



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CAMPUS RUSSAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANNA LAURA MARTINS DINIZ**

**ANÁLISE DA MATURIDADE BIM DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – CAMPUS RUSSAS**

**RUSSAS**  
**2024**

ANNA LAURA MARTINS DINIZ

ANÁLISE DA MATURIDADE BIM DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – CAMPUS RUSSAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do Campus de Russas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Mylene de Melo Vieira

RUSSAS

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- D61a     Diniz, Anna Laura Martins.  
          Análise da maturidade BIM do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará – Campus Russas / Anna Laura Martins Diniz. – 2024.  
          83 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Curso de Engenharia Civil, Russas, 2024.  
          Orientação: Profa. Dra. Mylene de Melo Vieira.

1. BIM. 2. Maturidade BIM. 3. Ensino-aprendizagem. 4. Engenharia Civil. I. Título.

CDD 620

---

ANNA LAURA MARTINS DINIZ

ANÁLISE DA MATURIDADE BIM DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – CAMPUS RUSSAS

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Engenharia Civil do Campus de Russas da  
Universidade Federal do Ceará, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 27/08/2024

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Mylene de Melo Vieira (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Laís Cristina Barbosa Costa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Ms. Mateus do Nascimento Lira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Zezinho e Kátia, por todo apoio, amor, carinho e por sempre me incentivarem.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente às pessoas que mais amo, meus pais Zezinho e Kátia, pelo amor e apoio incondicional durante toda minha vida. Sou extremamente grata não só pelo esforço de vocês para me proporcionar uma educação de qualidade, mas também pelos ensinamentos e conselhos para a vida. Sempre me encorajando a perseguir meus sonhos, me dedicar aos estudos e me incentivando nos momentos difíceis. Obrigada por tudo.

Também agradeço à minha irmã Maria, minha tia Katiane e a toda minha família por estarem sempre presentes e me encorajarem. Obrigada pela paciência e compreensão ao decorrer da minha jornada acadêmica.

Gostaria de agradecer a Dainara, Lucas, Malleck, Yvis e todos os amigos que tive o prazer de conhecer na Universidade. Obrigada pelo companheirismo, apoio e ajuda que foram tão importantes para minha permanência no curso; obrigada também pelas conversas e risadas, que tornarem esse ciclo mais leve. Minha jornada não seria a mesma sem vocês.

A meus colegas e professores que participaram do Plano de Implementação BIM no nosso curso de Engenharia Civil, que foram de grande ajuda para minha pesquisa.

Ademais, agradeço aos membros da banca avaliadora do presente trabalho, professores Laís Costa e Mateus Lira. Muito obrigada pela disponibilidade e por suas valiosas contribuições, que ajudaram a aprimorar meu texto e pesquisa.

Em especial, agradeço à minha orientadora Mylene por toda sua dedicação, suporte e empenho no decorrer da minha pesquisa. Minha admiração e gratidão à senhora, muito obrigada por todos os ensinamentos.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os colegas, professores e amigos que de alguma forma contribuíram na minha formação.

“Nossa maior fraqueza é a desistência. O caminho mais certo para o sucesso é sempre tentar apenas uma vez mais.”

Thomas Edison

## RESUMO

A metodologia de modelagem da informação da construção (*Building Information Modeling* - BIM) vem se tornando relevante no ramo da Engenharia Civil, sendo capaz de integrar todas as informações e etapas de um projeto, proporcionando uma visão integrada e colaborativa. Devido sua pertinência no mercado de trabalho, o ensino de BIM é imprescindível nos cursos de ensino superior, em virtude da importância de capacitar os futuros profissionais. Para inserir o BIM de forma efetiva nos cursos de graduação, é necessário seguir o Plano de Implantação BIM; cujo primeiro passo consiste em mensurar o uso existente do BIM nos cursos. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo diagnosticar a maturidade BIM do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, Campus Russas. Foi utilizada a Matriz de Maturidade BIM para Instituições de Ensino Superior que avalia o uso do BIM em cinco níveis de maturidade através de 16 critérios, estruturados em três campos BIM: Política, Processo e Tecnologia. A pesquisa foi realizada por meio da aplicação de questionários para a coordenação e o corpo docente do curso bem como o levantamento de projetos e publicações na temática BIM desenvolvidos no curso. O curso apresentou o nível Integrado de maturidade BIM. Através deste trabalho foi possível identificar as áreas que requerem maior investimento e atenção para a otimização do ensino e da adoção do BIM na Instituição.

