos do BIM na POLI/UPE. Para isso, será utilizado o modelo de Matriz de Maturidade BIM para IES (m<sup>2</sup>BIM-IES) proposto por Böes, Barros Neto e Lima (2021). Que visa ter um panorama do uso e disseminação do BIM no curso nos eixos de política, processo e tecnologia, com os critérios indicados no Quadro 6.

Quadro 6 - Campos de análise e métricas de avaliação da m<sup>2</sup>BIM-IES.

<b>Campo de análise</b>	<b>Critérios de avaliação</b>
<p><b>Política</b></p> <p>Compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM.</p>	Capacitação Docência (Pol.1)
	Engajamento BIM do corpo docente (Pol.2)
	Visão Institucional BIM (Pol.3)
	Ensino BIM (Pol.4)
	Extensão Acadêmica (Pol.5)
	Iniciação Científica (Pol.6)
	Decreto Federal 11.888/2024 (Pol.7)
<p><b>Processo</b></p> <p>Compreende o desempenho do ensino, pesquisa e extensão em BIM.</p>	Usos BIM (Pro.1)
	Disciplinas BIM (Pro.2)
	Publicações (Pro.3)
	Alunos Capacitados (Pro.4)
<p><b>Tecnologia</b></p> <p>Compreende toda a infraestrutura, tecnológica ou física, para o desenvolvimento do ensino BIM.</p>	Acordos institucionais com desenvolvedores de software (Tec.1)
	Software (Tec.2)
	Acordos institucionais com fabricantes de hardware (Tec.3)
	Hardware (Tec.4)
	Infraestrutura (Tec.5)

Fonte: adaptado de Böes, Barros Neto e Lima (2021).

A m<sup>2</sup>BIM-IES estabelece cinco níveis de maturidade para a utilização do BIM nas instituições e suas pontuações máximas: pré-BIM (5 pontos), inicial (20 pontos), definido (30 pontos), integrado (40 pontos) e otimizado (50 pontos). Esses níveis representam uma progressão desde a inexistência até a máxima utilização do BIM. Cada critério avaliado recebe uma pontuação conforme sua classificação nesses níveis, conforme detalhado no Anexo A (Portal, 2022).

A m<sup>2</sup>BIM-IES utiliza dois indicadores principais para avaliar a maturidade BIM: o Nível de Maturidade e o Índice de Maturidade. O Nível de Maturidade é a média dos pontos atribuídos aos 16 critérios avaliados, com uma pontuação máxima de 50 pontos. O Índice de Maturidade é expresso como uma porcentagem, representando o grau de Maturidade em relação ao máximo possível de 50 pontos (100%). A relação entre o índice de maturidade e o conceito de nível de maturidade está apresentada no Quadro 7.

Quadro 7 - Relação entre índice de maturidade BIM e conceito de nível de maturidade.

INDICADORES			
	Índice de maturidade	Nível de Maturidade	Classificação textual
<b>A</b>	0-19%	Pré-BIM	Inexistência de maturidade
<b>B</b>	20-39%	Inicial	Baixa maturidade
<b>C</b>	40-59%	Definido	Média maturidade
<b>D</b>	60-79%	Integrado	Alta maturidade
<b>E</b>	80-100%	Otimizado	Muito alta maturidade

Fonte: Portal (2022)

Para a coleta de dados para desenvolvimento da m<sup>2</sup>BIM-IES da POLI/UPE, foram aplicados quatro questionários eletrônicos autoavaliativos, que foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa. O primeiro questionário tem como público-alvo um membro responsável pela coordenação do curso de Engenharia Civil (Apêndice A), onde aborda aspectos da visão institucional sobre o BIM; o segundo para o corpo docente do curso de Engenharia Civil (Apêndice B), abordando aspectos de uso do BIM pelos docentes; o terceiro para membro responsável pela Divisão de Tecnologia da Informação (DTI) (Apêndice C), abordando aspectos de hardware e softwares BIM nos computadores dos laboratórios de informática da POLI/UPE, e o quarto para docentes que compõem o Núcleo Docente Estruturante (NDE) (Apêndice D), tratando de aspectos de aplicação do BIM em disciplinas de cada núcleo. Os questionários propostos se basearam nos questionários de Böes (2019) e Fantin (2023), e com base nas suas respostas, a m<sup>2</sup>BIM-IES foi desenvolvida.

Após a finalização da aplicação do formulário, as informações coletadas foram tabuladas para as análises qualitativas, passando primeiramente por uma pré-análise das ideias iniciais, onde posteriormente foi realizada a exploração dos resultados qualitativos, enquanto os resultados quantitativos foram tratados por meio de análise estatística descritiva. Após o tratamento dos dados, foram elaborados gráficos e tabelas, visando uma melhor visualização destes resultados, para que possam ser analisados, discutidos e a m<sup>2</sup>BIM-IES seja desenvolvida.

#### 4.3 IDENTIFICAÇÃO DA POTENCIAL INTERFACE DA MATRIZ CURRICULAR COM BIM

Para analisar a matriz curricular do curso, a fim de identificar a interface potencial de cada disciplina com o BIM, foi utilizada a metodologia proposta pela rede de Células BIM, estruturada por Checcucci e Amorim (2014) e adaptada por Método (2021). Dado que uma das características fundamentais do BIM é sua capacidade de integração e colaboração, surgem oportunidades para incorporá-lo na matriz curricular, promovendo a interdisciplinaridade e facilitando atividades colaborativas entre cursos diversos, como Arquitetura e Engenharia Civil (Antonoff, 2023; Santos *et al.*, 2022). Assim, torna-se importante explorar as potencialidades de aplicação do BIM na estrutura curricular do curso, buscando explorar aplicações, como a integração entre projetos e a utilização de informações do modelo (Antonoff, 2023; Károlyfi *et al.*, 2021).

Para a análise da potencial interface do BIM com a matriz curricular, foi analisada cada disciplina para identificar sua permeabilidade com o BIM, para isso, a análise documental das ementas das disciplinas ofertadas no curso e a participação docente no questionário do Apêndice B, forneceram informações para verificar a relação de cada componente curricular com o BIM em oito categorias predefinidas, indicadas na Figura 5

Em seguida, as informações coletadas foram registradas em um sistema de representação gráfica. Cada disciplina foi representada por um quadro específico, onde foram inseridos dados referentes as oito categorias, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Exemplos de campos de uso.

**Categoria (a): Existe interface entre o componente e BIM?**

SIM	Existe interface clara: as células serão pintadas na intensidade ESCURA da cor do núcleo de componentes.
TALVEZ	células serão pintadas na intensidade MÉDIA da cor do núcleo de componentes.
NÃO	Se não existir interface, a célula será pintada na Intensidade CLARA da cor do núcleo de componentes.

**Categoria (b): conceito**

- Ciclo de vida da edificação
- Colaboração
- Interoperabilidade
- Coordenação
- Modelagem geométrica tridimensional
- Parametrização
- Orientação a objetos
- Semântica do modelo
- Visualização do modelo
- Simulação e análise numérica

**Categoria (c): Competências BIM de domínio técnico ou de execução**

1	6
2	7
3	8
4	9
5	10

- Manipulação de modelos BIM
- Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies)
- Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software
- Desenvolvimento de componentes para bibliotecas BIM
- Uso de repositórios de informações ou CDE
- Exportar e importar modelos / tralhar questões de interoperabilidade
- Trabalhar com BCF, usar ferramentas de gestão e comunicação
- Integrar BIM com outras tecnologias (nuvem de pontos / FD / RA / RV /...)
- Outras

**Categoria (d): Estágios da implementação**

1	2	3
---	---	---

- Modelagem
- Colaboração
- Integração

**Categoria (e): potencial de integração da disciplina**

1	2	3
---	---	---

- alunos de diferentes cursos
- integração com disciplinas/alunos do mesmo semestre
- integração com disciplinas/alunos de outro semestre

**Categoria (f): ciclo de vida**

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

- Estudo de viabilidade
- Projetação
- Planejamento da construção
- Construção
- Uso: operação/manutenção
- Demolição ou requalificação

**Categoria (g): disciplinas (EC)**

- Arquitetura
- Estrutura
- Instalações elétricas
- Instalações hidráulicas
- Instalações mecânicas
- Outros

**Categoria (h): Tipo de competência**

- Conceitual
- Prática

**Carga horária**

15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**Nome da disciplina**

1	6	1	2
2	7	1	4
3	8	1	2
4	9	1	2
5	10	1	2

Fonte: adaptado de Portal (2022)

Sobre a estrutura do quadro de cada disciplina, o nome da disciplina está posicionado de forma central e destacada, facilitando sua identificação. No canto superior do quadro é apresentada a carga horária correspondente. A cor do quadro indica o núcleo de formação ao qual a disciplina pertence (ciclo básico, ciclo profissional e disciplinas eletivas), e a identificação da relação da disciplina com o BIM será feita conforme indicado no Quadro 8, onde quanto mais escura for a cor de preenchimento do quadro, maior é a interface dela com o BIM, sendo possível haver três níveis de interface: sem interface, possível interface e clara interface.

Quadro 8 - Legenda de cores e tons de preenchimento da interface BIM na matriz curricular.

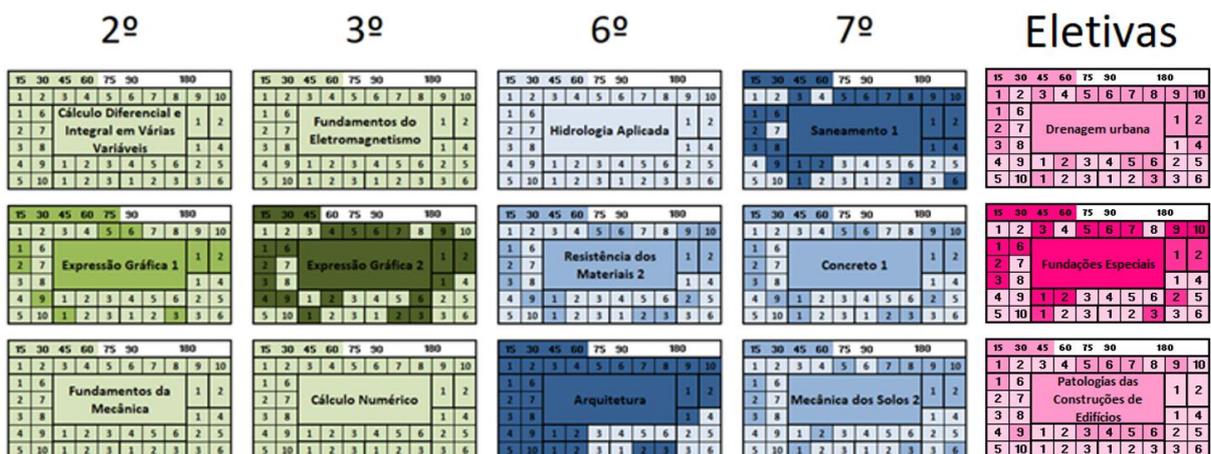
	Sem interface	Possível Interface	Clara Interface
Ciclo Básico			
Ciclo Profissional			
Eletivas			

Fonte: adaptado de Portal (2022).

Para classificar as disciplinas com clara interface com o BIM, foram identificadas disciplinas cuja natureza e conteúdos programáticos permitem uma integração direta e significativa com os conceitos e ferramentas BIM. As disciplinas com possível interface com o BIM são disciplinas com potencial de integração, dependendo de adaptações curriculares ou abordagem pedagógica fornecida pelo docente, e as disciplinas sem Interface com o BIM são disciplinas cujo conteúdo ou enfoque não possui relação direta com os conceitos ou aplicações do BIM.

Os quadros das disciplinas se integram formando uma matriz da potencial interface da matriz curricular com BIM, com as disciplinas separadas por período. Nessa visualização é possível identificar as áreas de atuação, conceitos, competências e estágios BIM que podem ser explorados em cada disciplina, conforme exemplificado na Figura 6.

Figura 6 - Exemplo de recorte da matriz da potencial interface da matriz curricular com BIM.



Fonte: adaptado de Portal (2022).

Com a matriz, pode-se obter uma visão abrangente da matriz curricular, identificando as disciplinas que possuem interface clara ou potencial com BIM, bem como aquelas que não possuem tal interface. Investigando quais conceitos de BIM podem ser abordados em cada disciplina, as competências técnicas que podem ser desenvolvidas ao longo do curso, e os estágios de implementação que podem ser abordados em cada disciplina. Além disso, foi avaliada a possibilidade de integração curricular entre disciplinas e as etapas do ciclo de vida da edificação que podem ser trabalhadas. A identificação de disciplinas que podem incorporar aspectos práticos e/ou teóricos sobre BIM ao longo do curso também foi considerada. Para a ilustração dos dados, foram utilizados gráficos desenvolvidos no Excel e rede de co-ocorrências desenvolvidas no VOSviewer.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

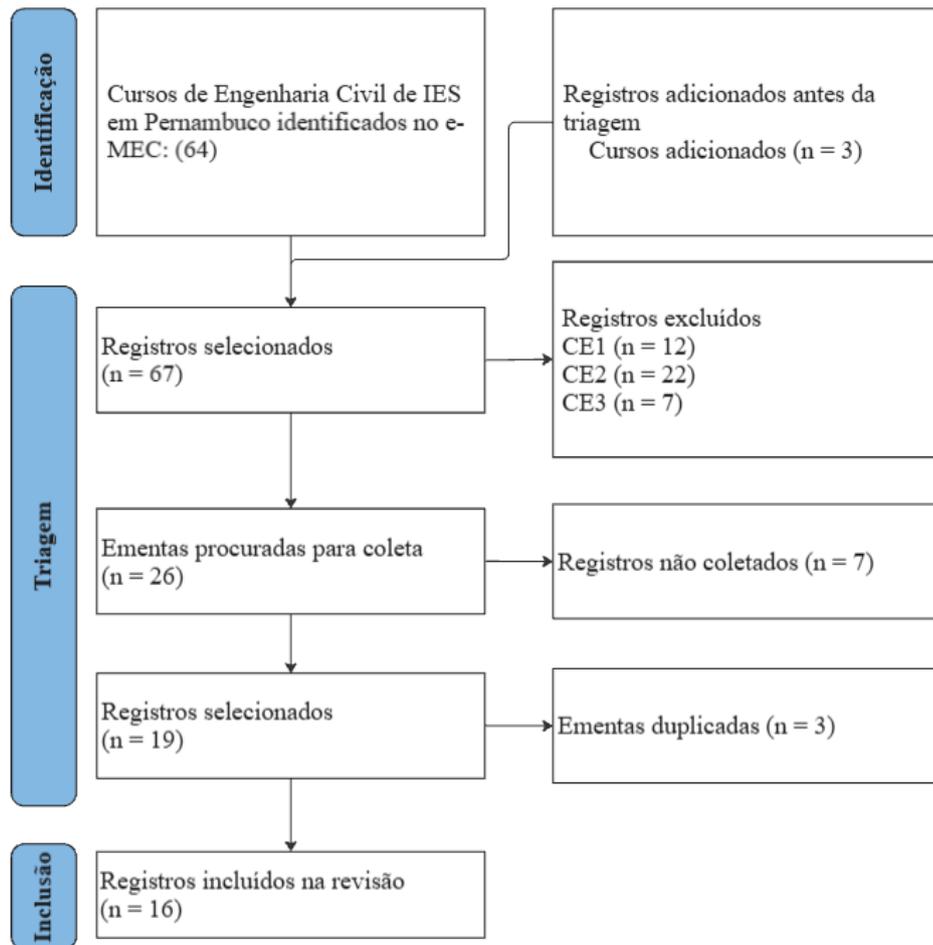
Nesta seção serão apresentados os resultados e discussões acerca da pesquisa sobre o ensino do BIM em Pernambuco, a aplicação dos questionários, bem como a matriz de maturidade BIM e a interface do BIM com a grade curricular do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE.

### 5.1 PANORAMA SOBRE ENSINO DE BIM EM PERNAMBUCO

A análise documental foi conduzida em maio de 2024. Durante a fase de identificação, foram mapeados 64 cursos de Engenharia Civil de IES em Pernambuco na plataforma do e-MEC. Notou-se que o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão) estava registrado como uma IES, no entanto ele contava com quatro campi que ofertam o curso de Engenharia Civil, cada um com sua própria grade curricular, aumentando o total de registros para 67.

Na fase da triagem, aplicaram-se os critérios de exclusão de acordo com os dados das IES, removendo as que não possuem situação cadastral ativa no e-MEC (CE1), os cursos de Engenharia Civil na modalidade à distância (CE2) e as IES que não ofertam o curso de Engenharia Civil atualmente (CE3). Restaram 26 cursos para os quais foram buscadas as ementas das disciplinas, recuperando 19 ementas. Durante a leitura das ementas recuperadas, três foram excluídas por serem duplicadas, resultando 16 ementas elegíveis para a análise, conforme ilustrado na Figura 7.

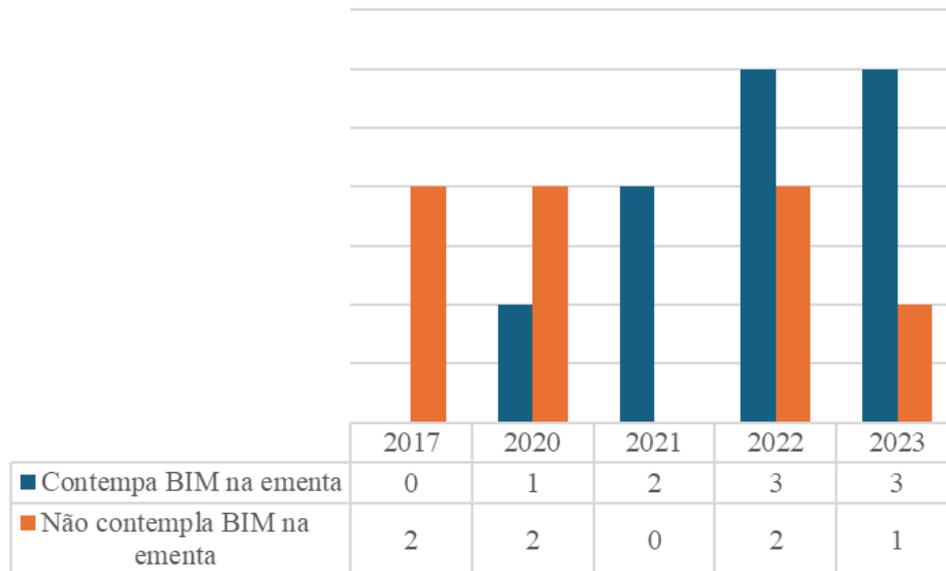
Figura 7 - Fluxograma da revisão documental.



Fonte: autor.

Dentre as 16 ementas encontradas sem duplicidade, das quais nove incluíam o BIM em disciplinas, enquanto sete não contemplavam. Avaliando o ano de cada uma das ementas, observou-se uma tendência dos ementários mais recentes possuírem maior frequência na adoção do BIM, refletindo uma possível crescente da necessidade e tendência de uso dele no ensino de Engenharia Civil, como demonstrado na Figura 8.

Figura 8 - Relação das ementas que possuem menção ao BIM.



Fonte: autor.

As disciplinas que abordam o BIM foram analisadas quanto à sua natureza (obrigatória ou eletiva), ao período em que são ofertadas, e à carga horária prática e teórica. O Quadro 9 apresenta esses dados. A análise mostra que, embora algumas disciplinas não sejam exclusivamente focadas em BIM, 61,54% delas possuem carga horária igual ou superior a 60 horas, indicando que o BIM está ganhando espaço em disciplinas com um enfoque mais intenso. Além disso, sete disciplinas apresentam uma carga horária prática superior, cinco focam mais na teoria, e duas equilibram teoria e prática, sugerindo que o uso do BIM está favorecendo a promoção de atividades práticas no ensino de Engenharia Civil.

Quadro 9 – Apresentação das disciplinas inclusas na revisão.

(continua)

IES	Cidade	Disciplina	Dados da disciplina	CH teórica	CH prática
Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau)	Caruaru, Garanhuns, Petrolina e Recife	[1] Modelagem da Informação da Construção	Disciplina obrigatória do 8º período	20h	40h
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Ouricuri)	Ouricuri	[2] Desenho assistido por computador	Disciplina obrigatória do 3º período	15h	75h
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Petrolina)	Petrolina	[3] Modelagem da Informação da Construção - BIM	Disciplina obrigatória do 9º período	10h	50h

Quadro 9 – Apresentação das disciplinas inclusas na revisão.

(conclusão)

IES	Cidade	Disciplina	Dados da disciplina	CH teórica	CH prática
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Salgueiro)	Salgueiro	[4] Computação Gráfica	Disciplina obrigatória do 2º período	5h	40h
		[5] Compatibilização de projetos	Disciplina eletiva	10h	35h
		[6] Introdução ao BIM e Ferramentas de Gestão de Projetos	Disciplina eletiva (30h)	-	-
		[7] Plataforma BIM	Disciplina eletiva (30h)	-	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Serra Talhada)	Serra Talhada	[8] Plataforma BIM	Disciplina eletiva	60h	0h
Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP)	Recife	[9] Introdução a Gestão de Projetos BIM	Disciplina obrigatória do 2º período	15h	15h
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE Caruaru)	Caruaru	[10] Representação Gráfica para Projetos 2	Disciplina obrigatória do 4º período, com 75 horas.	45h	30h
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE Recife)	Recife	[11] Modelagem da Informação para Gerenciamento da Construção	Disciplina eletiva, com 60 horas.	75h	0h
		[12] Sistema de Gestão Integrada para Construção Civil	Disciplina eletiva, com 60 horas.	30h	30h
Universidade Federal Rural de Pernambuco	Cabo de Santo Agostinho	[13] Planejamento e modelagem integrada de projetos – arquitetura e engenharia	Disciplina eletiva	15h	45h

Fonte: autor.

Percebe-se que há 13 disciplinas que mencionam o uso do BIM nas ementas de curso de Engenharia Civil em Pernambuco. Dentre as disciplinas, seis são obrigatórias e sete eletivas, isso pode demonstrar que, como o BIM é um tema recente no ensino, algumas IES estão adotando estratégias de inserir ele em disciplinas eletivas, de modo a trabalhar com aspectos que complementam as disciplinas obrigatórias do perfil curricular do curso sem impactar diretamente na grade curricular de disciplinas obrigatórias.

Em termos de distribuição geográfica, conforme ilustrado na Figura 9, as 11 IES que adotam BIM em seus cursos não estão centralizadas na capital do estado, o que sugere uma difusão dessa tecnologia no ensino de Engenharia Civil em diferentes regiões

Figura 9 – Municípios que possuem cursos de Engenharia Civil com o BIM adotado na matriz curricular.



Fonte: autor.

O Quadro 10 detalha os conteúdos abordados nas disciplinas, os usos do BIM discutidos e o potencial nível de proficiência que pode ser alcançado.

Quadro 10 – Conteúdo das ementas dos cursos inclusos na revisão.

(continua)

<b>Disciplina</b>	<b>Conteúdo abordado</b>	<b>Usos BIM abordados</b>	<b>Nível de proficiência</b>
[1] Modelagem da Informação da Construção	Fundamentos de BIM. Modelagem paramétrica. Interoperabilidade. Padrões existentes para troca de informação entre disciplinas de projeto. Industry Foundation Classes (IFC). Revisões dos principais programas computacionais de BIM. Estudos de caso de aplicação de BIM na Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Gestão de empreendimentos com BIM e compatibilidade de projetos.	Design autoral e coordenação espacial 3D	Intermediário
[2] Desenho assistido por computador	Sistema BIM, considerações gerais, modelagem paramétrica, softwares BIM, interface gráfica do software BIM, categorias, famílias, tipos e instâncias, barra de controle de vistas, navegador de projeto, paleta de propriedades, barra de navegação, atalhos de teclado, ferramentas de edição, modelagem 2D e 3D, paredes, pisos, forros, esquadrias, coberturas, elementos estruturais, escadas e rampas, modelagem de superfície topográfica, tabelas, renderização, plotagem.	Design autoral	Introdutório
[3] Modelagem da Informação da Construção - BIM	Fundamentos de BIM. Modelagem paramétrica. Interoperabilidade. Padrões existentes para troca de informação entre disciplinas de projeto. Industry Foundation Classes (IFC). Revisões dos principais programas computacionais de BIM. Estudos de caso de aplicação de BIM na Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Principais softwares da plataforma BIM. Gestão de empreendimentos com BIM	Design autoral	Introdutório

Quadro 10 – Conteúdo das ementas dos cursos inclusos na revisão.

(continua)

<b>Disciplina</b>	<b>Conteúdo abordado</b>	<b>Usos BIM abordados</b>	<b>Nível de proficiência</b>
[4] Computação Gráfica	Introdução ao conceito BIM, interface gráfica do software, desenvolvimento e documentação de projeto base arquitetônico	Design autoral	Introdutório
[5] Compatibilização de projetos	Introdução à compatibilização de projeto: onde e como se aplica. 2. Análise dos diversos projetos que fazem parte do escopo para a edificação da obra (arquitetônico, estrutural, instalações, paisagismo, ar condicionado, impermeabilização, dentre outros), com a finalidade de solucionar interferências na execução da obra, permitindo a integração das soluções adotadas para os diversos sistemas. 3. Comparação entre os diferentes métodos de compatibilização de projetos na construção civil: a. Manual com projetos impressos. b. Com programas CAD 2D. c. Com modelos 3D. d. Com modelagem de informação – Projetos em BIM. 4. Padronização: a. Modelo de Padronização de Arquivo; b. Modelo de Padronização de Layers; c. Padronização de cores dos complementares e indicação dos mesmos no projeto de arquitetura. 5. Check list de compatibilização. 6. Produção de check list de instalações prediais. 7. Comunicação entre as equipes multidisciplinares. 8. Gerenciamento de arquivos. 9. Compatibilização utilizando Software computacional disponível (CAD ou BIM). 10. Sistema BIM e tecnologias vinculadas, apresentação.	Coordenação espacial 3D	Intermediário
[6] Introdução ao BIM e Ferramentas de Gestão de Projetos	Não há detalhamento da ementa	-	-
[7] Plataforma BIM	Não há detalhamento da ementa	-	-
[8] Plataforma BIM	Conceitos (Building Information Modeling) e ferramentas. O processo de produção de projetos complementares com a plataforma BIM. Aplicações práticas em projetos de Engenharia Civil. Compatibilização entre disciplinas	Design autoral e coordenação espacial 3D	Intermediário
[9] Introdução a Gestão de Projetos BIM	1. Introdução ao gerenciamento e coordenação de projetos e obras na plataforma BIM; 2. Procedimentos para contratação e controle de projetos em BIM; 2. Usos de BIM e tecnologias associadas; 3. Normas, Padrões e Guias; 4. Ferramentas computacionais utilizadas no gerenciamento dos projetos BIM, características dos softwares mais comuns no mercado, análise de funcionalidades e o uso de arquivos de interface de análise; 5. A interoperabilidade e o fluxo de trabalho do projeto desenvolvido na metodologia BIM: fases do projeto, controle de qualidade, compatibilização, interfaces do projeto e obras, padronização, base paramétrica, quantificação, estimativa de custos, bibliotecas de família de componentes, nomenclaturas de arquivamento e templates; 6. Gestão de prazos, custos de elaboração, controle das etapas e produtos gerados;	Estimativas de custos, Planejamento, coordenação espacial 3D	Intermediário

Quadro 10 – Conteúdo das ementas dos cursos inclusos na revisão.

(conclusão)

<b>Disciplina</b>	<b>Conteúdo abordado</b>	<b>Usos BIM abordados</b>	<b>Nível de proficiência</b>
[10] Representação Gráfica para Projetos 2	Desenho auxiliado por computador (CAD): Projetos 2D (bidimensional) e 3D (tridimensional); representação bidimensional (2D) de objetos tridimensionais (3D), vistas ortogonais, vistas auxiliares, cortes, elevações, plantas-baixa, plantas de locação, plantas de situação; utilização de escalas e textos em projetos, coteagem de desenhos, simbologia adotada em projetos de engenharia; organização de projetos e impressão de projetos. 2. Projetos de engenharia: Aspectos do projeto, análise e projeto, fases de um projeto, visão geral do processo de projeto, programa de necessidades, definição do projeto, coleta de informações, critérios, restrições, soluções alternativas, e projeto final. 3. Desenho universal na concepção de projetos de edificações, espaços e equipamentos urbanos. 4. Modelagem de informações de construção (BIM).	Design autoral	Introdutório
[11] Modelagem da Informação para Gerenciamento da Construção	Importância da tecnologia da construção civil. 'BIM' da fase de pré-projeto a fase de manutenção das edificações. ferramentas 'BIM'. modelagem de edificações utilizando ferramentas 'BIM'	Design autoral	Intermediário
[12] Sistema de Gestão Integrada para Construção Civil	Importância da tecnologia da construção civil. 'BIM' da fase de pré-projeto a fase de manutenção das edificações. ferramentas 'BIM'.	Não explicita os usos abordados	Intermediário
[13] Planejamento e modelagem integrada de projetos – arquitetura e engenharia	Coleta e análise das informações básicas do projeto, ideia preliminar da edificação, etapas do projeto, projeto arquitetônico completo, modelagem da ideia inicial através da plataforma BIM – Building Information Modeling (Modelagem de Informações de Construção) através do software Revit Architecture, lançamento do projeto de estrutura e de instalações prediais. Análise/compatibilização entre os projetos.	Design autoral e coordenação espacial 3D	Intermediário

Fonte: autor.

Em conformidade com a classificação de Barison e Santos (2012), as disciplinas foram categorizadas conforme o potencial nível de proficiência que ela poderá atingir: introdutório, intermediário e avançado. No nível introdutório, disciplinas como Desenho assistido por Computador (IF Ouricuri), Computação Gráfica (IF Salgueiro) e Representação Gráfica para Projetos 2 (UFPE Caruaru) se destacam por fornecerem uma base inicial em BIM, desenvolvendo competências básicas em modelagem, principalmente voltada para alunos entre o segundo e quarto período do curso.

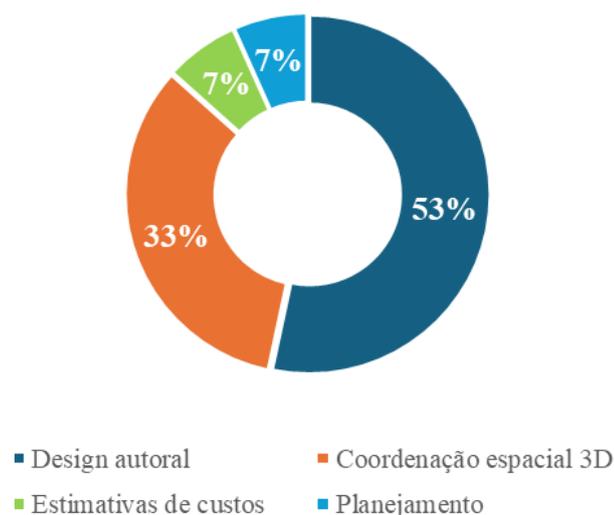
No nível intermediário, disciplinas como Modelagem da Informação da Construção (Uninassau), Compatibilização de Projetos (IF Salgueiro) e Planejamento e Modelagem Integrada de Projetos (UFRPE) apresentam uma abordagem mais aprofundada, explorando a interoperabilidade e a coordenação de projetos no contexto BIM. Observa-se que a maioria dessas disciplinas com potencial nível de proficiência intermediário são eletivas e são

oferecidas no ciclo profissional, permitindo a complementação de conteúdos abordados em disciplinas introdutórias.

Nenhuma disciplina foi classificada como tendo potencial para atingir o nível de proficiência avançado, o que se deve principalmente à falta de integração explícita entre as disciplinas e à ausência de pré-requisitos ou co-requisitos que envolvam BIM. Para que uma disciplina alcance um nível avançado de proficiência, é importante que haja uma continuidade e integração do BIM ao longo de diferentes disciplinas, permitindo que os alunos desenvolvam competências em tecnologias da construção, materiais e métodos de construção, e experiência práticas com as principais ferramentas BIM.

Quanto aos usos do BIM identificados nas disciplinas, não foi possível definir os usos BIM em três disciplinas, duas delas por não possuírem detalhamento do assunto abordado na ementa e a terceira por causa do texto do assunto da ementa remeter à conteúdos teóricos, sem usos do BIM explícitos. Para as demais disciplinas que foi possível identificar os usos BIM aplicados, conforme a Figura 10, a maioria se concentra nos usos de design autoral e coordenação espacial 3D, com poucas referências à aplicação em fases mais avançadas do ciclo de vida da edificação. Isso evidencia um enfoque ainda limitado na exploração do potencial completo do BIM, o que sugere a possibilidade de evolução curricular que contemple a aplicação do BIM mais integrada e abrangente ao longo do curso de Engenharia Civil.

Figura 10 - Usos BIM aplicados nas disciplinas em Pernambuco.



Fonte: autor.

Vale destacar que, em todas as disciplinas classificadas com potencial de proficiência introdutório, o único uso do BIM abordado foi o design autoral, alinhado com o objetivo

dessas disciplinas de fornecer uma base para a representação gráfica e o desenvolvimento de projetos. Já nas disciplinas identificadas com potencial de proficiência intermediário, observa-se um avanço no conteúdo, com a introdução da integração entre diferentes projetos e a aplicação do BIM nas fases de planejamento e projeto. Além do design autoral, essas disciplinas começaram a explorar o uso do BIM para planejamento, estimativas de custo e, principalmente, para a coordenação espacial 3D. O enfoque na coordenação espacial 3D tem sido feito através do conteúdo de compatibilização de projetos, isso pode indicar que disciplinas voltadas para esse conteúdo têm sido uma estratégia eficaz no ensino de BIM em Pernambuco, visando elevar o nível de proficiência da aplicação do BIM.

A análise das ementas indica um panorama heterogêneo do ensino de BIM nas IES em Pernambuco. Embora o nível de proficiência em BIM nas disciplinas de Engenharia Civil apresente um progresso positivo, ainda há desafios a serem superados. Para que os alunos estejam mais preparados para os desafios do mercado de trabalho, é importante que as IES continuem a evoluir seus currículos e abordagens pedagógicas, buscando uma formação mais integrada e avançada em BIM.

## 5.2 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Os quatro questionários foram aplicados, onde obteve-se a taxa de respostas indicadas no Quadro 11.

Quadro 11 - Taxas de respostas dos questionários.

<b>Público-alvo</b>	<b>Campo amostral</b>	<b>População-alvo</b>	<b>Taxa de resposta</b>
Coordenação do curso	1	1	100,00%
Divisão de Tecnologia da Informação (DTI)	1	1	100,00%
Docentes do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE	34	94	36,17%
Docentes do Núcleo Docente Estruturante (NDE) do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE	4	6	66,67%

Fonte: autor.

As respostas dos questionários serviram de base para analisar a maturidade BIM e a potencial interface da matriz curricular com BIM da POLI/UPE, indicados nas próximas seções.

### 5.2.1 Questionário para coordenação do curso

Os dados obtidos a partir do questionário aplicado à coordenação do curso de Engenharia Civil da POLI/UEPE indicam possibilidade de melhorias na percepção e no apoio institucional relacionados à implementação do BIM no curso. Primeiramente, foi constatado que a coordenação ainda não possui ciência do Decreto Federal 11.888/2024, que estabelece a Estratégia BIM BR. Esse decreto é uma diretriz estratégica que visa promover um ambiente favorável ao investimento em BIM e à sua difusão no país, alinhando instituições de ensino com as demandas tecnológicas e produtivas do setor da construção civil. A falta de conhecimento sobre esse marco regulatório pode limitar a capacidade da instituição de aproveitar oportunidades e incentivos relacionados ao BIM. Outro ponto identificado foi a ausência de incentivos ou programas institucionais voltados à capacitação do corpo docente em BIM. Isso pode ser uma barreira, considerando que a capacitação dos docentes é um importante para a implementação eficaz da metodologia no currículo.

No que se refere à visão institucional do curso, foi indicado que o BIM não é considerado uma prioridade nem visto como uma metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos. Essa perspectiva pode dificultar a integração do BIM na matriz curricular, mesmo diante das exigências do mercado por profissionais capacitados na metodologia. Contudo, foi ressaltado que não existem barreiras internas para que iniciativas docentes relacionadas ao BIM sejam desenvolvidas. Essa ausência de restrições é um ponto positivo, pois permite que professores interessados em implementar o BIM possam agir de forma autônoma e promover experiências iniciais, ainda que em caráter experimental.

Esses resultados apontam para a oportunidade de uma reavaliação da visão estratégica da coordenação em relação ao BIM. A ausência de uma abordagem favorável à implementação do BIM é vista nas limitações da capacitação docente e da ausência de alinhamento às diretrizes nacionais sobre BIM. Para superar essas limitações, é importante que a coordenação do curso seja compreenda a importância do BIM como um meio para aprimorar o ensino e a prática da Engenharia Civil.

Uma solução inicial poderia incluir a realização de workshops ou eventos internos para conscientizar a coordenação e o corpo docente sobre a Estratégia BIM BR e os benefícios do BIM no ensino e no mercado. Além disso, seria recomendável a criação de um programa institucional de capacitação docente em BIM, alinhado às necessidades da matriz curricular e às potencialidades da metodologia. Tais iniciativas poderiam não apenas ampliar

o conhecimento sobre o tema, mas também estimular uma visão mais favorável à implementação do BIM como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem.

### 5.2.2 Questionário para a divisão de tecnologia da informação

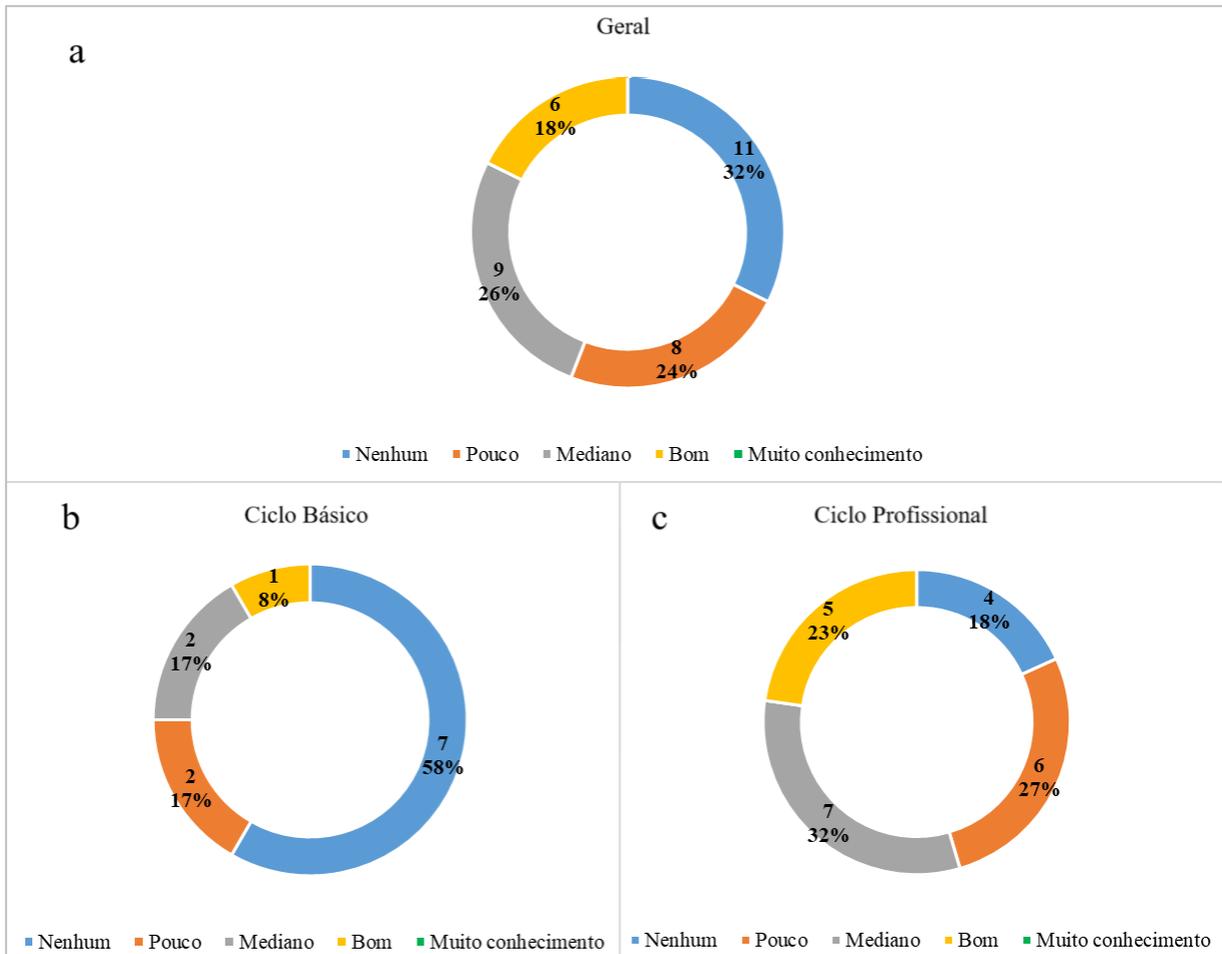
Os resultados do questionário aplicado à Divisão de Tecnologia da Informação (DTI) da POLI/UEPE fornecem informações sobre a infraestrutura tecnológica disponível para suporte à implementação do BIM na instituição. Um dos pontos destacados foi a existência de computadores em laboratórios de informática com softwares BIM instalados, especificamente o Revit e o BIMcollab. Essa disponibilidade é um ponto positivo, pois facilitam o acesso dos discentes e docentes a ferramentas para a aplicação prática da metodologia BIM no ambiente acadêmico.