**Palavras-chave:** BIM; maturidade BIM; ensino-aprendizagem; engenharia civil.

## ABSTRACT

The Building Information Modeling (BIM) methodology has become increasingly relevant in the field of Civil Engineering, being able to integrate all the information and stages of a project, providing an integrated and collaborative vision. Due to its relevance in the job market, teaching BIM is essential in higher education courses, due to the importance of training future professionals. To effectively insert BIM into undergraduate courses, it is necessary to follow the BIM Implementation Plan; the first step is to measure the existing use of BIM in courses. Therefore, the present work aims to diagnose the BIM maturity of the Civil Engineering course at the Federal University of Ceará, Campus Russas. The BIM Maturity Matrix for Higher Education Institutions was applied, which evaluates the use of BIM at five maturity levels through 16 criteria, structured into three BIM fields: Policy, Process and Technology. The research was carried out through the application of questionnaires to the course coordination and teaching staff, as well as a survey of projects and publications on the BIM theme developed in the course. The undergraduate course presented the Integrated BIM maturity level. Through this work it was possible to identify the areas that require greater investment and attention to optimize BIM teaching and its adoption in the Institution.

**Keywords:** BIM; BIM maturity; teaching-learning; civil engineering.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Framework BIM.....	20
Figura 2 – Campos BIM .....	21

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Nível de conhecimento em BIM do corpo docente.....	39
Gráfico 2 – Nível de conhecimento BIM dos professores do departamento.....	39
Gráfico 3 – Nível de conhecimento BIM dos professores do núcleo básico .....	40
Gráfico 4 – Quantidade de professores que manipulam a metodologia BIM .....	41
Gráfico 5 – Conteúdos BIM abordados nas disciplinas .....	42
Gráfico 6 – Usos BIM abordados nas disciplinas .....	44
Gráfico 7 – Pontuação por critério do curso .....	53
Gráfico 8 – Grau de maturidade do curso .....	54
Gráfico 9 – Grau de maturidade dos campos BIM do curso.....	54
Gráfico 10 – Distribuição da pontuação do campo de política do curso.....	55
Gráfico 11 – Distribuição da pontuação do campo de processo do curso.....	55
Gráfico 12 – Distribuição da pontuação do campo de tecnologia do curso.....	56

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Níveis de maturidade BIM .....	24
Quadro 2 – Objetivos e ações da Estratégia BIM BR de encargo das IES .....	30
Quadro 3 – Objetivos e ações da Estratégia BIM BR de encargo das IES (continuação).....	31
Quadro 4 – Critérios de avaliação da m <sup>2</sup> BIM-IES.....	32
Quadro 5 – Relação Grau de Maturidade BIM e Conceito de Nível de Maturidade	32
Quadro 6 – Disciplinas obrigatórias do núcleo básico.....	44
Quadro 7 – Disciplinas obrigatórias do núcleo básico (continuação) .....	45
Quadro 8 – Disciplinas obrigatórias dos conteúdos profissionalizantes .....	45
Quadro 9 – Disciplinas obrigatórias que abordam BIM .....	46
Quadro 10 – Disciplinas optativas que abordam BIM.....	47
Quadro 11 – Disciplinas BIM.....	47
Quadro 12 – Associação dos conteúdos BIM e disciplinas que os abordam .....	48
Quadro 13 – Associação dos usos BIM e disciplinas que os abordam .....	48
Quadro 14 – Monografias que abrangem o BIM do curso de Engenharia Civil da UFC Campus Russas .....	49
Tabela 1 – Matriz de maturidade BIM do curso.....	52
Tabela 2 – Classificação da maturidade BIM para cursos de graduação em IES ..	53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AECO	Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção
ANTAC	Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
BEP	<i>BIM Execution Plan</i> / Plano de Execução do BIM
BIM	<i>Building Information Modeling</i> / Modelagem da Informação da Construção
BIM <sup>3</sup>	Matriz de Maturidade BIM
CAD	<i>Computer Aided Design</i> / Desenho Assistido por Computador
CE-BIM	Comitê Estratégico de Implantação do <i>Building Information Modeling</i>
ENEBIM	Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM
IES	Instituição de Ensino Superior
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i> / Entrega de Projeto Integrado
m <sup>2</sup> BIM-IES	Matriz de Maturidade BIM para Instituições de Ensino Superior
NDE	Núcleo Docente Estruturante
PBA	Portal BIM Acadêmico
PIB	Plano de Implantação do BIM
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
UFC	Universidade Federal do Ceará