Além disso, foi informado que a POLI/UEPE possui acesso educacional a produtos da Autodesk, o que viabiliza o uso de licenças de softwares como o Revit. No entanto, foi indicado que atualmente, a POLI/UEPE ainda não conta com parcerias formais com fabricantes de hardware, o que representa uma oportunidade para expandir colaborações estratégicas. A formação de acordos desse tipo poderia contribuir para a disponibilização de equipamentos mais robustos, facilitando a implementação do BIM e otimizando a experiência acadêmica dos alunos.

### 5.2.3 Questionário para docentes

Na análise dos questionários aplicados aos docentes do curso de Engenharia Civil e do NDE, os resultados obtidos sobre sua autoavaliação de conhecimento em BIM revelam diferenças entre os ciclos básico e profissional do curso, além de uma visão geral do corpo docente em relação ao tema, conforme indicado na Figura 11. De forma abrangente, observa-se que a maior parte dos professores avalia seu conhecimento como limitado, com 32% relatando possuir nenhum conhecimento em BIM e 24% indicando possuir pouco, 26% indicando possuir mediano conhecimento e 18% possuem bom conhecimento, enquanto nenhum dos respondentes relatou possuir muito conhecimento. Esses dados indicam uma lacuna na capacitação de BIM no corpo docente como um todo, sendo importante trabalhar isso para a implementação eficaz da metodologia no curso.

Figura 11 - Autoavaliação do conhecimento em BIM dos docentes (a); Autoavaliação do conhecimento em BIM dos docentes do ciclo básico (b); Autoavaliação do conhecimento em BIM dos docentes do ciclo profissional (c).



Quando analisados os dados dos professores do ciclo básico, a maioria dos professores (58%) declara possuir nenhum conhecimento em BIM, enquanto 17% avaliam-se com pouco ou mediano. Apenas 8% relatam ter bom conhecimento. Por outro lado, os resultados dos professores do ciclo profissional mostram uma distribuição mais equilibrada e favorável. Os docentes desse grupo reportam níveis maiores de conhecimento em BIM, com 18% indicando possuir nenhum conhecimento em BIM, 27% com pouco conhecimento, 32% com conhecimento mediano e 23% com bom conhecimento.

Ao comparar as respostas dos docentes do ciclo básico com o profissional, é perceptível o menor nível de conhecimento com BIM de docentes do ciclo básico, possivelmente em função do foco das disciplinas desse ciclo ser em fundamentos técnicos e teóricos que, geralmente, não dialogam diretamente com ferramentas ou práticas digitais da Engenharia Civil. Enquanto no ciclo profissional, há uma maior taxa de respostas envolvendo maior conhecimento sobre BIM. Esse panorama pode ser explicado pela proximidade do BIM

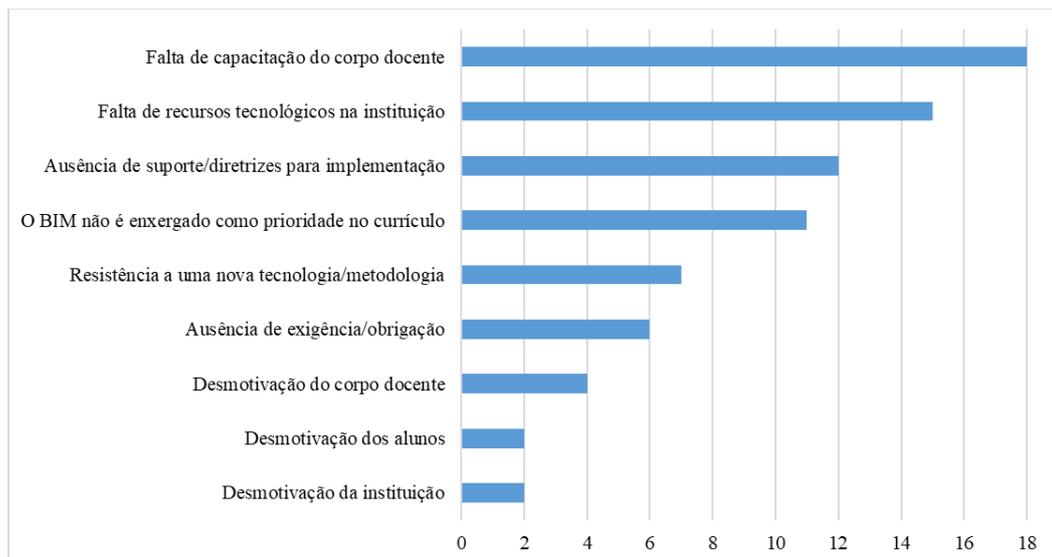
com disciplinas que lidam diretamente com o desenvolvimento de projetos, planejamento, e execução, áreas que são o foco de várias disciplinas do ciclo profissional.

É importante ressaltar que, embora haja poucos professores com conhecimento em BIM indique uma oportunidade de capacitação, a necessidade de formação deve ser analisada conforme a aplicabilidade da metodologia em cada disciplina. Nem todos os professores precisam de um nível avançado de conhecimento sobre BIM, mas aqueles cujas áreas possuam interface com o BIM devem ser incentivados a aprimorar suas competências.

Então, estratégias de capacitação podem ser ajustadas às particularidades de cada ciclo. No ciclo básico, workshops introdutórios e ações de conscientização sobre os conceitos fundamentais do BIM podem ser utilizados para familiarizar os docentes. Já no ciclo profissional, a capacitação pode focar no desenvolvimento de competências técnicas mais avançadas, como integração de modelos, simulações e uso de BIM para coordenação e planejamento, levando em consideração os usos BIM que os docentes vão trabalhar em suas disciplinas.

Os resultados obtidos a partir da questão aplicada aos docentes sobre as principais dificuldades para a difusão do BIM na POLI/UPE indicam algumas barreiras, tanto estruturais quanto culturais, que dificultam a implementação eficaz da metodologia no curso de Engenharia Civil. A relação das respostas pode ser verificada na Figura 12.

Figura 12 - Principais dificuldades para a difusão do BIM na POLI/UPE.



Fonte: autor.

Entre os desafios mencionados, a falta de capacitação do corpo docente destacou-se como a maior dificuldade, apontada por 18 respondentes. Esse dado reforça a necessidade de

um plano estratégico de formação e qualificação dos professores, que deve incluir treinamentos técnicos para o uso da metodologia BIM. Esse aspecto é particularmente crítico, pois o corpo docente desempenha um papel central na disseminação do BIM entre os alunos.

Outro obstáculo mencionado foi a falta de recursos tecnológicos na instituição, como a ausência de softwares, hardwares adequados e infraestrutura de rede, identificado por 15 docentes. Essa limitação evidencia que, além do preparo humano, é essencial investir em recursos tecnológicos que viabilizem o uso do BIM nas atividades de ensino e aprendizagem. A carência de equipamentos modernos e licenças de softwares pode dificultar não apenas o ensino prático, mas também a imersão dos alunos e professores no ambiente BIM, prejudicando o alcance de competências técnicas esperadas para o mercado de trabalho.

A percepção de que o BIM não é enxergado como prioridade no currículo, mencionada por 11 respondentes, aponta para a necessidade de uma reavaliação da matriz curricular do curso de Engenharia Civil. Esse dado sugere que o BIM ainda é tratado como um tema secundário ou complementar, o que contrasta com sua crescente relevância na indústria da construção civil. Para superar essa barreira, é fundamental estabelecer o BIM como um dos componentes centrais do ensino, integrando-o de forma transversal às disciplinas e alinhando-o às diretrizes pedagógicas e expectativas do mercado.

A ausência de suporte/diretrizes para implementação também foi mencionada como uma dificuldade significativa por 12 respondentes. Esse resultado destaca a falta de um plano claro e estruturado para a adoção do BIM na instituição, o que pode gerar incertezas e desorganização no processo de implementação. A criação de um PIBc pode suprir essa necessidade, sendo uma medida necessária para proporcionar uma base sólida para a difusão do BIM.

Além disso, a resistência a uma nova tecnologia/metodologia, apontada por 7 docentes, reflete uma barreira cultural. Essa resistência pode estar ligada ao receio de mudanças ou à falta de entendimento sobre os benefícios e aplicações do BIM. Superar essa resistência exige uma abordagem gradual, com a promoção de benefícios concretos do BIM, incluindo cases de sucesso e workshops que motivem os docentes a adotarem o BIM em suas disciplinas. A ausência de exigência/obrigação, relatada por 6 respondentes, está possivelmente relacionada a essa resistência, uma vez que a falta de demandas externas ou internas para o uso do BIM contribui para a baixa adesão no processo de adoção.

Por fim, as desmotivações, tanto do corpo docente (4 menções) quanto da instituição (2 menções), além dos alunos (2 menções), aparecem com menor intensidade. Esses aspectos

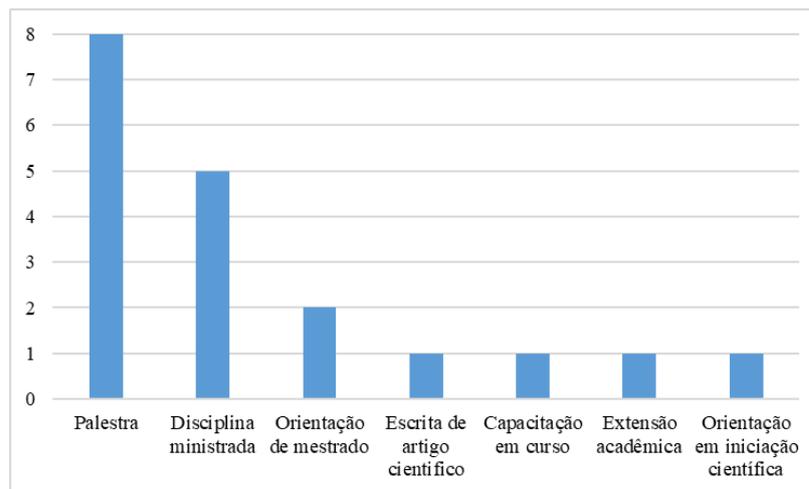
podem ser reflexo de uma combinação de fatores, como falta de incentivos, dificuldades estruturais e a percepção da falta de prioridade institucional na implementação do BIM.

Esses resultados indicam que a difusão do BIM na POLI/UPE enfrenta desafios multifacetados, que exigem ações integradas para serem superados, como investimentos em infraestrutura tecnológica, capacitação docente e alinhamento curricular com BIM. Além disso, o desenvolvimento do PIBc, o estabelecimento de políticas institucionais e a promoção de uma cultura de inovação podem mitigar resistências e desmotivações, fortalecendo o ensino e preparando os alunos para as demandas do mercado.

Uma estratégia eficaz para engajar os docentes seria a criação do NTC, conforme sugerido pelas diretrizes do desenvolvimento do PIBc, onde iniciaria a implementação do BIM em um número reduzido de disciplinas, selecionando aquelas com maior interface com a metodologia e cujos professores estejam motivados a utilizá-la em sala de aula. Esse processo inicial permitiria que os benefícios do BIM se tornassem mais visíveis e concretos tanto para os alunos quanto para os demais docentes. Com isso, seria possível criar uma motivação para a expansão do uso do BIM em outras disciplinas com potencial de integração, consolidando gradualmente a metodologia no curso.

Na questão que tratavam se os docentes possuem contato com o BIM na POLI/UPE, obteve-se nove resultados positivos, dentre eles, conforme indicado na Figura 13, oito indicaram que o contato ocorreu por meio de palestras, evidenciando a relevância de eventos institucionais como porta de entrada para o tema. Além disso, cinco professores relataram experiências associadas à ministração de disciplinas, onde começaram a adotar o BIM de forma individual. Outros formatos de interação, como orientações de mestrado, escrita de artigos científicos, capacitação em cursos, extensão acadêmica e orientação em iniciação científica, foram mencionados por apenas um docente cada. Esses dados destacam que o contato com o BIM ainda é limitado e pontual, exigindo uma ampliação nas estratégias de difusão e formação.

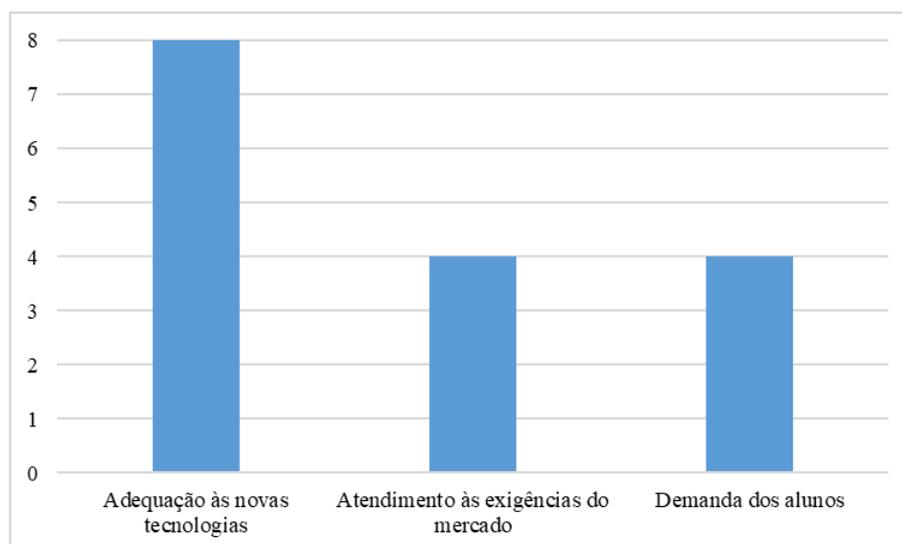
Figura 13 - Meios de contato de docentes com BIM na POLI/UPE.



Fonte: autor.

Quanto às motivações para explorar o BIM, conforme a Figura 14, a adequação às novas tecnologias foi destacada como principal razão, mencionada por oito docentes. Esse dado reflete a percepção da importância do BIM como um apoio para aprimorar o desenvolvimento tecnológico na área de engenharia. Atender às exigências do mercado e às demandas dos alunos também foram apontadas como fatores motivadores, com quatro respostas cada. Isso evidencia o papel do BIM na preparação dos futuros engenheiros para o ambiente profissional competitivo e tecnologicamente avançado.

Figura 14 - Motivações que levaram os docentes a explorarem o BIM.

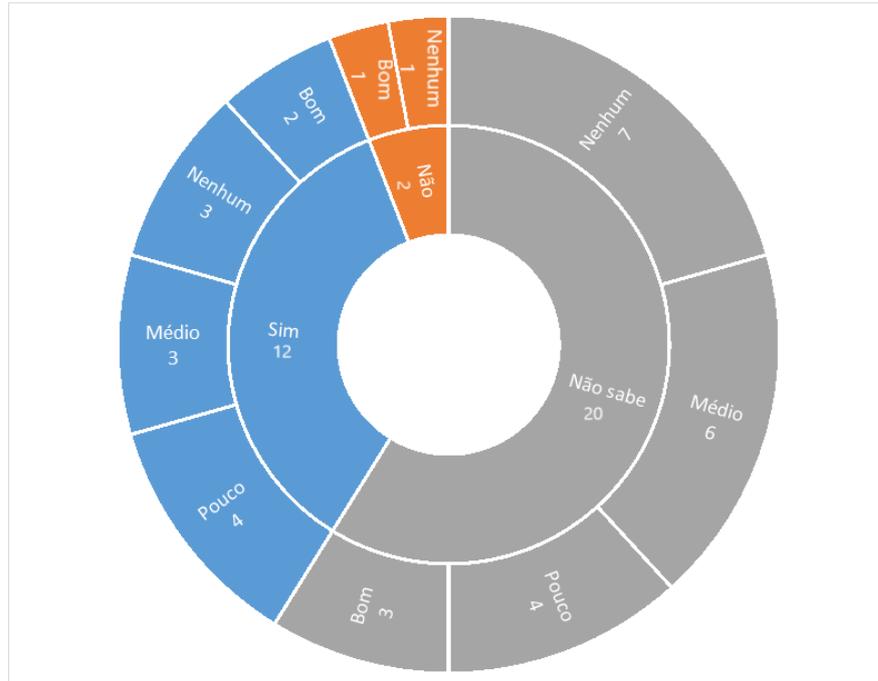


Fonte: autor.

A questão sobre o interesse em adotar o BIM nas disciplinas que atua, 12 docentes (35,3%) indicaram interesse, 2 (5,9%) não demonstraram interesse, e 20 (58,8%) afirmaram

não saber se gostariam de implementar essa metodologia em suas disciplinas, conforme indicado na Figura 15.

Figura 15 - Relação sobre interesse dos docentes na adoção do BIM.



Fonte: autor.

Dentre os dois docentes que não possuem interesse em implementar o BIM, observou-se que as razões podem estar relacionadas à falta de interface do BIM com suas disciplinas ou à ausência de familiaridade com a metodologia. Um dos docentes declarou não ter nenhum conhecimento em BIM, o que pode justificar sua hesitação, enquanto o outro, que possui bom conhecimento sobre BIM, pertence ao ciclo básico, onde muitas disciplinas têm menos conexão prática com as aplicações do BIM.

Por outro lado, os 12 docentes que indicaram interesse em implementar o BIM representam uma significativa oportunidade de avanço para a difusão da metodologia na POLI/UPE. Vale salientar que três desses docentes declararam não possuir nenhum conhecimento sobre BIM, enquanto quatro disseram ter pouco conhecimento. Esses dados destacam que, mesmo entre os docentes com conhecimento limitado, há uma boa receptividade à ideia de capacitação e incorporação do BIM em suas práticas pedagógicas. Esse interesse é um indicativo positivo para futuros esforços de capacitação e integração da metodologia.

Os 20 docentes que não souberam responder representam um grupo importante a ser trabalhado no contexto da implementação do BIM. Entre esses, 11 (55%) docentes indicaram

possuir pouco ou nenhum conhecimento em BIM, sugerindo que a falta de familiaridade com o tema pode contribuir significativamente para sua indecisão. Por outro lado, nove docentes deste grupo declararam conhecimento mediano ou bom em BIM. Nesse caso, a hesitação pode estar mais associada à ausência de diretrizes institucionais, suporte técnico ou clareza sobre a aplicabilidade prática do BIM em suas disciplinas. Isso reforça a necessidade de desenvolvimento do PIBc como um instrumento estratégico para definir diretrizes e fornecer apoio estruturado à implementação do BIM.

### 5.3 MATURIDADE BIM

A elaboração da m<sup>2</sup>BIM-IES do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE foi elaborada com base nas respostas dos questionários e avaliação dos 16 critérios, divididos nos campos de políticas, processos e tecnologias. Deste modo, obtendo o Grau de Maturidade e Índice de Maturidade indicado no Quadro 12.

Quadro 12 - Índice de Maturidade da POLI/UPE.

Campo	Critério	Pontuação	Grau de Maturidade	Índice de Maturidade
Política	Pol. 1	20	26,43	52,86%
	Pol. 2	30		
	Pol. 3	20		
	Pol. 4	30		
	Pol. 5	40		
	Pol. 6	40		
	Pol. 7	5		
Processos	Pro. 1	30	35,75	71,00%
	Pro. 2	30		
	Pro. 3	50		
	Pro. 4	32		
Tecnologia	Tec. 1	30	25,00	50,00%
	Tec. 2	40		
	Tec. 3	5		
	Tec. 4	30		
	Tec. 5	20		
<b>TOTAL</b>		<b>452</b>	<b>28,25</b>	<b>56,50%</b>

Fonte: autor.

Com base na m<sup>2</sup>BIM-IES, verifica-se que o curso de Engenharia Civil da POLI/UPE obtêm um Grau de maturidade de 28,25, classificando como média maturidade, e um Índice de Maturidade de 56,50%, classificando como nível de maturidade integrado, como pode-se

verificar nos campos marcados em cinza no Quadro 13, que representam os indicadores que a POLI/UPE possui. Esses dados indicam que a POLI/UPE possui avanço em relação ao BIM, no entanto, há oportunidade para maior desenvolvimento em algumas áreas.

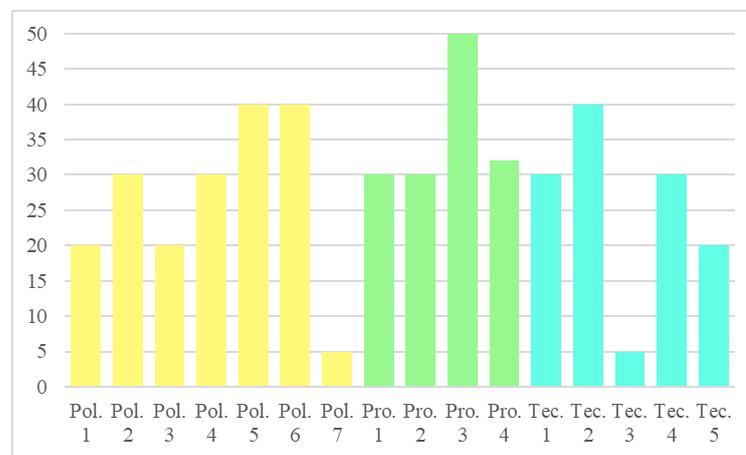
Quadro 13 - Indicadores de maturidade da POLI/UPE.

INDICADORES			
	Índice de maturidade	Nível de Maturidade	Classificação textual
<b>A</b>	0-19%	Pré-BIM	Inexistência de maturidade
<b>B</b>	20-39%	Inicial	Baixa maturidade
<b>C</b>	40-59%	Definido	Média maturidade
<b>D</b>	60-79%	Integrado	Alta maturidade
<b>E</b>	80-100%	Otimizado	Muito alta maturidade

Fonte: autor.

Nota-se que dentre os 16 critérios de avaliação, o terceiro critério de processo, referente às publicações, atingiu a pontuação máxima, referente ao nível otimizado, e três atingiram 40 pontos, referente ao nível integrado, enquanto dois atingiram a pontuação mínima. O gráfico das pontuações pode ser visualizado na Figura 16.

Figura 16 - Pontuações dos critérios de avaliação.



Fonte: autor.

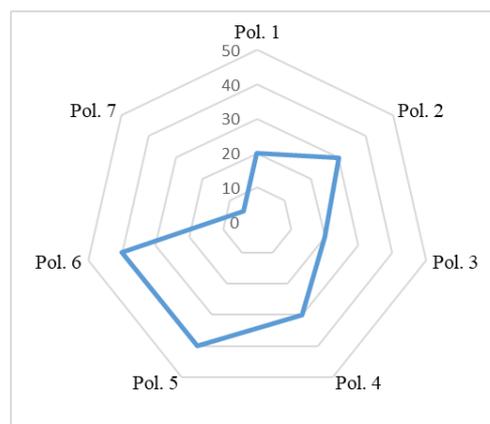
Pode-se perceber que dentre os três campos, o campo de processos possui maior maturidade BIM, com 33 pontos, enquanto política e tecnologia possuem menor maturidade, com 26,43 e 25 pontos, respectivamente.

No eixo de política, a capacitação docente (Pol.1) obteve uma pontuação de 20, correspondente ao nível inicial, indicando incentivos informais e não institucionalizados para a formação dos professores em BIM. Essa condição reforça a necessidade de ações

estruturadas, como programas de capacitação formalizados, que possam ampliar o conhecimento da metodologia BIM entre os docentes. Embora o engajamento do corpo docente (Pol.2) tenha alcançado 30 pontos, situando-se no nível definido, a porcentagem de professores que autodeclararam seu nível de conhecimento em BIM como bom ainda é limitada a cerca de 10%. Isso sugere que a instituição conta com docentes interessados pelo BIM, favorecendo a sua disseminação e implementação, mas que ainda há oportunidade de um engajamento mais amplo e estruturado.

A visão institucional sobre o BIM (Pol.3) permanece no nível inicial, com 20 pontos. Apesar de não existirem barreiras às iniciativas de professores, a ausência de reconhecimento do BIM como uma prioridade pedagógica pode gerar um obstáculo para a sua implementação. Já o ensino BIM (Pol 4) estabelece no nível definido, por haver disciplinas que atuam com conteúdo de introdução ao BIM e uso de softwares BIM. Por outro lado, iniciativas como a extensão acadêmica (Pol.5) e a iniciação científica (Pol.6), ambas no nível integrado com 40 pontos, demonstram o potencial da POLI/UPE em consolidar linhas de pesquisa em BIM. Esses avanços são estratégicos para a construção de uma base sólida de conhecimentos e práticas acadêmicas. Contudo, a baixa pontuação do conhecimento do Decreto Federal 11.888/2024 (Pol.7) reflete um desconhecimento institucional que limita a exploração de oportunidades de incentivo de aplicações voltadas ao BIM na IES. A relação entre as pontuações no eixo de políticas pode ser visualizada na Figura 17.

Figura 17 - Pontuações do eixo de políticas.



Fonte: autor.

Sobre o resultado do eixo de processos, os usos BIM (Pro.1) atingiram o nível definido, com 30 pontos, pois há dez usos BIM que os docentes indicaram utilizarem no âmbito do ensino, pesquisa e extensão, são eles: modelagem de condições existentes, estimativas de custos, planejamento, programação, revisão de projetos, análise estrutural,

análise energética, projeto do sistema construtivo, planejamento de controle 3D e planejamento de manutenção.

A oferta de disciplinas BIM (Pro.2), também no nível definido, reflete a existência de cinco disciplinas que contemplam conteúdos BIM. Ademais, o número de publicações (Pro.3) atingiu o nível otimizado, com 50 pontos, demonstrando um impacto positivo da pesquisa na disseminação de conhecimentos sobre BIM, atingindo periódicos nacionais e internacionais, conforme indicado no Quadro 14.

Quadro 14 - Publicações em periódicos.

(continua)

<b>Nome do periódico</b>	<b>Artigo</b>
Ambiente construído	Ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso (Lordsleem Júnior; Basto, 2016)
Arq.urb	Accident prevention in construction: an analysis of the use of digital tools for risk mitigation in the design (Azevedo; Vasconcelos, 2024)
Energies	Guidelines for the Implementation of BIM for Post-Occupancy Management of Social Housing in Brazil (Silva <i>et al.</i> , 2022)
Gestão & Tecnologia de Projetos	Otimização da extração de quantitativos para orçamento de obras por meio de software BIM: uma proposta de matriz de parâmetros (Santos; Campelo Filho; Vasconcelos, 2023)
International Journal of Business Administration	Analysis of Critical Factors and Strategies for Implementing and Using BIM in the Public Sector (Boumann; Tavares; Vasconcelos, 2024)
International Journal of Development Research	Risk management falls from height by using the BIM platform: a systematic review (Leão <i>et al.</i> , 2019)
Journal of Management and Sustainability	Modular Coordination - Architectural design associated to a BIM application (Asfura <i>et al.</i> , 2023)

Quadro 14 - Publicações em periódicos.

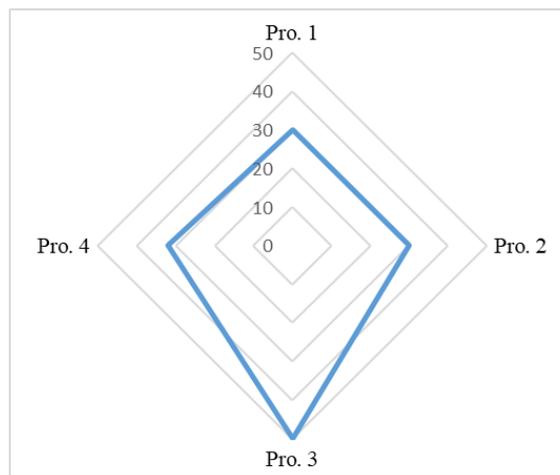
(continua)

PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção	Análise crítica do papel do BIM na gestão da segurança do trabalho na indústria da construção (Rodrigues; Vasconcelos, 2024)
Periódico técnico e científico cidades verdes	Adoption of BIM Software in the Architecture Course of Civil Engineering Program (Azevedo <i>et al.</i> , 2024)
Revista de ciência e tecnologia	Avaliação do uso de uma ferramenta BIM no projeto de infraestrutura de um terminal de granel líquido (Costa; Teti; Vasconcelos, 2021)
Revista de la Construcción	Requirements for BIM implementation in AEC companies: a Brazilian case study (Wanderley; Lordsleem Júnior; Rocha, 2023)
Revista nacional de gerenciamento de cidades	Exploring the Role of BIM in Knowledge Management in Construction Projects (Rodrigues <i>et al.</i> , 2024)
Revista nacional de gerenciamento de cidades	Prevention of accidents in project design in the BIM process: a bibliometric review (Azevedo; Kohlman Rabbani; Vasconcelos, 2024)
Revista projetar - projeto e percepção do ambiente	Percepção do BIM por projetistas do setor da AECO em Pernambuco (Vasconcelos; Germano, 2023)

Fonte: autor.

Sobre o critério de alunos capacitados (Pro.4) atingiu o nível integrado, com 40 pontos. Isso demonstra um impacto positivo do ensino na formação de alunos. A relação entre as pontuações no eixo de processos pode ser visualizada na Figura 18.

Figura 18 - Pontuações do eixo de processos.

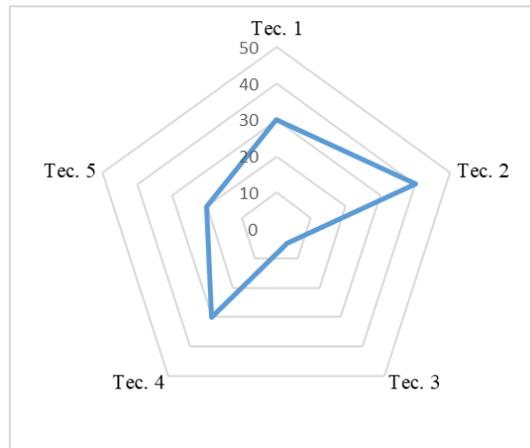


Fonte: autor.

No eixo de tecnologia, as condições institucionais apresentam um contraste significativo entre o software e o hardware disponíveis. Acordos institucionais com desenvolvedores de software (Tec.1) atingiram o nível definido (30 pontos), assegurando o acesso a softwares BIM tanto nas instalações da instituição quanto para uso individual dos alunos, como é o exemplo de softwares de uso livre, como o BIMcollab e os de uso com conta estudantil, como são os softwares da Autodesk. Adicionalmente, a gestão do software (Tec.2) foi classificada como integrada, com 40 pontos, indicando um controle institucionalizado e monitorado. Em contrapartida, os acordos com fabricantes de hardware (Tec.3) permanecem no nível pré-BIM, com apenas 5 pontos.

Os hardwares (Tec. 4) são elencados no nível definido (30 pontos), por haver fornecimento de acesso de computadores para os alunos em laboratório de informática, embora a aquisição de hardware ocorra sem nenhum planejamento de acordo com os usos e software BIM pretendidos, e a infraestrutura (Tec.5), embora existente, opera em nível inicial (20 pontos). A ausência de planejamento estratégico para aquisição de equipamentos e a falta de laboratórios dedicados exclusivamente ao ensino BIM podem um ponto necessário a ser avaliado para o desenvolvimento do PIBc. A relação entre as pontuações no eixo de tecnologia pode ser visualizada na Figura 19.

Figura 19 - Pontuações do eixo de tecnologia.



Fonte: autor.

Esses resultados evidenciam que, enquanto a POLI/UPE demonstra avanços em áreas específicas, como pesquisa e capacitação de alunos, atualmente enfrenta barreiras estruturais e estratégicas para alcançar uma maturidade BIM consolidada. A ausência de uma visão institucional clara sobre o BIM e o uso insuficiente de políticas e infraestruturas adequadas limitam o potencial do curso de Engenharia Civil em atender às exigências atuais do mercado de trabalho. Portanto, é importante implementar um plano sistemático e interdisciplinar que envolva capacitação docente, ampliação curricular e investimentos em tecnologia para elevar o nível de maturidade BIM da instituição.

Nota-se também que, conforme apresentado no Quadro 13, apesar do indicador do nível de maturidade estar disposto como definido, referente à média maturidade, o impacto positivo na atuação da extensão e pesquisa foram importantes para essa definição, no entanto, o âmbito do ensino na POLI/UPE ainda carece de investimentos em BIM.

#### 5.4 POTENCIAL INTERFACE DA MATRIZ CURRICULAR COM BIM

A elaboração da matrizda potencial interface da matriz curricular com BIM foi realizada a partir da análise das ementas das disciplinas e das respostas dos docentes sobre as disciplinas que ministra e que visualiza potencial interface. Gerou-se assim a matriz indicada na Figura 20, representada em maior escala no Apêndice E.

Figura 20 - Matriz do potencial interface da matriz curricular com BIM.



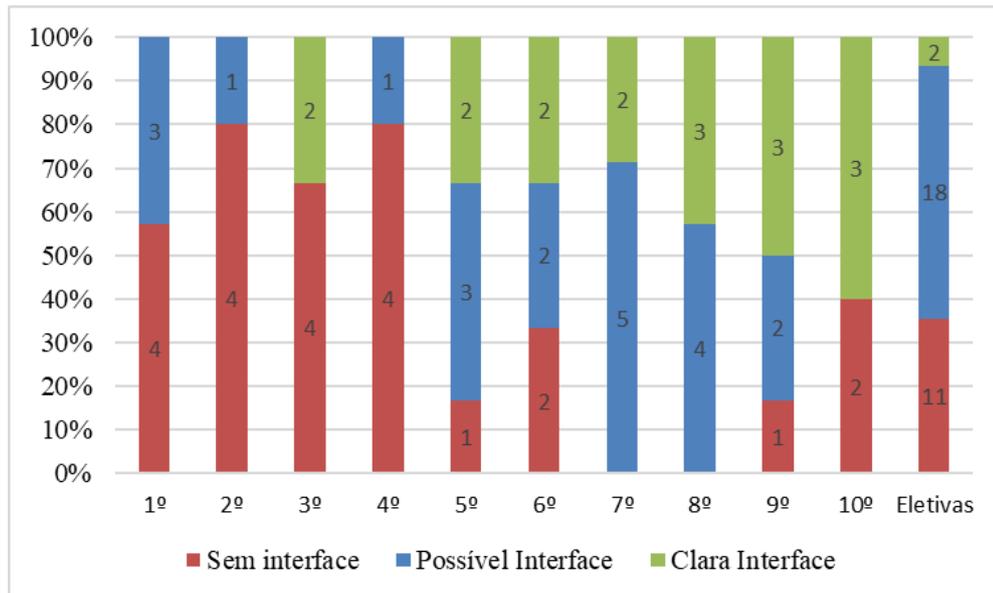
Fonte: autor.

### 5.4.1 Análise da matriz curricular com BIM

A análise da matriz curricular do curso de Engenharia Civil da POLI/UE indica um panorama variado de permeabilidade do BIM ao longo de seus componentes curriculares. Com base na matriz desenvolvida, das 91 disciplinas analisadas, 19 (20,9%) apresentaram uma interface clara com o BIM, 39 (42,9%) mostraram potencial interface e 33 disciplinas (36,2%) não demonstraram interface. Na Figura 21 pode-se verificar as interfaces do BIM para as disciplinas ao decorrer dos semestres.

Uma consideração foi tomada para as disciplinas de Estágio Supervisionado, Projeto Final de Curso, Metodologia da Pesquisa e Revisão Sistemática da Literatura, elas foram identificadas com possível Interface com o BIM, pois essas disciplinas, apesar de não possuírem conteúdo nas ementas que possuem interface com o BIM, elas fornecem autonomia para que discentes atuem com BIM no desenvolvimento de suas pesquisas ou estágio.

Figura 21 - Relação da interface das disciplinas com BIM por semestre.

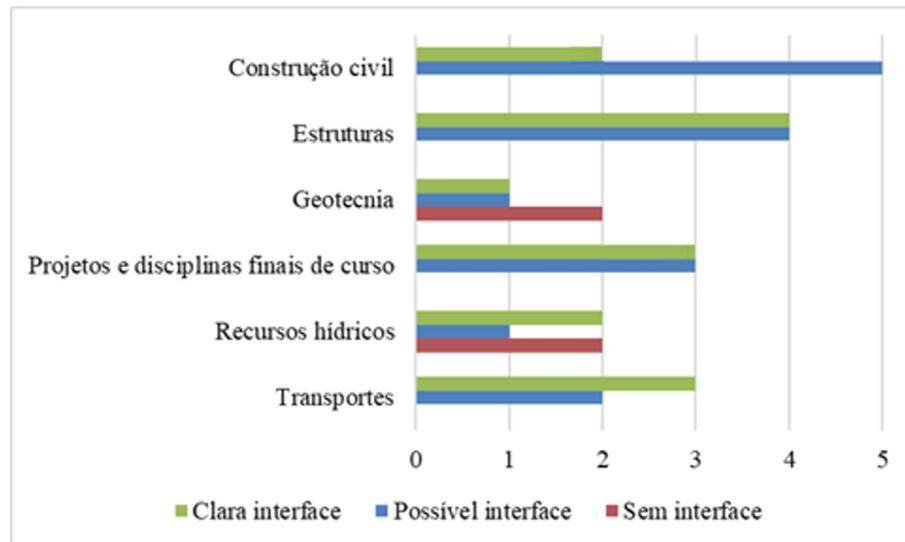


Fonte: autor.

Nos primeiros semestres, correspondentes ao ciclo básico, a permeabilidade do BIM é limitada, em grande parte devido ao caráter introdutório das disciplinas, que focam em conteúdos fundamentais como cálculo, física e química. Contudo, disciplinas como Introdução à Engenharia e Sociologia, Meio Ambiente e Contexto Social Contemporâneo oferecem oportunidades para abordar o BIM conceitualmente, introduzindo conceitos como o ciclo de vida da edificação e a colaboração no desenvolvimento de projetos. O desenvolvimento de atividades práticas com BIM surge em disciplinas como Expressão Gráfica 1, onde a competência de modelagem tridimensional pode ser introduzida. A aplicação prática do BIM surge de maneira mais evidente em disciplinas subsequentes, como Expressão Gráfica 2 e Desenho Universal e Acessibilidade, com interfaces claras, permitem que os estudantes desenvolvam habilidades práticas, como o desenvolvimento de projetos arquitetônicos.

No ciclo profissional e nas disciplinas eletivas, a presença do BIM é mais evidente devido à natureza prática e ao foco no desenvolvimento de habilidades profissionais do estudante. Dentre as seis áreas de disciplinas do núcleo profissional, o BIM pode ser aplicado em todas, destacando-se especialmente nas áreas Construção Civil e Estruturas, que possui a maior parte das disciplinas com interface clara ou potencial, como pode-se verificar na Figura 22.

Figura 22 - Interface das disciplinas com BIM por área do NDE.



Fonte: autor.

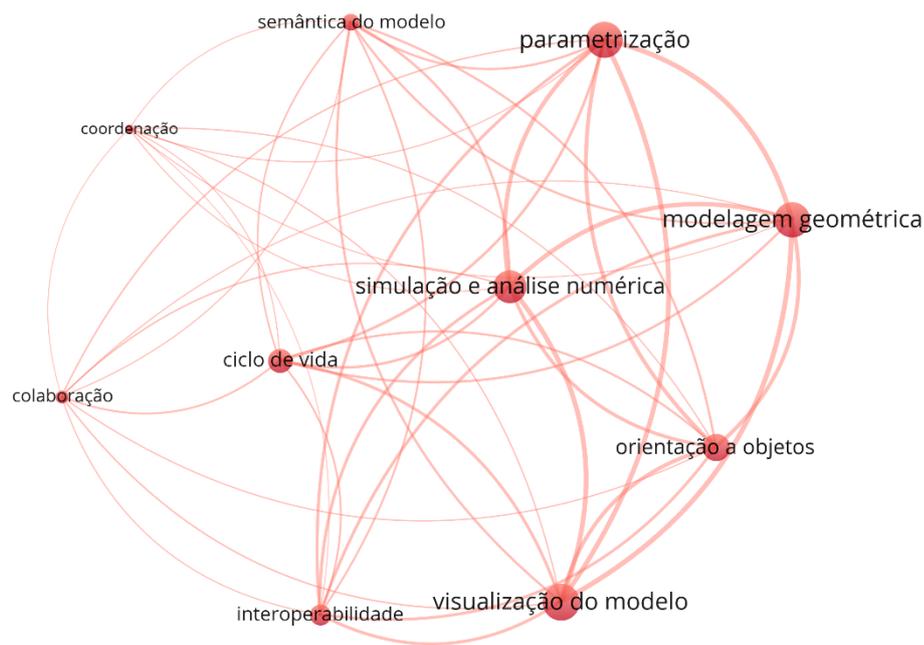
A interdisciplinaridade proporcionada pelo BIM destaca seu potencial para integrar diferentes disciplinas e até mesmo em diferentes áreas do conhecimento, havendo a possibilidade de desenvolver projetos integrados, envolvendo disciplinas como arquitetura, estruturas, hidráulica e planejamento. A integração do BIM entre disciplinas pode promover uma visão holística do ciclo de vida das edificações, da integração entre projetos e amplia o trabalho colaborativo, essencial para a prática profissional do profissional da Engenharia Civil. Além disso, o BIM pode ser explorado em tópicos especiais em engenharia, abordando temas como sustentabilidade e simulação energética, que são cada vez mais demandados no mercado de trabalho.

Os conceitos BIM mais abordados nas disciplinas com potencial ou clara interface com o BIM incluem visualização do modelo, com 50 ocorrências, parametrização (49), modelagem geométrica (48), simulação e análise numérica (45), orientação a objetos (37) e ciclo de vida da edificação (33), interoperabilidade (28), semântica do modelo (23), colaboração (18) e coordenação (12), conforme pode-se visualizar na Figura 23. Essa distribuição reflete uma abordagem ainda técnica e focada em aspectos de modelagem, com menos ênfase em elementos colaborativos e de coordenação, que são importantes para um grau mais elevado de maturidade do BIM. Essa situação evidencia a necessidade de um enfoque mais equilibrado na implementação do BIM, incluindo aspectos gerenciais e interdisciplinares que suportam a aplicação prática do BIM no mercado.

Na Figura 23 há a representação da rede de co-ocorrências dos conceitos BIM mais abordados nas disciplinas com clara interface e possível interface. A figura é formada por

círculos com nome dos conceitos BIM e por arcos interligando os círculos, o tamanho do círculo representa a quantidade de vezes que o conceito está apresentado na análise das interface das disciplinas com BIM, os arcos que ligam os círculos indicam que os conceitos forma apresentados comitaneamente em uma disciplina, quanto maior for a espessura do arco, mais comum é o uso dos conceitos em conjunto.

Figura 23 - Rede de co-ocorências dos conceitos BIM.

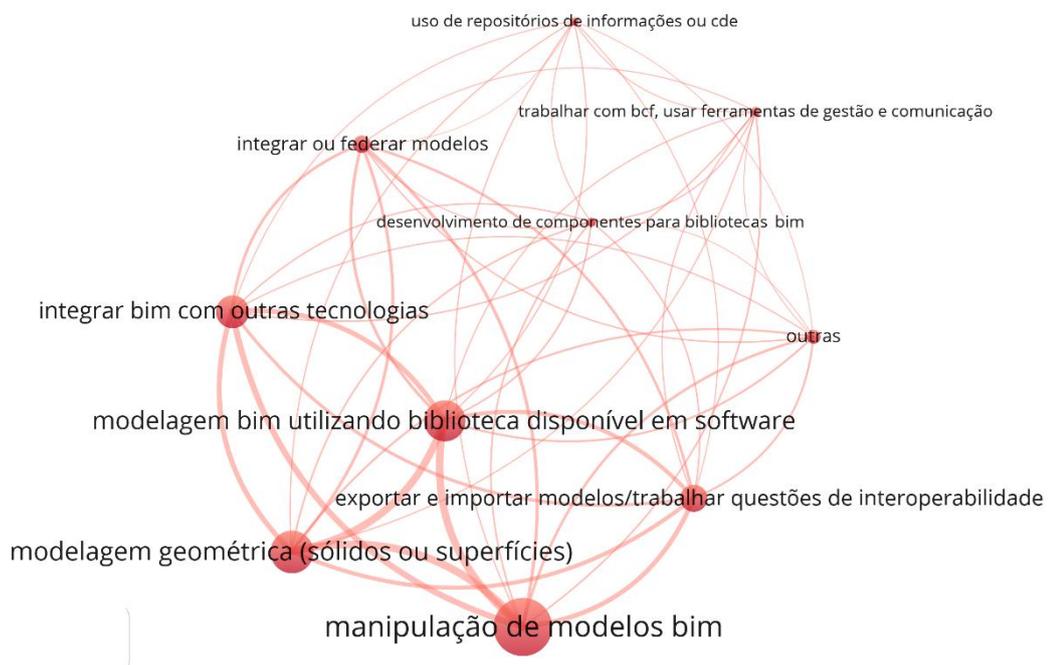


Fonte: autor.

Acerca das competências de domínio técnico ou de execução, as que possuem maior frequência nas disciplinas analisadas incluem manipulação de modelos BIM, com 56 ocorrências, modelagem geométrica (sólidos ou superfícies) (41), e modelagem BIM utilizando bibliotecas disponíveis em software (40), seguido pela integração do BIM com outras tecnologias (32), exportar e importar modelos/trabalhar questões de interoperabilidade (26), integrar ou federar modelos (17), outras (14), desenvolvimento de componentes para bibliotecas BIM (9), trabalhar com BCF, usar ferramentas de gestão e comunicação (9) e uso de repositórios de informações ou CDE (7), conforme pode-se verificar na rede de co-ocorrências na Figura 24. Essas competências indicam uma ênfase no uso prático de ferramentas, mas apontam uma menor frequência em competências que envolvem integração e gestão da informação.

As competências classificadas como “outras” destacam-se por abordar tópicos diversos, como o uso de ferramentas de análise de planejamento e de desempenho das edificações, análise de custos, cronograma e de impactos ambientais. Dentre as competências de integração do BIM com outras tecnologias, a realidade aumentada (RA), realidade virtual (RV), drones, GPS e GIS se dispõem como meios para oferecer oportunidades para enriquecer disciplinas relacionadas ao desenvolvimento de projetos, simulações de planejamento e controle, estudos de topografia e construção civil.

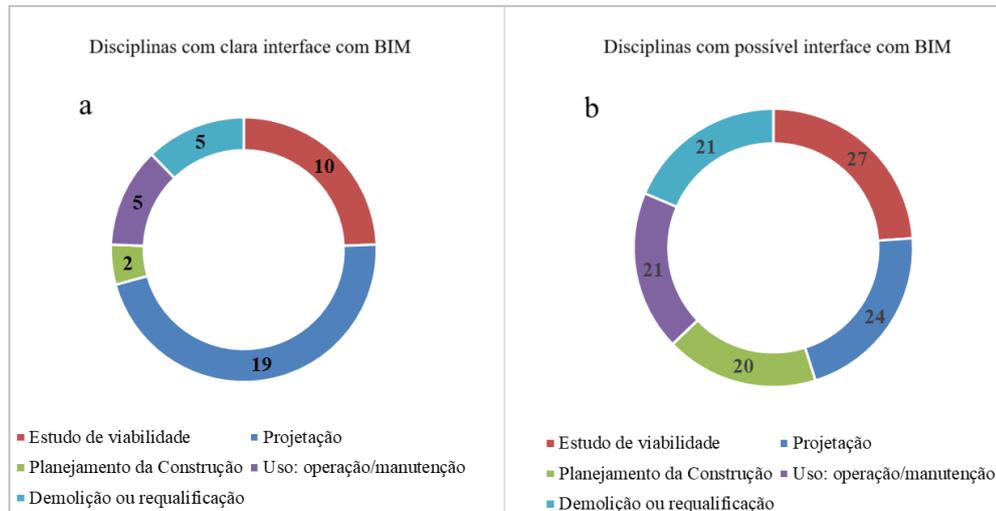
Figura 24 - Rede de co-ocorrências das competências de domínio técnico ou de execução.



Fonte: autor.

Acerca das etapas do ciclo de vida da edificação abordadas nas disciplinas da grade curricular da POLI/UPE, nos gráficos ilustrados na Figura 25, demonstram que todas as fases do ciclo de vida estão contempladas nas disciplinas, o que reflete uma estrutura curricular diversificada. No entanto, a distribuição dessas etapas varia entre disciplinas com interface clara e aquelas com potencial interface com o BIM.

Figura 25 - Etapas do ciclo de vida da edificação trabalhadas nas disciplinas com clara interface com BIM (a); Etapas do ciclo de vida da edificação trabalhadas nas disciplinas com possível interface com BIM (b).



Fonte: autor.

Nas disciplinas classificadas como tendo clara interface com o BIM, as etapas de projetoção e estudo de viabilidade se destacaram como as mais trabalhadas, com 19 (46,34%) e 10 (24,4%) ocorrências, respectivamente. Esse resultado é consistente com a natureza da metodologia BIM, que possui seu maior impacto nas fases iniciais do ciclo de vida, principalmente no suporte ao desenvolvimento de projetos conceituais, modelagem tridimensional e análises de viabilidade técnica e econômica.

Em contrapartida, ao analisar as disciplinas com potencial interface com o BIM, nota-se uma distribuição mais equilibrada entre as etapas do ciclo de vida. A etapa de estudo de viabilidade lidera com 27 (23,9%) ocorrências, seguida de projetoção com 24 (21,2%), enquanto planejamento da construção, uso/operação/manutenção e demolição ou requalificação apresentam uma frequência substancialmente maior do que nas disciplinas com interface clara, alcançando 20 (17,7%), 21 (18,6%) e 21 (18,6%) ocorrências, respectivamente.

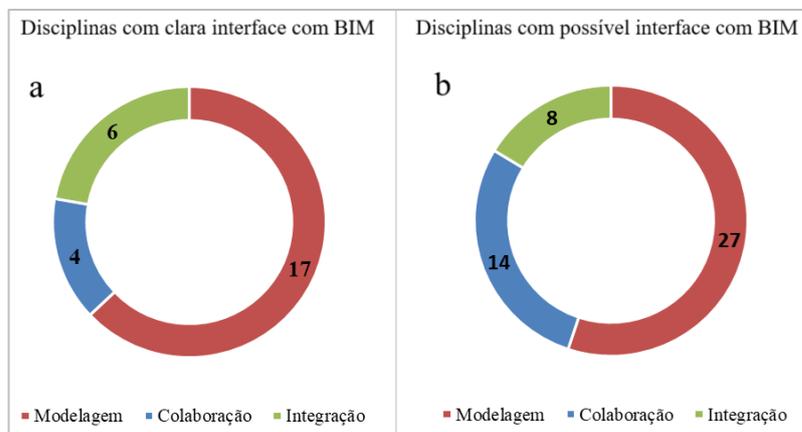
Essa distribuição equilibrada pode indicar que essas disciplinas, embora ainda não possuam clara interface com o BIM, possuem grande potencial de expansão para trabalhar todas as fases do ciclo de vida da edificação de maneira integrada e colaborativa. A comparação entre os dois grupos de disciplinas indica diferenças no uso e exploração do BIM. Por um lado, as disciplinas com interface clara parecem focar nas fases em que o BIM já é amplamente reconhecido por sua eficiência, como projetoção e estudo de viabilidade. Por outro lado, as disciplinas com potencial interface oferecem um campo para a ampliação do

ensino do BIM, incluindo etapas menos exploradas no contexto acadêmico, como planejamento da construção e gestão do uso, operação e requalificação.

Dessa forma, os dados reforçam a necessidade de um planejamento estratégico para expandir o uso do BIM no currículo. Isso inclui não apenas fortalecer a abordagem do BIM nas disciplinas que já trabalham o BIM nas fases de estudo de viabilidade e projeção, mas também fomentar sua aplicação em etapas tradicionalmente menos contempladas.

A análise dos níveis de implementação do BIM nas disciplinas da POLI/UPE demonstra que todas as fases de implementação estão contempladas em algum grau na estrutura curricular do curso, como evidenciado na Figura 26.

Figura 26 - Níveis de implementação do BIM nas disciplinas com clara interface com BIM (a); Níveis de implementação do BIM nas disciplinas com possível interface com BIM (b).



Fonte: autor.

Essa abrangência reflete a possibilidade em integrar a metodologia BIM em diversas dimensões do ensino, desde a introdução aos fundamentos da modelagem até níveis mais avançados de colaboração e integração. Nas disciplinas classificadas como tendo clara interface com BIM e possível interface com o BIM, a relação entre as fases de implementação é semelhante, em ambas, a etapa de modelagem é a mais frequentemente trabalhada, com 44 ocorrências ao total. Esse foco é compreensível, dado que a modelagem tridimensional constitui o ponto de partida essencial para o uso do BIM, fornecendo as bases para a representação digital de edifícios e permitindo análises e simulações iniciais.

Entretanto, os níveis mais avançados de implementação, como colaboração e integração, aparecem com menor frequência, sendo abordados em apenas 18 e 14 disciplinas, respectivamente. Isso pode significar que a aplicação do BIM em seu potencial colaborativo e integrado pode ser limitada na grade curricular do curso. No entanto, as disciplinas que atuam nas etapas de colaboração e integração apresentam um campo promissor para o

desenvolvimento de competências mais abrangentes em BIM, incluindo aspectos que vão além da modelagem, como a troca de informações entre equipes multidisciplinares e a integração de processos e sistemas.

A predominância da fase de modelagem, tanto nas disciplinas com clara quanto com potencial interface com BIM, indica que há possibilidade de atingir a maturidade inicial da implementação do BIM no ensino. Isso ocorre porque a modelagem é frequentemente o primeiro meio para a adoção do BIM, sendo mais facilmente incorporada em currículos que estão no início do processo de implementação do BIM. Contudo, a menor presença das fases de colaboração e integração aponta para um possível desafio para atingir estágios mais avançados e estratégicos do BIM.

#### 5.4.2 Aplicações e benefícios do BIM na matriz curricular nas disciplinas

A inclusão do BIM no currículo de Engenharia Civil da POLI/UPE proporciona oportunidades para aprimorar o ensino, integrando tecnologia e práticas contemporâneas à formação dos discentes. Com base nos conceitos e competências apresentadas no Apêndice F, esta seção discute, com embasamento na literatura, as aplicações dos usos do BIM, bem como seus benefícios nas disciplinas da matriz curricular que possuem possível ou potencial interface com o BIM na matriz curricular da POLI/UPE.

Nas disciplinas dos primeiros períodos, como Introdução à Engenharia, Sociologia, Meio Ambiente e Contexto Social Contemporâneo e Introdução à Programação, o BIM pode ser explorado para familiarizar os alunos com a metodologia, destacando sua importância para a Engenharia Civil, os fundamentos de modelagem geométrica tridimensional, ciclo de vida da edificação e interoperabilidade. Essa abordagem inicial contribui para criar uma base conceitual, preparando os discentes para disciplinas mais específicas (Abdirad; Dossick, 2016; Barakat; El-Hagla; El-Sayed, 2024). Na disciplina de Expressão Gráfica 1, o BIM pode ser introduzido de forma prática para a modelagem de peças tridimensionais, gerando vistas de desenho técnico, ampliando a percepção tridimensional dos discentes e lhes familiarizando com as plataformas de modelagem BIM para auxiliar o seu uso nas demais disciplinas (Carboni; Scheer, 2023; Sulz; Queiroz; Santos Filho, 2023).

O uso do BIM em disciplinas como Arquitetura, Expressão Gráfica 2, Desenho Técnico e Desenho Universal e Acessibilidade proporciona explorar o uso de *design* autoral, através do desenvolvimento de modelos tridimensionais detalhados e precisos, permitindo gerar vistas de planta arquitetônica e visualizar o projeto desde as fases iniciais (Azevedo *et*

*al.*, 2023; Schulz; Ponzio, 2022), servindo de subsídio para demais disciplinas que utilizam o projeto arquitetônico como base para o desenvolvimento de análises e projetos, como é o caso da disciplina de Engenharia de Avaliações, onde o BIM pode ser utilizado para potencializar a análise e avaliação de imóveis urbanos, promovendo uma abordagem integrada e eficiente. A manipulação de modelos BIM possibilita trabalhar com o uso de planejamento de controle, extraindo dados essenciais para avaliações, como levantamento de áreas e materiais, preparando os alunos para atuar com precisão e visão holística no mercado imobiliário (Su; Li; An, 2021; Yamani *et al.*, 2021).

Disciplinas como Construção Civil 1 e 2, Gestão da Construção Civil 1 e 2 e Equipamentos de Construção se beneficiam do BIM por meio da criação de modelos detalhados que facilitam o planejamento, a visualização e a execução de obras (Kumara; Raharja; Chan, 2024; Waqar *et al.*, 2024). A modelagem tridimensional, a depender de como os metadados foram desenvolvidos, podem permitir simulações de cronogramas, análise de custos e identificação de conflitos, promovendo maior eficiência e sustentabilidade (Besné *et al.*, 2021; Guray; Kismet, 2023). Além disso, o BIM permite realizar análises de desempenho, como estudos de análise luminotécnica, eficiência energética e conforto térmico, sendo útil em disciplinas como Construção Civil 2 (Hauer *et al.*, 2024; Sousa; Oliveira, 2023). Isso resulta em projetos mais bem concebidos, eficientes e adaptados às necessidades dos usuários, ao mesmo tempo em que reduz retrabalhos e custos ao longo do ciclo de vida do edifício (Al-Dhaimesh, 2023).

A integração do BIM nas disciplinas de Materiais de Construção 1 e 2 potencializa o ensino ao permitir que os estudantes associem propriedades dos materiais às diferentes fases do ciclo de vida da edificação, desde a escolha e fabricação até a operação e manutenção (Kuzminykh *et al.*, 2024; Uddin *et al.*, 2021). Por meio do BIM, através da manipulação de modelos, pode-se incorporar especificações como resistência, durabilidade e impacto ambiental diretamente nos elementos construtivos. A parametrização também é explorada, possibilitando que variáveis como revestimentos, isolamento térmico e absorção de água sejam detalhadamente associadas ao modelo (Onososen; Musonda, 2022; Zhao; Zhang; Wang, 2022).

O BIM apresenta aplicações importantes nas áreas de patologia e intervenção em edificações. Em disciplinas como Patologias das Construções das Edificações e Patologias das Edificações, o uso do BIM de modelagem de condições existentes permite mapear e gerenciar patologias ao longo do ciclo de vida das estruturas, com modelagem 3D para representar danos, parametrização para prever comportamentos de materiais e integração de tecnologias

como drones para auxiliar diagnósticos (Inojosa; Vilanova, 2023; Santos Júnior; Santos; Santos, 2023; Sena *et al.*, 2024). Já na disciplina de Técnicas de Intervenção em Edifícios Históricos, o BIM se destaca pela possibilidade de registro de elementos históricos a partir de nuvens de pontos e parametrização de materiais específicos, explorando aspectos do HBIM. Essas abordagens ampliam a capacidade dos alunos de analisar, planejar e executar soluções em edificações contemporâneas e históricas, promovendo eficiência, sustentabilidade e uma visão integrada de manutenção e preservação (Cotella, 2023; Wang *et al.*, 2024).

O BIM aplicado às instalações prediais possibilita os usos de *design* autoral, bem como coordenação espacial 3D, gerando a compatibilização das redes de infraestrutura, como sistemas elétricos, hidráulicos e de HVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado) (Liu *et al.*, 2024; Souza *et al.*, 2024). Através da modelagem digital, é possível identificar e resolver conflitos entre diferentes sistemas antes mesmo da construção, garantindo uma instalação mais eficiente e livre de problemas, sendo útil para disciplinas como Instalações Prediais, Desenho Técnico, Drenagem Urbana e Gestão da Construção Civil 2 (Abdalhameed; Naimi, 2023; Hasannejad; Sardrud; Shirzadi Javid, 2023).

Na área de recursos hídricos, o BIM atua muitas vezes combinado com outras tecnologias, como o GIS, possibilitando a modelagem de sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão de águas pluviais e barragens (Eccel, 2024; Taufiqurrohman; Dermawan; Cahya, 2024; Li; Liu; Yang, 2023). Com esse recurso, os alunos de disciplinas, como Hidráulica, Engenharia de Barragens e Saneamento 1 e 2, podem simular o comportamento de redes hidráulicas e de esgotamento sanitário e identificar potenciais problemas de forma antecipada, promovendo uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos (Cortez-Lara; Sanchez, 2023; Sharifi *et al.*, 2024).

Arelado às aplicações na hidráulica o BIM também pode ser aplicado no estudo do comportamento de fluídos, na disciplina de Fenômeno de Transportes, sendo aplicado na criação de geometrias tridimensionais que representem canais, sistemas de ventilação e outros componentes fluídicos nos modelos BIM, auxiliando os discentes a desenvolverem simulações de transferência de calor e escoamento em modelos BIM, com diferentes tipos de materiais e revestimentos, permitindo prever o desempenho dos sistemas de transporte em diferentes condições, possibilitando o uso BIM de análise de outras engenharias (Pogorelskiy; Kocsis, 2023; Sun *et al.*, 2023; Xu; Yang; Zhu, 2020).

Em termos de segurança do trabalho, o BIM oferece recursos para a identificação e mitigação de riscos no ambiente de construção (Jin *et al.*, 2023; Johansen; Schultz; Teizer, 2024; Vasconcelos, 2013). Através da simulação de cenários e do planejamento de obras, é

possível garantir condições de trabalho mais seguras, mitigando a incidência de acidentes e melhorando a saúde ocupacional, sendo uma abordagem propícia para as disciplinas de Engenharia de Segurança e Sistema de Gestão, Segurança e Saúde do Trabalho (Chang *et al.*, 2023; Azevedo; Vasconcelos, 2024).

O BIM também pode ser aplicado nas disciplinas de Topografia 1 e 2, bem como em Introdução ao GPS, proporcionando uma abordagem integrada e tecnológica para estudos planimétricos e altimétricos, permitindo a criação de modelos geométricos tridimensionais detalhados com base em dados de GPS, fotogrametria e modelos digitais de terreno (MDT), ampliando a precisão dos levantamentos e facilitando análises e simulações. A visualização 3D aprimora a análise do terreno e a comunicação das soluções, e a integração com tecnologias como drones e fotogrametria amplia a eficiência e a precisão das representações (Ahmed; Mahmud, 2022; Brutto; Iuculano; Giudice, 2021).

No estudo da geotecnia, como é trabalho em disciplinas como Mecânica dos Solos 2, Fundações, Fundações Especiais e Modelagem de Obras Geotécnicas o BIM facilita a análise geotécnica e a integração de dados sobre as condições do solo com os projetos estruturais (Mahmoudi; Stepien; König, 2021; Satyanaga *et al.*, 2023; Shi *et al.*, 2023). Isso permite uma compreensão mais profunda das interações entre o solo e as fundações, resultando em projetos mais seguros e econômicos (Jannah *et al.*, 2023; Zhou; Fan; Zhao, 2022).

As áreas de estruturas e fundações se beneficiam do BIM, pois possibilita a modelagem e a análise detalhada de componentes estruturais, como vigas, pilares, lajes e fundações (Artus; Alabassy; Koch, 2022; Ma; Tao, 2023). Os estudantes de disciplinas como, Concreto 1 e 2, Resistência dos Materiais 1 e 2, Fundações, Fundações Especiais, Construções de Aço e Madeira, Pontes 1, Teoria das Estruturas 1 e 2 podem explorar diferentes materiais e técnicas de construção, avaliando o comportamento estrutural e otimizando os projetos para maior eficiência e resistência (Mattana; Souza, 2022; Ribeiro; César Júnior, 2021). Além disso, com o BIM, pode-se criar simulações de incêndio e avaliar a resistência ao fogo de elementos estruturais, favorecendo a sua aplicação na disciplina de Estruturas em Situação de Incêndio (Carbonari *et al.*, 2024; Kim *et al.*, 2024). Também é possível trabalhar com Modelo de Elementos Finitos (MEF) através do BIM, a fim de avaliar limite estruturais ou de materiais, aprimorando a precisão e a eficiência das simulações, podendo oferecer aplicações em disciplinas, com Modelagem de Obras Geotécnicas (Fawad *et al.*, 2023; Rudenko; Petryna, 2025).

Em gestão de projetos, o BIM fornece uma plataforma abrangente para o planejamento, execução e monitoramento de obras (Nguyen *et al.*, 2024; Ye *et al.*, 2024).

Com ferramentas de gestão integradas, os alunos das disciplinas de Gestão da Construção Civil 2 e Gerenciamento de Rotinas e Processos podem aprender a coordenar equipes, gerenciar recursos e controlar cronogramas e orçamentos de forma mais eficaz (Chen *et al.*, 2023; Fernandes *et al.*, 2024; Parsamehr *et al.*, 2024).

A sustentabilidade é outro campo em que o BIM demonstra aplicações em disciplinas, como Tópicos Avançados em Sustentabilidade, Arquitetura, Planejamento Urbano e Construção Civil 1 e 2, permitindo a análise de desempenho energético, a avaliação do ciclo de vida dos materiais e a simulação de estratégias de construção sustentável (Alhammad; Eames; Vinai; 2024; Chen *et al.*, 2024; Soust-Verdaguer; Gutiérrez Moreno; Llatas, 2023). Os futuros engenheiros podem utilizar o BIM para projetar edifícios mais eficientes e ambientalmente responsáveis, contribuindo para a redução do impacto ambiental da construção civil (Arenas; Shafique, 2023; Purwanto *et al.*, 2024).

No setor de transportes e estradas, o BIM facilita o planejamento e a construção de rodovias, ferrovias, pontes e sistemas de transporte público (Ahmad *et al.*, 2024; Alqatawna *et al.*, 2023; Tita *et al.*, 2024). Apoiado disciplinas como Engenharia de Transportes, pavimentos rígidos, Ferrovias e Estradas 1 e 2 o BIM permite a modelagem de infraestruturas de transporte, a simulação de fluxos de tráfego, simulação de cargas no pavimento e a análise de impactos ambientais, promovendo soluções mais integradas e eficientes (Hussain *et al.*, 2024; Shim; Moon; 2024; Shin. Kim. Liao, 2024).

Dessa forma, o BIM pode ser explorado de maneira progressiva ao longo de todo o curso, com complexidade crescente à medida que os alunos adquirem conhecimentos e habilidades fundamentais nas diferentes disciplinas da matriz curricular (Abdirad; Dossick, 2016; Barakat; El-Hagla; El-Sayed, 2024). Para garantir uma implementação eficaz, é essencial planejar a integração do BIM no programa educacional de forma estruturada, alinhando os conceitos às competências específicas de cada período. Essa abordagem gradual possibilita que os princípios do BIM sejam introduzidos desde os primeiros semestres, em disciplinas como Introdução à Engenharia e Expressão Gráfica 1, evoluindo para aplicações mais complexas nas áreas de gestão, infraestrutura, instalações prediais e análise estrutural (Liu; He, 2024; Techel; Nassar, 2007).

A implementação bem-sucedida do BIM deve começar com o desenvolvimento de habilidades individuais, como modelagem tridimensional, visualização e parametrização, promovendo a manipulação de modelos e a compreensão de conceitos básicos de parametrização e interoperabilidade nos anos iniciais. Essas competências podem ser trabalhadas em disciplinas como Desenho Técnico e Expressão Gráfica, onde os alunos têm a

oportunidade de trabalhar com representações tridimensionais e a integração de dados (Kymmell, 2008).

Nos períodos seguintes, a ênfase deve se expandir para a colaboração em equipe, refletindo a necessidade de trabalho interdisciplinar e integração entre diferentes áreas, como visto em disciplinas como Gestão da Construção Civil, Planejamento Urbano e Patologias das Construções. Esse avanço pode culminar no desenvolvimento de projetos aplicados em contextos reais, integrando práticas colaborativas entre as disciplinas.

De acordo com Salgado (2022), o ensino colaborativo é um aspecto essencial na implementação do BIM, mas requer uma introdução gradual e bem planejada ao longo do curso, aumentando progressivamente o nível de complexidade e integração entre as disciplinas. Ao final do programa, os alunos devem estar aptos a utilizar o BIM como uma metodologia interdisciplinar, aplicável a todas as fases do ciclo de vida das edificações e infraestruturas, consolidando competências técnicas e colaborativas que atendam às demandas do mercado.

## 5.5 DIRETRIZES PARA O PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM CURRICULAR

Com base nas diretrizes para elaboração do PIBc, dos resultados obtidos na análise das dificuldades e potencialidades para a inserção do BIM no curso de Engenharia Civil da POLI/UPE, foram indicadas diretrizes que visam orientar os próximos passos para desenvolvimento do PIBc. Estas diretrizes estão fundamentadas nos principais desafios identificados, como a falta de capacitação docente, limitações na infraestrutura tecnológica e ausência de diretrizes institucionais claras.

É importante que o desenvolvimento do PIBc seja conduzido com o acompanhamento e validação da coordenação do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE. Ademais, todas as ações que envolvam a implementação do BIM em disciplinas deverão ser avaliadas não apenas pela coordenação do curso, mas também pelos docentes responsáveis por cada disciplina e pelo docente vinculado ao NDE da área correspondente da disciplina, visando garantir que as mudanças curriculares estejam alinhadas com a realidade institucional e que conte com o engajamento da coordenação do curso e dos docentes envolvidos.

### 5.5.1 Estruturação de Célula BIM

A primeira diretriz consiste na estruturação da Célula BIM da POLI/UPE. Recomenda-se o desenvolvimento de um projeto de extensão para estruturar a Célula BIM, composta por docentes e discentes engajados com a metodologia. Esta célula servirá como um ambiente de debates e troca de conhecimentos sobre o BIM, promovendo a disseminação da metodologia para a comunidade acadêmica.

Ademais, a Célula BIM será responsável pela organização de eventos como palestras, workshops e cursos, contribuindo significativamente para a capacitação contínua do corpo docente e o aprimoramento das práticas educacionais no uso do BIM. A Célula também poderá atuar como um espaço para o desenvolvimento de pesquisas e projetos integradores que envolvam o BIM, desenvolvendo parcerias com outras IES, fortalecendo o ensino, pesquisa e extensão da POLI/UPE.

### 5.5.2 Definição do viés de transformação curricular

A segunda diretriz refere-se à definição do viés de transformação curricular, buscando definir o escopo e o propósito do PIBc, identificando as competências que um egresso do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE deve possuir, bem como avaliar a inovação curricular proposta e os impactos esperados dessa mudança. Para avaliar as competências que um egresso do curso deve possuir, visando alinhar o ensino do BIM às demandas do mercado e às necessidades do curso, é importante identificar as competências requeridas para os profissionais da construção civil. Para isso, sugere-se o desenvolvimento e aplicação de um questionário direcionado a empresas do setor da construção civil em Recife, que permita identificar as competências mais demandadas para engenheiros civis que utilizam o BIM. A partir desse levantamento, serão avaliados quais usos BIM e objetivos de aprendizagem são mais necessários, e assim, deve-se avaliar o quais disciplinas podem atender a essas demandas ao adotarem o BIM.

Para a definição das disciplinas do NTC, deve-se atender a três itens: apresentar uma interface possível ou clara com o BIM, possibilitando a identificação da potencial conexão da matriz curricular com essa metodologia; Serem ministradas por docentes receptivos à adoção do BIM em suas aulas, preferencialmente docentes que façam parte da Célula BIM da POLI/UPE; Possuir a capacidade de atender aos objetivos e propósitos estabelecidos pelo

PIBc, isso será avaliado através das competências mais requeridas pelo mercado de trabalho, identificadas no questionário a ser aplicado para as empresas.

Além da adaptação de disciplinas existentes ao BIM, poderá ser avaliada a necessidade de criar disciplinas eletivas para atender ao viés de transformação curricular. Isso poderá ocorrer caso as disciplinas atuais não atendam às necessidades identificadas, seja pela ausência de conteúdos que trabalhem as competências BIM requeridas, pela baixa receptividade dos docentes ou pela carga horária insuficiente para a adoção do BIM nos planos de ensino.

Por exemplo, caso seja identificada uma alta demanda por competências relacionadas à coordenação de projetos utilizando BIM, poderá ser proposta a criação de uma disciplina eletiva focada nesse tema. Isso se justifica pelo fato de que conceitos como "coordenação" e "colaboração" são abordados com menor frequência nas disciplinas atuais, assim como o "uso de repositórios de informações (CDE)", o "trabalho com BCF" e o uso de "ferramentas de gestão e comunicação".

Após a definição do NTC, deve-se buscar avaliar formas de que o BIM seja trabalho de forma gradual e progressivo, iniciando com o desenvolvimento de conceitos teóricos, o que pode ser trabalhado em disciplinas como Introdução à Engenharia e Introdução à Programação, depois trabalhar o BIM em disciplinas de habilidades técnicas, como Expressão Gráfica 2, Desenho Técnico, Saneamento 1 e 2, Fundações, Estradas e Topografia, e evoluindo para o uso do BIM em disciplinas que possam trabalhar competências colaborativas nos anos finais do curso, como em Gestão da Construção Civil 2 e Gerenciamento de Rotinas e Processos.

Também deve-se avaliar a integração entre essas disciplinas, verificando a possibilidade de implementar projetos integradores. Esses projetos permitirão que um único projeto seja desenvolvido e aplicado com o uso do BIM ao longo de várias disciplinas que possuem conexão entre si. Para isso, o diagnóstico da interface do BIM com a matriz curricular deverá ser utilizado, identificando oportunidades de integração e promovendo uma abordagem interdisciplinar. Essa estratégia não apenas visa a aplicação prática do BIM, mas também a promoção da colaboração entre diferentes áreas do conhecimento dentro do curso.

### 5.5.3 Planejar novos processos de ensino e adoção de tecnologia

No que se refere ao planejamento de transformação dos processos, é necessário caracterizar as mudanças nos processos das disciplinas do NTC. Isso inclui a avaliação das

Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia, identificando a conexão entre as competências BIM e as competências previstas nas diretrizes curriculares, além de compreender o impacto das disciplinas no perfil do egresso. Devem ser propostos objetivos de aprendizagem relacionados ao BIM para as disciplinas do NTC, que servirão de base para a atualização dos planos de ensino.

Quanto ao planejamento das transformações tecnológicas, é importante determinar as inovações tecnológicas relacionadas ao BIM, identificar quais softwares serão necessários nas disciplinas do NTC, para explorar as tecnologias no contexto da Indústria 4.0 que podem ser integradas ao ensino, então o uso de tecnologias como RA, RV, drones, GPS e GIS, que foram identificadas possíveis integrações com o BIM em disciplinas, podem ser avaliado nesse momento. Deve-se também avaliar em quais espaços físicos da POLI/UPE as atividades das disciplinas podem ser desenvolvidas, bem como as ações necessárias para viabilizar essas mudanças, como acordos para fornecimento de softwares e hardwares.

No âmbito das políticas institucionais, é necessário avaliar as ações acadêmicas, administrativas ou táticas para implementar os processos e as transformações tecnológicas. Isso inclui a organização de ações de curto, médio e longo prazo, como, caso for necessário, buscar fomento para a renovação da infraestrutura computacional, aprovar novas ementas ou planos de ensino nas instâncias acadêmicas exigidas, preparar conteúdos teóricos e práticos para as disciplinas do NTC, e, além dos treinamentos desenvolvidos pela Célula BIM da POLI/UPE, buscar acordos para a capacitação do corpo docente em BIM.

Ademais, ao planejar a adoção do BIM em disciplinas que envolvam usos como design autoral, estimativa de custos, coordenação espacial 3D ou planejamento, é recomendável buscar parcerias com IES que já utilizam esses usos, conforme identificado no diagnóstico do ensino do BIM em Pernambuco. Essas parcerias podem auxiliar no processo de implementação, compartilhamento de boas práticas e capacitação, proporcionando um compartilhamento de conhecimento que contribuirá para a integração do BIM no currículo da POLI/UPE.

#### 5.5.4 Documentação do PIBc

O PIBc deve ser registrado em um documento detalhado, incluindo os diagnósticos realizados, a descrição dos órgãos, departamentos e grupos envolvidos na elaboração do PPC e a identificação do núcleo de disciplinas que sofrerão alterações curriculares. O documento também deve incluir as demandas para renovação da infraestrutura, as ações administrativas

necessárias e as ações a serem realizadas a curto, médio e longo prazo, possibilitando uma visão estruturada do processo de implementação.

#### 5.5.5 Revisar, divulgar e integrar

Por fim, é necessário estabelecer um sistema de monitoramento e avaliação contínua da implementação do BIM. Deverão ser definidos indicadores de desempenho para avaliar a eficácia das ações implementadas, com revisões periódicas e ajustes conforme necessário.

Isso poderá ser feito através de questionários aplicados aos docentes e discentes. Esse processo propiciará que a implementação do BIM na POLI/UPE seja eficaz e alinhada às necessidades da instituição e do mercado. Além disso, é importante divulgar os resultados alcançados e integrar as boas práticas identificadas ao longo do processo, com a publicação de trabalhos acadêmicos e ações de extensão.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação do BIM na formação de engenheiros civis representa uma importante transformação na educação superior, alinhando o ensino às demandas tecnológicas e produtivas da indústria da construção civil. Os resultados obtidos na pesquisa destacam aspectos sobre o diagnóstico da POLI/UPE sobre o ensino de BIM. A m<sup>2</sup>BIM-IES indicou um índice de maturidade de 56,50%, classificando a instituição como tendo uma média maturidade na adoção do BIM. O eixo de políticas revelou limitações significativas, como a falta de conhecimento da coordenação sobre o Decreto Federal 11.888/2024, que estabelece a Estratégia BIM BR, e a ausência de programas institucionais de capacitação docente em BIM. No eixo de tecnologia, embora haja acesso a softwares como Revit e BIMcollab, a falta de parcerias com fabricantes de hardware e a limitação da infraestrutura computacional foram apontadas como possíveis barreiras.

A análise da interface do BIM com a matriz curricular da POLI/UPE mostrou que, das 91 disciplinas avaliadas, 19 apresentaram uma interface clara com o BIM, 39 mostraram uma possível interface e 33 não demonstraram interface. As disciplinas do ciclo profissional, especialmente nas áreas de Construção Civil e Estruturas, foram as mais receptivas à integração com o BIM. No ciclo básico, a introdução do BIM é limitada, mas disciplinas como Introdução à Engenharia e Expressão Gráfica 2 oferecem oportunidades para a inserção de conceitos e de práticas introdutórias em BIM.

Embora a POLI/UPE tenha demonstrado avanços no ensino de BIM, ainda existem oportunidades para ampliar a capacitação do corpo docente e fortalecer a infraestrutura tecnológica. Caso for requerida a adoção de tecnologias BIM mais avançadas poderia ser potencializada com investimentos estratégicos em capacitação e equipamentos adequados, garantindo maior alinhamento com as demandas do setor. Além disso, atualmente o BIM não é visto como prioridade no currículo, o que sugere a necessidade de uma reavaliação curricular para integrar o BIM de forma mais abrangente e alinhada às demandas do mercado. Para superar essas barreiras, diretrizes foram sugeridas, como a capacitação contínua dos docentes, o fortalecimento de políticas institucionais de apoio ao BIM e investimentos em infraestrutura tecnológica.