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	15
1.1	Objetivos .....	16
1.1.1	<i>Objetivo geral</i> .....	16
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	BIM – Modelagem da Informação da Construção.....	18
2.2	Definições do domínio BIM.....	19
2.2.1	<i>Campos BIM</i> .....	20
2.2.2	<i>Estágios BIM</i> .....	22
2.2.3	<i>Lentes BIM</i> .....	23
2.3	Maturidade BIM.....	23
2.4	Ensino do BIM no Brasil .....	26
2.4.1	<i>Plano de Implantação do BIM (PIB)</i> .....	28
2.4.2	<i>Estratégia BIM BR</i> .....	30
2.5	Matriz de Maturidade BIM: m <sup>2</sup> BIM-IES .....	31
3	METODOLOGIA .....	34
3.1	Aplicação de questionários da maturidade BIM .....	34
3.2	Desenvolvimento da Matriz de Maturidade BIM: m <sup>2</sup> BIM-IES.....	35
3.3	Levantamento dos usos do BIM no curso.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	37
4.1	Diagnóstico da maturidade BIM do curso de Engenharia Civil da UFC - Campus Russas .....	37
4.1.1	<i>Política</i> .....	38
4.1.1.1	<i>Capacitação Docência</i> .....	38
4.1.1.2	<i>Engajamento BIM do corpo docente</i> .....	38
4.1.1.3	<i>Visão Institucional BIM</i> .....	41

4.1.1.4	<i>Ensino BIM</i> .....	41
4.1.1.5	<i>Extensão Acadêmica</i> .....	42
4.1.1.6	<i>Iniciação científica</i> .....	43
4.1.1.7	<i>Decreto Federal 11888:2024</i> .....	43
<b>4.1.2</b>	<b>Processo</b> .....	<b>43</b>
4.1.2.1	<i>Usos BIM</i> .....	43
4.1.2.2	<i>Disciplinas BIM</i> .....	44
4.1.2.3	<i>Publicações</i> .....	49
4.1.2.4	<i>Alunos capacitados</i> .....	49
<b>4.1.3</b>	<b>Tecnologia</b> .....	<b>50</b>
4.1.3.1	<i>Acordos institucionais com desenvolvedores de softwares</i> .....	50
4.1.3.2	<i>Software</i> .....	50
4.1.3.3	<i>Acordos institucionais com fabricantes de hardwares</i> .....	50
4.1.3.4	<i>Hardwares</i> .....	51
4.1.3.5	<i>Infraestrutura</i> .....	52
<b>4.2</b>	<b>Matriz de Maturidade BIM do curso de Engenharia Civil da UFC - Campus Russas</b> .....	<b>52</b>
<b>4.3</b>	<b>Iniciativas BIM do curso de Engenharia Civil da UFC - Campus Russas</b> .....	<b>56</b>
4.3.1	<i>Projetos de extensão acadêmica: Sala BIM de Inovação e ReSaber</i> .....	56
4.3.2	<i>Projeto de integração multidisciplinar</i> .....	58
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>60</b>
5.1	<b>Considerações finais</b> .....	60
5.2	<b>Sugestão de trabalhos</b> .....	61
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO À COORDENAÇÃO DO CURSO</b> .....	<b>65</b>

<b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DOCENTES DO CURSO .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO A - MATRIZ DE MATURIDADE BIM PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (M<sup>2</sup>BIM-IES).....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ramo da Engenharia Civil mantém-se em constante busca por inovação e procura de novas tecnologias que possam ser aplicadas na construção civil, algo que vem sendo fomentado com a implantação da Indústria 4.0. De fato, a tecnologia desempenha um papel fundamental a fim de encontrar novas soluções para projetar, construir e manter infraestruturas eficientes e sustentáveis. A utilização de softwares avançados de modelagem e simulação permite aos engenheiros testar diferentes cenários e identificar a melhor solução para cada projeto.

Nesse contexto, a Modelagem da Informação da Construção – *Building Information Modeling* (BIM) vem se tornando relevante no setor da Engenharia Civil. Ela surge como uma solução tecnológica capaz de integrar todas as informações e etapas de um projeto, desde a concepção até a manutenção, proporcionando uma visão integrada e colaborativa (Succar, 2009).

Para Eastman *et al.* (2014), o BIM é um dos desenvolvimentos mais promissores da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AECO). Com a crescente demanda por projetos de construção mais eficientes, o BIM traz inúmeros benefícios como a redução de retrabalhos, aumento da eficiência, maior controle de custos, melhoria na comunicação entre os membros da equipe e maior qualidade na entrega do projeto.