Os resultados evidenciam a oportunidade de desenvolver o PIBc visando ampliar o enfoque nas fases de colaboração e integração do BIM, indo além da modelagem tridimensional que possui maior interface nas disciplinas. Essa ação é importante para equilibrar as aplicações do BIM no currículo e formar profissionais aptos a atuar em

ambientes colaborativos e integrados. As disciplinas com potencial interface e com docentes receptivos ao BIM podem ser exploradas para trabalhar essas habilidades. Sugere-se também que a implementação do BIM seja gradual e progressiva, iniciando com o desenvolvimento de conceitos teóricos, depois de habilidades técnicas e evoluindo para competências colaborativas nos anos finais do curso. Isso possibilita, além de adaptação curricular, investimentos em capacitação docente e caso necessário, em infraestrutura tecnológica, para favorecer um proveito efetivo do ensino de BIM.

Sobre as limitações da pesquisa, a baixa taxa de respostas dos docentes do curso nos questionários restringiu a abrangência da análise. Além disso, apesar da matriz de interface das disciplinas com BIM ter sido desenvolvida com base nas respostas dos docentes, a ausência de validação final dela por todos os docentes pode ser uma limitação para a pesquisa. Essas lacunas reforçam a necessidade de estudos futuros que ampliem a participação dos docentes e incorporem validações mais robustas, garantindo maior precisão nas recomendações para o desenvolvimento do PIBc.

Como sugestão de pesquisas futuras, recomenda-se a continuidade do desenvolvimento do PIBc conforme as diretrizes desenvolvidas nessa pesquisa, explorando mais detalhadamente as possibilidades de integração do BIM nos diferentes ciclos e áreas do curso. Sugere-se também a realização de pesquisas de opinião com empresas do setor da construção civil de Recife, com o objetivo de identificar as competências mais demandadas para engenheiros civis que utilizam BIM. Esses dados podem servir de base para alinhar o currículo às expectativas do mercado, fortalecendo a formação dos discentes. Outras recomendações incluem a estruturação da Célula BIM da POLI/UPE, fomentando espaços de diálogos entre docentes e discentes em prol do desenvolvimento e integração do BIM nos âmbitos do ensino, pesquisa e extensão da POLI/UPE.

A implementação do BIM na POLI/UPE deve ser vista como uma oportunidade estratégica para aprimorar o ensino, promovendo uma educação mais integrada, prática e alinhada às tendências do setor da construção civil. A adoção do BIM na POLI/UPE pode impactar positivamente na formação de engenheiros civis, fomentando o desenvolvimento seguro e sustentável da construção civil.

## REFERÊNCIAS

- ABBASI, Saman; NOORZAI, Esmatullah. The BIM-Based multi-optimization approach in order to determine the trade-off between embodied and operation energy focused on renewable energy use. **Journal of Cleaner Production**, v. 281, p. 125359, 2021.
- ABBASNEJAD, Behzad *et al.* Building Information Modelling (BIM) adoption and implementation enablers in AEC firms: A systematic literature review. **Architectural Engineering and design management**, v. 17, n. 5-6, p. 411-433, 2021.
- ABDALHAMEED, Braa F.; NAIMI, Sepanta. Based BIM techniques to clash detection for construction projects. **Periodicals of Engineering and Natural Sciences**, v. 11, n. 1, p. 239-245, 2023.
- ABDEL-HAMID, Mohamed; ABDELHALEEM, Hanaa Mohamed. Project cost control using five dimensions building information modelling. **International Journal of Construction Management**, v. 23, n. 3, p. 405-409, 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)**, v. 21, n. 17, p. 250-271, 2016.
- AFZAL, Muhammad *et al.* Towards BIM-based sustainable structural design optimization: a systematic review and industry perspective. **Sustainability**, v. 15, n. 20, p. 15117, 2023.
- Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **A Implantação de processos BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. 2017.
- AHMAD, Dema Munef *et al.* The Role of BIM in Managing Risks in Sustainability of Bridge Projects: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Sustainability**, v. 16, n. 3, p. 1242, 2024.
- AHMED, Raju; MAHMUD, Khandakar Hasan. Potentiality of high-resolution topographic survey using unmanned aerial vehicle in Bangladesh. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 26, p. 100729, 2022.
- ANTONOFF, Felipe Freire. **Ensino de BIM e interdisciplinaridade na graduação de arquitetura e urbanismo no Brasil**. 2023. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.
- AL MOHAMADSALEH, Ahmad; ALZHRANI, Saeed. Development of a maturity model for software quality assurance practices. **Systems**, v. 11, n. 9, p. 464, 2023.

AL-DHAIMESH, Sadeer Hel; TAIB, Nooriati. A Review: Investigation of Augmented Reality–BIM Benefits in Design Process in Aec Industry. **Informatica**, v. 47, n. 5, 2023.

ALAJBEG, Trpimir *et al.* Electrical Circuit Analysis in CAD Software Tool. In: 2024 47TH MIPRO ICT AND ELECTRONICS CONVENTION (MIPRO), 2024. **Anais [...]**. Croacia, 2024. P. 340-345.

ALALOUL, Wesam Salah *et al.* Survey Evaluation of Building Information Modelling (BIM) for Health and Safety in Building Construction Projects in Malaysia. **Sustainability**, v. 15, n. 6, p. 4899, 2023.

ALANKARAGE, Sonali *et al.* Organisational BIM maturity models and their applications: A systematic literature review. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 19, n. 6, p. 567-585, 2023.

ALENCAR, Lia *et al.* A UTILIZAÇÃO DO BIM COMO FERRAMENTA DE ENSINO NO BRASIL: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA E SISTEMÁTICA. **Revista Ímpeto**, p. 51-65, 2023.

ALGAHTANY, Mohammed *et al.* Government Initiatives for Enhancing Building Information Modeling Adoption in Saudi Arabia. **Buildings**, v. 13, n. 9, p. 2130, 2023.

ALHAMMAD, Mohammed; EAMES, Matt; VINAI, Raffaele. Enhancing Building Energy Efficiency through Building Information Modeling (BIM) and Building Energy Modeling (BEM) Integration: A Systematic Review. **Buildings**, v. 14, n. 3, p. 581, 2024.

ALLEN, Deborah E.; DONHAM, Richard S.; BERNHARDT, Stephen A. Problem-based learning. **New directions for teaching and learning**, v. 2011, n. 128, p. 21-29, 2011.

ALNASER, Aljawharah A. *et al.* Assessment framework for BIM-digital twin readiness in the construction industry. **Buildings**, v. 14, n. 1, p. 268, 2024.

ALOTAIBI, Badr Saad *et al.* Building information modeling (BIM) adoption for enhanced legal and contractual management in construction projects. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 15, n. 7, p. 102822, 2024.

ALQATAWNA, A. *et al.* BIM-centered high-speed railway line design for full infrastructure lifecycle. **Automation in Construction**, v. 156, p. 105114, 2023.

ALSAGGAF, Ahmad; JRADE, Ahmad. ArcSPAT: an integrated building information modeling (BIM) and geographic information system (GIS) model for site layout planning. **International Journal of Construction Management**, v. 23, n. 3, p. 505-527, 2023.

ALSHAWABKEH, Yahya; BAIK, Ahmad; FALLATAH, Ahmad. As-textured as-built bim using sensor fusion, zee ain historical village as a case study. **Remote Sensing**, v. 13, n. 24, p. 5135, 2021.

ARENAS, Nathalia Fonseca; SHAFIQUE, Muhammad. Recent progress on BIM-based sustainable buildings: State of the art review. **Developments in the Built Environment**, p. 100176, 2023.

ARTUS, Mathias; ALABASSY, Mohamed Said Helmy; KOCH, Christian. A BIM based framework for damage segmentation, modeling, and visualization using IFC. **Applied Sciences**, v. 12, n. 6, p. 2772, 2022.

ASFURA, Gabrielli Ribeiro *et al.* Modular Coordination-Architectural Design Associated to a BIM Application. **Journal of Management and Sustainability**, v. 13, p. 29, 2023.

ARROTÉIA, Aline V.; FREITAS, Raissa C.; MELHADO, Silvio B. Barriers to BIM adoption in Brazil. **Frontiers in Built Environment**, v. 7, p. 520154, 2021.

ASTANEH ASL, Bitá; DOSSICK, Carrie Sturts. Immersive vr versus bim for aec team collaboration in remote 3d coordination processes. **Buildings**, v. 12, n. 10, p. 1548, 2022.

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.

AZEVEDO, Vinícius Francis Braga de; RODRIGUES, Igor Alencar; SILVA NETO, Vicente Estevam da; VASCONCELOS, Bianca M. Adoção de softwares BIM na disciplina de Arquitetura em curso de Engenharia Civil. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, [S. l.], v. 12, n. 37, 2024

AZEVEDO, Vinícius Francis Braga de; KOHLMAN RABBANI, Emilia Rahnemay; VASCONCELOS, Bianca M. Prevenção de acidentes na concepção de projetos no processo BIM: Uma revisão bibliométrica. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S. l.], v. 12, n. 86, 2024.

AZEVEDO, V.; LIRA, H.; MORAES, A.; VASCONCELOS, B. Uso da realidade aumentada no ensino de projeto de engenharia civil. **arq.urb**, [S. l.], n. 36, p. 67–79, 2023.

AZEVEDO, V. F. B. de; 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. l.], n. 39, p. 662, 2024.

AZEVEDO, Vinícius Francis Braga; VASCONCELOS, Bianca Maria. Accident prevention in construction: an analysis of the use of digital tools for risk mitigation in the design. **arq.urb**, n. 39, p. 662-662, 2024.

BARAKAT, Safaa A.; EL-HAGLA, Khalid; EL-SAYED, Asmaa. Evaluated Strategies for Embedding Building Information Modeling (BIM) In Architecture Pedagogy in Alexandria Universities. **Fayoum University Journal of Engineering**, v. 7, n. 2, p. 198-231, 2024.

BARICZOVÁ, Gabriela *et al.* Wall structure geometry verification using TLS data and BIM model. **Applied Sciences**, v. 11, n. 24, p. 11804, 2021.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. ENSINO DE BIM: TENDÊNCIAS ATUAIS NO CENÁRIO INTERNACIONAL. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 6, n. 2, p. 67–80, 2012.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. BIM teaching strategies: an overview of the current approaches. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING, 13., Nottingham, UK, 2010. **Anais [...]**. Nottingham: University of Nottingham, 2010a.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. Review and analysis of current strategies for planning a BIM curriculum. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING, 27., 2010, Cairo. **Anais [...]**. Cairo, 2010b.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 11, n. 1, p. 103-120, 2016.

BARRILE, Vincenzo; BERNARDO, Ernesto; BILOTTA, Giuliana. An experimental HBIM processing: Innovative tool for 3D model reconstruction of morpho-typological phases for the cultural heritage. **Remote Sensing**, v. 14, n. 5, p. 1288, 2022.

BARROS, J. R. M. de; MALTA, D. P. de L. N.; PEREIRA, G. S.; ARAÚJO, K. do N.; BRUM, Y. K. Desafios e estratégias no ensino de computação gráfica: abordando a diversidade de conhecimento e habilidades entre alunos no ensino superior. **Revista Ilustração**, [S. l.], v. 5, n. 7, p. 59–68, 2024

BASTO, Priscilla Elisa de Azevedo; LORDSLEEM JUNIOR, Alberto Casado. Ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso. **Ambiente Construído**, v. 16, p. 45-61, 2016.

BATISTELLO, Paula; BALZAN, Katiane Laura; PEREIRA, Alice Theresinha Cybis. BIM no ensino das competências em Arquitetura e Urbanismo: transformação curricular. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019019, 2019.

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.

BELLO, Abdulkabir Opeyemi; AYEGBA, Calistus. Adoption of building information modelling for post-construction in Nigeria: examination of barriers and strategies development. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, 2024.

BRANCO, Luiz Antônio Melgaço Nunes; GUILHERME, Igor Silva; OLIVEIRA, Danielle Meireles. BIM NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PERCEPÇÃO E CAPACITAÇÃO DE NOVOS ENGENHEIROS. **CONSTRUINDO**, v. 15, n. 1, 2023.

BRASIL. **Decreto federal nº 9.983**, de 22 de agosto de 2019a. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2019-022/2019/Decreto/D9983.htm#art15](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2019-022/2019/Decreto/D9983.htm#art15). Acesso em: 23 jun. 2024

BRASIL. **Decreto federal nº 9.377**, de 17 de maio de 2018. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15). Acesso em: 23 jun. 2024

BRASIL. **Decreto federal nº 10.306**, de 02 de abril de 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm). Acesso em: 23 jun. 2024

BRASIL. **Decreto federal nº 11.888**, de 22 de janeiro de 2024. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2023-2026/2024/Decreto/D11888.htm#art14](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2023-2026/2024/Decreto/D11888.htm#art14). Acesso em: 23 jun. 2024

BRASIL. Ministério da Economia. **Edital de Chamamento Público nº 03/2019**. 2019b. Acesso em: 25 jun. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/aceso-a-informacao/licitacoes-e-contratos/doacoes/chamamentos-publicos/2019/construcao-civil/edital>

BROZOVSKY, Johannes; LABONNOTE, Nathalie; VIGREN, Olli. Digital technologies in architecture, engineering, and construction. **Automation in Construction**, v. 158, p. 105212, 2024.

BRUTTO, Mauro; IUCULANO, Emanuele; GIUDICE, P. Integrating topographic, photogrammetric and laser scanning techniques for a scan-to-bim process. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 43, p. 883-890, 2021.

BORKOWSKI, Andrzej Szymon. A Literature Review of BIM Definitions: Narrow and Broad Views. **Technologies**, v. 11, n. 6, p. 176, 2023.

BOTCHWAY, Edward Ayebeng *et al.* Utilization of simulation tools for building performance assessment among design professionals. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, 2023.

BÖES, Jeferson Spiering; BARROS NETO, José de Paula; LIMA, Mariana Monteiro Xavier de. Modelo de maturidade BIM para instituições de ensino superior. **Ambiente Construído**, v. 21, p. 131-150, 2021.

BÖES, J. S. **Proposta de plano de implantação do BIM na indústria da construção civil**. 2019. 281 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

BOUMANN, Paula dos Santos Cunha; TAVARES, Rudemberg Felipe Eloi; VASCONCELOS, Bianca Maria. Analysis of Critical Factors and Strategies for Implementing and Using BIM in the Public Sector. **International Journal of Business Administration**, v. 15, p. 21-35, 2024.

BUENO, Cristiane; PEREIRA, Lucas Melchiori; FABRICIO, Marcio Minto. Early design BIM-based Target Value Design for public facilities: An application to a healthcare facility case. **International Journal of Architectural Computing**, p. 14780771231205001, 2023.

BUILDINGSMART. **Information Delivery Manual Guide to Components and Development Methods**. 2010. Acesso em: 23 jun. 2024 Disponível em: [https://standards.buildingsmart.org/documents/IDM/IDM\\_guide-CompsAndDevMethods-IDMC\\_004-v1\\_2.pdf](https://standards.buildingsmart.org/documents/IDM/IDM_guide-CompsAndDevMethods-IDMC_004-v1_2.pdf)

CALDART, Caroline Wilsek; SCHEER, Sérgio. Construction site design planning using 4D BIM modeling. **Gestão & Produção**, v. 29, p. e5312, 2022.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília, DF: CBIC, 2016.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **10 motivos para evoluir com o BIM**. 2. ed. Brasília, 2017. Acesso em: 23 jun. 2024. Disponível em: [https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Cartilha\\_do\\_BIM\\_2016.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Cartilha_do_BIM_2016.pdf)

CARBONARI, Alessandro *et al.* Fire resistance assessment of building structures: performance-based approach in a BIM environment. In: CIB W78 CONFERENCE SERIES, 2024. **Anais [...]**. Marrakesh: CIB, 2024.

CARBONI, Márcio Henrique; SCHEER, Sérgio. A manufatura aditiva como suporte à aprendizagem colaborativa e interdisciplinar em AEC: uma experiência integradora com o futuro profissional de expressão gráfica. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 18, n. 1, p. 195-218, 2023.

CARMO, Cristiano Saad Travassos; SOTELINO, Elisa Dominguez. A framework for architecture and structural engineering collaboration in BIM projects through structural optimization. **J. Inf. Technol. Constr.**, v. 27, p. 223-239, 2022.

CARVALHO, Ramon Silva; SAVIGNON, Affonso Pedro. O professor de projeto de arquitetura na era digital: desafios e perspectivas. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 6, n. 2, p. 4-13, 2011.

CASTAÑEDA, Karen *et al.* Building Information Modeling Uses and Complementary Technologies in Road Projects: A Systematic Review. **Buildings**, v. 14, n. 3, p. 563, 2024.

CASTELLAZZI, Giovanni *et al.* Advancing Cultural Heritage Structures Conservation: Integrating BIM and Cloud-Based Solutions for Enhanced Management and Visualization. **Heritage**, v. 6, n. 12, p. 7316-7342, 2023.

CELESTE, Giuseppe *et al.* Innovating the construction life cycle through BIM/GIS integration: A review. **Sustainability**, v. 14, n. 2, p. 766, 2022.

CHANG, Soowon *et al.* Proof-of-Concept Study for Model-Based Construction Safety Diagnosis and Management Driven by Prevention through Design. **Journal of Management in Engineering**, v. 39, n. 6, p. 04023044, 2023.

CHECCUCCI, Érica de Sousa. **Ensino-Aprendizagem de BIM nos Cursos de Graduação em Engenharia Civil e o Papel da Expressão Gráfica Neste Contexto Salvador**, 2014. 235 f. Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) - Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

CHECCUCCI, Érica de Sousa; MELO, Reymard Savio Sampaio de. Célula BIM na UFBA : diagnóstico e planejamento da ação. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 4., 2022. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2022.

CHECCUCCI, Érica de Sousa; AMORIM, Arivaldo Leão. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 5, n. 1, p. 6-17, 2014.

CHEN, Ke; LU, Weisheng; WANG, Jing. University–industry collaboration for BIM education: Lessons learned from a case study. **Industry and Higher Education**, v. 34, n. 6, p. 401-409, 2020.

CHEN, Shuzhen *et al.* Potential features of building information modelling for application of project management knowledge areas as advances modeling tools. **Advances in Engineering Software**, v. 176, p. 103372, 2023.

CHEN, Zhonghao *et al.* Recent Technological Advancements in BIM and LCA Integration for Sustainable Construction: A Review. **Sustainability**, v. 16, n. 3, p. 1340, 2024.

CHENG, Jack CP *et al.* Data-driven predictive maintenance planning framework for MEP components based on BIM and IoT using machine learning algorithms. **Automation in Construction**, v. 112, p. 103087, 2020.

COMISKEY, David *et al.* An analysis of data sharing platforms in multidisciplinary education. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 13, n. 4, p. 244-261, 2017.

CORTEZ-LARA, Pedro; SANCHEZ, Benjamin. A Digital Integrated Methodology for Semi-Automated Analysis of Water Efficiency in Buildings. **Buildings**, v. 13, n. 12, p. 2911, 2023.

COSTA, Tiago Tabosa F.; TETI, Bruno; VASCONCELOS, Bianca M. Avaliação do uso de uma ferramenta BIM no projeto de infraestrutura de um terminal de granel líquido. **RCT-Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 7, 2021.

COSTA, Giovani Cecatto Lopes Ribeiro; FIGUEIREDO, Sílvia Haueisen; RIBEIRO, Sidnea Eliane Campos. Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 34, n. 2, 2015.

COUTO, Cibelly Cristina Rodrigues; SANTOS, Leonardo Nery Carrijo dos; LAMOUNIER JÚNIOR, Edgard Afonso; LIMA, Gerson Flavio Mendes de; CARDOSO, Alexandre. Análise comparativa de ferramentas CAD e BIM para projetos de instalações elétricas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1–8.

COTELLA, Victoria Andrea. From 3D point clouds to HBIM: application of artificial intelligence in cultural heritage. **Automation in Construction**, v. 152, p. 104936, 2023.

CUPERSCHMID, A.; CRUZ, M. O.; RUSCHEL, R. C. A incorporação de BIM no ensino do curso Técnico em Edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 12, n. 2, p. 117-134. 2017.

DALLOUL, F.; SAOUD, L. Proposing a framework for introducing the concept of engineering digitization to develop curricula: case study-Tishreen University, Faculty of Civil Engineering. **International Journal of BIM and Engineering Science**, v. 6, n. 1, p. 34-51, 2023.

DASZCZYŃSKI, Tadeusz; OSTAPOWSKI, Michał; SZERNER, Aleksander. Clash cost analysis in electrical installations based on BIM technologies. **Energies**, v. 15, n. 5, p. 1679, 2022.

DATTA, Shuvo Dip *et al.* Investigation on the effectiveness of using building information modeling (BIM) tools in project management: a case study. **Revista de la construcción**, v. 22, n. 2, p. 306-320, 2023.

DELATORRE, Joyce Paula Martin; SANTOS, Eduardo Toledo. Introdução de novas tecnologias: o caso do BIM em empresas de construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: ENTAC, 2014.

DESOGUS, Giuseppe *et al.* Bim and iot sensors integration: A framework for consumption and indoor conditions data monitoring of existing buildings. **Sustainability**, v. 13, n. 8, p. 4496, 2021.

DISNEY, Oliver *et al.* Embracing BIM in its totality: a Total BIM case study. **Smart and Sustainable Built Environment**, v. 13, n. 3, p. 512-531, 2024.

DURANTE, Daniela Giaretta; FREITAS, Maria Delvania. Cenário do ensino superior em secretariado no Brasil Higher education teaching scenario in executive secretariat in Brazil. **Revista Capital Científico-Eletrônica**, v. 19, n. 4, p. 57-73, 2021.

EASTMAN, Chuck.; TEICHOLZ, Paul.; SACKS, Rafael.; LISTON, Kathloon. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**, 2nd Edition. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 2011.

ECCEL, Valentina. **Modelação BIM dos sistemas de abastecimentos de água e de drenagem de águas residuais**. Viseu: Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, 2024.

EUDAVE, Rafael Ramírez; FERREIRA, Tiago Miguel. On the suitability of a unified GIS-BIM-HBIM framework for cataloguing and assessing vulnerability in Historic Urban Landscapes: A critical review. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 35, n. 10, p. 2047-2077, 2021.

FAHLSTEDT, Oskar *et al.* Building renovations and life cycle assessment-A scoping literature review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 203, p. 114774, 2024.

FANTIN, N. R. **Possibilidades e limitações da implementação do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo do CAU/FAU/UFJF**. 2023. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) - Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2023.

FARDHOSSEINI, Mohammad Sadra *et al.* The cost-effectiveness of integrating digital fabrication for concrete formworks. In: **Construction Research Congress 2020**. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2020. p. 1077-1086.

FARIAS, Victor Igor B.; MARINHO, Renan Caminha; VIEIRA, Bianca M. Pacheco; PINHEIRO, Davi Teixeira; TAVARES, Ingrid Capistrano P. AUTOMAÇÃO EM ESTUDOS DE VIABILIDADE URBANA DE EDIFICAÇÕES UTILIZANDO FERRAMENTAS BIM COM AUXÍLIO DE MODELOS GENERATIVOS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2020.

FAROUK, Abdelrahman M.; RAHMAN, Rahimi A. Integrated applications of building information modeling in project cost management: a systematic review. **Journal of Engineering, Design and Technology**, 2023.

FAWAD, Muhammad *et al.* Automation of structural health monitoring (SHM) system of a bridge using BIMification approach and BIM-based finite element model development. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 13215, 2023.

FENG, Haibo *et al.* Uncertainties in whole-building life cycle assessment: A systematic review. **Journal of Building Engineering**, v. 50, p. 104191, 2022.

FERNANDES, Roberto Godoy *et al.* Building Information Modeling (BIM) and project management: cost optimization based on the simulation of computational models. **Revista Inovação, Projetos e Tecnologias**, v. 12, n. 1, p. e25253-e25253, 2024.

FERNÁNDEZ-MORA, Víctor; NAVARRO, Ignacio J.; YEPES, Víctor. Integration of the structural project into the BIM paradigm: A literature review. **Journal of Building Engineering**, v. 53, p. 104318, 2022.

FERREIRA, Cristiano Corrêa; FERREIRA, Vera Lúcia Duarte. Desenvolvimento de Técnicas de Visualização e Modelagem do Desenho 3D para Estudantes do Ensino Médio da Cidade de Bagé-RS: um Estudo de Caso. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, n. 23, p. 43-51, 2019.

FIALHO, Michelli Tomaz Fialho. **Construtechs: sistematização do conhecimento e estudos de casos**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, 2020.

GARDEZI, Syed Shujaa Safdar *et al.* Comparative Analysis of Energy Consumption of Multistorey Residential Building—A Case Study of using Conventional Burnt Clay Bricks Vs Innovative Cellular Light Weight Concrete (CLC) Blocks. **Technical Journal**, v. 3, n. ICACEE, p. 220-227, 2024.

GHOORBANY, Siavash; NOORZAI, Esmatullah; YOUSEFI, Saied. BIM-based solution to enhance the performance of public-private partnership construction projects using copula bayesian network. **Expert Systems with Applications**, v. 216, p. 119501, 2023.

GIESTA, Josyanne Pinto; COSTA NETO, Alfredo; COSTA, Thalita Giesta. Pesquisa-ação em BIM fomentando a transformação de um curso técnico em edificações. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 11, p. e020021-e020021, 2020.

GIRARDET, Alexis; BOTON, Conrad. A parametric BIM approach to foster bridge project design and analysis. **Automation in Construction**, v. 126, p. 103679, 2021.

GOMES, Cristiane De Moraes; GOGLIANO, Renata Maria Marè. A TECNOLOGIA BIM PARA GESTÃO DE PROJETOS DE ILUMINAÇÃO. **Revista de Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia**, v. 9, n. 1, p. 77-94, 2023.

GRIZ, Cristiana *et al.* BIM Adoption in an Architecture and Urbanism course: analysis of the degree of maturity. In: SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 2022. **Anais [...]**. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2022. p. 799-810.

GURAY, Tayibe; KISMET, Burcu. Applicability of a digitalization model based on augmented reality for building construction education in architecture. **Construction Innovation**, v. 23, n. 1, p. 193-212, 2023.

HABIBI, Shahryar. Role of BIM and energy simulation tools in designing zero-net energy homes. **Construction Innovation**, v. 22, n. 1, p. 101-119, 2022.

HAMMI, A. *et al.* BIM education for Qatar's construction industry: a lifecycle vision. In: INTERNATIONAL TECHNOLOGY, EDUCATION AND DEVELOPMENT CONFERENCE, 2024. **Anais [...]**. IATED, 2024. p. 1135-1143.

HAN, Dongchen; KALANTARI, Mohsen; RAJABIFARD, Abbas. Building information modeling (BIM) for construction and demolition waste management in Australia: A research agenda. **Sustainability**, v. 13, n. 23, p. 12983, 2021.

HASANNEJAD, Ali; SARDRUD, Javad Majrouhi; SHIRZADI JAVID, Ali Akbar. BIM-based clash detection improvement automatically. **International Journal of Construction Management**, v. 23, n. 14, p. 2431-2437, 2023.

HAUER, Martin *et al.* Integrating Digital Twins with BIM for Enhanced Building Control Strategies: A Systematic Literature Review Focusing on Daylight and Artificial Lighting Systems. **Buildings**, v. 14, n. 3, p. 805, 2024.

HE, Rui *et al.* BIM-enabled computerized design and digital fabrication of industrialized buildings: A case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 278, p. 123505, 2021.

HELLMEISTER, Luiz Anatonio *et al.* A utilização das tecnologias assistidas por computador como elemento de integração, pesquisa e desenvolvimento nas disciplinas de projeto para a engenharia e design. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION, 7., 2011, Guimarães. **Anais [...]**. Guimarães: Unesp, 2011. p. 197-201.

HERNÁNDEZ, Luis Agustín; FERNÁNDEZ-MORALES, Angélica; SANCHO MIR, Miguel. Teaching strategies for the BIM work process. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ARCHITECTURAL DRAUGHTSMANSHIP, 16., 2015, Valência. **Anais [...]**. Valência: Springer International Publishing, 2018. p. 63-74.

HOSNY, Abdelhady; NIK-BAKHT, Mazdak; MOSELHI, Osama. Physical distancing analytics for construction planning using 4D BIM. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 36, n. 4, p. 04022012, 2022.

HU, Yuqing; DOSSICK, Carrie S. Decoding the dynamics of BIM use practice in construction projects. **Construction Management and Economics**, v. 42, n. 5, p. 451-475, 2024.

HU, Xi; OLGUN, Gulsah; ASSAAD, Rayan H. An intelligent BIM-enabled digital twin framework for real-time structural health monitoring using wireless IoT sensing, digital signal processing, and structural analysis. **Expert Systems with Applications**, v. 252, p. 124204, 2024.

HUSSAIN, Osama AI *et al.* Minimizing Cost Overrun in Rail Projects through 5D-BIM: A Conceptual Governance Framework. **Buildings**, v. 14, n. 2, p. 478, 2024.

IBRAHIM, Magdy. Thinking the BIM Way: Early Integration of Building Information Modelling in Education. In: PROCEEDINGS OF THE 32ND ECAADE CONFERENCE. **Anais [...]**. Faculty of Engineering and Environment, 10-12, 2014.

ICHENDU, Chima; IRIMIAGHA, Gibson Francis. Operation and Maintenance Challenges in Building Life Cycle Management: A Literature Review with Insights from Nigeria. **Innovation in Science and Technology**, v. 3, n. 4, p. 50-57, 2024.

INOJOSA, Leonardo da Silveira Pirillo; VILANOVA, Kinderman de Araújo. BIM interoperability in the maintenance planning process for existing buildings. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, v. 8, n. 1, p. 45, 2023.

ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 16757-1:2015**: Data structures for electronic product catalogues for building services — Part 1: Concepts, architecture and model. Geneva, 2015.

JARZĄBEK-RYCHARD, Małgorzata; MAAS, H.-G. Modeling of 3D geometry uncertainty in scan-to-BIM automatic indoor reconstruction. **Automation in Construction**, v. 154, p. 105002, 2023.

JANNAH, Fadhilah Rahma Miftahul *et al.* Implementation of Building Information Modeling (BIM) and Geotechnics Safety Analysis Trends in Residential Project. **水保技術**, n. 3, p. 18-29, 2023.

JERNIGAN, F. **Big BIM 4.0**: Ecosystems for a Connected World. Editor 4site Press. UK, 2017.

JIN, Ziyu *et al.* Analysis of prevention through design studies in construction: A subject review. **Journal of safety research**, v. 84, p. 138-154, 2023.

JOHANSEN, Karsten W.; SCHULTZ, C.; TEIZER, Jochen. Automated performance assessment of prevention through design and planning (PtD/P) strategies in construction. **Automation in Construction**, v. 157, p. 105159, 2024.

KÁROLYFI, Kitti Ajtayné *et al.* Integration of BIM in architecture and structural engineering education through common projects. **Acta Technica Jaurinensis**, v. 14, n. 4, p. 424-439, 2021.

KASSEM, Mohamad; AMORIM, Sergio R. Leusin. **BIM Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**. 2015.

KEUNG, Calvin Chung Wai; YIU, Tak Wing; FENG, Zhenan. Building information modeling education for quantity surveyors in Hong Kong: Current states, education gaps, and challenges. **International Journal of Construction Education and Research**, v. 19, n. 3, p. 259-275, 2023.

KHALID, Rahmat; SOETJIPTO, Jojok Widodo; MALIQ, Tatang Maulana. Penerapan BIM pada Perencanaan Gedung Perkantoran untuk Mendeteksi Clash Detection dan QTO Pekerjaan Struktur. **Journal of Ikatan Ahli Manajemen Proyek Indonesia**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2024.

KIM, Sohyun *et al.* Framework of BIM-Based Quantitative Evaluation for Enhancing Fire Safety Performance of Buildings. **Journal of Management in Engineering**, v. 40, n. 1, p. 04023061, 2024.

KLEIN, Niumar André; AHLERT, Edson Moacir. Aprendizagem baseada em problemas como metodologia ativa na educação profissional. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 11, n. 4, 2019.

KREIDER, Ralph; MESSNER, John. **The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses**; Penn State University: State College, PA, USA, 2013.

KUMARA, I. Made Surya; RAHARJA, I. Kadek Agus Wahyu; CHAN, Harry. Integrating BIM with 3D web design for enhanced 3D building visualization and safety planning in construction projects. **Journal of Infrastructure Planning and Engineering**, v. 3, n. 1, p. 18-23, 2024.

KUZMINYKH, Artur *et al.* Promoting circularity of construction materials through demolition digitalisation at the preparation stage: Information requirements and openBIM-based technological implementation. **Advanced Engineering Informatics**, v. 62, p. 102755, 2024.

KYLILI, Angeliki *et al.* An integrated building information modeling (BIM)-based lifecycle-oriented framework for sustainable building design. **Construction Innovation**, v. 24, n. 2, p. 492-514, 2024.

KYMMELL, W., 2008. **Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations**. New York: McGraw Hill, 2008.

LASSEN, Ann Karina; HJELSETH, Eilif; TOLLNES, Tor. **Enhancing learning outcomes by introducing BIM in civil engineering studies—experiences from a university college in Norway**. Building Information Systems in the Construction Industry, p. 65, 2018.

LEAL, Emerson Figueiredo; SILVA, Lilian Gisllaine Pereira. Revolucionando o setor da construção: a sinergia entre tecnologia BIM, modelagem da informação da edificação e inteligência artificial. **Revista Integrar**, v. 2, n. 1, 2024.

LEAL, B. M. F. BIM no ensino de tecnologia da construção: estudo de caso. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10p. e019027,25 dez. 2019.

LEÃO, Breno Burgos *et al.* Risk management of falls from height by using the BIM platform: a systematic review. **International Journal of Development Research**, v. 9, n. 11, p. 31267-31273, 2019.

LI, Nan; HAN, Yiming; GAO, Feng. Theory and practice of BIM skills of construction management professional based on conceive–design–implement–operate engineering teaching mode. **Computer Applications in Engineering Education**, p. e22719, 2024.

LI, Zilin; LIU, Xinlong; YANG, Xiaohong. Design and Research of Smart Sluice Station Based on GIS and BIM. In: 2023 30TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOINFORMATICS. **Anais [...]**. IEEE, Londres, 2023. p. 1-6.

LIMA, Luciana de Oliveira; CATAI, Rodrigo Eduardo; SCHEER, Sergio. Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do Building Information Modeling (BIM). **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 16, n. 2, p. 133-147, 2021.

LIMA, Maria Cristina Alves. **Formação de engenheiros civis voltada para as demandas de uma sociedade mais sustentável**. 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, 2024.

LIMA, Wesley Eunathan Fernandes; MELO, Luane Assunção Paiva; MELO, Reymard Sávio Sampaio de; GIESTA, Josyanne Pinto. 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.

LIMA, Mariana Monteiro Xavier de; CARDOSO, Daniel Ribeiro; ROMCY, Neliza Maria e Silva. Integração entre modelagem paramétrica e BIM para automatização da concepção arquitetônica. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 3., 2021. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2021.

LIU, Hongjun; HE, Yun. Research on the Teaching Reform of Building Information Modeling Course Based on “Post, Course, Competition, and Certificate” Integration. **Journal of Contemporary Educational Research**, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2024.

LIU, Xinnan *et al.* BIM-based multi-objective optimization of clash resolution: A NSGA-II approach. **Journal of Building Engineering**, v. 89, p. 109228, 2024.

LIU, Lina; LIU, Gangtian. Intelligent teaching method of interdisciplinary art design and CAD. **Computer-Aided Design and Applications**, v. 19, n. S8, p. 96-104, 2022.

LIU, Junshan; LI, Botao. Terrestrial Laser Scanning (TLS) Survey and Building Information Modeling (BIM) of The Edmund Pettus Bridge: A Case Study. The International Archives of the Photogrammetry, **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 48, p. 379-386, 2024.

LOBATO, Jackson Jamilton; RACHID, Karen Garcia; FERREIRA, Tatiana Vettori. Aplicabilidades do BIM na construção civil. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 38, n. especial, p. 493-503, 2022.

LOVELL, Lucy J.; DAVIES, Richard J.; HUNT, Dexter VL. The application of historic building information modelling (HBIM) to cultural heritage: a review. **Heritage**, v. 6, n. 10, p. 6691-6717, 2023.

LOYNES, Thibaud. PRODBIM Overview. **The REHVA European HVAC Journal**, v. 55, n. 5, p. 12-18, 2018.

LOZANO-GALANT, F. *et al.* Enhancing Civil Engineering Education through Affordable AR Tools for Visualizing BIM Models. **Journal of Civil Engineering Education**, v. 150, n. 3, p. 05024003, 2024.

LUO, Sang *et al.* A sustainable BIM-based multidisciplinary framework for underground pipeline clash detection and analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 374, p. 133900, 2022.

MA, Jianhua; TAO, Yaping. Learning outcomes of civil engineering students in pbl based on building information modeling. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)**, v. 18, n. 7, p. 89, 2023.

MACHADO, Fernanda Almeida; RUSCHEL, Regina Coeli. Soluções integrando BIM e Internet das Coisas no ciclo de vida da edificação: uma revisão crítica. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 9, n. 3, p. 204–222, 2018.

MACHADO, Bruna Viveiros *et al.* Revisão de Literatura para determinação do que vem a ser o grau de maturidade BIM nas Instituições de Ensino Superior de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. **Humanas Sociais & Aplicadas**, v. 11, n. 32, p. 29-30, 2021.

MAGILL, Leslie J. *et al.* 4D BIM integrated construction supply chain logistics to optimise on-site production. **International journal of construction management**, v. 22, n. 12, p. 2325-2334, 2022.

MAHAMADU, Abdul-Majeed *et al.* The importance of BIM capability assessment: An evaluation of post-selection performance of organisations on construction projects. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 27, n. 1, p. 24-48, 2019.

MAHMOUDI, Elham; STEPIEN, Marcel; KÖNIG, Markus. Optimisation of geotechnical surveys using a BIM-based geostatistical analysis. **Smart and Sustainable Built Environment**, v. 10, n. 3, p. 420-437, 2021.

MARTINS, João Gabriel Santos; SALDANHA, Maria Christine Werba; GOHR, Cláudia Fabiana. Construtibilidade e segurança ocupacional em projetos da construção civil: revisão sistemática da literatura e proposta de agenda de pesquisa. In: XLI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2021. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu, 2021;

MARTINS, Sávio Santana *et al.* Evaluation of 4D BIM tools applicability in construction planning efficiency. **International Journal of Construction Management**, v. 22, n. 15, p. 2987-3000, 2022.

MARZOUK, Mohamed; ELSAAY, Heba; OTHMAN, Ayman Ahmed Ezzat. Analysing BIM implementation in the Egyptian construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 29, n. 10, p. 4177-4190, 2022.

MASSAFRA, Angelo; JABI, Wassim; GULLI, Riccardo. Topological BIM for building performance management. **Automation in Construction**, v. 166, p. 105628, 2024.

MASSAFRA, Angelo *et al.* Building Information Modeling and Building Performance Simulation-Based Decision Support Systems for Improved Built Heritage Operation. **Sustainability**, v. 15, n. 14, p. 11240, 2023.

MATTANA, Leticia; SOUZA, João Carlos. Ensino-aprendizagem de projetos de estruturas para arquitetura com tecnologias educacionais. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 13, p. e022011-e022011, 2022.

MATTEO, Miriam; PASTORE, Lorenzo Mario; POMPEI, Laura. A Critical Overview of BIM (Building Information Modeling) and DT (Digital Twin): Challenges and Potentialities in Energy and Sustainability of Buildings. **Sustainability in Energy and Buildings 2023**, p. 783-792, 2024.

MAYOUF, Mohammad *et al.* Revolutionising the 4D BIM Process to Support Scheduling Requirements in Modular Construction. **Sustainability**, v. 16, n. 2, p. 476, 2024.

MENG, Qingcheng *et al.* Assessing the environmental impact of building life cycle: A carbon reduction strategy through innovative design, intelligent construction, and secondary utilization. **Developments in the Built Environment**, v. 16, p. 100230, 2023.

MÉTODO de identificação da interface com BIM na matriz curricular. Érica de Sousa Checcucci. 2021. **1 vídeo (27:58 min)**. Publicado pelo canal do Youtube GT TIC ANTAC. Playlist Células BIM. 7 mai. 2021. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=8i32NV4PLjc&list=PLkL20v6GBV3yEjceOKS8WpQd4xxemV6A2&index=2>. Acesso em: 07 jul. 2024.

Nakapan, Walaiporn. Challenge of teaching BIM in the first year of University: Problems encountered and typical misconceptions to avoid when integrating BIM into an Architectural design curriculum. In: PROCEEDINGS OF THE 20TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTER-AIDED ARCHITECTURAL DESIGN RESEARCH IN ASIA. **Anais [...]**. Hong Kong: Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, 2015. p. 1-10.

MIKHAILOV, Sergey; ELOKSAKOV, Andrey; KHODAREV, Alexey. BIM-technologies and digital modeling in educational architectural design. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, 7., 2020, IOP Conference Series. **Anais [...]**. Bristol: IOP Publishing, 2020. v. 890, p. 012168.

MOHAMMAD, WNSW; NABILAH, Nurmazlina; AZMI, Mohd. Building Information Modeling (BIM)-Based Information Management Platform in the Construction Industry. **International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences**, v. 13, p. 1957-1967, 2024.

MOURA JÚNIOR, José Maria. **Inspeção de manifestações patológicas com execução de mapa de danos em fachadas: estudo de caso da Escola Politécnica de Pernambuco**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, 2023.

MOSHOOOD, Taofeeq D. *et al.* Infrastructure digital twin technology: A new paradigm for future construction industry. **Technology in Society**, v. 77, p. 102519, 2024.

NAIR, K. CAD/CAM Complete Dentures for the Present and for the Future-a Descriptive Review. **Acta Scientific Dental Sciences**, v. 8, n. 3, 2024.

NG, Ming Shan; GRASER, Konrad; HALL, Daniel Mark. Digital fabrication, BIM and early contractor involvement in design in construction projects: A comparative case study. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 19, n. 1, p. 39-55, 2023.

NGUYEN, Tuan Anh *et al.* Building Information Modeling (BIM) for Construction Project Schedule Management: A Review. **Engineering, Technology & Applied Science Research**, v. 14, n. 2, p. 13133-13142, 2024.

NIBS. **Building Information Modeling (BIM)**. 2022. Acesso em: 23 jun. 2024. Disponível em: <https://www.wbdg.org/bim>

NIKMEHR, Bahareh *et al.* BIM-based tools for managing construction and demolition waste (CDW): A scoping review. **Sustainability**, v. 13, n. 15, p. 8427, 2021.

NOBLEJAS, Hugo *et al.* A Methodological Proposal for the Analysis of Lighting the House Building Façades. **International Journal of Geo-Information**, v. 10, n. 8, p. 536, 2021.

NOJEDEHI, Pedram; O'BRIEN, William; GUNAY, H. Burak. A methodology to integrate maintenance management systems and BIM to improve building management. **Science and Technology for the Built Environment**, v. 28, n. 8, p. 1097-1114, 2022.

ONOSOSEN, Adetayo; MUSONDA, Innocent. Barriers to BIM-based life cycle sustainability assessment for buildings: An interpretive structural modelling approach. **Buildings**, v. 12, n. 3, p. 324, 2022.

ONWUKA, Okechukwu. Leveraging Building Information Modeling (Bim) To Stimulate Civil Engineering Skills Development. **International Journal of Functional Research in Science and Engineering (IJFRSE)**, v. 3, n. 1, 2024.

OPPONG, Joyce Adwoa; BINEY-AIDOO, Vivian; ANTIAYE, Eunice. Evaluating the benefits of computer aided-design (CAD) in Fashion Education, the Case of Accra Polytechnic. **Journal of Education and Practice**, v. 4, n. 21, p. 22-34, 2013.

OZCAN-DENIZ, Gulbin; LOKHANDWALA, Zeenat. Building Information Modeling (BIM) Implementation in Public–Private Partnership (PPP) Projects. **Engineering Proceedings**, v. 53, n. 1, p. 40, 2023.

PALHA, Rachel Perez; HÜTTL, Ricardo Maciel Castro; E SILVA, Angelo Just da Costa. BIM interoperability for small residential construction integrating warranty and maintenance management. **Automation in Construction**, v. 166, p. 105639, 2024.

PAN, Xinchun *et al.* BIM adoption in sustainability, energy modelling and implementing using ISO 19650: A review. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 15, n. 1, p. 102252, 2024.

PAN, Yiqun *et al.* Building energy simulation and its application for building performance optimization: A review of methods, tools, and case studies. **Advances in Applied Energy**, v. 10, p. 100135, 2023.

PARK, DoYoon; YUN, SeokHeon. Construction Cost Prediction Using Deep Learning with BIM Properties in the Schematic Design Phase. **Applied Sciences**, v. 13, n. 12, p. 7207, 2023.

PARSAMEHR, Mohammadsaeid *et al.* A review of construction management challenges and BIM-based solutions: perspectives from the schedule, cost, quality, and safety management. **Asian Journal of Civil Engineering**, v. 24, n. 1, p. 353-389, 2023.

PATCHING, Alan *et al.* Case study of the collaborative design of an integrated BIM, IPD and Lean university education program. **International Journal of Construction Management**, v. 24, n. 7, p. 799-808, 2024.

PAVÓN, Rubén Muñoz *et al.* New use of BIM-origami-based techniques for energy optimisation of buildings. **Applied Sciences**, v. 12, n. 3, p. 1496, 2022.

PEREIRA, Hudson Marlon Rodrigues; AMARAL, Diego Roger Borba. Estudo da plataforma BIM (Building Information Modeling): Uma ferramenta disciplinar para a compatibilização de projetos. **Humanidades e Tecnologia**, v. 22, n. 1, p. 56-75, 2020.

PEREIRA, Daiane Maio. O impacto da metodologia BIM na elaboração de orçamentos em projetos de obras civis. **Boletim do Gerenciamento**, v. 17, n. 17, p. 30-41, 2020.

PEREIRA, P. A. I.; RIBEIRO, R. A. A Inserção do BIM no Curso de Graduação em Engenharia Civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 42., Juiz de Fora, MG, 2014. **Anais [...]**. Brasília: ABENGE, 2014.

PENTTILÄ, Hannu. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 11, n. 29, p. 395-408, 2006.

PENN STATE. **Uses of BIM**. 2013. Disponível em: <https://bim.psu.edu/uses-of-bim/>. Acesso em: 26 jul. 2024.

PET-GOV. **Plano de Implementação BIM**: Diretrizes gerais para implementação do BIM.s.d.

PHUNG, Quan; TONG, Nguyet. Developing an organizational readiness framework for BIM implementation in large design companies. **International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology**, v. 12, n. 3, p. 57-67, 2021.

PISHDAD, Pardis; ONUNGWA, Ihuoma O. ANALYSIS OF 5D BIM FOR COST ESTIMATION, COST CONTROL, AND PAYMENTS. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 29, n. 24, p. 525-548, 2024.

PINILLA, Giovany Suárez. El dibujo técnico manual y su vigencia en el actual contexto tecnológico. **Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información**, v. 7, n. 13, p. 67-72, 2020.

POGORELSKIY, Sergey; KOCSIS, Imre. BIM and Computational Fluid Dynamics Analysis for Thermal Management Improvement in Data Centres. **Buildings**, v. 13, n. 10, p. 2636, 2023.

POLI/UPE. **Projeto pedagógico do curso de graduação**. Universidade de Pernambuco, 2020. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1PI-6IX15EYktgZjRbcNUM7H5MoQL9yo3/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1PI-6IX15EYktgZjRbcNUM7H5MoQL9yo3/view?usp=drive_link). Acesso em 11 jun. 2024.

**Portal BIM Acadêmico**. 2022. Disponível em: <https://sites.google.com/antac.org.br/portalbimacademico>. Acesso em: 23 jun. 2024.

**Projeto Construa Brasil.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/produktividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construa-brasil>. Acesso em: 22 abr. 2024.

PURWANTO, Sugeng *et al.* Integration of Building Information Modelling (BIM) in Civil Engineering Project: A Literature Review. **Indonesia Journal of Engineering and Education Technology (IJEET)**, v. 2, n. 2, p. 319-328, 2024.

RASHIDI, Ali *et al.* Construction planning through 4D BIM-based virtual reality for light steel framing building projects. **Smart and Sustainable Built Environment**, v. 12, n. 5, p. 1153-1173, 2023.

RANI, Hafnidar A. *et al.* Critical government strategies for enhancing building information modeling implementation in Indonesia. **Infrastructures**, v. 8, n. 3, p. 57, 2023.

RECEPETI. **Guia para planos de implementação BIM curricular.** Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, 2024. 104 p

RIBEIRO, Renan Rocha; CÉSAR JÚNIOR, Kléos Magalhães Lenz. Modelagem paramétrica baseada em objetos em BIM para o projeto estrutural: estudo de caso de fundações tipo tubulão. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 12, p. e021029-e021029, 2021.

RIFAI, Andri Irfan *et al.* Implementation of Building Information Modelling for Road Rehabilitation and Reconstruction Project: Liquefaction Disaster of Palu Area. **International Journal Of Entrepreneurship And Business Development**, v. 5, n. 04, p. 781-791, 2022.

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.

RODRIGUES, Igor Alencar; AZEVEDO, Vinícius Francis Braga de; SILVA NETO, Vicente Estevam da; KOHLMAN RABBANI, Emilia Rahnemay; VASCONCELOS, Bianca M. Explorando o papel do BIM na gestão do conhecimento em projetos da construção civil. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, [S. l.]**, v. 12, n. 86, 2024.

ROJAS, María J. *et al.* BIM use assessment (BUA) tool for characterizing the application levels of BIM uses for the planning and design of construction projects. **Advances in Civil Engineering**, v. 2019, n. 1, p. 9094254, 2019.

RUDENKO, Iryna; PETRYNA, Yuri. An Approach to Automatic Building Information Modeling-Based Generation of Finite Element Models of Different Complexity and Finite Element Dimensionality. **Buildings**, v. 15, n. 2, p. 171, 2025.

RUSCHEL, Regina Coeli; KEHL, Caroline. Curricular BIM implementation plan: protocol proposal and pilot application in Brazil. **Ambiente Construído**, v. 24, p. e131385, 2024.

RUSCHEL, Regina Coeli; FERREIRA, Sergio Leal. Rede de Células BIM ANTAC. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 4., 2022. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2022.

RUSCHEL, Regina Coeli; KEHL, Caroline. Plano de implementação BIM curricular: proposta de protocolo e aplicação piloto no Brasil. **Ambiente Construído**, v. 24, p. e131385, 2024.

SACKS, R.; BARAK, R. Teaching building information modeling as an integral part of freshman year civil engineering education. **Journal of professional issues in engineering education and practice**, v. 136, n. 1, p. 30-38, 2010.

SALGADO, M. S. BIM and the future of architecture teaching. In: IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE, 6., 2022, Santander, Espanha. **Anais [...]**. Bristol: IOP Publishing, 2022. v. 1101, n. 5, p. 052024.

SALZANO, Antonio *et al.* Existing assets maintenance management: Optimizing maintenance procedures and costs through BIM tools. **Automation in Construction**, v. 149, p. 104788, 2023.

SAMPAIO, Alcinea Zita *et al.* BIM Methodology in Structural Design: A Practical Case of Collaboration, Coordination, and Integration. **Buildings**, v. 13, n. 1, p. 31, 2023.

SAMPAIO, Alcinea Zita; FERNANDES, Vítor; GOMES, Augusto. The use of BIM-based tools to improve collaborative building projects. **Procedia Computer Science**, v. 219, p. 2027-2034, 2023.

SÁNCHEZ, Alberto *et al.* Introduction of building information modeling in industrial engineering education: Students' perception. **Applied sciences**, v. 9, n. 16, p. 3287, 2019.

SANTOS, Anne Caroline Salvador; SANTOS, Ana Carla Borges dos; MEDEIRO, Alvaro Silva de; SANTOS, Joab Manoel Almeida; SANTOS JÚNIOR, José Carlos dos; SILVA NETO, Leonildo da. O BIM como ferramenta de integração nas disciplinas do curso de engenharia civil da UFAL. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 4., 2022. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2022.

SANTOS, Ranielle Lopes; CAMPELO FILHO, Cláudio Roberto; VASCONCELOS, Bianca Maria. Otimização da extração de quantitativos para orçamento de obras por meio de software BIM: uma proposta de matriz de parâmetros. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 18, n. 1, p. 151-172, 2023.

SANTOS JÚNIOR, José Carlos dos; SANTOS, Joab Manoel Almeida; SANTOS, Mateus Rocha Almeida. Parametric modeling using the BIM methodology for the process of pathology identification in buildings. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, v. 8, n. 1, p. 62, 2023.

SATYANAGA, Alfredo *et al.* Building information modelling for application in geotechnical engineering. **Infrastructures**, v. 8, n. 6, p. 103, 2023.

SCHULZ, Victor Mateus; PONZIO, Angelica Paiva. Contribuições da tecnologia BIM para o ensino-aprendizagem de projeto arquitetônico com ênfase em aspectos técnico-construtivos. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 17, n. 3, p. 221–239, 2022.

SENA, Rafael Oliveira *et al.* Proposal for integrating drone images and BIM in educational public buildings to support maintenance management. **Revista Ingeniería de Construcción**, v. 39, n. 3, 2024.

SHARIATFAR, Moeid; LEE, Yong-Cheol. Urban-level data interoperability for management of building and civil infrastructure systems during the disaster phases using model view definitions. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 37, n. 1, p. 04022045, 2023.

SHARIFI, Abbas *et al.* Application of artificial intelligence in digital twin models for stormwater infrastructure systems in smart cities. **Advanced Engineering Informatics**, v. 61, p. 102485, 2024.

SHEN, Yuxuan; PAN, Yue. BIM-supported automatic energy performance analysis for green building design using explainable machine learning and multi-objective optimization. **Applied Energy**, v. 333, p. 120575, 2023.

SHI, Chao *et al.* A BIM-based framework for automatic numerical modelling and geotechnical analysis of a large-scale deep excavation for transportation infrastructures. **Intelligent Transportation Infrastructure**, v. 2, p. liad012, 2023.

SHIM, Changsu; MOON, HyounSeok. Recent BIM Developments and Applications on Railway Infrastructure. In: **Digital Railway Infrastructure**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 211-227.

SHIN, Min-Ho; KIM, Hwan-Yong; LIAO, Jian-Feng. Performance Measurement and Analysis of Building Information Modeling (BIM) Applications in the Railway Infrastructure Construction Phase. **Applied Sciences**, v. 14, n. 2, p. 502, 2024.

SILVA, Katiane O. Alpes; SILVA, Pedro J. Rodrigues; MACIEL, Alexandre MA. Análise de Retenção Escolar em Cursos de Graduação na POLI/UPE Usando Mineração de Dados. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 7, n. 2, p. 108-117, 2022.

SILVA, Maria Conceição da Costa *et al.* Guidelines for the Implementation of BIM for Post-Occupancy Management of Social Housing in Brazil. **Energies**, v. 15, n. 18, p. 6802, 2022.

SILVA, Maria Célia Leme. Práticas de desenho e saberes geométricos nos manuais escolares do século XIX. **Pro-Posições**, v. 29, n. 2, p. 352-369, 2018.

SILVA, Alex Sandro *et al.* A TECNOLOGIA BIM COMO FERRAMENTA DE MAXIMIZAÇÃO DE RESULTADOS. **Revista Interdisciplinar Pensamento Científico**, v. 5, n. 3, 2019.

SILVEIRA, Bruno Falcón; COSTA, Dayana Bastos. Method for automating the processes of generating and using 4D BIM models integrated with location-based planning and Last Planner® System. **Construction Innovation**, v. 24, n. 4, p. 1005-1025, 2024.

SLEPICKA, Martin; VILGERTSHOFER, Simon; BORRMANN, André. Fabrication information modeling: Interfacing building information modeling with digital fabrication. **Construction Robotics**, v. 6, n. 2, p. 87-99, 2022.

SONG, Yang; YANG, Jing. Curriculum Construction and Teaching Practice of CAD Drawing Course for the Major of Planning and Design. **Computer-Aided Design & Applications**, v. 18, n. 2, p. 135-146, 2021.

SOON, Lam Tatt *et al.* Integration of Building Information Modelling (BIM) Into the Construction Project Scheduling. In: **Insights on Resiliency and Urban Development**. IGI Global, 2024. p. 185-200.

SOUSA, Maykon Alves Cunha; MATIAS, Talmanth Dias Dos Reis; CRAVO, Fabiano. AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM EM COMPARAÇÃO COM OS MODELOS TRADICIONAIS. **Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 45, 2023.

SOUSA, Filipe José; OLIVEIRA, Luno Gomes. UMA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM FASE DE PROJETO UTILIZANDO O BIM. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 19, n. 1, p. 124-140, 2023.

SOUZA, Manuella Araújo de; BORGES, Thais Schettini Gonzalez; RIBEIRO, Renata de Almeida; ÁVILA, Paulo Victor Matos leite de; CHECCUCCI, Érica de Sousa. Revisão sistemática de literatura: o uso de BIM no ensino de conforto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2023. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2023.

SOUZA, Ragner Sydney *et al.* Construction clash detection trajectory in recent years: Trajetória do clash detection na construção nos últimos anos. **Concilium**, v. 24, n. 1, p. 526-543, 2024.

SOUST-VERDAGUER, Bernardette; GUTIÉRREZ MORENO, José Antonio; LLATAS, Carmen. Utilization of an automatic tool for building material selection by integrating life cycle sustainability assessment in the early design stages in BIM. **Sustainability**, v. 15, n. 3, p. 2274, 2023.

SOTELINO, Elisa D.; NATIVIDADE, Veronica; TRAVASSOS DO CARMO, Cristiano Saad. Teaching BIM and its impact on young professionals. **Journal of Civil Engineering Education**, v. 146, n. 4, p. 05020005, 2020.

SU, Tengxiang; LI, Haijiang; AN, Yi. A BIM and machine learning integration framework for automated property valuation. **Journal of building engineering**, v. 44, p. 102636, 2021.

SUCCAR, Bilal; SHER, Willy; WILLIAMS, Anthony. Measuring BIM performance: Five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 2, p. 120-142, 2012.

SUCCAR, Bilal; KASSEM, Mohamad. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in construction**, v. 57, p. 64-79, 2015.

SUCCAR, Bilal. Building Information Modelling Maturity Matrix. In: UNDERWOOD, Jason; ISIKDAG, Umit. **Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies**. Hershey: IGI Global, 2010. p. 65-103.

SULZ, Ana Rita; QUEIROZ, Alex Sandro Ferreira; SANTOS FILHO, César Ricardo Rocha. GEOMETRIA DESCRITIVA NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL: UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO NA UEFS. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**, v. 11, n. 1, 2023.

SUN, Shaonan *et al.* Numerical Simulation and Analysis of Hydraulic Turbines Based on BIM for Sustainable Development. **Sustainability**, v. 15, n. 23, p. 16168, 2023.

TECHEL, F.; NASSAR, K. A sustainability design perspective. In: ASCAAD CONFERENCE, 2007, Alexandria, Egito. **Anais [...]**. Alexandria: [s.n.], 2007.

TAHMASEBINIA, Faham *et al.* Implementation of BIM energy analysis and monte carlo simulation for estimating building energy performance based on regression approach: A case study. **Buildings**, v. 12, n. 4, p. 449, 2022.

TAO, Guowu *et al.* Dynamic multi-objective construction site layout planning based on BIM. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 26, n. 4, p. 1522-1534, 2022.

TAUSCHER, H.; WONG, K. W. a Testbed for Applying Operationalized Graph Grammars to Sustainability Analysis in Integrated Bim-Gis Scenarios. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 48, p. 147-152, 2022.

TAUFIQURROHMAN, Muhammad; DERMAWAN, Very; CAHYA, Evi Nur. Study of Drainage Channel Planning with Building Information Modeling (BIM) Implementation in UB Forest Buntoro. **Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering**, v. 15, n. 1, p. 12-21, 2024.

TEIXEIRA, Nathan Santos; SARTI JUNIOR, Luiz Antonio; SERRA, Sheyla Baptista. Aplicação da Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Projeto do Canteiro de Obras. **Gestão e Gerenciamento**, v. 14, n. 14, p. 19-28, 2022.

TITA, Elfrido Elias *et al.* Initiatives in Dili of Timor-Leste for implementing traffic management using digital twin-BIM technology. **Intelligence, Informatics and Infrastructure**, v. 5, n. 1, p. 42-56, 2024.

TIWARI, Amit; MADALLI, Devika P. Maturity models in LIS study and practice. **Library & Information Science Research**, v. 43, n. 1, p. 101069, 2021.

TRAN, Si Van-Tien *et al.* A hazard identification approach of integrating 4D BIM and accident case analysis of spatial-temporal exposure. **Sustainability**, v. 13, n. 4, p. 2211, 2021.

TUSHAR, Quddus *et al.* An integrated approach of BIM-enabled LCA and energy simulation: The optimized solution towards sustainable development. **Journal of Cleaner Production**, v. 289, p. 125622, 2021.

TUVAYANOND, Wiput; PRASITTISOPIN, Lapyote. Design for manufacture and assembly of digital fabrication and additive manufacturing in construction: a review. **Buildings**, v. 13, n. 2, p. 429, 2023.

UDDIN, M. N. *et al.* Building information modeling (BIM) incorporated green building analysis: An application of local construction materials and sustainable practice in the built environment. **Journal of building pathology and rehabilitation**, v. 6, p. 1-25, 2021.

ULINNUHA, Nadira Zalfa; HANDAYANI, Fajar Sri; RIFAI, Muji. Comparative Analysis of Conventional Methods with BIM Methods on Construction Cost Estimate at Structure Project Design Calculations (Case Study of Construction of a Satpol PP Building). **Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal**, v. 1, n. 4, p. 12-12, 2024.

VASCONCELOS, Bianca. **Modelo de gestão de prevenção de acidentes para a fase de concepção**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2013.

VASCONCELOS, Bianca; GERMANO, João Victor Menezes. Percepção do BIM por projetistas do setor da AECO em Pernambuco. **Revista Projetar-Projeto e Percepção do Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 132-142, 2023.

VASCONCELLOS, Lorena de Souza Nadyer; GOMES, Heitor Reis; LOBO, Anderson Villaverde; COELHO, Roberio do Nascimento; CHECCUCCI, Érica de Sousa. Ampliação do BIM na disciplina de Desenho Técnico: experiência na UFBA. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 5., 2023. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2023.

VASCONCELOS, Bianca Maria; GERMANO, João Victor Menezes. Percepção do BIM por projetistas do setor da AECO em Pernambuco. **Revista Projetar-Projeto e Percepção do Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 132-142, 2023.

WANDERLEY, Ayanna Karina; LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto Casado; ROCHA, Joaquin Humberto Aquino. Requirements for BIM implementation in AEC companies: a Brazilian case study. **Revista de la construcción**, v. 22, n. 2, p. 455-473, 2023.

WANG, Mingyan. CAD Interior Design Color Transfer Simulation Based on the Topological Information Area Matching Model. **Advances in Multimedia**, v. 2022, n. 1, p. 6219052, 2022.

WANG, Weixi *et al.* Deep learning for assessment of environmental satisfaction using BIM big data in energy efficient building digital twins. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 50, p. 101897, 2022.

WANG, Taige; CHEN, Han-Mei. Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. **Automation in Construction**, v. 150, p. 104832, 2023.

WANG, Sen; CHONG, Heap-Yih; ZHANG, Wei. The impact of BIM-based integration management on megaproject performance in China. **Alexandria Engineering Journal**, v. 94, p. 34-43, 2024.

WANG, Hechi *et al.* Research on Pathology Information Management of Educational Architectural Heritage Based on Digital Technology: The Case of James Jackson Gymnasium. **Buildings**, v. 14, n. 4, p. 1048, 2024.

WAQAR, Ahsan *et al.* Implementing building information modeling (BIM) for the success of geotechnical offshore construction projects: malaysian construction industry. **Quality & Quantity**, v. 58, n. 2, p. 1945-1970, 2024.

WEN, Qing-Jie *et al.* The progress and trend of BIM research: A bibliometrics-based visualization analysis. **Automation in Construction**, v. 124, p. 103558, 2021.

WILHELM, Laura; DONAUBAUER, Andreas; KOLBE, Thomas H. Integration of BIM and environmental planning: the CityGML EnvPlan ADE. **J. Digit. Landsc. Archit**, v. 6, p. 323-324, 2021.

WITTE, Diego; NEVES, Bruno. A transição do processo de projeto CAD para a implementação do BIM em uma incorporadora. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 2021. **Anais [...]. [S. l.]**, 2021.

WU, Shihai *et al.* Automated layout design approach of floor tiles: based on building information modeling (BIM) via parametric design (PD) platform. **Buildings**, v. 12, n. 2, p. 250, 2022.

XIE, Qimiao; JIANG, Yufei; HUANG, Chen. A BIM-based development method for digital drawing review system in the construction sector. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, p. 1-17, 2023.

XIE, Yuan *et al.* As-built BIM reconstruction of piping systems using PipeNet. **Automation in Construction**, v. 147, p. 104735, 2023.

XU, Fusuo; YANG, Jianzhi; ZHU, Xiaowei. A comparative study on the difference of CFD simulations based on a simplified geometry and a more refined BIM based geometry. **Aip Advances**, v. 10, n. 12, 2020.

YAMANI, Siham *et al.* 3D variables requirements for property valuation modeling based on the integration of BIM and CIM. **Sustainability**, v. 13, n. 5, p. 2814, 2021.

YANG, Chenglong *et al.* Analysis on risk factors of BIM application in construction project operation and maintenance phase. **Journal of Service Science and Management**, v. 14, n. 02, p. 213, 2021.

YANG, Lijun *et al.* A 3D Parameterized BIM-Modeling Method for Complex Engineering Structures in Building Construction Projects. **Buildings**, v. 14, n. 6, p. 1752, 2024.

YAP, Pei Xin; AZIZ, Nur Mardhiyah. Teaching strategies in integrating BIM education for the quantity surveying courses in Malaysian higher education institution. **Malaysian Construction Research Journal**, v. 9, n. 1, p. 126-132, 2020.

YAVAN, Feyzullah; MAALEK, Reza; TOĞAN, Vedat. Structural Optimization of Trusses in Building Information Modeling (BIM) Projects Using Visual Programming, Evolutionary Algorithms, and Life Cycle Assessment (LCA) Tools. **Buildings**, v. 14, n. 6, p. 1532, 2024.

YIN, Jun *et al.* BIM-based detection and optimization of spatial-temporal clashes in underground pipeline construction. **Automation in Construction**, v. 166, p. 105616, 2024.

YE, Zhaofeng *et al.* Building information modeling (BIM) in project management: A bibliometric and science mapping review. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2024.

YU, Wei; SINIGH, Pradeep. Application of CAD in product packaging design based on green concept. **Computer-Aided Design and Applications**, v. 19, n. S2, p. 124-133, 2021.

ZAVARI, Masoud *et al.* Multi-objective optimization of dynamic construction site layout using BIM and GIS. **Journal of Building Engineering**, v. 52, p. 104518, 2022.

ZENG, Ningshuang *et al.* BIM-enabled Kanban system in construction logistics for real-time demand reporting and pull replenishment. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2023.

ZHANG, Jingxiao *et al.* Toward next-generation engineering education: A case study of an engineering capstone project based on BIM technology in MEP systems. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 30, n. 1, p. 146-162, 2022.

ZHAO, Liang; ZHANG, Wei; WANG, Wenshun. BIM-based multi-objective optimization of low-carbon and energy-saving buildings. **Sustainability**, v. 14, n. 20, p. 13064, 2022.

ZHOU, Shuowen; FAN, Yifei; ZHAO, Xudong. Analysis of BIM Technology Application in Geotechnical Engineering Based on Complex Network. **Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture**, v. 14, n. 6, p. 43-48, 2022.

ZHUANG, Dian *et al.* A performance data integrated BIM framework for building life-cycle energy efficiency and environmental optimization design. **Automation in Construction**, v. 127, p. 103712, 2021.

ZUIN, Elenice de Souza Lodron. O ensino do desenho nas escolas de Minas Gerais nas primeiras décadas do novecentos. **Perspectiva**, v. 40, n. 2, 2022.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA MEMBRO RESPONSÁVEL PELA  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA POLI/UPE**

1. O curso de engenharia civil da POLI/UPE tem ciência do Decreto Federal 11.888/2024?

O Decreto Federal 11.888/2024 institui dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia BIM BR, que possui como objetivo principal promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e a sua difusão no País.

Dentre os demais objetivos da Estratégia BIM BR, tem-se como exemplo:

- Difundir o BIM e os seus benefícios;
- Estimular a capacitação e a formação profissional em BIM;
- Estimular o uso do BIM para o fomento da construção industrializada e da sustentabilidade na construção.

*Marque apenas uma opção*

- a. Sim
- b. Não

2. Em caso afirmativo, como a POLI/UPE vem se posicionando acerca da Estratégia BIM BR?
- 

3. Há algum incentivo/programa para que o corpo docente se capacite em BIM?

*Marque apenas uma opção*

- a. Sim
- b. Não
- c. Não sei responder

4. Em caso afirmativo, qual o incentivo/programa para capacitação BIM do corpo docente? descreva-o.
- 

5. Atualmente em relação à visão institucional do curso de engenharia civil da POLI/UPE sobre o BIM:

*Marque apenas uma opção*

- a. O BIM não é enxergado como importante, prioridade ou como uma metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos
- b. O BIM não é enxergado como importante, prioridade ou como uma metodologia no

processo de ensino-aprendizagem para os alunos. No entanto, não há nenhuma barreira interna para iniciativas de professores

- c. O BIM é enxergado como importante, mas não como prioridade ou como metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos
- d. O BIM é visto como prioridade pela IES e um meio para o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, não há uma formalização desta visão institucional
- e. O BIM é visto como prioridade pela IES e um meio para o processo de ensino-aprendizagem. Ele está inserido no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e nos Planos de Ensinos das disciplinas
- f. Não sei responder

**APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA CORPO DOCENTE DO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA POLI/UPE**

## A. INTRODUÇÃO

### Introdução

o BIM (Building Information Modeling) - Modelagem da Informação da Construção, é definido como um "conjunto integrado de processos e tecnologias que permite criar, utilizar, atualizar e compartilhar, colaborativamente, modelos digitais de uma construção, de forma a servir potencialmente a todos os participantes do empreendimento durante o ciclo de vida da construção." (BRASIL, 2024).

BRASIL. Decreto federal nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2023-2026/2024/Decreto/D11888.htm#art14](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2024/Decreto/D11888.htm#art14).

Acesso em: 23 jun. 2024

1. Você ministra disciplinas presentes em qual ciclo do curso de graduação em engenharia civil na POLI/UPE?

*Marque todas que se aplicam*

- Ciclo básico
- Ciclo profissional

2. Como você autodeclara o seu nível de conhecimento em BIM?

*Marque apenas uma opção*

- a. Nenhum
- b. Pouco
- c. Mediano
- d. Bom
- e. Muito conhecimento
- f. Não sei responder

3. Você já possuiu algum contato com o BIM na POLI/UPE?

*Marque apenas uma opção*

- a. Sim
- b. Não

**B. NÃO HÁ CONTATO COM BIM AO LONGO DO CURSO**

*Seção exclusiva para quem respondeu que NÃO HÁ contato com o BIM.*

1. Qual(is) o(s) motivo(s) para ausência do seu contato do BIM na POLI/UPE?

*Marque todas que se aplicam*

- Desmotivação dos alunos
- Desmotivação do corpo docente
- Desmotivação da instituição
- Falta de capacitação do corpo docente
- Falta de incentivos e/ou demanda do mercado
- Falta de incentivo da direção da instituição
- Falta de recursos tecnológicos (softwares, hardwares, rede)
- O BIM não é enxergado como prioridade no currículo
- Resistência a uma nova metodologia/tecnologia institucional
- Ausência de exigência/obrigação
- Ausência de suporte/diretrizes para implementação
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

2. Você possui interesse em implementar o BIM na(s) cadeira(s) que atua?

*Marque apenas uma opção*

- a. Sim
- b. Não
- c. Não sei responder

3. Dentre as disciplinas que você ministra na POLI/UPE, você visualiza possível interface para uso do BIM em alguma(s) dela(s)?

*Marque apenas uma opção*

- a. Sim
- b. Não
- c. Não sei responder

## B. INICIATIVAS BIM

*Esta seção é destinada a quem respondeu que **HÁ** contato com o BIM.*

1. Qual(is) meio(s) que você teve contato com o BIM na POLI/UPE?

*Marque todas que se aplicam*

- Disciplina ministrada
- Capacitação em curso
- Palestra
- Extensão Acadêmica
- Orientação de iniciação científica
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

2. Qual(is) o(s) motivo(s) levaram o seu contato com o BIM na POLI/UPE?

*Marque todas que se aplicam*

- Adequação às novas tecnologias
- Atendimento a uma obrigatoriedade
- Atendimento às exigências do mercado de trabalho
- Demanda dos alunos
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

3. Qual(is) a(s) barreira(s) e dificuldade(s) você acha que existem para uma maior disseminação do BIM na POLI/UPE?

*Marque todas que se aplicam*

- Desmotivação dos alunos

- Desmotivação do corpo docente
- Desmotivação da instituição
- Falta de capacitação do corpo docente
- Falta de incentivos e/ou demanda do mercado
- Falta de incentivo da alta direção da instituição
- Falta de recursos tecnológicos na instituição (softwares, hardwares, rede)
- O BIM não é enxergado como prioridade no currículo
- Resistência a uma nova metodologia/tecnologia institucional
- Ausência de suporte/diretrizes para implementação
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

4. Caso você tenha lecionado em disciplinas do curso de Engenharia Civil da POLI/UPE que possuem contato com o BIM, qual é a estimativa da quantidade de alunos que já foram capacitados?

\_\_\_\_\_

5. Caso você conheça alguma iniciativa BIM na Extensão Acadêmica na POLI/UPE, por favor, descreva-a.

\_\_\_\_\_

6. Caso você conheça alguma iniciativa BIM na iniciação científica na POLI/UPE, por favor, descreva-a.

\_\_\_\_\_

7. No âmbito do ensino, pesquisa e extensão da POLI/UPE, você já atuou em qual(is) desse(s) uso(s) BIM?

*Marque todas que se aplicam*

- Modelagem de Condições Existentes
- Estimativas de Custos
- Planejamento

- Programação
- Análises Locais
- Revisão de Projetos
- Design Autoral
- Análise Estrutural
- Análise Luminotécnica
- Análise Energética
- Análise Mecânica
- Análise de Outras Engenharias
- Avaliação LEED Sustentabilidade
- Validação de Códigos
- Coordenação Espacial 3D
- Planejamento de Utilização
- Projeto do Sistema Construtivo
- Fabricação Digital
- Planejamento de Controle 3D
- Modelagem de Registros
- Planejamento de Manutenção
- Análise do Sistema de Construção
- Gestão de Ativos
- Gerenciamento de Espaços/Rastreamento
- Planejamento contra Desastres
- Não sei responder
- Outros

8. Dentre as disciplinas que você ministra na POLI/UPE, você visualiza possível interface para uso do BIM em alguma(s) dela(s)?

*Marque apenas uma opção*

- a. Sim
- b. Não

c. Não sei responder

**[Nota: caso for marcado “Sim” na oitava questão, será apresentada a seção “B. INTERFACE DO BIM COM DISCIPLINA”. Caso for marcado “Não” na oitava questão, o questionário será encerrado.]**

### C. INTERFACE DO BIM COM DISCIPLINA

Nesta página, solicitaremos o detalhamento das possíveis interfaces do BIM com cada disciplina da sua área que você visualiza possível interface para uso do BIM.

1. Indique o nome de uma das disciplinas que você indicou que visualiza possível interface para uso do BIM.

- 
2. Para essa disciplina, indique quais conceitos relacionados ao BIM podem ser trabalhados no componente curricular.

*Marque todas que se aplicam*

- Ciclo de vida da edificação
- Colaboração
- Interoperabilidade
- Coordenação
- Modelagem geométrica tridimensional
- Parametrização
- Orientação a objetos
- Semântica do modelo
- Visualização do modelo
- Simulação e análise numérica
- Não sei responder
- Outros

3. Para essa disciplina, indique quais competências BIM de domínio técnico ou de execução são possíveis de serem desenvolvidas.

*Marque todas que se aplicam*

- Manipulação de modelos
- Modelagem geométrica (sólidos ou superfície)
- Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software
- Desenvolvimento de componentes para biblioteca BIM
- Uso de repositórios de informações ou CDE
- Exportar e importar modelos/Trabalhar questões de interoperabilidade
- Trabalhar com BCF, usar ferramentas de gestão e comunicação
- Integrar ou federar modelos
- Integrar BIM com outras tecnologias (nuvem de pontos/Realidade aumentada/Realidade virtual/...)
- Outras

4. Quais etapas do ciclo de vida podem ser trabalhadas no componente curricular?

*Marque todas que se aplicam*

- Estudo de viabilidade
- Projetação
- Planejamento da construção
- Construção
- Uso: operação e manutenção
- Demolição ou requalificação
- Outros

5. Além da(s) disciplina(s) indicada(s), há mais alguma disciplina que você leciona e visualiza possível interface para uso do BIM?

*Marque apenas uma opção*

- a. Sim
- b. Não

**[Nota: caso for marcado “Sim” na quinta questão, será apresentado outro espaço da seção “B. INTERFACE DO BIM COM DISCIPLINA” para que seja indicada a**

**interface BIM com a outra disciplina. Caso for marcado “Não” na quinta questão, o questionário será encerrado.]**

**APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA MEMBRO RESPONSÁVEL PARA  
MEMBRO RESPONSÁVEL PELA DIVISÃO DE TECNOLOGIA DA  
INFORMAÇÃO DA POLI/UPE**

1. Quais softwares BIM a POLI/UPE possui instalado nos computadores dos laboratórios de informática?

*Marque todas que se aplicam*

- Revit
- ArchiCAD
- Bentley
- Vectorworks
- Tekla Structures
- TQS
- Autodesk Ecotect Analysis
- Autodesk Green Building Studio
- Navisworks
- Tekla BIMsight
- BIMcollab
- Synchro
- Vico
- Não sei responder
- Outro(s)

2. Caso a POLI/UPE possua algum acordo ou parceria com desenvolvedores de softwares BIM, descreva o(s) fornecedor(es).

---

3. O acordo ou a parceria consiste em

*Marque todas que se aplicam*

- Fornecimento de softwares BIM para acesso na POLI/UPE
- Fornecimento de softwares BIM para acesso individual dos alunos (fora da POLI/UPE)
- Capacitação do corpo docente
- Capacitação dos alunos
- Não sei responder
- Outros

4. Caso a POLI/UPE possua algum acordo ou parceria com fabricantes de hardware (equipamentos), descreva o(s) fabricante(s).

---

5. O acordo ou a parceria consiste em

*Marque todas que se aplicam*

- Fornecimento de hardwares (equipamentos) para a POLI/UPE
- Fornecimento de hardwares para alunos (com descontos)
- Capacitação do corpo docente
- Manutenção
- Programa de substituição e modernização dos hardwares
- Não sei responder
- Outros

**APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PARA MEMBROS QUE COMPÕEM O NÚCLEO  
DOCENTE ESTRUTURANTE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA  
POLI/UPE**

## A. INTRODUÇÃO

### Introdução

o BIM (Building Information Modeling) - Modelagem da Informação da Construção, é definido como um "conjunto integrado de processos e tecnologias que permite criar, utilizar, atualizar e compartilhar, colaborativamente, modelos digitais de uma construção, de forma a servir potencialmente a todos os participantes do empreendimento durante o ciclo de vida da construção." (BRASIL, 2024).

BRASIL. Decreto federal nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2023-2026/2024/Decreto/D11888.htm#art14](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2024/Decreto/D11888.htm#art14).