Visto isso, é possível notar a importância da capacitação dos futuros profissionais para que possam atender às exigências dessa área. Portanto, o ensino de BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil é imprescindível, já que dessa forma os estudantes têm a oportunidade de começar a aprender BIM antes mesmo de adentrar o mercado de trabalho.

No Brasil, o Governo Federal vem investindo cada vez mais na disseminação do BIM através de ações como o estabelecimento da Estratégia BIM BR. Uma dessas ações vem por meio do Projeto Construa Brasil, que criou o Portal BIM Acadêmico (PBA), um guia para universidades que pretendem implementar o BIM em seus cursos de graduação. Através do Portal BIM Acadêmico, as Instituições de Ensino Superior (IES) podem seguir o Plano de Implantação do BIM (PIB), cujos primeiros passos consistem na mensuração da maturidade BIM dos cursos.

A maturidade BIM, por sua vez, refere-se ao nível de domínio e aplicação do BIM por parte das empresas e profissionais da construção civil, podendo ser

utilizada como um indicador do nível de adoção e implementação eficiente dessa metodologia. Além disso, a maturidade BIM contempla o grau de utilização das melhores práticas e tecnologias disponíveis, assim como da capacidade de gerenciamento e intercâmbio de informações entre os diversos envolvidos no processo construtivo.

Para realizar o diagnóstico da maturidade BIM em um curso de graduação de ensino superior, é preciso utilizar um modelo de maturidade BIM, que classifica as organizações em diferentes estágios de desenvolvimento em relação ao uso do BIM. Desse modo, o intuito deste trabalho é determinar a maturidade BIM do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, Campus Russas; através da aplicação da Matriz de Maturidade BIM para Instituições de Ensino Superior (m<sup>2</sup>BIM-IES) desenvolvida por Böes, Barros Neto e Lima (2021).

O modelo é estruturado em três campos BIM: Política, Processo e Tecnologia. Ele analisa a maturidade BIM dos cursos através de 16 critérios que são divididos em cinco níveis de maturidade, do pré-BIM ao otimizado. Por meio da m<sup>2</sup>BIM-IES, é possível obter o Grau de Maturidade, o Índice de Maturidade e a caracterização do uso do BIM nas Instituições de Ensino Superior.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

A presente pesquisa tem como objetivo geral realizar o diagnóstico de maturidade BIM do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará (UFC) do Campus Russas.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- a) Mensurar a maturidade BIM do curso de Engenharia Civil da UFC – Campus Russas;
- b) Desenvolver a Matriz de Maturidade BIM do curso de Engenharia Civil da UFC – Campus Russas;
- c) Levantar as principais iniciativas de projetos BIM no curso;

- d) Identificar as disciplinas do curso que abordam a metodologia BIM e quais seus métodos de ensino;
- e) Detectar o nível de capacitação em BIM do corpo docente e dos alunos do curso;
- f) Verificar a conjuntura da infraestrutura tecnológica do BIM no curso;
- g) Constatar os pontos fortes e obstáculos nas áreas em que o BIM vem sendo utilizado no curso.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 BIM – Modelagem da Informação da Construção

A metodologia *Building Information Modelling* (BIM), traduzida para o português como Modelagem da Informação da Construção, surge como um grande avanço nas tecnologias empregadas no setor da Construção Civil, possibilitando o armazenamento de todo o conjunto de informações de um edifício e permitindo sua visualização em um modelo virtual tridimensional.

Succar (2009) define o BIM como um conjunto de interação políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto de construção em formato digital durante todo o ciclo de vida do edifício.

De acordo com Checcucci (2014), o BIM abrange a gestão do projeto desde a análise de viabilidade do negócio, passando pelo monitoramento e controle do edifício ao longo de sua vida útil, até a criação e manutenção contínua do modelo BIM durante todo o ciclo de vida do empreendimento.

A tecnologia é baseada no sistema Computer Aided Design (CAD) – Desenho Assistido por Computador, amplamente utilizada no ramo da Engenharia Civil nas últimas décadas, que consiste em uma representação bidimensional de desenhos do edifício e na compatibilização manual de projetos. Esta vem sendo gradualmente substituída por modelos geométricos tridimensionais e com informações atreladas à construção: a metodologia BIM, que possibilita a realização de diversas simulações e a integração de processos, sendo essencial o domínio das ferramentas necessárias para a criação do modelo do empreendimento. (Ruschel; Andrade; Moraes, 2013).