Acesso em: 23 jun. 2024

#### 1. Qual a sua área de atuação no NDE?

*Marque apenas uma opção*

- a. Projetos e disciplinas finais de curso
- b. Transportes
- c. Recursos hídricos
- d. Geotecnia
- e. Construção civil
- f. Estruturas

#### 2. Como você autodeclara o seu nível de conhecimento em BIM?

*Marque todas que se aplicam*

- Nenhum
- Pouco
- Mediano
- Bom
- Muito conhecimento
- Não sei responder

3. Dentre as disciplinas da sua área no NDE, você visualiza possível interface para uso do BIM em alguma(s) dela(s)?

*Marque apenas uma opção*

- a. Sim
- b. Não
- c. Não sei responder

**[Nota: caso for marcado “Sim” na terceira questão, será apresentada a seção “B. INTERFACE DO BIM COM DISCIPLINA”. Caso for marcado “Não” na terceira questão, o questionário será encerrado.]**

## B. INTERFACE DO BIM COM DISCIPLINA

Nesta página, solicitaremos o detalhamento das possíveis interfaces do BIM com cada disciplina da sua área que você visualiza possível interface para uso do BIM.

6. Indique o nome de uma das disciplinas que você indicou que visualiza possível interface para uso do BIM.

---

7. Para essa disciplina, indique quais conceitos relacionados ao BIM podem ser trabalhados no componente curricular.

*Marque todas que se aplicam*

- Ciclo de vida da edificação
- Colaboração
- Interoperabilidade
- Coordenação
- Modelagem geométrica tridimensional
- Parametrização
- Orientação a objetos
- Semântica do modelo
- Visualização do modelo
- Simulação e análise numérica

- Não sei responder
- Outros

8. Para essa disciplina, indique quais competências BIM de domínio técnico ou de execução são possíveis de serem desenvolvidas.

*Marque todas que se aplicam*

- Manipulação de modelos
- Modelagem geométrica (sólidos ou superfície)
- Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software
- Desenvolvimento de componentes para biblioteca BIM
- Uso de repositórios de informações ou CDE
- Exportar e importar modelos/Trabalhar questões de interoperabilidade
- Trabalhar com BCF, usar ferramentas de gestão e comunicação
- Integrar ou federar modelos
- Integrar BIM com outras tecnologias (nuvem de pontos/Realidade aumentada/Realidade virtual/...)
- Não sei responder
- Outros

9. Quais etapas do ciclo de vida podem ser trabalhadas no componente curricular?

*Marque todas que se aplicam*

- Estudo de viabilidade
- Projetação
- Planejamento da construção
- Construção
- Uso: operação e manutenção
- Demolição ou requalificação
- Não sei responder
- Outros

10. Além da(s) disciplina(s) indicada(s), há mais alguma disciplina da sua área do

NDE que você visualiza possível interface para uso do BIM?

*Marque apenas uma opção*

- a. Sim
- b. Não

**Nota: caso for marcado “Sim” na décima questão, será apresentado outro espaço da seção “B. INTERFACE DO BIM COM DISCIPLINA” para que seja indicada a interface BIM com a outra disciplina. Caso for marcado “Não” na décima questão, o questionário será encerrado.**

**APÊNDICE E – MATRIZ DA INTERFACE BIM COM DISCIPLINAS**

1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Cálculo Diferencial e Integral em uma Variável</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Cálculo Diferencial e Integral em uma Variável		1	2					2	7	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis		1	2					2	7	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis		1	2					2	7	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Equações Diferenciais</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Equações Diferenciais</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Equações Diferenciais		1	2					2	7	Equações Diferenciais		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Hidráulica</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Hidráulica</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Hidráulica		1	2					2	7	Hidráulica		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Hidrologia Aplicada</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Hidrologia Aplicada</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Hidrologia Aplicada		1	2					2	7	Hidrologia Aplicada		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Saneamento 1</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Saneamento 1</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Saneamento 1		1	2					2	7	Saneamento 1		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Saneamento 2</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Saneamento 2</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Saneamento 2		1	2					2	7	Saneamento 2		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Gestão e Controle Ambiental</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Gestão e Controle Ambiental</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Gestão e Controle Ambiental		1	2					2	7	Gestão e Controle Ambiental		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Direito para Engenheiro</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Direito para Engenheiro</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Direito para Engenheiro		1	2					2	7	Direito para Engenheiro		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																														
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Cálculo Diferencial e Integral em uma Variável		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Equações Diferenciais		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Equações Diferenciais		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Hidráulica		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Hidráulica		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Hidrologia Aplicada		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Hidrologia Aplicada		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Saneamento 1		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Saneamento 1		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Saneamento 2		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Saneamento 2		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Gestão e Controle Ambiental		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Gestão e Controle Ambiental		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Direito para Engenheiro		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Direito para Engenheiro		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Geometria Analítica</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Geometria Analítica</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Geometria Analítica		1	2					2	7	Geometria Analítica		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Álgebra linear</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Álgebra linear</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Álgebra linear		1	2					2	7	Álgebra linear		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Estática</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Estática</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Estática		1	2					2	7	Estática		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Dinâmica</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Dinâmica</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Dinâmica		1	2					2	7	Dinâmica		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Resistência dos Materiais 1</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Resistência dos Materiais 1</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Resistência dos Materiais 1		1	2					2	7	Resistência dos Materiais 1		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Resistência dos Materiais 2</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Resistência dos Materiais 2</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Resistência dos Materiais 2		1	2					2	7	Resistência dos Materiais 2		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Concreto 1</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Concreto 1</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Concreto 1		1	2					2	7	Concreto 1		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Concreto 2</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Concreto 2</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Concreto 2		1	2					2	7	Concreto 2		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Teoria das Estruturas 1</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Teoria das Estruturas 1</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Teoria das Estruturas 1		1	2					2	7	Teoria das Estruturas 1		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Construção Civil 1</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Construção Civil 1</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Construção Civil 1		1	2					2	7	Construção Civil 1		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Construção Civil 2</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Construção Civil 2</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Construção Civil 2		1	2					2	7	Construção Civil 2		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Gestão de Construção Civil 1</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Gestão de Construção Civil 1</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Gestão de Construção Civil 1		1	2					2	7	Gestão de Construção Civil 1		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Gestão de Construção Civil 2</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Gestão de Construção Civil 2</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Gestão de Construção Civil 2		1	2					2	7	Gestão de Construção Civil 2		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Geometria Analítica		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Geometria Analítica		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Álgebra linear		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Álgebra linear		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Estática		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Estática		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Dinâmica		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Dinâmica		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Resistência dos Materiais 1		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Resistência dos Materiais 1		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Resistência dos Materiais 2		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Resistência dos Materiais 2		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Concreto 1		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Concreto 1		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Concreto 2		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Concreto 2		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Teoria das Estruturas 1		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Teoria das Estruturas 1		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Construção Civil 1		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Construção Civil 1		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Construção Civil 2		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Construção Civil 2		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Gestão de Construção Civil 1		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Gestão de Construção Civil 1		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Gestão de Construção Civil 2		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Gestão de Construção Civil 2		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Introdução à Programação</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Introdução à Programação</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Introdução à Programação		1	2					2	7	Introdução à Programação		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Fundamentos da Mecânica</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Fundamentos da Mecânica</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Fundamentos da Mecânica		1	2					2	7	Fundamentos da Mecânica		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Fundamentos da Ondulatória e Termodinâmica</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Fundamentos da Ondulatória e Termodinâmica</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Fundamentos da Ondulatória e Termodinâmica		1	2					2	7	Fundamentos da Ondulatória e Termodinâmica		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Fundamentos da Mecânica</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Fundamentos da Mecânica</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Fundamentos da Mecânica		1	2					2	7	Fundamentos da Mecânica		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Materiais de Construção 1</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Materiais de Construção 1</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Materiais de Construção 1		1	2					2	7	Materiais de Construção 1		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Materiais de Construção 2</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Materiais de Construção 2</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Materiais de Construção 2		1	2					2	7	Materiais de Construção 2		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Teoria das Estruturas 1</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Teoria das Estruturas 1</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Teoria das Estruturas 1		1	2					2	7	Teoria das Estruturas 1		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Mecânica dos Solos 1</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Mecânica dos Solos 1</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Mecânica dos Solos 1		1	2					2	7	Mecânica dos Solos 1		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Mecânica dos Solos 2</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Mecânica dos Solos 2</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Mecânica dos Solos 2		1	2					2	7	Mecânica dos Solos 2		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Fundamentos de Geologia</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Fundamentos de Geologia</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Fundamentos de Geologia		1	2					2	7	Fundamentos de Geologia		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1	2	3	3	6	<table border="1"><tr><td>15</td><td>30</td><td>45</td><td>60</td><td>75</td><td>90</td><td>100</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td colspan="2">Medicina dos Solos 1</td><td>1</td><td>2</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>2</td><td>7</td><td colspan="2">Medicina dos Solos 1</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>4</td><td>9</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>10</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td></td></tr></table>	15	30	45	60	75	90	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	6	Medicina dos Solos 1		1	2					2	7	Medicina dos Solos 1		1	4					4	9	1	2	3	4	5	6	2	5	5	10	1	2	3	1																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Introdução à Programação		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Introdução à Programação		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Fundamentos da Mecânica		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Fundamentos da Mecânica		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Fundamentos da Ondulatória e Termodinâmica		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Fundamentos da Ondulatória e Termodinâmica		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Fundamentos da Mecânica		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Fundamentos da Mecânica		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Materiais de Construção 1		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Materiais de Construção 1		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Materiais de Construção 2		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Materiais de Construção 2		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Teoria das Estruturas 1		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Teoria das Estruturas 1		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Mecânica dos Solos 1		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Mecânica dos Solos 1		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Mecânica dos Solos 2		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Mecânica dos Solos 2		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Fundamentos de Geologia		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Fundamentos de Geologia		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1	2	3	3	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
15	30	45	60	75	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	6	Medicina dos Solos 1		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	7	Medicina dos Solos 1		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	9	1	2	3	4	5	6	2	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
5	10	1	2	3	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
Cálculo Diferencial e Integral em uma Variável	Cálculo Diferencial e Integral em Várias Variáveis	Cálculo Diferencial e Integral e Vetorial	Equações Diferenciais	Hidráulica	Hidrologia Aplicada	Saneamento 1	Saneamento 2	Gestão e Controle Ambiental	Direito para Engenheiro
Geometria Analítica	Álgebra linear	Estatística	Dinâmica	Resistência dos Materiais 1	Resistência dos Materiais 2	Concreto 1	Concreto 2	Concreto Protendido	Pontes 1
Introdução à Programação	Fundamentos da Mecânica	Fundamentos do Eletromagnetismo	Fundamentos da Ondulatória e Termodinâmica	Materiais de Construção 1	Materiais de Construção 2	Teoria das Estruturas 1	Construção Civil 1	Construção Civil 2	Gestão da Construção Civil 2
Sociologia, Meio Ambiente e Contexto Social Contemporâneo	Probabilidade e estatística	Cálculo Numérico	Laboratório de Física Básica	Fundamentos de Geologia	Mecânica dos Solos 1	Mecânica dos Solos 2	Fundações	Gestão da Construção Civil 1	Instalações Prediais
Introdução à Engenharia	Expressão Gráfica 1	Expressão Gráfica 2	Fenômenos de Transporte	Desenho Técnico	Arquitetura	Engenharia de Segurança	Estágio Supervisionado	Construções de Aço e Madeira	Portos 1
Química geral		Desenho Universal e Acessibilidade		Topografia 1	Topografia 2	Engenharia de Transportes	Metodologia da Pesquisa	Projeto Final de Curso	
Português Instrumental						Estradas 1	Estradas 2		

### Eletivas

Acessibilidade e LIBRAS	Controle Tecnológico de Estacas	Drenagem urbana	Engenharia de Avenidas	Engenharia de Barragens	Engenharia de Recursos Hídricos	Equipamentos de construção	Estruturas em Situação de Incêndio
Ferrovias	Formação de Empreendedores	Fundações Especiais	Geoprocessamento	Geotecnia Ambiental	Gestão de Rotinas e Processos	Introdução ao GPS	Modelagem de Obras Geotécnicas
Movimentos de Massas e Processos Erosivos	Patologia das Edificações	Patologias das Construções de Edifícios	Pavimentos rígidos	Planejamento Urbano	Práticas de Construção	Recuperação de Estruturas de Concreto	Revisão Sistemática da Literatura
Sistema de Gestão Segurança e Saúde do Trabalho	Técnicas de Intervenções em Edifícios Históricos	Tecnologia do Gesso Aplicada a Construção Civil	Tecnologia dos Revestimentos	Teoria das Estruturas 2	Tópicos Avançados em Sustentabilidade	Tópicos Especiais de Geotecnia	

LEGENDA			
	Sem Interface	Possível Interface	Clara Interface
Ciclo Básico			
Ciclo Profissional			
Eletivas			

**APÊNDICE F – EMENTA/OBJETIVO, CONCEITOS BIM E COMPETÊNCIAS DE  
DOMÍNIO TÉCNICO OU DE EXECUÇÃO DAS DISCIPLINAS**

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
<b>Arquitetura</b>	Ementa/objetivo	Apresentar as interfaces existentes entre a Arquitetura e a Engenharia Civil, proporcionando ao aluno uma visão geral da Arquitetura e da atividade projetual, com ênfase no projeto arquitetônico na cidade do Recife.
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: pode ser explorado no estudo de viabilidade legal, física e financeira, abrangendo aspectos ambientais, funcionais e técnicos das edificações;</p> <p>Colaboração: trabalhada durante o desenvolvimento do anteprojeto em duplas, simulando práticas de integração entre disciplinas;</p> <p>Interoperabilidade: introduzida ao abordar a integração de projetos arquitetônicos com outras áreas da engenharia, destacando a troca de informações entre softwares;</p> <p>Coordenação: desenvolvida ao identificar e resolver conflitos entre propostas arquitetônicas e restrições técnicas, bem como ao abordar a integração do projeto arquitetônico com os demais projetos de engenharia;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: aplicada na elaboração do anteprojeto com o uso de ferramentas para criar representações tridimensionais detalhadas;</p> <p>Parametrização: utilizada para ajustar e testar configurações variáveis de elementos arquitetônicos, como esquadrias ou fachadas;</p> <p>Orientação a objetos: explorada ao demonstrar como elementos arquitetônicos podem conter informações técnicas e financeiras, como resistência térmica e custo;</p> <p>Semântica do Modelo: trabalhada ao associar dados como materiais e parâmetros legais aos objetos arquitetônicos no modelo;</p> <p>Visualização do Modelo: facilitada com ferramentas de realidade aumentada ou virtual, permitindo avaliar impacto estético e funcional;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao analisar orientação solar e fluxo de ventos, contribuindo para decisões de conforto ambiental e funcionalidade. Bem como análise com regras de cálculo de parâmetros urbanísticos para desenvolvimento do estudo de viabilidade.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: explorada no desenvolvimento do anteprojeto, permitindo ajustes contínuos;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): usada para criar volumes arquitetônicos e explorar formas arquitetônicas no anteprojeto;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: facilitada com a criação de elementos arquitetônicos padronizados, como esquadrias e mobiliários;</p> <p>Desenvolvimento de componentes para bibliotecas BIM: aplicada na criação de elementos personalizados para atender requisitos específicos do projeto;</p> <p>Uso de repositórios de informações ou CDE: trabalhada ao gerenciar versões do anteprojeto e registros dos assessoramentos;</p> <p>Exportação e importação de modelos: Simulada ao integrar diferentes softwares de modelagem;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: utilizada com realidade aumentada ou virtual para validar e apresentar o anteprojeto.</p>
<b>Concreto 1</b>	Ementa/objetivo	Proporcionar aos alunos conhecimentos necessários à elaboração de projetos de estruturas de concreto armado considerando os aspectos normativos de segurança, durabilidade e sustentabilidade.
	Conceito BIM	<p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para criar representações tridimensionais de elementos de concreto armado, incluindo armaduras longitudinais, transversais e de torção, facilitando o entendimento e a análise;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar propriedades como resistência à flexão e esforço cortante aos elementos modelados, permitindo ajustes automáticos no modelo conforme alterações normativas ou de projeto;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para gerar vistas tridimensionais que</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>incluem armaduras detalhadas, ajudando na comunicação entre equipes e no entendimento do comportamento estrutural;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao prever esforços e deformações nos elementos de concreto armado, avaliando a conformidade com os estados limites últimos e de serviço;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao prever esforços e deformações nos elementos de concreto armado, avaliando a conformidade com os estados limites últimos e de serviço</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao revisar e ajustar elementos estruturais de concreto armado no modelo BIM, integrando cálculos de dimensionamento;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar elementos detalhados, como seções de vigas e pilares com armaduras modeladas tridimensionalmente;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao usar componentes padronizados, como vigas e pilares com armaduras específicas, no modelo;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologia: utilizada ao aplicar realidade aumentada ou virtual para promover novas formas de visualizar os modelos.</p>
<b>Concreto 2</b>	<p>Ementa/objetivo</p>	<p>Proporcionar aos alunos conhecimentos necessários para elaboração de um projeto estrutural dando continuidade aos conhecimentos obtidos na disciplina Concreto 1. Assim, será abordado o dimensionamento e detalhamento de lajes, pilares e elementos de fundação. Projeto de uma edificação de médio porte será desenvolvido.</p>
	<p>Conceito BIM</p>	<p>Ciclo de vida da edificação: abordado ao integrar o dimensionamento e detalhamento de lajes, pilares e fundações no modelo BIM, com foco no desempenho estrutural durante todas as fases do projeto, construção e operação;</p> <p>Colaboração: trabalhada ao promover a integração entre o projeto estrutural com o arquitetônico;</p> <p>Interoperabilidade: explorada ao integrar modelos estruturais com modelos arquitetônicos desenvolvidos em softwares BIM;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para criar representações detalhadas de lajes, pilares e fundações, incluindo armaduras e interações entre os elementos estruturais;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar propriedades como esforços internos, tipos de lajes e dimensionamento de fundações aos elementos do modelo, permitindo ajustes automáticos;</p> <p>Orientação a objetos: trabalhada ao vincular informações como cargas transmitidas por pilares, armaduras necessárias e tipos de fundações aos elementos modelados;</p> <p>Semântica do modelo: abordada ao associar dados normativos, detalhamentos estruturais e critérios de segurança aos elementos de concreto armado no modelo;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para criar vistas tridimensionais integradas, facilitando a análise do comportamento estrutural;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao prever esforços, deformações e interações entre lajes, pilares e fundações em um modelo numérico.</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao ajustar e revisar os projetos de lajes, pilares e fundações diretamente no ambiente BIM;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações tridimensionais dos elementos estruturais de concreto armado;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao inserir componentes padronizados, como armaduras e conexões, nos modelos;</p> <p>Exportação e importação de modelos/trabalhar questões de</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>interoperabilidade: abordada ao integrar os modelos arquitetônico com o estrutural, bem como integrar as condições de cálculo estrutural em softwares BIM, garantindo a compatibilidade dos dados;</p> <p>Integrar ou federar modelos: trabalhada ao combinar o modelo estrutural com sistemas de arquitetura e instalação;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: utilizada para visualizar o detalhamento e a disposição de armaduras com realidade aumentada ou realidade virtual.</p>
<b>Concreto Protendido</b>	Ementa/objetivo	<p>Proporcionar aos alunos conhecimentos necessários à elaboração de projetos de estruturas de concreto protendido considerando os aspectos normativos de segurança, durabilidade e sustentabilidade.</p>
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: abordado ao considerar aspectos normativos e de desempenho do concreto protendido em todas as fases, incluindo projeto, construção e manutenção;</p> <p>Colaboração: trabalhada ao promover a integração entre o projeto estrutural com o arquitetônico;</p> <p>Interoperabilidade: explorada ao integrar modelos de cálculo de protensão com o ambiente BIM, permitindo que dados como traçados de cabos e verificações normativas sejam compartilhados e atualizados;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para representar elementos protendidos, incluindo traçados de cabos, ancoragens, armaduras e bainhas, em modelos tridimensionais;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar propriedades como força de protensão, retração, fluência e perdas de protensão aos elementos modelados;</p> <p>Orientação a objetos: trabalhada ao associar informações detalhadas, como tensões normais e critérios de dimensionamento, aos objetos representados no modelo;</p> <p>Semântica do modelo: abordada ao incluir dados como propriedades dos materiais, forças aplicadas e verificações normativas diretamente nos elementos protendidos do modelo BIM;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para criar simulações que mostram o comportamento de vigas e lajes protendidas sob diferentes combinações de cargas;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao prever esforços, tensões e deformações nos elementos protendidos, avaliando a conformidade com os estados limites último e de serviço.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao integrar e manipular os dados de protensão e detalhamentos estruturais no modelo BIM;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações tridimensionais de elementos protendidos, como vigas, lajes e sistemas de ancoragem;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao usar componentes padronizados, como cabos de protensão e armaduras, para facilitar o detalhamento no modelo;</p> <p>Exportação e importação de modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: abordada ao conectar softwares de projeto arquitetônico ou análise estrutural e simulação com o ambiente BIM para desenvolver o projeto estrutural e validar cálculos e traçados da protensão;</p> <p>Integrar ou federar modelos: trabalhada ao combinar projetos de concreto protendido com outros sistemas estruturais e arquitetônicos no modelo geral;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: utilizada ao aplicar realidade aumentada ou virtual para fornecer formas imersivas de visualizar o projeto.</p>
<b>Construção Civil 1</b>	Ementa/objetivo	<p>Habilitar os alunos de engenharia civil na organização da construção de edifícios, capacitando-os quanto às principais técnicas de execução dos serviços de execução de um edifício referentes aos serviços</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		preliminares de construção, locação de obras, fundações, estruturas, alvenaria estrutural e sistemas prediais.
	Conceito BIM	Ciclo de vida da edificação: pode ser trabalhado ao introduzir o uso do BIM para explorar todas as fases do empreendimento na disciplina, como projetar, construir e gerenciar resíduos, simulando o impacto ambiental de diferentes métodos construtivos; Colaboração: abordada ao ensinar a integração entre diferentes disciplinas e equipes envolvidas no processo construtivo, demonstrando como o BIM facilita o compartilhamento de informações e promove maior eficiência nas decisões de planejamento e execução; Interoperabilidade: introduzida ao abordar a integração da comunicação entre softwares, como software de modelagem e de gestão de resíduos e coordenação do planejamento de projetos; Coordenação: trabalhada ao ensinar os alunos a identificar e resolver conflitos de projeto utilizando ferramentas de detecção de interferências no BIM;
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao manipular fundações, estruturas, sistemas prediais e alvenaria estrutural no modelo; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações de elementos como sistemas de drenagem, instalações provisórias e componentes estruturais; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao usar bibliotecas existentes para especificar elementos como blocos de alvenaria estrutural ou materiais de sistemas prediais; Integrar ou federar modelos: trabalhada ao federar informações de diferentes sistemas em um único modelo federado para análise de viabilidade e execução; Integrar BIM com outras tecnologias: uso de realidade virtual ou aumentada para visualização do modelo; Outras: o uso de análise de planejamento da construção em BIM pode facilitar a visualização dos alunos sobre as etapas construtivas.
<b>Construção Civil</b> 2	Ementa/objetivo	Habilitar os alunos de engenharia civil na organização da construção de edifícios, capacitando-os quanto às principais técnicas de execução dos serviços de execução de um edifício referentes ao subsistema vedação vertical, à alvenaria de vedação; aos revestimentos de argamassa, cerâmico e de gesso; esquadrias; tratamentos térmicos e acústicos; impermeabilização; pintura; coberturas e manutenção da edificação.

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: explorado ao ensinar como os modelos BIM podem ser utilizados para gerenciar todas as etapas do ciclo de vida dos elementos do subsistema de vedação vertical, desde o planejamento e execução até a manutenção preventiva;</p> <p>Interoperabilidade: aplicada ao trabalhar a integração entre softwares BIM, como software de modelagem geométrica e software para planejamento e controle de execução e manutenção dos elementos de vedação;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: trabalhada ao capacitar os alunos a modelar em 3D elementos de vedação vertical, como alvenaria e gesso acartonado, promovendo precisão na representação do projeto;</p> <p>Parametrização: explorada ao permitir que os alunos associem parâmetros específicos, como resistência térmica e propriedades acústicas, aos componentes modelados no BIM;</p> <p>Orientação a objetos: introduzida ao detalhar como cada componente da vedação vertical pode conter informações, como especificações de materiais e condições de manutenção;</p> <p>Semântica do modelo: aplicada ao vincular propriedades específicas, como classificação de resistência ao fogo ou coeficientes de isolamento acústico, aos elementos de vedação;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para explorar vistas tridimensionais que detalhem os sistemas de vedação e suas interações com outros elementos estruturais;</p> <p>Simulação e análise numérica: desenvolvida ao demonstrar como realizar análises de eficiência térmica e acústica dos componentes de vedação utilizando ferramentas BIM.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: trabalhada ao capacitar os alunos a explorar e ajustar modelos relacionados aos subsistemas de vedação vertical;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): desenvolvida ao ensinar a criação de elementos de revestimento e esquadrias;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: aplicada ao inserir elementos padrão, como janelas e portas, usando bibliotecas BIM;</p> <p>Exportar e importar modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: introduzido ao capacitar os alunos a transferir modelos para softwares de simulação térmica e acústica;</p> <p>Integrar ou federar modelos: aplicado ao combinar modelos de diferentes disciplinas para verificar compatibilizações nos sistemas de vedação e acabamento;</p> <p>Outras: utilizado para ensinar a análise de tratamentos térmicos utilizando simulações de análise térmica e acústica.</p>
<b>Construções de Aço e Madeira</b>	Ementa/objetivo	<p>Proporcionar aos alunos conhecimentos necessários à elaboração de projetos e execução de estruturas em aço ou madeira.</p> <p>Além do dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais em aço/madeira, serão também abordados temas ligados a durabilidade das estruturas</p>
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: abordado ao integrar os conceitos de dimensionamento, detalhamento e manutenção de estruturas de aço e madeira nas fases de projeto, execução e operação, considerando durabilidade e sustentabilidade;</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>Colaboração: trabalhada ao integrar os projetos de estruturas metálicas e arquitetônico no modelo BIM;</p> <p>Interoperabilidade: explorada ao integrar o modelo arquitetônico, cálculos estruturais e análises de esforços com softwares de modelagem estrutural BIM, garantindo a troca eficiente de informações;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para criar representações tridimensionais de elementos estruturais de aço e madeira, como treliças, vigas e pilares, incluindo conexões e ligações;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar propriedades como resistência ao fogo, coeficientes de corrosão e critérios normativos aos elementos modelados;</p> <p>Orientação a objetos: trabalhada ao associar informações detalhadas, como cargas e tratamentos de proteção, aos objetos representados no modelo;</p> <p>Semântica do modelo: abordada ao incluir dados normativos, propriedades físicas e critérios de dimensionamento dos materiais diretamente no modelo BIM;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para criar simulações tridimensionais das estruturas em aço e madeira, permitindo verificar detalhes como conexões e esforços críticos;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao prever esforços internos, deformações e estabilidade das estruturas, validando soluções projetuais no ambiente BIM.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao manipular os elementos de aço e madeira no modelo, incorporando cálculos e detalhamentos estruturais;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações de vigas, pilares e conexões em estruturas metálicas e de madeira;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao inserir componentes padronizados, como conectores e ligações aço/aço ou madeira/madeira;</p> <p>Exportação e importação de modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: abordada ao conectar cálculos estruturais com ferramentas de modelagem para garantir a conformidade dos elementos projetados;</p> <p>Integrar ou federar modelos: trabalhada ao combinar os projetos de aço e madeira com projetos arquitetônicos;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: utilizada ao aplicar realidade aumentada ou virtual para auxiliar na visualização de detalhes do projeto de forma imersiva.</p>
Desenho Técnico	Ementa/objetivo	Fundamentar os conhecimentos de representação gráfica. Os conteúdos estudados envolvem Desenho de Construção Civil, Desenho de estruturas de concreto armado, Desenho de instalações hidro-sanitárias, Gráficos de sondagem geológica.
	Conceito BIM	<p>Interoperabilidade: pode ser introduzida ao discutir a transferência de dados gráficos entre softwares de modelagem e análise, especialmente ao detalhar estruturas e sistemas hidráulicos;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: explorada ao transformar os desenhos bidimensionais de fundações, estruturas e instalações em modelos 3D para maior clareza e análise detalhada;</p> <p>Parametrização: abordada ao configurar elementos paramétricos, como armações de concreto armado, que podem ser ajustados para diferentes situações de projeto;</p> <p>Orientação a objetos: aplicada ao ensinar que cada elemento representado nos desenhos, como pilares ou vigas, pode ser modelado como objetos inteligentes em softwares BIM, contendo propriedades como resistência e dimensões;</p> <p>Semântica do modelo: explorada ao associar dados técnicos, como</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>materiais e métodos de execução, aos objetos representados nos desenhos;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para analisar os desenhos convertidos em modelos 3D, possibilitando uma melhor interpretação dos sistemas representados.</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: navegação pelo modelo tridimensional para visualizar os elementos;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): utilizada ao modelar elementos como vigas, pilares e sistemas hidráulicos baseados nos desenhos técnicos;</p> <p>Exportação e importação de modelos: simular interoperabilidade entre diferentes plataformas de desenho e validar os dados exportados.</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao inserir componentes padronizados, como elementos estruturais e peças hidrossanitárias, nos projetos;</p> <p>Desenvolvimento de componentes para biblioteca BIM: aplicada ao criar componentes personalizados para fundações ou armações de concreto armado;</p> <p>Uso de repositórios de informações ou CDE: introduzida ao gerenciar versões de desenhos e compartilhamento de informações entre equipes;</p> <p>Trabalhar questões de interoperabilidade: aplicada ao converter desenhos técnicos para modelos BIM e exportar para ferramentas de análise;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: utilizar realidade aumentada ou virtual para possibilitar novas formas de visualização dos modelos desenvolvidos na disciplina, bem como pode ser trabalhada ao associar gráficos de sondagem a modelos 3D, utilizando dados geológicos para análise integrada</p>
<p><b>Desenho Universal e Acessibilidade</b></p>	<p>Ementa/objetivo</p>	<p>Desenvolvimento de Projetos. Conceitos e Definições do Desenho Universal, Princípios do Desenho Universal. Deficiência em um contexto Amplo e Abrangente, Metodologias para projetos específicos com ênfase desenho universal, planejamento e Elaboração de Projetos Adequados à Diversidade Humana voltados para Pessoas com alguma Deficiência ou Mobilidade Reduzida, Requisitos para projetos de Objetos, Requisitos para projetos de Mobiliário Urbano, Requisitos para projetos Arquitetônico; Projetos que Atendam a Critérios Técnicos da ABNT visando a Acessibilidade a Todos os Componentes do Ambiente Urbano e das Edificações.</p>
	<p>Conceito BIM</p>	<p>Modelagem geométrica tridimensional: aplicado ao ensinar como criar representações tridimensionais que integrem requisitos de acessibilidade, como rampas, banheiros e mobiliário urbano;</p> <p>Parametrização: explorado ao introduzir a aplicação de dimensões antropométricas e módulos de referência parametrizados nos projetos, facilitando adaptações e personalizações;</p> <p>Visualização do modelo: incentivado ao utilizar modelos tridimensionais para verificar a circulação e acessibilidade de espaços projetados.</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: trabalhada ao capacitar os alunos a integrar elementos de acessibilidade em modelos digitais e ajustar conforme os critérios normativos;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): abordada ao ensinar a criação de elementos de acessibilidade, como rampas e corrimãos, com base em módulos normativos;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao incentivar o uso de bibliotecas de objetos parametrizados para representar equipamentos e elementos acessíveis;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: explorado ao utilizar realidade virtual ou aumentada para simular percurso e verificar a acessibilidade.</p>
<p><b>Drenagem</b></p>	<p>Ementa/objetivo</p>	<p>Novas abordagens para drenagem urbana; Microdrenagem: sarjetas,</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
<b>Urbana</b>		bocas de lobo, galerias, poços de visita; Macrodrenagem: canais, bueiros, rios e riachos urbanos; Estratégias para sustentabilidade de sistemas de drenagem urbana; Tecnologias alternativas para gerenciamento de chuvas torrenciais; Bacias de detenção e de retenção; Cadastro e sistema de informações dos elementos de drenagem; Modelagem computacional; Planejamento da drenagem; Gerenciamento integrado da drenagem urbana; Aspectos econômicos da drenagem; Plano Diretor de Drenagem Urbana; Educação hidroambiental.
	Conceito BIM	Ciclo de vida da edificação: aplicado ao planejar sistemas de drenagem urbana integrados, desde a concepção inicial até a operação e manutenção, visando a sustentabilidade e eficiência ao longo do tempo; Interoperabilidade: introduzida ao integrar dados de levantamento topográfico e hidrológico com softwares de modelagem BIM, para criar um fluxo contínuo de informações; Modelagem geométrica tridimensional: utilizada ao criar representações 3D de bacias de contribuição, galerias, tubulações e reservatórios; Parametrização: aplicada ao configurar parâmetros como vazões e velocidades de escoamento nos elementos do sistema de drenagem, possibilitando ajustes automáticos e precisos no modelo; Orientação a objetos: trabalhada ao usar modelos baseados em objetos, como galerias e reservatórios, cada um com suas propriedades específicas, como dimensões e capacidade de retenção; Semântica do modelo: desenvolvida ao vincular dados hidrológicos, como taxas de precipitação e tempo de retorno, aos elementos modelados, permitindo análises detalhadas e específicas; Visualização do modelo: promovida ao gerar simulações visuais em 3D de sistemas de drenagem, facilitando a análise de desempenho em diferentes cenários; Simulação e análise numérica: aplicada ao usar ferramentas como o modelo para prever comportamentos de drenagem em condições de chuva intensa.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: trabalhada ao ensinar os alunos a navegar, analisar e ajustar modelos de drenagem em ambiente BIM; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): utilizada ao criar geometrias tridimensionais de elementos do sistema de drenagem; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao inserir componentes como bocas de lobo, sarjetas e galerias a partir de bibliotecas padrão em softwares.
<b>Estruturas em Situação de Incêndio</b>	Ementa/objetivo	Avaliação da necessidade de verificação estrutural em incêndio; determinação o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) associado à edificação; avaliação e uso de diferentes métodos para verificação da integridade estrutural para elementos de concreto armado, alvenaria estrutural, aço, mistos de aço e concreto e madeiras; avaliação de estratégias de projeto para aumentar a resistência ao fogo de elementos estruturais.
	Conceito BIM	Ciclo de vida da edificação: aplicado ao explorar como as informações do BIM podem ser utilizadas em prol do desempenho estrutural em incêndios ao longo de diferentes fases do ciclo de vida da edificação, desde o projeto até a reabilitação pós-incêndio; Parametrização: explorada ao parametrizar elementos estruturais no modelo BIM, incorporando propriedades térmicas e de resistência ao fogo para diferentes materiais, como concreto, aço e madeira; Visualização do modelo: aplicada ao explorar cortes e vistas tridimensionais para análise da estrutura em situações de incêndio; Simulação e análise numérica: trabalhada ao utilizar o BIM para realizar simulações de desempenho estrutural sob temperaturas elevadas e analisar cenários de incêndios.
	Competências	Manipulação de modelos BIM: capacita os alunos a navegar e explorar

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
	BIM de domínio técnico ou de execução	modelos digitais para identificar elementos críticos em relação à resistência ao fogo.
<b>Engenharia de Avaliações</b>	Ementa/objetivo	abordar diversos métodos previstos nas normas da ABNT, quais sejam: Quantificação de Custos para avaliação de Benfeitorias; Renda para avaliação de Empreendimentos; Evolutivo para avaliação de Terrenos com Benfeitorias; Involutivo para avaliação de Glebas e Comparativo de Dados de Mercado, utilizando Inferência Estatística através de modelos de regressão linear, com o intuito de proporcionar aos alunos conhecimentos necessários para avaliação de imóveis urbanos. Oportunizar a aplicação dos conceitos estudados com ações protagonizadas pelos alunos para a caracterização da realidade local do mercado imobiliário e econômico com análise comparativa do aprendizado e divulgação junto aos profissionais da área (comunidade) cujas atividades serão avaliadas mediante entrega de trabalho e seminário de apresentação.
	Conceito BIM	Ciclo de vida da edificação: proposto ao explorar a avaliação de imóveis considerando as fases de projeto, construção, uso e reuso. Trabalhado em sala ao analisar o histórico de um bem avaliado em relação a seu ciclo de vida; Colaboração: enfatizado ao realizar atividades em grupos multidisciplinares para avaliar imóveis urbanos; Semântica do modelo: promovida ao alimentar o modelo com informações qualitativas e quantitativas, como características legais e fiscais do imóvel, adicionando valor ao relatório de avaliação; Visualização do modelo: implementado ao gerar visualizações dos imóveis em três dimensões, bem como gerar cortes, para facilitar a visualização do projeto, complementando as vistas convencionais de projetos arquitetônicos.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: ensinado ao extrair dados do modelo BIM para auxiliar no processo de avaliação.
<b>Engenharia de Barragens</b>	Ementa/objetivo	Introdução às barragens. Tipos de barragens. Estudos preliminares e de viabilidade. Impactos ambientais. Estudos hidrológicos. Estruturas auxiliares: órgãos extravasores e de operação. Instrumentação e monitoramento da barragem. Barragens de terra e enrocamento: tipos, partes constituintes, seleção dos materiais, método construtivo, análise da percolação da água no maciço, análise de estabilidade do talude, sistemas de drenagem internos e externos, manifestações patológicas, dimensionamento, e barragens de rejeitos de mineração.
	Conceito BIM	Ciclo de vida da edificação: pode ser integrado ao abordar todas as fases da barragem, desde os estudos preliminares até a operação e manutenção das barragens, utilizando o BIM para gerenciar informações ao longo do ciclo de vida; Modelagem geométrica tridimensional: aplicada ao criar modelos tridimensionais de barragens, incluindo partes constituintes, sistemas de drenagem e estruturas extravasoras, com foco na precisão geométrica; Parametrização: explorada ao parametrizar elementos do modelo, como materiais com propriedades específicas, permitindo análises rápidas e ajustes automáticos; Visualização do modelo: utilizada para criar cortes e vistas tridimensionais que permitam explorar e entender as estruturas, como sistemas de extravasores e análise de taludes; Simulação e análise numérica: desenvolvida ao realizar simulações estruturais, hidrológicas e de estabilidade, utilizando softwares BIM para prever comportamentos e mitigar riscos.
	Competências BIM de domínio	Manipulação de modelos BIM: abordada ao capacitar os alunos a navegar e revisar modelos BIM de barragens;