Para Antunes e Flores (2023), a parametrização e a interoperabilidade são as características inerentes da tecnologia BIM de maior importância; já que através da tecnologia tradicional CAD, o objeto pertencente a um projeto consiste apenas em uma representação através de linhas – enquanto a metodologia BIM proporciona um objeto que contém uma série de informações vinculadas a sua geometria, como dimensões, preços e materiais.

Dessa forma, a interoperabilidade possibilita que todos os profissionais de diferentes áreas envolvidos no projeto trabalhem de forma integrada no seu

desenvolvimento, tendo acesso simultâneo a todas as informações do modelo. Ademais, a metodologia BIM proporciona uma melhoria na qualidade da construção, diminuição de custos e redução de retrabalho, além de permitir um monitoramento mais eficaz das diferentes etapas do projeto (Antunes; Flores, 2023).

Segundo Gonçalves Jr (2018), a metodologia não se resume apenas a uma visualização 3D ou um software; ela possibilita uma construção virtual da obra elaborada de forma integrada e colaborativa, que armazena informações fundamentais sobre a edificação ao longo de todo o seu ciclo de vida. Dessa forma, pode-se afirmar que esta é uma grande vantagem do método, pois a capacidade de simular a edificação em um ambiente virtual permite que os profissionais envolvidos visualizem possíveis interferências e busquem solução ainda na fase de projeto.

Outro benefício que o BIM oferece no desenvolvimento de projetos é a 'automatização dos desenhos, plantas executivas e quantitativos a partir de um protótipo da construção, devido às características oferecidas pelos softwares que utilizam a metodologia. Assim, contribui significativamente para a redução do tempo dedicado às etapas de projeto (Gonçalves Jr, 2018).

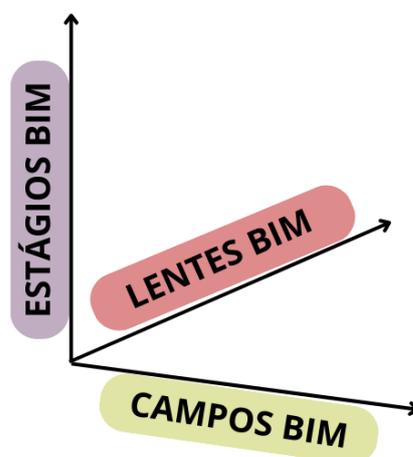
## **2.2 Definições do domínio BIM**

Nesta seção serão explorados o domínio BIM e suas estruturas de conhecimento, necessários para compreender o conceito de maturidade BIM. Existem poucos trabalhos que abordam essas definições com autoria própria, de modo que a maioria das publicações dessa temática adotam a classificação de Succar (2009, 2010), a principal referência nesse assunto.

Segundo Succar (2009), o *framework* BIM ilustrado na Figura 1 pode ser representado como um modelo multidimensional que engloba três eixos, sendo estes:

- a) Campos BIM, que identificam os indivíduos envolvidos no domínio, seus requisitos e resultados finais;
- b) Estágios BIM, que delineiam a implementação dos níveis de maturidade;
- c) Lentes BIM, que fornecem a profundidade e amplitude necessárias para identificar, avaliar e qualificar os campos BIM e estágios BIM.

Figura 1 – Framework BIM



Fonte: Succar (2009), adaptado pela autora.