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
	técnico ou de execução	<p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações tridimensionais de taludes, sistemas de drenagem e estruturas auxiliares, como extravasores;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: trabalhada ao usar bibliotecas padrão de software BIM para incluir componentes específicos, como válvulas e comportas em sistemas hidráulicos.</p>
<b>Engenharia de Segurança</b>	Ementa/objetivo	<p>Estudar e aprender os conceitos básicos relacionados à Segurança do Trabalho e Higiene Ocupacional. Conhecer a legislação brasileira relacionada à Segurança e Saúde do Trabalho (SST), entendendo como ela se insere no contexto internacional. Ser capaz de identificar os riscos ocupacionais existentes no ambiente de trabalho (ambientais e de segurança) e conhecer as etapas associadas à avaliação dos riscos. Conhecer alguns equipamentos utilizados para avaliação quantitativa dos riscos. Compreender as funções e a composições da CIPA e do SESMT. Compreender a função e importância dos programas de segurança exigidos pelas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego. Estudar algumas medidas de proteção como medidas de controle de riscos. Entender como se faz o cálculo do custo dos acidentes e a sua importância para a prevenção dos acidentes de trabalho. Reconhecer as responsabilidades administrativas, trabalhistas, civil e penal relacionadas à SST. Entender os conceitos básicos relacionados ao combate contra incêndios. Compreender a importância da aplicação das medidas de proteção relacionadas aos riscos elétricos. Estudar e compreender os diversos aspectos da Norma Regulamentadora específica a ser aplicada a Indústria da Construção Civil (NR18). Estudar os aspectos relacionados à aplicação de Sistema de Gestão em SST na construção civil. Objetiva-se ainda revisar conceitos relacionados a metodologia científica para elaboração e apresentação de trabalhos acadêmicos a fim de ajudar o aluno a desenvolver a habilidade de estruturar e apresentar trabalhos científicos relacionados a SST.</p>
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: pode ser explorado ao integrar a gestão de segurança do trabalho nas diferentes fases do ciclo de vida, como planejamento, construção, manutenção e desmonte, abordando os impactos das condições de trabalho em cada etapa;</p> <p>Coordenação: desenvolvida ao compatibilizar requisitos de segurança, como posicionamento de Equipamento de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), em modelos BIM utilizados no planejamento da obra;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para criar representações de sistemas de proteção coletiva, como andaimes e plataformas, no contexto de um projeto em BIM;</p> <p>Parametrização: aplicada para configurar elementos de segurança, como guarda-corpos ou sinalizações, permitindo ajustes automáticos em função das características do local;</p> <p>Orientação a objetos: explorada ao demonstrar como elementos BIM podem incluir informações relacionadas à segurança, como carga máxima em andaimes ou pontos de acesso restrito;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para simular condições de segurança no ambiente da obra, como rota de fuga em caso de incêndio ou avaliação de riscos de queda;</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: trabalhada ao revisar modelos tridimensionais para identificar e corrigir riscos no ambiente de trabalho;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): utilizada para criar elementos como sistemas de proteção coletiva, áreas de vivência e locais confinados;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software:</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>explorada ao inserir componentes padronizados, como EPCs, nas áreas de trabalho;</p> <p>Integrar ou federar modelos: aplicada ao combinar diferentes disciplinas (arquitetura, estrutura e segurança) em um único modelo BIM para análise integrada;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: explorada ao usar RV para simular condições de risco e treinamento de uso de EPI e EPC;</p>
<b>Engenharia de Transportes</b>	Ementa/objetivo	<p>Capacitar o aluno de engenharia civil a interpretar e analisar o tráfego rodoviário futuro para estudos de viabilidade técnica, analisar a capacidade das rodovias e estabelecer seu nível de serviço, realizar levantamentos de sinalização rodoviária, identificar interseções rodoviárias e pontos de conflito e ter conhecimentos sobre a superestrutura de uma estrada de ferro. Compreende ainda, avaliar o transporte de cargas brasileiro e transmitir uma visão social e econômica voltada às tomadas de decisão relacionadas ao planejamento de transportes.</p>
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: explorado ao integrar dados de projetos de transporte em diversas fases, como os estudos de viabilidade até a operação e manutenção das vias e sistemas de transporte;</p> <p>Interoperabilidade: abordada ao integrar dados de transporte, como estudos de tráfego e sinalização, em plataformas BIM e outras ferramentas de planejamento urbano e infraestrutura;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para representar vias, interseções e elementos de sinalização em 3D, permitindo simulações;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar atributos paramétricos, como capacidade da via e volume de tráfego projetado, aos elementos modelados;</p> <p>Orientação a objetos: desenvolvida ao ensinar que elementos de transporte, como vias e interseções, podem conter informações associadas, como materiais, dimensões e níveis de serviço;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para simular o fluxo de tráfego e avaliar a interação entre diferentes elementos do sistema de transporte em 3D;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao prever volumes de tráfego futuro, calcular capacidade de vias e analisar os níveis de serviço das interseções.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao revisar modelos tridimensionais de sistemas de transporte e realizar ajustes baseados em análises de tráfego;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações tridimensionais de vias, interseções e terminais de transporte;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao inserir elementos padronizados, como sinalizações verticais e semaforicas, no modelo;</p> <p>Exportação e importação de modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: abordada ao integrar dados de tráfego e sinalização em ferramentas de modelagem BIM.</p>
<b>Estradas 1</b>	Ementa/objetivo	<p>Capacitar o futuro engenheiro elaboração de estudos e projetos geométricos de implantação de estradas e respectivo controle tecnológico de qualidade, implantação de ferrovias e para as atividades de manutenção.</p>
	Conceito BIM	<p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para representar perfis de greides, curvas horizontais e verticais, além de elementos de terraplenagem em 3D, proporcionando análises e representação gráfica de projeto;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar parâmetros como velocidades de projeto, raios de curvas e visibilidade aos elementos do modelo, permitindo simulações automáticas;</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>Semântica do modelo: abordada ao vincular dados técnicos, como critérios normativos e especificações de materiais de terraplenagem, aos objetos modelados;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para simular traçados rodoviários e ferroviários em um ambiente 3D, facilitando a análise espacial e operacional;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao prever volumes de terraplenagem, calcular movimentos de terra e avaliar a eficiência de traçados geométricos.</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao ajustar e revisar projetos geométricos diretamente no ambiente BIM;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações detalhadas de traçados, curvas e terraplenagem em modelos tridimensionais;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao usar elementos padronizados, como sinalizações e seções transversais, nos modelos geométricos;</p> <p>Exportação e importação de modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: abordada ao converter dados de softwares especializados para o ambiente BIM e vice-versa;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: utilizada ao integrar dados de levantamentos topográficos e aerofotogramétricos diretamente nos modelos geométricos;</p> <p>Outras: inclui o uso de BIM para simular diferentes alternativas de traçado, analisando custos, impactos ambientais e eficiência operacional.</p>
<b>Estradas 2</b>	<p>Ementa/objetivo</p>	<p>Capacitar o futuro engenheiro elaboração de estudos e projetos executivos de implantação de estradas e respectivo controle tecnológico de qualidade, implantação de ferrovias e para as atividades de manutenção, avaliação funcional e estrutural e projeto de reabilitação de pavimentos.</p>
	<p>Conceito BIM</p>	<p>Ciclo de vida da edificação: abordado ao integrar o planejamento, projeto executivo, construção, manutenção e reabilitação de pavimentos e estradas, considerando o impacto ao longo de todo o ciclo de vida;</p> <p>Colaboração: trabalhada ao elucidar sobre a interação entre equipes multidisciplinares, como engenheiros rodoviários, geotécnicos e especialistas em pavimentos, para desenvolver projetos integrados;</p> <p>Coordenação: aplicada ao demonstrar a compatibilização de projetos de pavimentação, drenagem e terraplenagem em um único modelo integrado, evitando conflitos entre os sistemas;</p> <p>Orientação a objetos: trabalhada ao ensinar que elementos como camadas de pavimentos e dispositivos de drenagem podem conter informações associadas, como materiais, dimensões e especificações normativas;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para simular traçados rodoviários, drenagem e estruturas de pavimentos em um ambiente tridimensional, facilitando a análise;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao prever desempenho de pavimentos sob diferentes cargas de tráfego, calcular volumes de terraplenagem e avaliar comportamentos estruturais.</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao visualizar projetos de pavimentos e sistemas de drenagem diretamente no ambiente BIM;</p> <p>Outras: inclui o uso de BIM para planejar reabilitações de pavimentos, analisando alternativas de materiais e métodos de execução.</p>
<b>Equipamentos de Construção</b>	<p>Ementa/objetivo</p>	<p>A disciplina tem como objetivo apresentar aos discentes os tipos de equipamentos empregados nas diversas áreas da Engenharia Civil, capacitando-os a diferenciar seus usos e seleciona-los de acordo com as suas aplicabilidades.</p>
	<p>Conceito BIM</p>	<p>Ciclo de vida da edificação: trabalhado ao integrar o uso de</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>equipamentos em todas as etapas de uma obra, desde o planejamento até a execução, manutenção e desmobilização, utilizando BIM para rastrear o uso e desempenho desses equipamentos;</p> <p>Interoperabilidade: abordado ao integrar informações de equipamentos, como especificações técnicas e custos, entre softwares de modelagem e sistemas de gestão de obra;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: aplicada ao representar equipamentos como guias, escavadeiras e guindastes no modelo, permitindo simulações e ajustes no espaço físico;</p> <p>Parametrização: utilizada ao configurar variáveis como capacidade de carga, alcance operacional e consumo de energia dos equipamentos, adaptando-os às condições específicas de cada obra;</p> <p>Orientação a objetos: desenvolvida ao inserir no modelo elementos de equipamentos com propriedades específicas, como tipo, fabricante, ciclo de vida e requisitos de manutenção;</p> <p>Visualização do modelo: implementada ao simular a movimentação e o uso de equipamentos em canteiros virtuais, permitindo antecipar e corrigir problemas de logística;</p> <p>Simulação e análise numérica: trabalhada ao usar modelos BIM para prever o desempenho e os custos operacionais de diferentes equipamentos sob diferentes condições de uso.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: trabalhado ao ensinar como explorar modelos tridimensionais de canteiros de obras para identificar a melhor posição e operação de equipamentos;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicado ao representar equipamentos e suas zonas de atuação em um modelo 3D;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorado ao inserir equipamentos padronizados, como escavadeiras e guias, diretamente de bibliotecas de objetos BIM;</p> <p>Exportar e importar modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: abordado ao transferir dados entre softwares de modelagem e sistemas de gestão de obras, a fim de haver compatibilidade entre plataformas;</p> <p>Outras: utilizado ao associar modelos BIM a ferramentas de planejamento e orçamento de uso de equipamentos de construção.</p>
<b>Expressão Gráfica 1</b>	Ementa/objetivo	Normas Técnicas; Sistema de Projeção; Sistema de Representação; Vistas Ortográficas; Axonometria; Projeções Cotadas; Operações com pontos, retas e planos; Introdução ao Desenho e a Modelagem Auxiliada por Computador.
	Conceito BIM	Modelagem geométrica tridimensional: aplicado ao introduzir o uso de softwares para criar representações tridimensionais precisas e detalhadas que possam ser incorporadas em fluxos de trabalho BIM; <p>Parametrização: trabalhado ao introduzir o conceito de elementos gráficos parametrizados, permitindo alterações rápidas no modelo para diferentes cenários de design.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: trabalhada ao introduzir conceitos de manipulação de modelos 3D para visualização e interpretação inicial em CAD e ferramentas BIM;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): explorada ao ensinar os alunos a criar representações tridimensionais, aplicando superfícies e sólidos básicos para representação inicial;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: introduzido ao discutir a aplicação de ferramentas como realidade aumentada para visualização de peças geométricas.</p>
<b>Expressão Gráfica 2</b>	Ementa/objetivo	Princípios e Elementos do Desenho Arquitetônico; Representação 2D de Projetos Arquitetônicos utilizando Esboço e CAD.
	Conceito BIM	<p>Modelagem geométrica tridimensional: aplicado ao demonstrar como as representações em 2D em CAD podem ser desenvolvidas para se tornarem modelos tridimensionais em plataformas BIM;</p> <p>Coordenação: introduzida ao demonstrar a importância da integração</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>entre os projetos de arquitetura e engenharia;            Parametrização: trabalhado ao introduzir elementos gráficos parametrizados em softwares CAD, preparando o aluno para manipulação de objetos paramétricos em BIM;            Orientação a objetos: abordado ao ensinar a utilização de blocos CAD que representam elementos arquitetônicos, como esquadrias e mobiliários, iniciando o conceito de objetos com dados associados;            Visualização do modelo: explorado ao visualizar o modelo 3D e à partir dele, criar cortes, fachadas e vistas de planta arquitetônica.</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: trabalhada ao manipular modelos BIM de edificações residenciais;            Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): abordada ao desenvolver a modelagem de edificações residenciais para gerar plantas de anteprojeto arquitetônico;            Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: introduzida ao incentivar o uso de bibliotecas de objetos BIM de arquitetura;            Desenvolvimento de componentes para bibliotecas BIM: aplicado ao ensinar como criar e personalizar objetos BIM para atender às necessidades do anteprojeto arquitetônico e de sua representação gráfica;            Exportar e importar modelos/Trabalhar questões de interoperabilidade: aplicado ao atrelar os dados do modelo BIM com outros softwares, como os de realidade virtual e aumentada;            Integrar BIM com outras tecnologias: uso de realidade virtual ou aumentada para amplificar a percepção tridimensional do modelo BIM.</p>
<p><b>Ferrovias</b></p>	<p>Ementa/objetivo</p>	<p>A ferrovia e sua inserção no Sistema de Transportes do Brasil: história da ferrovia; evolução das construções ferroviárias no Brasil; setores de atuação da ferrovia; matriz de transporte. Conceitos básicos: função e constituição da linha férrea; bitola ferroviária; características da ferrovia. Fases de um Projeto. Normas e Especificações. Geometria da Via: concordância em planta; raio mínimo; superelevação e velocidade limite; sobrecarga nos trilhos da curva; concordância em planta com curvas de transição; concordância vertical. Infraestrutura Ferroviária: terraplenagem; OAC; OAE. Superestrutura Ferroviária: plataforma ferroviária; bitolas; gabarito da via férrea; características geométricas da plataforma; elementos da via permanente, esforços atuantes na via; cálculo estrutural; gabaritos e plataformas; defeitos; métodos de construção da via permanente. Material Rodante. Conservação da via. Estações; Pátios e Terminais. Lotação de trens: resistências; esforço trator; aderência roda-trilho.</p>
	<p>Conceito BIM</p>	<p>Ciclo de vida da edificação: pode ser aplicado ao explorar todas as fases do projeto ferroviário, desde a concepção e construção até a operação e manutenção, utilizando BIM para gerenciar dados e processos em cada etapa;            Modelagem geométrica tridimensional: explorada ao criar modelos tridimensionais de vias férreas, incluindo plataformas, curvas de transição e gabaritos;            Visualização do modelo: explorada ao criar cortes e vistas detalhadas de elementos ferroviários, como pátios, plataformas e vias permanentes;            Simulação e análise numérica: aplicada para prever o comportamento do material rodante e do tráfego nas vias.</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao capacitar os alunos a navegar e revisar modelos ferroviários para identificar problemas e propor soluções;            Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): utilizada para criar representações tridimensionais de traçados ferroviários;            Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: aplicada ao incorporar componentes padrão, como dormentes, trilhos e</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		elementos de infraestrutura; Integrar ou federar modelos: desenvolvido ao combinar diferentes modelos, como de terraplenagem e de projeto de ferrovia, em um único ambiente.
<b>Fenômeno de Transportes</b>	Ementa/objetivo	Fluidostática, Fluidos Newtonianos e Não-Newtonianos, Viscosidade, Forças de Corpo e de Superfície, Equilíbrio, Empuxo, Fluidodinâmica, escoamento, Conservação de Quantidade de Movimento, Conservação de Momento, Conservação de Energia, Equação de Bernoulli, Bombas e Turbinas, Transferência de Calor, Condução, Convecção, Radiação, Resistência Térmica, Distribuição de Temperaturas, Transferência de Massa, Difusão e Convecção, Lei de Fick.
	Conceito BIM	Modelagem geométrica tridimensional: aplicado na criação de geometrias tridimensionais que representem canais, sistemas de ventilação e outros componentes fluídicos nos modelos BIM; Parametrização: pode ser trabalhada ao ajustar propriedades dos sistemas de transporte, como viscosidade de fluidos, coeficientes de transferência de calor ou massa, e geometrias de canais de escoamento; Orientação a objetos: ensinado a utilizar atributos, como dimensões, propriedades térmicas, funções de transferência de calor ou bombeamento a objetos BIM, como bombas, trocadores de calor, tubulações e válvulas; Semântica do modelo: introduzida na disciplina ao conectar as propriedades físicas e funcionais de elementos modelados com os dados do sistema. Por exemplo, ao associar materiais específicos a cada componente de um sistema de condução de calor, é possível realizar análises de eficiência energética ou impacto ambiental; Visualização do modelo: incentivado ao utilizar visualizações 3D para representar a propagação de calor, escoamento de fluidos ou distribuição de massa em componentes do modelo; Simulação e análise numérica: explorado ao realizar simulações de transferência de calor e escoamento em modelos BIM, com diferentes tipos de materiais e revestimentos, permitindo prever o desempenho dos sistemas de transporte em diferentes condições.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: trabalhado ao ajustar propriedades de elementos nos modelos para realizar análises de transporte de calor e massa; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicado ao criar modelos que representem sistemas de escoamento de fluidos ou de transmissão de calor e massa em edificações; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: abordado ao utilizar bibliotecas que contenham componentes específicos para transporte de fluídos e trocas térmicas;
<b>Fundações</b>	Ementa/objetivo	Capacitar o aluno de engenharia civil a projetar, interpretar e analisar projetos de fundações de edificações e obras de infraestrutura.
	Conceito BIM	Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para representar fundações superficiais e profundas em modelos BIM, possibilitando visualização detalhada de dimensões e interações com o terreno; Parametrização: abordada ao associar propriedades geotécnicas, como capacidade de carga e parâmetros de recalque, diretamente aos objetos de fundação no modelo BIM; Orientação a objetos: trabalhada ao definir as propriedades de elementos de fundação dentro do modelo BIM; Visualização do modelo: explorada ao criar cortes, seções e vistas 3D para análise e apresentação de soluções de fundação; Simulação e análise numérica: aplicada ao integrar ferramentas de simulação de recalque e capacidade de carga diretamente no modelo BIM para avaliar soluções propostas.
	Competências BIM de domínio	Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao capacitar os alunos a explorar modelos de fundação, revisar parâmetros geotécnicos e ajustar

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
	técnico ou de execução	dimensões diretamente no software; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): trabalhada ao ensinar a criação de elementos tridimensionais de fundação, como sapatas, blocos de coroamento e estacas, em softwares BIM; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao usar bibliotecas prontas para adicionar elementos estruturais e geotécnicos ao projeto de fundação.
<b>Fundações Especiais</b>	Ementa/objetivo	Elaboração de um projeto executivo de fundação profunda para um edifício de no mínimo 35 lajes. Prospecção geotécnica. Escolha do tipo de fundação. Dimensionamento do estaqueamento. Esforços transversais. Recomendações executivas.
	Conceito BIM	Interoperabilidade: trabalhada ao integrar o BIM com softwares especializados, como Rockworks para modelagem geotécnica e ferramentas de análise estrutural, garantindo a consistência dos dados; Modelagem geométrica tridimensional: aplicada ao criar modelos tridimensionais do perfil geotécnico e dos elementos de fundação; Parametrização: explorada ao configurar parâmetros ajustáveis, como capacidade de carga, esforços transversais e distribuição de estacas por pilar, permitindo análises dinâmicas; Orientação a objetos: utilizada ao associar informações específicas, como tipo de solo, profundidade das estacas e recomendações executivas, diretamente aos elementos do modelo BIM; Visualização do modelo: explorada ao criar representações tridimensionais do perfil geotécnico e dos elementos de fundação;. Simulação e análise numérica: aplicada ao realizar simulações de esforços e distribuições de carga nos elementos estruturais, utilizando dados integrados do modelo BIM.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: capacita os alunos a navegar e analisar o modelo para interpretar o perfil geotécnico e verificar a distribuição do estaqueamento; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): utilizada para criar representações tridimensionais de fundações, incluindo estacas e camadas de solo; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: trabalhada ao utilizar bibliotecas para integrar componentes padrão, como blocos de fundação e estacas; Exportar e importar modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: discutido ao transferir modelos BIM para softwares como Rockworks ou ferramentas de cálculo estrutural..
<b>Gerenciamento de Rotinas e Processos</b>	Ementa/objetivo	Introdução ao gerenciamento de rotinas e processos de projeto, destacando os conceitos básicos e a importância no contexto da engenharia civil. Aprofunda-se no ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) e seu uso na gestão diária de rotinas e processos, incluindo o estabelecimento de metas e objetivos. O conteúdo também enfatiza a liderança e gestão de pessoas, explorando princípios de liderança eficaz, comunicação, feedback e motivação para melhor engajamento e no ambiente de trabalho. A implementação e sustentação de melhorias são abordadas por meio do mapeamento de rotinas e processos, elaboração e implantação de procedimentos, planejamento e implementação de melhorias, acompanhamento e controle das melhorias implementadas, sustentação das melhorias e cultura de melhoria contínua, e acompanhamento por indicadores. Por fim, analisam-se estudos de caso e aplicações práticas em engenharia civil, com atividades e exercícios para consolidar o aprendizado e promover a discussão e reflexão sobre as experiências e aprendizados adquiridos durante o curso.
	Conceito BIM	Ciclo de vida da edificação: pode ser explorado ao abordar aplicações do BIM para planejar, executar e monitorar projetos desde a concepção até o encerramento, utilizando o ciclo PDCA integrado às fases do ciclo de vida da construção;

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>Colaboração: abordada ao demonstrar como o BIM facilita a interação entre equipes multidisciplinares, promovendo comunicação e feedback eficaz no gerenciamento de projetos;</p> <p>Parametrização: aplicada ao incorporar parâmetros como prazos, custos e indicadores de desempenho nos modelos, permitindo análises automatizadas;</p> <p>Simulação e análise numérica: aplicada ao abordar simulações do modelo BIM para gestão de custo e prazo.</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: capacita os alunos a navegar em modelos digitais para mapear rotinas, processos e identificar pontos de melhoria;</p> <p>Trabalhar com BCF, usar ferramentas de gestão e comunicação: abordado ao utilizar formatos como BCF para operar na gestão da comunicação.</p>
<p><b>Gestão da Construção Civil 1</b></p>	<p>Ementa/objetivo</p>	<p>Habilitar o aluno na gestão de obras, dentro de uma abordagem sistêmica quanto aos principais processos relacionados à execução de obras de engenharia, compreendendo: a organização da empresa de construção civil e a estrutura organizacional; análise técnica e econômica da oportunidade de empreendimentos e obras; tipos de contratos; processos comercial de prestação de serviços e incorporação imobiliária; gestão da qualidade (conceito, aplicação, normas ISO 9001 e do PBQP-H); gestão da produção (canteiro de obras, planejamento e controle tecnológico, serviços e materiais controlados, contratação e execução); gestão de materiais (aquisição, armazenamento e controle de estoque); gestão administrativa (controle de documentos e registros; seleção e gerenciamento de recursos humanos); gestão ambiental (sustentabilidade, construção sustentável); execução da obra; monitoramento, medição, melhoria contínua e gestão financeira (noções de formação de preço de custo, venda, plano de contas/centro de custos, contabilidade e orçamento).</p>
	<p>Conceito BIM</p>	<p>Interoperabilidade: o uso de diferentes softwares para integração de planejamento, controle e execução requer entendimento da troca de dados por meio de padrões abertos, como o IFC;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: criação de maquetes digitais tridimensionais para representar canteiros de obras, cronogramas e contratos de forma visual;</p> <p>Parametrização: parametrização para estimativas de custo e tempo conforme modificações no modelo;</p> <p>Orientação a objetos: cada elemento no modelo pode conter informações específicas para gestão de materiais, controle de estoque e serviços;</p> <p>Visualização do modelo: uso de visualizações 3D para apresentação de cronogramas, simulações construtivas e análise de custos;</p> <p>Simulação e análise numérica: planejamento e análises como cronograma e custos podem ser realizados em modelos BIM integrados.</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: interação com ferramentas para monitoramento da execução e ajustes em modelos de planejamento;</p> <p>Modelagem geométrica: representação digital dos elementos do canteiro e das estruturas temporárias;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: uso de famílias para representar equipamentos, sistemas prediais e materiais;</p> <p>Exportar e importar modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: verificação da conformidade de modelos para troca entre softwares de gestão e orçamento;</p> <p>Outras: desenvolvimento de documentos de gestão, como o Plano de Execução BIM (BEP) e manuais de procedimentos contratuais baseados em BIM.</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
<b>Gestão da Construção Civil 2</b>	Ementa/objetivo	Habilitar os alunos de engenharia civil na gestão da construção civil, dentro de uma abordagem sistêmica e processual, e formar uma base tecnológica que possibilitem ao futuro profissional a gerência do processo de construção de obras civis.
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: pode ser trabalhado ao introduzir o uso do BIM para explorar todas as fases do empreendimento na disciplina, como projetar, construir e gerenciar resíduos, simulando o impacto ambiental de diferentes métodos construtivos;</p> <p>Colaboração: abordada ao ensinar a integração entre diferentes disciplinas e equipes envolvidas no processo construtivo, demonstrando como o BIM facilita o compartilhamento de informações e promove maior eficiência nas decisões de planejamento e execução;</p> <p>Interoperabilidade: introduzida ao abordar a integração da comunicação entre softwares, como software de modelagem de elementos construtivos e software de gestão de resíduos e coordenação do planejamento de projetos;</p> <p>Coordenação: trabalhada ao ensinar os alunos a identificar e resolver conflitos de projeto utilizando ferramentas de detecção de interferências no BIM;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: aplicada ao ensinar os alunos a criar modelos detalhados de canteiros de obras, incluindo áreas de armazenamento de materiais e espaços de gestão de resíduos, utilizando ferramentas de modelagem 3D;</p> <p>Parametrização: explorada ao introduzir a criação de modelos com informações parametrizadas, como dados de geração de resíduos por etapa e indicadores de produtividade, permitindo análises de gestão;</p> <p>Orientação a objetos: incorporada ao detalhar como cada componente do modelo BIM, como contêineres de resíduos e elementos sustentáveis, pode conter informações úteis para a tomada de decisões no gerenciamento de obras;</p> <p>Semântica do modelo: trabalhada ao atribuir significado específico aos objetos no modelo BIM, como associar parâmetros de impacto ambiental e eficiência produtiva aos elementos do projeto;</p> <p>Visualização do modelo: explorada ao ensinar os alunos a criar vistas detalhadas e cortes que ajudam na análise de espaços e processos, como o layout do canteiro e áreas dedicadas à gestão de resíduos;</p> <p>Simulação e análise numérica: desenvolvida ao demonstrar como as análises de cronograma de obra e de custos na metodologia BIM podem ser aplicadas para otimizar o cronograma e os orçamentos do projeto, incluindo a avaliação dos custos associados ao gerenciamento de resíduos;</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: aplicada ao ensinar os alunos a navegar, revisar e modificar modelos, para análise de gestão de resíduos e alocação de recursos humanos no canteiro;</p> <p>Exportar e importar modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: explorado ao capacitar os alunos a exportar modelos para softwares de análise, como os que avaliam impacto ambiental ou eficiência produtiva;</p> <p>Trabalhar com BCF, usar ferramentas de gestão e comunicação: integrado ao ensinar o uso de BCF para registrar problemas relacionados à compatibilização de projetos e à gestão de resíduos;</p> <p>Integrar ou federar modelos: desenvolvido ao demonstrar como combinar dados de projetos de diferentes disciplinas, como arquitetura e projetos de engenharia, para análises globais;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: explorado ao ensinar o uso de drones para capturar imagens do canteiro e atualizar o modelo BIM, comparando a execução real com o planejado;</p> <p>Outras: aplicado ao ensinar simulações de sustentabilidade para prever impactos ambientais e propor soluções mais eficientes durante as aulas práticas.</p>
<b>Hidráulica</b>	Ementa/objetivo	<p>Hidrostática. Esforços atuantes em barragens e comportas, verificação da estabilidade de barragens de gravidade; escoamentos através de vertedores e orifícios. Hidrocinemática. Fundamentos básicos dos escoamentos. Tipos de escoamentos. Hidrodinâmica. Dimensionamento de condutos forçados. Sistemas de gravidade, sucção e recalque. Sistemas de bombeamento. Condutos Livres, escoamento uniforme, escoamento variado. Remanso. Ressalto hidráulico. Introdução à propagação de ondas de cheia. Hidráulica experimental: orifícios e bocais, medição de vazão, Venturi, tubos manométricos, perda de carga em tubulações, bombas centrífugas, escoamento em canal.</p>
	Conceito BIM	<p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para criar representações tridimensionais de barragens, vertedores, condutos forçados e livres, considerando propriedades físicas e hidráulicas;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar variáveis hidráulicas, como perda de carga, vazões e velocidades, diretamente aos elementos modelados no BIM, como tubulações e canais;</p> <p>Orientação a objetos: trabalhada ao associar dados como cargas hidráulicas, resistência a cavitação e materiais de condução aos objetos do modelo;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao prever vazões, ressalto hidráulicos e eficiência de bombas diretamente no modelo BIM.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao manipular sistemas hidráulicos, incluindo tubulações, barragens e canais, com dados de escoamento e cargas;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: uso de realidade aumentada e virtual para visualizar o modelo.</p>
<b>Introdução à Engenharia</b>	Ementa/objetivo	<p>Familiarizar o aluno com o ramo da engenharia. Os conteúdos estudados envolvem introdução à história da ciência e tecnologia; conceito de engenharia; regulamentação profissional; atribuições do engenheiro; áreas de atuação do engenheiro; a evolução da engenharia; o engenheiro, o cientista e a sociedade.</p>
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: introduzido ao apresentar aos alunos o conceito de projetos baseados no ciclo de vida, destacando como o BIM permite acompanhar desde a concepção até a demolição de uma obra;</p> <p>Colaboração: trabalhado ao expor a necessidade de integração entre equipes multidisciplinares em projetos de engenharia, usando o BIM como exemplo de metodologia que promove essa interação;</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>Interoperabilidade: introduzido ao apresentar como o uso de padrões de arquivo abertos facilita a comunicação entre diferentes softwares de arquitetura e engenharia, promovendo eficiência no processo de projeto;</p> <p>Coordenação: abordada ao exemplificar como o BIM permite a detecção de conflitos entre disciplinas projetuais em projetos integrados;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: introduzida ao explicar a importância de modelos 3D detalhados para a compreensão e comunicação de projetos de engenharia;</p> <p>Parametrização: trabalhada ao destacar como o uso de parâmetros nos modelos BIM permite flexibilidade no ajuste e na personalização de soluções de engenharia;</p> <p>Orientação a objetos: mencionada ao abordar como os elementos no projeto podem ser modelados como objetos com atributos específicos em ferramentas BIM;</p> <p>Semântica do modelo: explorada ao apresentar como o BIM agrega informações a cada elemento do projeto, como materiais, custos e prazos;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada ao demonstrar como a visualização em 3D auxilia na tomada de decisões e na comunicação com clientes e equipes;</p> <p>Simulação e análise numérica: introduzida ao mencionar como ferramentas BIM permitem realizar simulações de desempenho, como análise de eficiência energética ou avaliação estrutural.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao apresentar os fundamentos de como engenheiros podem interagir com modelos digitais em suas atividades cotidianas.
<b>Introdução à Programação</b>	Ementa/objetivo	Conceitos elementares da programação. Noções básicas de computação, Algoritmos: projeto e análise, Programação: tipos de dados, operadores, e expressões, instruções condicionais e de repetição, tipos de dados, Arrays: vetores e matrizes, Funções, Noções de arquivos em programação, Aplicação usando linguagem de programação de alto nível.
	Conceito BIM	<p>Interoperabilidade: explorada ao demonstrar como algoritmos podem ser aplicados para facilitar a troca de dados entre softwares e plataformas, destacando a importância de linguagens de programação em fluxos de trabalho BIM;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: mencionada ao introduzir noções básicas de como scripts podem ser usados para gerar geometrias parametrizadas em softwares de modelagem tridimensional, como Dynamo ou Grasshopper;</p> <p>Parametrização: trabalhada ao utilizar programação para definir parâmetros e variáveis que podem ser ajustados dinamicamente em sistemas construtivos ou cálculos de engenharia;</p> <p>Orientação a objetos: introduzida ao ensinar como construir estruturas de dados que representem componentes de um projeto BIM, como paredes ou janelas, com atributos específicos;</p> <p>Semântica do modelo: explorada ao demonstrar como associar significado a elementos programados, permitindo sua integração com sistemas BIM para análises mais detalhadas;</p> <p>Visualização do modelo: aplicada ao desenvolver algoritmos que processam dados e geram saídas visuais, como gráficos ou tabelas, que auxiliam no entendimento de projetos;</p> <p>Simulação e análise numérica: trabalhada ao ensinar como criar algoritmos que simulam processos, como fluxo de materiais, consumo de recursos, ou comportamento estrutural.</p>
	Competências BIM de domínio	Exportar e importar modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: explorada ao ensinar como criar scripts que exportam dados de um

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
	técnico ou de execução	sistema para outro, garantindo consistência nos fluxos de trabalho.
<b>Introdução ao GPS</b>	Ementa/objetivo	Capacitar o aluno a utilizar o equipamento de GPS para levantamentos planialtimétricos, operando de forma correta e eficaz.
	Conceito BIM	Interoperabilidade: explorada ao transferir e integrar os dados obtidos por GPS para plataformas como GIS e softwares de modelagem; Modelagem geométrica tridimensional: utilizada ao ensinar os alunos a criar mapas digitais em 3D com base nos dados coletados via GPS, destacando a importância dessa visualização para o planejamento e execução de obras; Parametrização: explorada ao atribuir metadados a pontos coletados com GPS, como informações de elevação e posição, permitindo ajustes automáticos no modelo digital conforme parâmetros geográficos; Orientação a objetos: trabalhada ao usar modelos com objetos com propriedades específicas, como pontos de levantamento georreferenciados que carregam informações de altitude e coordenadas; Visualização do modelo: explorada ao criar levantamentos planialtimétricos que podem ser navegados e analisados pelos alunos; Simulação e análise numérica: desenvolvida ao demonstrar como os dados levantados via GPS podem ser usados para simulações de movimento dos solos.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: trabalhada ao ensinar os alunos a navegar e explorar os modelos 3D gerados com dados de GPS; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações de terrenos e elementos topográficos, integrando dados geográficos capturados em campo; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao inserir elementos georreferenciados disponíveis em bibliotecas de softwares; Integrar BIM com outras tecnologias: explorado ao integrar os dados dos levantamentos feitos por GPS com o BIM;
<b>Instalações Prediais</b>	Ementa/objetivo	Sistemas, métodos e processos para elaboração de projetos de instalações prediais de água, esgoto e drenagem das águas pluviais; Sistemas, métodos e processos para elaboração de projetos de instalações prediais de energia elétrica; Sistemas, métodos e processos para elaboração de projetos de destinação final dos esgotos sanitários em áreas desprovidas de coletor público; Aspectos normativos que regem o setor.
	Conceito BIM	Colaboração: trabalhada ao simular práticas colaborativas no desenvolvimento dos sistemas de água, esgoto e elétrica; Interoperabilidade: abordada ao discutir a troca de dados entre softwares BIM e ferramentas específicas de cálculo e análise, como dimensionamento hidráulico e elétrico, bem como no desenvolvimento do modelo federado; Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para criar representações tridimensionais das redes de água, esgoto e elétrica, facilitando a análise espacial e funcional; Parametrização: explorada ao configurar elementos paramétricos, como tubulações e conexões hidráulicas, ajustando automaticamente os cálculos e representações conforme mudanças no projeto; Orientação a objetos: desenvolvida ao ensinar que cada elemento modelado no BIM, como tubos, caixas de passagem e quadros elétricos, contém informações técnicas e de desempenho associadas; Visualização do modelo: utilizada para simular o funcionamento dos sistemas prediais em 3D, facilitando a compreensão das conexões e fluxos; Simulação e análise numérica: realizada ao testar o desempenho das redes hidráulicas, como pressões e vazões, ou verificar a carga elétrica em quadros e circuitos.

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: trabalhada ao revisar e ajustar modelos tridimensionais de instalações prediais;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao detalhar redes prediais, como sistemas hidráulicos e elétricos, em softwares BIM;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao utilizar componentes padrões, como registros, válvulas e luminárias, nas redes modeladas;</p> <p>Desenvolvimento de componentes para bibliotecas BIM: aplicada ao criar elementos específicos, como dispositivos para sistemas de esgoto em áreas sem coletor público;</p> <p>Exportação e importação de modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: abordada ao transferir modelos para ferramentas de análise de desempenho hidráulico ou elétrico;</p> <p>Integrar ou federar modelos: trabalhada ao combinar projetos de instalações hidráulicas e elétricas com o modelo arquitetônico e estrutural;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: pode-se utilizar RA ou RV para utilizada para inspeção virtual de áreas confinadas ou complexas nos sistemas prediais.</p>
<b>Materiais de Construção 1</b>	Ementa/objetivo	Capacitar o futuro engenheiro para o domínio da tecnologia das pastas, argamassas e concretos e de seus constituintes, abrangendo: a caracterização, obtenção/fabricação, propriedades, empregos, controle tecnológico e desempenho em serviços desses materiais.
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: aplicado ao integrar informações sobre a escolha, fabricação e durabilidade de materiais em modelos BIM, permitindo análises desde o projeto até a operação e manutenção das estruturas;</p> <p>Colaboração: trabalhada ao integrar profissionais responsáveis pelo controle de qualidade dos materiais com equipes de projeto e execução no ambiente BIM;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar propriedades como camadas de revestimento, resistência e durabilidade diretamente aos materiais especificados no modelo.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao integrar especificações de materiais de construção no modelo.
<b>Materiais de Construção 2</b>	Ementa/objetivo	Conhecer as principais características dos materiais utilizados na construção civil: Materiais Metálicos, Materiais Cerâmicos, Materiais Betuminosos, Madeiras, Vidros, Tintas e Plásticos. Discutir as perspectivas e desafios futuros dos materiais de construção civil.
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: explorado ao associar propriedades dos materiais cerâmicos, metálicos, betuminosos, e reciclados a diferentes fases do ciclo de vida de uma construção, considerando durabilidade e impacto ambiental;</p> <p>Colaboração: trabalhada ao integrar dados de diferentes especialistas sobre materiais sustentáveis, reciclados e inovadores em um modelo compartilhado no BIM;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar camadas de revestimento em alvenaria, bem como associar variáveis como resistência, isolamento térmico ou absorção de água a elementos construtivos no modelo BIM;</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao manipular propriedades e especificações de materiais cerâmicos e metálicos no modelo.
<b>Mecânica dos Solos 2</b>	Ementa/objetivo	Capacitar o aluno de engenharia civil a projetar, interpretar e analisar projetos de estruturas de contenção; estabilidade de taludes; sistema de rebaixamento de nível d'água; aterros sobre solos compressíveis; e

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		estabilização e reforço de solos.
	Conceito BIM	Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para representar o comportamento de taludes, solos moles e estruturas de contenção, possibilitando uma visualização detalhada das condições do terreno; Visualização do modelo: utilizada para criar seções, cortes e simulações tridimensionais, permitindo a análise do comportamento de solos e estruturas de contenção em diferentes cenários; Simulação e análise numérica: aplicada ao integrar análises geotécnicas, como estabilidade de taludes ou recalques em solos moles, diretamente no modelo BIM.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: trabalhada ao capacitar os alunos a explorar, ajustar e revisar modelos geotécnicos de projetos de contenção e estabilização; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): utilizada ao ensinar a criação detalhada de elementos como taludes e sistemas de drenagem em softwares BIM; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao utilizar bibliotecas específicas para estruturas de contenção, sistemas de rebaixamento de lençol freático e geossintéticos.
<b>Modelagem de Obras Geotécnicas</b>	Ementa/objetivo	A disciplina aborda conteúdos acerca dos métodos numéricos aplicados à geotecnia. Dentre os conteúdos estudados, destacam-se: vantagens e desvantagens do MDF e do MEF modelos constitutivos, análises geotécnicas, problemas de estado plano de deformações e axissimétricos.
	Conceito BIM	Interoperabilidade: trabalhada ao integrar o BIM com softwares especializados em métodos numéricos, garantindo a consistência dos dados e análises; Modelagem geométrica tridimensional: aplicada ao criar modelos 3D que representem o comportamento do solo e as condições de contorno nas análises geotécnicas; Visualização do modelo: explorada ao criar representações tridimensionais e cortes de áreas geotécnicas para analisar deformações e resultados de simulações numéricas; Simulação e análise numérica: aplicada ao realizar análises de estado plano de deformações e problemas axissimétricos diretamente no modelo BIM ou através de integração com softwares de métodos numéricos.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: capacita os alunos a navegar em modelos BIM para analisar deformações e verificar as condições geotécnicas simuladas; Exportar e importar modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: discutido ao transferir modelos BIM para softwares de simulação numérica, e retornar os resultados ao modelo a se analisar.
<b>Patologia das Construções das Edificações</b>	Ementa/objetivo	Apresentar ao estudante a importância das patologias das construções (definições, responsabilidades, garantias e manutenção), detalhando as especificidades das patologias e recuperações das fundações, estruturas de concreto, alvenarias e revestimentos. Além disso, busca apresentar os elementos constituintes da gestão da manutenção das edificações, assistência técnica e garantia imobiliária.
	Conceito BIM	Ciclo de vida da edificação: analisado ao estudar as patologias das edificações e integrar práticas de manutenção preventiva e corretiva durante o ciclo de vida do edifício; Modelagem geométrica tridimensional: trabalhada ao representar elementos construtivos danificados e propor soluções no modelo tridimensional, como reforços ou substituições de componentes afetados; Parametrização: abordado ao configurar propriedades específicas de materiais para prever comportamento e possíveis causas de manifestações patológicas;

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		Orientação a objetos: utilizado ao associar características físicas e funcionais aos elementos do modelo, como resistência do concreto ou tipo de impermeabilização; Visualização do modelo: enfatizado ao criar em um modelo BIM, as representações visuais das manifestações patológicas, como fissuras e eflorescência;
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: trabalhado ao ensinar como navegar por modelos para localizar patologias e avaliar condições específicas de cada elemento; Integrar BIM com outras tecnologias: abordado ao usar drones e nuvem de pontos para inspecionar estruturas, integrando os dados coletados ao modelo BIM para análises mais detalhadas.
<b>Patologia das Edificações</b>	Ementa/objetivo	Estudar a degradação das estruturas abordando a patologia e sintomatologia, através de conhecimentos sobre a microestrutura do concreto e mecanismos de transportes. Esta disciplina abordará os conceitos modernos de durabilidade e vida útil das estruturas de concreto armado, fornecendo subsídios indispensáveis para o projeto, a especificação, a execução, o controle e a manutenção de estruturas de concreto.
	Conceito BIM	Ciclo de vida da edificação: trabalhado ao utilizar BIM para mapear e gerenciar as condições de durabilidade e patologias das estruturas de concreto ao longo de toda a vida útil, incluindo inspeção, diagnóstico e manutenção; Modelagem geométrica tridimensional: aplicada ao mencionar a possibilidade de criar representações detalhadas das patologias, como fissuras e corrosão em modelos BIM, permitindo mapeamento dos danos; Parametrização: utilizado para configurar propriedades de materiais, como permeabilidade e resistência, facilitando simulações e estudos preventivos; Orientação a objetos: abordado ao modelar elementos estruturais de concreto com propriedades específicas que incluem histórico de manutenção e patologias registradas; Visualização do modelo: implementada ao usar modelos 3D para representar manifestações patológicas.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: trabalhado ao ensinar como navegar por modelos para localizar patologias e avaliar condições específicas de cada elemento; Integrar BIM com outras tecnologias: abordado ao usar drones e nuvem de pontos para inspecionar estruturas, integrando os dados coletados ao modelo BIM para análises mais detalhadas.
<b>Pavimentos Rígidos</b>	Ementa/objetivo	Propiciar ao futuro engenheiro, os conhecimentos básicos para projetar, construir, controlar a qualidade de pavimentos rígidos e para as atividades de manutenção, reabilitação e elaboração de projetos de reforço.
	Conceito BIM	Ciclo de vida da edificação: trabalhado ao abordar a integração de todas as etapas do projeto de pavimentos rígidos, desde a concepção e dimensionamento até a manutenção e reabilitação, utilizando modelos BIM para rastrear dados e condições do pavimento ao longo do tempo; Interoperabilidade: abordado ao integrar ferramentas de modelagem como Civil 3D com softwares de análise estrutural específicos para pavimentos rígidos, garantindo a consistência de dados; Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para criar representações detalhadas de pavimentos rígidos, incluindo juntas e camadas; Parametrização: aplicada ao configurar variáveis como espessura da camada, resistência do concreto e características do subleito, ajustando automaticamente o modelo para diferentes condições de tráfego e carga; Visualização do modelo: implementada ao gerar simulações visuais de

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>pavimentos rígidos, auxiliando na compreensão de sua composição.</p> <p>Manipulação de modelos BIM: trabalhado ao ensinar como navegar por modelos tridimensionais de pavimentos e extrair informações dele;  Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): utilizado para representar as camadas do pavimento e suas interações no modelo, incluindo sub-base estabilizada e juntas;  Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorado ao inserir componentes como juntas, texturas e camadas de pavimento a partir de bibliotecas padrão;  Exportar e importar modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: abordado ao transferir modelos entre diferentes softwares, como software de modelagem e de cronograma de execução;  Outras: aplicado ao utilizar o BIM para visualizar o cronograma de execução de pavimentos rígidos.</p>
<b>Planejamento Urbano</b>	Ementa/objetivo	<p>Apresentar as interfaces existentes entre o Planejamento Urbano e a Engenharia Civil, proporcionando ao aluno uma visão geral da teoria e da prática do Planejamento Urbano, com ênfase na Cidade do Recife. Oportunizar a aplicação dos conceitos estudados com ações protagonizadas pelos alunos para a caracterização da realidade da cidade do Recife para divulgação junto aos profissionais da área (comunidade) cujas atividades serão planejadas mediante entrega de trabalho e seminário de apresentação.</p>
	Conceito BIM	<p>Coordenação: ensinado ao abordar propostas urbanísticas, onde os alunos simulam intervenções e verificam conflitos entre sistemas existentes e novas propostas;  Modelagem geométrica tridimensional: aplicado ao desenvolver modelos 3D de áreas urbanas, considerando características reais do ambiente e permitindo a análise de diferentes cenários;  Parametrização: trabalhado ao criar parâmetros que representem diretrizes urbanísticas específicas, como gabarito máximo de altura de edifícios e coeficientes de aproveitamento, configurando-os diretamente no modelo BIM;  Orientação a objetos: ensinado ao explorar a criação de elementos urbanos específicos, como mobiliário ou infraestruturas, com atributos únicos que respeitem a legislação urbana vigente;  Semântica do modelo: promovido ao adicionar informações detalhadas aos objetos modelados, como zoneamento, restrições legais e diretrizes do plano diretor, criando um banco de dados integrado ao projeto;  Visualização do modelo: aplicado ao utilizar ferramentas para criar apresentações visuais de intervenções urbanas, permitindo que os alunos apresentem propostas em seminários;  Simulação e análise numérica: desenvolvido com a simulação de tráfego, drenagem ou impacto ambiental utilizando ferramentas BIM, possibilitando a análise detalhada dos efeitos das propostas urbanísticas.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: trabalhado com a introdução de ferramentas BIM para exploração de modelos urbanos, permitindo análises e ajustes em elementos como vias e áreas verdes;  Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): desenvolvido ao ensinar os alunos a modelar elementos de infraestrutura urbana, como vias e praças, utilizando ferramentas de modelagem geométrica;  Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: trabalhado com a utilização de bibliotecas para criar elementos urbanos específicos, como postes, mobiliário e sinalizações;  Desenvolvimento de componentes para bibliotecas BIM: ensinado ao criar objetos personalizados, como estruturas de acessibilidade ou elementos decorativos, adaptados às propostas de intervenção urbana;  Exportar e importar modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: desenvolvido ao explorar fluxos de trabalho entre softwares BIM, garantindo a compatibilidade de modelos e dados georreferenciados;</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>Integrar ou federar modelos: ensinado ao federar modelos arquitetônicos e de infraestrutura em plataformas BIM, garantindo a integração de propostas e a identificação de conflitos;</p> <p>Outras: introduzido com o uso de ferramentas de análise de impacto ambiental e planejamento urbano, para avaliar a viabilidade e sustentabilidade de propostas apresentadas pelos alunos.</p>
<b>Pontes 1</b>	Ementa/objetivo	<p>Dotar o aluno dos conhecimentos necessários para seu desenvolvimento nas especialidades de projeto, execução e manutenção de pontes e viadutos. A maior parte das obras de arte especiais no Brasil e no mundo têm suas estruturas construídas com o emprego do concreto armado e do concreto protendido. São usualmente pontes rodoviárias, ferroviárias ou passarelas de pedestres. O conhecimento dos tipos dos obstáculos a serem transpostos, estudos hidrológicos, estudos de prospecção geotécnica, existência de gabaritos horizontais e verticais a serem respeitados, dentre outros, representam o primeiro grande conjunto de informações necessárias para a correta elaboração das etapas de: definição da extensão total e da largura da obra; número e comprimento de cada um dos vãos; escolha do sistema estrutural do tabuleiro; definição dos elementos constitutivos da mesoestrutura; definição dos elementos estruturais dos encontros; definição das soluções e elementos estruturais das fundações. A definição dos materiais, sistemas estruturais e sistemas executivos, devem ser abordados na fase de projeto, mas ligando-se com as subseqüentes fases de execução e manutenção da ponte. Dessa forma, as habilidades, competências e conteúdos se aprofundam com os estudos dos requisitos de qualidade, diretrizes para durabilidade e critérios de projeto, representando a conscientização de que o engenheiro é responsável pela qualidade e cumprimento da vida útil requerida para a obra de arte especial e que essa ação se inicia já na fase de projeto e permanece nas etapas seguintes de execução e operação.</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: abordado ao integrar aspectos de projeto, execução e manutenção de pontes, garantindo a durabilidade e a funcionalidade ao longo da vida útil;</p> <p>Colaboração: trabalhada ao integrar equipes de engenharia estrutural, geotécnica e hidrológica no ambiente BIM, permitindo uma abordagem multidisciplinar no projeto e execução da ponte;</p> <p>Interoperabilidade: explorada ao conectar projetos e análises estruturais, hidrológicas e geotécnicas de modelos BIM, possibilitando troca de dados entre softwares especializados;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para criar representações tridimensionais de tabuleiros, mesoestruturas e fundações no modelo 3D, facilitando a análise e a execução;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar propriedades como cargas, esforços atuantes e materiais a cada elemento da ponte no modelo, permitindo ajustes automáticos;</p> <p>Orientação a objetos: trabalhada ao associar dados como propriedades de materiais, esforços e métodos construtivos aos componentes representados no modelo;</p> <p>Semântica do modelo: abordada ao vincular normas, memorial de cálculo e diretrizes de inspeção diretamente aos objetos do modelo;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para criar simulações tridimensionais da ponte, permitindo análise de seu comportamento estrutural sob diferentes carregamentos;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao prever esforços, deformações e estabilidade do tabuleiro e fundações no modelo BIM.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao manipular elementos estruturais e geotécnicos no modelo, conectando cálculos e análises de esforços;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações detalhadas dos elementos da ponte, incluindo tabuleiros, pilares e fundações;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao inserir componentes padronizados, como tipos de vigas, pilares e dispositivos de apoio;</p> <p>Exportação e importação de modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: abordada ao conectar softwares de análise estrutural e hidráulica ao ambiente BIM;</p> <p>Integrar ou federar modelos: trabalhada ao combinar projetos estruturais com dados geotécnicos e hidrológicos em um modelo central;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: uso de realidade virtual ou aumentada para proporcionar novas formas de visualização do modelo.</p>
<b>Práticas de Construção</b>	Ementa/objetivo	Proporcionar ao aluno a possibilidade de acompanhar a evolução do andamento dos serviços em obras de construção do mercado imobiliário ao longo de 90 dias de execução.
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: abordado ao demonstrar como o BIM integra informações desde a concepção até a operação das edificações, com ênfase em análises de planejamento e execução acompanhadas nas visitas;</p> <p>Colaboração: explorada ao introduzir a importância do trabalho integrado entre diferentes equipes no canteiro de obras e projetistas, e como o BIM pode facilitar essa interação;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para apresentar teoricamente modelos tridimensionais e ajudar os alunos a compreender as estruturas observadas nas visitas.</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: introduzida de forma teórica ao apresentar aos alunos como navegar em modelos BIM e identificar informações úteis para planejamento e controle.
<b>Resistência dos Materiais 1</b>	Ementa/objetivo	Fazer com que os alunos compreendam o conceito de esforços internos e a sua importância para o dimensionamento e verificação de elementos estruturais. A determinação dos esforços internos em vigas, pórticos, treliças e arcos isostáticos também faz parte do escopo da disciplina.
	Conceito BIM	Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para criar representações detalhadas de vigas, treliças, pórticos e outros elementos estruturais, facilitando a análise visual e o cálculo de esforços; Parametrização: explorada ao associar parâmetros como momento fletor, esforço normal e cortante aos elementos estruturais, permitindo ajustes automáticos no modelo; Visualização do modelo: utilizada para criar representações tridimensionais e diagramas de esforços internos, facilitando o entendimento e a comunicação entre equipes; Simulação e análise numérica: realizada ao prever tensões e deformações nos elementos estruturais, com base nos esforços internos calculados.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao manipular elementos estruturais com diagramas de esforços internos no ambiente BIM; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações tridimensionais de elementos estruturais, como vigas e treliças; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao utilizar elementos estruturais padronizados, como vigas e pórticos, no modelo; Integrar BIM com outras tecnologias: utilizada ao aplicar simulações de tensões e deformações em ambientes interativos, como realidade aumentada e virtual.
<b>Resistência dos Materiais 2</b>	Ementa/objetivo	Proporcionar aos alunos conhecimentos necessários no que diz respeito à distribuição de tensões e deformações que os elementos estruturais estão sujeitos quando submetidos a um carregamento externo. Primeira abordagem refere-se às tensões e deformações de um elemento carregado axialmente, o comportamento das tensões quando o elemento é analisado através de diferentes planos. Em seguida elementos submetidos à flexão pura, flexo-compressão normal e flexo-compressão oblíqua serão estudados. Ainda no contexto da distribuição de tensões, serão estudados elementos submetidos a cargas transversais ao seu eixo. Por fim, estudar-se-á o comportamento das deformações de estruturas, ou elementos estruturais, a partir da equação de linha elástica e princípio dos trabalhos virtuais.
	Conceito BIM	Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para criar representações de elementos estruturais, incorporando dados de tensões, deformações e comportamentos estruturais; Parametrização: explorada ao associar propriedades como rigidez, tensões máximas e deformações admissíveis aos elementos modelados, permitindo ajustes automáticos no modelo conforme alterações nos carregamentos; Visualização do modelo: utilizada para criar diagramas tridimensionais de tensões e deformações, facilitando o entendimento do assunto; Simulação e análise numérica: realizada ao prever comportamentos estruturais, como flambagem e torção, simulando as condições reais de carregamento.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao manipular elementos estruturais com dados de tensões e deformações no ambiente BIM; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações de barras, vigas e pilares submetidos a diferentes

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		carregamentos; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao usar elementos padronizados para representar estruturas com propriedades específicas de resistência e deformação; Integrar BIM com outras tecnologias: utilizada ao aplicar simulações interativas de deformações em ambientes de realidade aumentada ou virtual.
<b>Saneamento 1</b>	Ementa/objetivo	Sistemas, métodos e processos de abastecimento de água; Hidrologia aplicada ao saneamento, na pesquisa de mananciais e escolha das captações de água para abastecimento humano; Legislação regente do setor e aspectos ambientais relativos aos sistemas de abastecimento d'água; Hidráulica aplicada ao saneamento no dimensionamento de adutoras, estações elevatórias e redes distribuidoras de água; Conhecimento das instalações, equipamentos, dispositivos e componentes da engenharia sanitária.
	Conceito BIM	Interoperabilidade: explorada ao vincular modelos BIM da redes de distribuição com modelos arquitetônicos e de topografia, possibilitando a integração entre softwares; Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para representar redes de distribuição, estações elevatórias, reservatórios e adutoras em detalhes tridimensionais; Parametrização: explorada ao associar propriedades hidráulicas, como vazão, pressões e materiais, aos elementos representados no modelo; Orientação a objetos: trabalhada ao associar informações normativas, de desempenho e manutenção a objetos como reservatórios e estações de tratamento; Semântica do modelo: abordada ao incluir dados de legislação, padrões de potabilidade e requisitos normativos diretamente nos elementos do sistema modelado; Visualização do modelo: utilizada para criar simulações de abastecimento e verificar o funcionamento da rede sob diferentes condições; Simulação e análise numérica: realizada ao prever perdas de carga, eficiência de bombeamento e qualidade da água no sistema projetado.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao manipular componentes hidráulicos no modelo BIM, como tubulações, reservatórios e estações elevatórias; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações tridimensionais de redes distribuidoras, estações de tratamento e sistemas de adução; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao inserir componentes padronizados, como bombas, válvulas e medidores, nas redes de abastecimento; Exportação e importação de modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: abordada ao conectar softwares de simulação com a plataforma BIM; Integrar ou federar modelos: trabalhada ao combinar sistemas de abastecimento de água com outros modelos de infraestrutura e arquitetura no ambiente BIM; Integrar BIM com outras tecnologias: possibilidade de uso com GIS para desenvolvimento da rede de abastecimento.
<b>Saneamento 2</b>	Ementa/objetivo	Capacitar os alunos a planejar e projetar sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários: urbano e rural.

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
	Conceito BIM	<p>Interoperabilidade: explorada ao vincular modelos BIM de sistemas de coleta e tratamento de esgoto com modelos arquitetônicos e de topografia, possibilitando a integração entre softwares;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para representar redes coletoras, estações elevatórias, emissários e ETEs em detalhes tridimensionais;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar variáveis hidráulicas, como declividades, diâmetros e vazões, diretamente aos elementos modelados no BIM;</p> <p>Orientação a objetos: trabalhada ao vincular informações normativas e de desempenho a componentes como tubulações, reatores biológicos e filtros;</p> <p>Semântica do modelo: abordada ao incluir especificações normativas e dados operacionais no modelo, facilitando análises de conformidade;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para visualizar o sistema de esgotamento sanitário;</p> <p>Simulação e análise numérica: realizada ao prever o comportamento hidráulico e a eficiência de ETEs diretamente no modelo.</p>
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	<p>Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao manipular redes coletoras, estações de bombeamento e ETEs no modelo BIM com dados específicos de operação;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações tridimensionais de coletores, interceptores, emissários e estações de tratamento;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao inserir componentes padronizados, como bombas, grades de retenção e reatores anaeróbicos;</p> <p>Exportação e importação de modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: abordada ao integrar ferramentas de dimensionamento de sistemas de coleta e tratamento de esgoto com o modelo BIM;</p> <p>Integrar ou federar modelos: trabalhada ao combinar redes de saneamento com modelos de infraestrutura urbana e arquitetura no ambiente BIM;</p> <p>Integrar ou federar modelos: trabalhada ao combinar sistemas de abastecimento de água com outros modelos de infraestrutura e arquitetura no ambiente BIM;</p>
<b>Sistema de Gestão em Segurança e Saúde do Trabalho</b>	Ementa/objetivo	<p>Estudo dos conceitos básicos de Segurança e Saúde do Trabalho (SST) e de sistemas de gestão. Sistema de Gestão: caracterização e modelos. Estudo dos diferentes modelos existentes de Sistema de Gestão em SST. Análise dos estudos de integração dos modelos de gestão. Apresentação das diretrizes sobre sistemas de gestão em segurança e saúde no trabalho da Organização Internacional do Trabalho - OIT. Aplicação do Sistema de gestão em SST na indústria da construção civil.</p>
	Conceito BIM	<p>Ciclo de vida da edificação: analisado ao longo do planejamento e operação de sistemas de gestão em SST na indústria da construção. Pode ser trabalhado em sala de aula ao simular a gestão de segurança ao longo das fases do ciclo de vida da edificação;</p> <p>Coordenação: aplicado ao demonstrar a importância da coordenação de projetos e ações de segurança no trabalho com os demais projetos de arquitetura e engenharia.</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: trabalhada ao revisar modelos tridimensionais para identificar e corrigir riscos no ambiente de trabalho; Integrar BIM com outras tecnologias: explorada ao usar RV para simular condições de risco e treinamento de uso de EPI e EPC.
<b>Sociologia, Meio Ambiente e Contexto Social Contemporâneo</b>	Ementa/objetivo	Métodos de Estudo, Perspectiva Sociológica, Contemporaneidade, Meio Ambiente, Indivíduo e Sociedade, Engenharia e Sociedade, Socialização, Cultura e Multiculturalismo, Desenvolvimento Social, Relações de Gênero, Globalização, Políticas Sociais, Raça e Etnia, Cultura Afro-brasileira e Indígena, Ética, Sustentabilidade Ambiental, Políticas Ambientais, Desenvolvimento Sustentável.
	Conceito BIM	Ciclo de vida da edificação: trabalhado ao introduzir como que o BIM pode ser usado para planejar e gerenciar as diferentes etapas de desenvolvimento sustentável no ciclo de vida do empreendimento, abordando desde a concepção até o uso e eventual requalificação das edificações.
<b>Técnicas de Intervenções em Edifícios Históricos</b>	Ementa/objetivo	Teorias de restauro; Conservação do patrimônio histórico; Sistemas e Materiais construtivos em edifícios históricos; Problemas patológicos em edifícios históricos. Procedimentos para tratamento de problemas patológicos. Elaboração de planos/ propostas de intervenções (restauro) em edifícios históricos.
	Conceito BIM	Modelagem geométrica tridimensional: trabalhado para criar modelos de edificações históricas a partir de nuvens de pontos, enfatizando a representação precisa de elementos complexos como ornamentos e estruturas; Parametrização: apresentado através da criação de parâmetros personalizados que representem propriedades específicas de materiais históricos, como resistência ao fogo ou absorção de água, aplicados diretamente em modelos de estudo; Visualização do modelo: pode ser trabalhado com o uso de realidade virtual, onde os alunos exploram modelos de edificações históricas e avaliam diferentes intervenções de restauração em um ambiente imersivo.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: trabalhado com exercícios práticos de navegação, ajuste de vistas e análise de interferências em modelos BIM, focando na edição e exploração das informações contidas no modelo; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): apresentado ao ensinar os alunos a modelar elementos arquitetônicos específicos de edifícios históricos, como abóbadas ou colunas, usando ferramentas avançadas de modelagem; Integrar BIM com outras tecnologias: introduzido ao usar nuvens de pontos e integrá-las em software de modelagem BIM, demonstrando o uso de tecnologias complementares para documentar edifícios históricos.
<b>Teoria das Estruturas 1</b>	Ementa/objetivo	proporcionar aos alunos conhecimentos necessários para determinação dos esforços internos em estruturas hiperestáticas a partir do método das forças e do método dos deslocamentos. Serão abordados, além de estruturas submetidas a carregamentos externos, ações externas como variação uniforme de temperatura, gradiente de temperatura, e recalque diferencial. No que concerne às vinculações dos elementos estruturais serão estudos apoios elásticos tanto à rotação quanto à translação.
	Conceito BIM	Modelagem geométrica tridimensional: utilizada para representar elementos estruturais hiperestáticos em 3D, permitindo simulações de carregamentos e ações externas; Parametrização: explorada ao associar propriedades, como rigidez, deslocamentos e coeficientes elásticos, aos elementos estruturais

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		modelados; Visualização do modelo: utilizada para visualizar simulações tridimensionais que demonstram o comportamento de estruturas hiperestáticas sob diferentes condições de carregamento; Simulação e análise numérica: realizada ao prever deslocamentos, esforços internos e efeitos de ações externas em estruturas, validando soluções projetuais diretamente no modelo.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao manipular cálculos estruturais e detalhamentos de elementos hiperestáticos no ambiente BIM; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações de pórticos, treliças, grelhas e outras estruturas hiperestáticas; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao utilizar elementos padronizados, como tipos de vínculos e bases elásticas, nos modelos; Integrar BIM com outras tecnologias: utilizada para inspecionar visualmente estruturas hiperestáticas e seus comportamentos em realidade aumentada.
<b>Teoria das Estruturas 2</b>	Ementa/objetivo	Método da rigidez aplicado às treliças planas e espaciais, vigas, arcos e pórticos hiperestáticos. Vigas balcão. Grelhas de vigas.
	Conceito BIM	Modelagem geométrica tridimensional: aplicada ao criar modelos tridimensionais de treliças, vigas, pórticos e grelhas, representando de forma precisa a geometria e o comportamento estrutural; Parametrização: explorada ao configurar propriedades ajustáveis para os elementos estruturais, como rigidez, cargas e deslocamentos, permitindo análises dinâmicas e ajustes no modelo; Visualização do modelo: explorada ao criar vistas e cortes tridimensionais para visualizar os resultados das análises estruturais com maior clareza; Simulação e análise numérica: aplicada ao realizar análises do comportamento estrutural no BIM, utilizando o método da rigidez para resolver pórticos e grelhas.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: capacita os alunos a navegar e revisar modelos estruturais para validar as análises realizadas; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): utilizada para criar representações tridimensionais de elementos estruturais como treliças, vigas e pórticos em software BIM; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: trabalhada ao utilizar objetos BIM padrões para modelar sistemas estruturais com propriedades ajustáveis.
<b>Tópicos Avançados em Sustentabilidade</b>	Ementa/objetivo	Habilitar os alunos de engenharia civil no entendimento dos conceitos relacionados a sustentabilidade aplicada às construções, capacitando-os a reconhecerem as consequências ambientais, sociais e econômicas advindas das atividades de construção e como podem aplicar as normas, certificações e legislações existentes para atingirem construções cada vez mais sustentáveis, sendo capazes de reconhecer princípios, diretrizes e indicadores normativos aplicáveis aos projetos de construção. Oportunizar aplicação dos conceitos estudados para leitura da realidade, proposição de melhorias, divulgação dos conhecimentos adquiridos e desenvolvimento de ações extensionistas para comunidade interna e externa.
	Conceito BIM	Ciclo de vida da edificação: abordado ao relacionar sustentabilidade com as etapas do ciclo de vida da construção, como projeto, construção, operação, manutenção e demolição. Em sala, os alunos podem usar a metodologia BIM para avaliar impactos ambientais ao longo do ciclo de vida; Colaboração: enfatizado ao integrar equipes multidisciplinares para desenvolver soluções sustentáveis em projetos de construção;

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		<p>Visualização do modelo: enfatizado ao gerar representações visuais que demonstrem estratégias sustentáveis, como painéis solares ou áreas verdes integradas ao projeto;</p> <p>Simulação e análise numérica: integrado ao analisar modelos BIM em softwares de simulação, para avaliar consumo energético e eficiência hídrica, conectando diretamente aos indicadores de certificações.</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: trabalhado ao manipular modelos para avaliar estratégias de sustentabilidade, como a aplicação de coberturas verdes ou fachadas ventiladas;</p> <p>Exportar e importar modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: aplicado ao integrar modelos BIM com ferramentas de análise de sustentabilidade;</p> <p>Outras: trabalhado ao associar métricas de sustentabilidade diretamente no modelo, permitindo análises dinâmicas para conformidade com certificações de sustentabilidade.</p>
<b>Topografia 1</b>	Ementa/objetivo	Capacitar o futuro engenheiro elaboração de estudos topográficos planimétricos.
	Conceito BIM	<p>Interoperabilidade: explorada ao importar dados de Global Positioning System (GPS) para softwares BIM, garantindo a compatibilidade entre plataformas;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada ao criar modelos 3D do terreno baseados nos levantamentos, permitindo simulações e análises mais detalhadas;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar propriedades paramétricas aos elementos modelados, como tipos de superfície de solo, ajustando-se automaticamente às mudanças no levantamento;</p> <p>Orientação a objetos: desenvolvida ao ensinar que os elementos topográficos modelados, como pontos de controle, podem conter informações técnicas associadas, como coordenadas;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para criar representações tridimensionais do terreno, facilitando a análise das condições do local e a apresentação das soluções topográficas.</p>
	<p>Competências BIM de domínio técnico ou de execução</p>	<p>Manipulação de modelos BIM: trabalhada ao manipular e analisar dados topográficos no ambiente BIM;</p> <p>Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): utilizada ao criar representações do terreno em 3D;</p> <p>Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao utilizar objetos padrões, como pontos de referência para representar dados topográficos;</p> <p>Integrar BIM com outras tecnologias: utilizada ao integrar levantamentos com drones ou GPS diretamente nos modelos BIM, aumentando a precisão.</p>
<b>Topografia 2</b>	Ementa/objetivo	Capacitar o futuro engenheiro elaboração de estudos topográficos altimétricos.
	Conceito BIM	<p>Interoperabilidade: explorada ao importar dados de fotogrametria, GPS e modelos digitais de terreno (MDT) para softwares BIM, garantindo a compatibilidade entre plataformas;</p> <p>Modelagem geométrica tridimensional: utilizada ao criar modelos 3D do terreno com base em levantamentos geométricos e altimétricos, representando perfis e curvas de nível;</p> <p>Parametrização: explorada ao associar atributos como cota e tipo de solo aos elementos do modelo, permitindo simulações automáticas em alterações do projeto;</p> <p>Orientação a objetos: trabalhada ao ensinar que elementos altimétricos, como curvas de nível e perfis, podem conter informações associadas, como elevação e tipo de relevo;</p> <p>Visualização do modelo: utilizada para criar representações tridimensionais que facilitam a análise do relevo e a execução de soluções de engenharia;</p>

Nome da disciplina	Categoria	Descrição
		Simulação e análise numérica: realizada ao calcular volumes de terraplenagem, projetar traçados rodoviários e avaliar a adequação de terrenos para projetos específicos.
	Competências BIM de domínio técnico ou de execução	Manipulação de modelos BIM: desenvolvida ao manipular os modelos tridimensionais baseados em dados altimétricos e planimétricos; Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies): aplicada ao criar representações precisas de terrenos e superfícies baseadas em levantamentos topográficos; Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software: explorada ao inserir componentes padrões, como pontos de referência e linhas de seção, para representar dados altimétricos; Exportação e importação de modelos/trabalhar questões de interoperabilidade: abordada ao converter dados altimétricos para uso em softwares de simulação e planejamento; Integrar BIM com outras tecnologias: utilizada ao integrar levantamentos com drones e fotogrametria diretamente no ambiente BIM para maior precisão.

## **ANEXO A – CRITÉRIOS DA MATRIZ DE MATURIDADE BIM**

	NM	Pré-BIM 5 pts	Inicial 20 pts	Definido 30 pts	Integrado 40 pts	Otimizado 50 pts
<b>Política Compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM</b>	<b>Capacitação Docência (Pol.1)</b>	Não há nenhum incentivo ou programa de capacitação em BIM destinado ao corpo docente.	Incentivo informal para capacitação BIM ao corpo docente. Não ocorre de forma institucionalizada e formalizada.	Existência de incentivos ou programa de capacitação em BIM ao corpo docente, de forma institucionalizada e formalizada.	Existência de incentivos ou programa de capacitação em BIM ao corpo docente, de forma institucionalizada e formalizada. Treinamentos periódicos, conforme planejamento estratégico BIM.	Existência de incentivos ou programa de capacitação em BIM ao corpo docente, de forma institucionalizada e formalizada. Treinamentos periódicos, conforme planejamento estratégico BIM. Exigência do BIM na matriz de competências para contratação de professores.
	<b>Engajamento BIM do corpo docente (Pol.2)</b>	O corpo docente não possui nenhum conhecimento BIM e não há nenhum tipo de engajamento.	Até 10% do corpo docente domina a metodologia e software BIM. Não há nenhum tipo de engajamento.	Até 10% do corpo docente domina a metodologia e software BIM. Há engajamento preliminar do corpo docente.	Até 30% do corpo docente domina a metodologia e software BIM. Há engajamento do corpo docente (grupo de estudos, iniciação científica, extensão acadêmica, incluso do BIM em disciplinas, etc..).	Acima de 30% do corpo docente domina a metodologia e software BIM. Há engajamento do corpo docente (grupo de estudos, iniciação científica, extensão acadêmica, incluso do BIM em disciplinas, etc..).
	<b>Visão Institucional BIM (Pol.3)</b>	O BIM não é enxergado como importante, prioridade ou como uma metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos.	O BIM não é enxergado como importante, prioridade ou como uma metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos. No entanto, não há nenhuma barreira interna para iniciativas de professores.	O BIM é enxergado como importante, mas não como prioridade ou como metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos.	O BIM é visto como prioridade pela IES e um meio para o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, não há uma formalização desta visão institucional.	O BIM é visto como prioridade pela IES e um meio para o processo de ensino-aprendizagem. Ele está inserido no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e nos Planos de Ensinos das disciplinas.
	<b>Ensino BIM (Pol.4)</b>	O BIM não está inserido no ensino	O ensino BIM consiste em: Introdução ao BIM.	O ensino BIM consiste em: Introdução ao BIM; Software BIM;	O ensino BIM consiste em: Introdução ao BIM; Software BIM; Metodologia BIM;	O ensino BIM consiste em: Introdução ao BIM; Software BIM; Metodologia BIM; Projetos Integradores (Multidisciplinar); Projetos Colaborativos.
	<b>Extensão Acadêmica (Pol.5)</b>	Não há nenhuma iniciativa BIM na extensão acadêmica.	Não há nenhuma iniciativa BIM formalizada na extensão acadêmica. Há ações individuais de professores ou discentes, porém sem conhecimento formalizado junto a IES.	Não há nenhuma iniciativa BIM formalizada na extensão acadêmica. Há ações individuais de professores ou discentes, porém com conhecimento formalizado junto a IES.	Há iniciativas BIM na extensão acadêmica, institucionalizada e formalizada. As iniciativas não estão relacionadas ao planejamento estratégico BIM.	Há iniciativas BIM na extensão acadêmica, institucionalizada e formalizada. O conjunto de ações (cursos, palestras, seminários, etc..) vão ao encontro do planejamento estratégico BIM.
	<b>Iniciação Científica (Pol.6)</b>	Não há nenhuma iniciativa BIM na Iniciação Científica.	Não há nenhuma iniciativa BIM na Iniciação Científica. No entanto, há grupo de estudos com o objetivo de criação da Iniciação Científica em BIM.	Não há Iniciação Científica formalizada, apenas ações individualizadas entre professores e alunos na produção de pesquisas.	Há iniciativas de iniciação científica em BIM formalizada, com linhas de pesquisas consolidadas na IES.	Há iniciativas de iniciação científica em BIM formalizada, com linhas de pesquisas consolidadas na IES. O BIM é enxergado como prioridade na Iniciação Científica.
	<b>Decreto Federal 11.888/2024 (Pol.7)</b>	Não há conhecimento sobre seu conteúdo.	A IES possui ciência do conteúdo. Não há plano/estratégia para atendimento dos requisitos e não vem desenvolvendo nenhuma ação.	A IES possui ciência do conteúdo. Não há nenhum plano/estratégia para atendimento dos requisitos e vem desenvolvendo ação.	A IES possui ciência do conteúdo. Há um plano/estratégia para o cumprimento do requisito estabelecido.	A IES possui ciência do conteúdo. Há um plano/estratégia para o cumprimento do requisito estabelecido. Adota uma postura de compromisso com a responsabilidade da IES para o atendimento do decreto.

	NM	Pré-BIM 5 pts	Inicial 20 pts	Definido 30 pts	Integrado 40 pts	Otimizado 50 pts
<b>Processo Compreende o desempenho do ensino, pesquisa e extensão em BIM</b>	<b>Usos BIM (Pro.1)</b>	Não há nenhum uso BIM.	Até 5 usos BIM.	Até 10 usos BIM.	Até 15 usos BIM.	Acima de 15 usos BIM.
	<b>Disciplinas BIM (Pro.2)</b>	Não há nenhuma disciplina que envolva BIM.	Existência de 1 disciplina que envolva o BIM.	Existência de até 5 disciplinas que envolvam o BIM.	Existência de até 15 disciplinas que envolvam o BIM.	Existência de mais de 15 disciplinas que envolvam o BIM.
	<b>Publicações (Pro.3)</b>	Não há nenhuma publicação em artigo, periódico, semana acadêmica, ou similar, acerca do BIM.	Publicações esporádicas, sem uma periodicidade, voltada para eventos internos da IES.	Publicações esporádicas, sem periodicidade, com alcance em congressos regionais e nacionais.	Publicações planejadas, com alcance em congressos regionais e nacionais, e periódicos nacionais.	Publicações planejadas, com alcance em periódicos internacionais.
	<b>Alunos Capacitados (Pro.4)</b>	Nenhum aluno capacitado.	Até 50 alunos capacitados.	Até 250 alunos capacitados.	Até 500 alunos capacitados.	Acima de 500 alunos capacitados
<b>Tecnologia Compreende toda a infraestrutura, tecnológica ou física, para o desenvolvimento do ensino BIM</b>	<b>Acordos institucionais com desenvolvedores de software (Tec.1)</b>	Não há nenhum acordo institucional com desenvolvedores de software.	Há acordos institucionais com um desenvolvedor de software (atendimento de 1 item) 1. Fornecimento de software para acesso na IES; 2. Fornecimento de software para acesso individual dos alunos (fora IES); 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;	Há acordos institucionais com um desenvolvedor de software (atendimento de 2 itens) 1. Fornecimento de software para acesso na IES; 2. Fornecimento de software para acesso individual dos alunos (fora IES); 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;	Há acordos institucionais com um desenvolvedor de software (atendimento de 3 itens) 1. Fornecimento de software para acesso na IES; 2. Fornecimento de software para acesso individual dos alunos (fora IES); 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;	Há acordos institucionais com mais de um desenvolvedor de softwares (atendimento de 4 itens) 1. Fornecimento de software para acesso na IES; 2. Fornecimento de software para acesso individual dos alunos (fora IES); 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;
	<b>Software (Tec.2)</b>	Não há nenhum software instalado.	Software instalados em apenas alguns computadores, sem controle da instituição, sem controle de licenças e sem monitoramento.	Software instalados em apenas alguns computadores. Controle institucional simples, com a instalação e licenças.	Software instalados em todos os computadores de no mínimo um laboratório de informática destinado aos alunos. A instalação ocorre de forma institucionalizada, controlada, licenciada e monitorada.	Software instalados em todos os computadores de todos os laboratórios de informática destinados aos alunos. A instalação ocorre de forma institucionalizada, controlada, licenciada e monitorada.
	<b>Acordos institucionais com fabricantes de hardware (Tec.3)</b>	Não há nenhum acordo institucional com fabricantes de hardwares.	Há acordos institucionais com um fabricante de hardware (atendimento de 1 itens) 1. Fornecimento de hardwares para IES; 2. Fornecimento de hardwares para alunos; 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente; 5. Manutenções 6. Programa de substituição de modernização	Há acordos institucionais com um fabricante de hardware (atendimento de 2 itens) 1. Fornecimento de hardwares para IES; 2. Fornecimento de hardwares para alunos; 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente; 5. Manutenções 6. Programa de substituição de modernização	Há acordos institucionais com um fabricante de hardware (atendimento de 4 itens) 1. Fornecimento de hardwares para IES; 2. Fornecimento de hardwares para alunos; 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente; 5. Manutenções 6. Programa de substituição de modernização	Há acordos institucionais com um fabricante de hardware (atendimento acima de 4 itens) 1. Fornecimento de hardwares para IES; 2. Fornecimento de hardwares para alunos; 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente; 5. Manutenções 6. Programa de substituição de modernização
	<b>Hardware (Tec.4)</b>	Não há hardware adequados para a utilização de software BIM, impossibilitando ou prejudicando o uso das ferramentas.	Hardware adequados em apenas algumas estações de trabalho em um laboratório de informática destinados aos alunos. Aquisição de hardware ocorre sem nenhum planejamento de acordo com os usos e software BIM pretendidos.	Hardware adequados em um laboratório de informática destinados aos alunos. Aquisição de hardware ocorre sem nenhum planejamento de acordo com os usos e software BIM pretendidos.	Hardware adequados em todos os laboratórios de informática destinados aos alunos.  Aquisição de hardware ocorre de forma planejada, de acordo com os usos e software BIM pretendidos.	Hardware adequados em todos os laboratórios de informática destinados aos alunos. Aquisição de hardware ocorre de forma planejada, de acordo com os usos e software BIM pretendidos. Há programa de substituição e melhorias em consonância com o planejamento BIM.
	<b>Infraestrutura (Tec.5)</b>	Não há nenhum espaço físico para o uso de hardware e software BIM.	Laboratórios de Informática com estações de trabalho com hardware e software BIM. O objetivo fim do espaço físico não é o ensino BIM, sendo compartilhado com outros usos e ensinos.	Laboratórios de Informática com estações de trabalho com hardware e software BIM individualizado. Com uso exclusivo para o ensino BIM.	Espaços de Ensino BIM, com acomodações e hardware individualizados. Espaço com infraestrutura de interação e compartilhamento de informações. Uso exclusivo para o ensino BIM.	Espaços de Ensino BIM, com acomodações e hardware individualizados. Espaço com infraestrutura de interação e compartilhamento de informações. Uso exclusivo para o ensino BIM. Ambiente com aprendizagem ativa e colaborativa, com alto engajamento dos alunos.