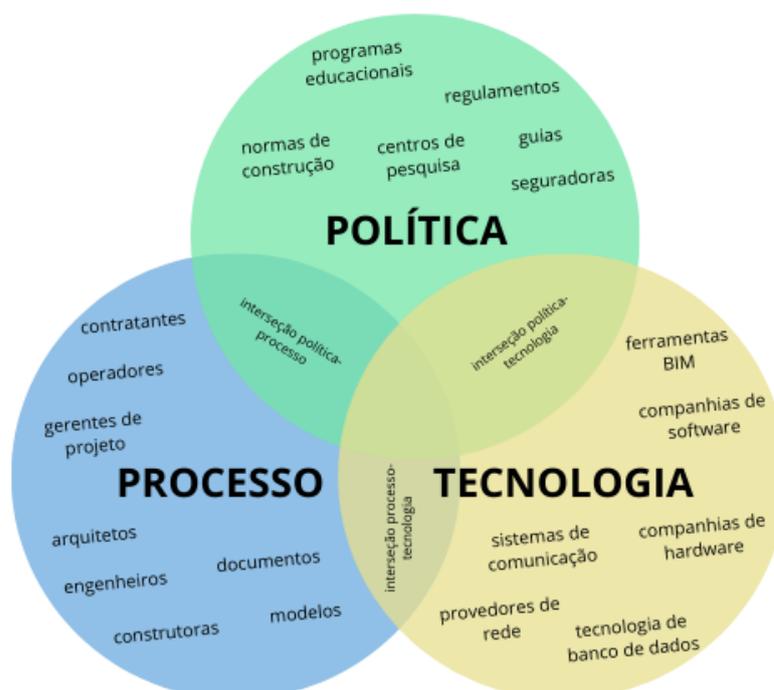
Jung e Joo (2011) abordaram as variáveis para uma estrutura BIM que consiste em três dimensões principais como Tecnologia BIM, perspectiva BIM e função de negócio de construção. Segundo os autores, a Tecnologia BIM pode ser dividida em quatro categorias, incluindo padrões, propriedades de dados, relação e utilização. Já a perspectiva BIM está atrelada à indústria, organização e projeto. E por fim, a função de negócio da construção envolve contratos, estimativa, programação, planejamento, materiais, segurança, finanças, dentre outros.

### **2.2.1 Campos BIM**

O domínio BIM consiste em três campos de atividades interligados, porém distintos: Tecnologia, Processo e Política, sendo representados na Figura 2. Cada um dos campos BIM tem seus próprios indivíduos envolvidos (podendo estes serem também organizações ou grupos), requisitos e entregáveis (Succar, 2009).

Segundo Succar (2009), o campo de Tecnologia fundamenta-se na aplicação de conhecimento científico para obter resultados práticos, abrangendo o desenvolvimento de softwares, hardware, equipamentos e sistemas de rede necessárias para aumentar a eficiência, produtividade e lucratividade dos setores da AECO.

Figura 2 – Campos BIM



Fonte: Succar (2009), adaptado pela autora.

Já o campo Processo é composto por indivíduos responsáveis por projetar, construir, adquirir, fabricar, utilizar e manter estruturas. Estes incluem proprietários de instalações, arquitetos, engenheiros, empreiteiros, gerentes de instalações e outros participantes da indústria da AECO (Succar, 2009).

Por fim, Succar (2009) propõe que o campo BIM de Política abrange a pesquisa, a preparação de profissionais, a distribuição de benefícios, a alocação de riscos e a minimização de conflitos dentro da AECO. Os indivíduos desse grupo não geram nenhum produto de construção, mas são organizações especializadas como centros de pesquisa e instituições de ensino; possuindo uma função fundamental na preparação, regulamentação e contrato no processo de projeto, construção e operações.

Os estudos nessa temática possuem diversas abordagens, pontos de vista, desafios e fatores distintos. Porém, a maioria das classificações acerca dos Campos BIM possuem a mesma essência, de forma que os indivíduos e requisitos são redistribuídos em conjuntos diferentes. Lindblad e Vass (2015) também propõem três áreas principais que podem ser classificadas como campos BIM: produto (modelo), organização (recursos) e processo (práticas de trabalho).

Kouch, Illikainen e Perälä (2018) afirmam que cada campo BIM aponta um grupo de fatores que abordam desafios e necessidades essenciais que podem afetar a implementação do BIM. Para os autores, há cinco campos principais BIM: pessoas, tecnologia, processos, organização e política.

Os primeiros quatro campos estão mostrando fatores da camada interna das empresas e o campo político mostra um campo da camada externa que indica as influências que outras organizações e empresas podem fazer sobre as empresas, como decisores políticos e governos cobrindo, por exemplo questões legais, normas e diretrizes nacionais (Kouch; Illikainen; Perälä, 2018).

### **2.2.2 Estágios BIM**

Como explicado anteriormente, para esse trabalho foi adotada principalmente a classificação de Succar (2009, 2010) do domínio BIM, a maior referência desse tema. Segundo o autor, os estágios BIM consistem na capacidade básica de executar uma tarefa, fornecer um serviço ou entregar um determinado produto; eles definem os principais marcos a serem alcançados pelas equipes e organizações. Os estágios BIM são definidos por requisitos mínimos, possuindo um ponto inicial (estado antes da implementação BIM), podendo evoluir entre três estágios consolidados BIM, até chegar em um ponto final variável que permite inúmeros avanços na aplicação da tecnologia (Succar, 2010).

O estágio pré-BIM é caracterizado na utilização da tecnologia tradicional CAD, onde as informações do projeto não são integradas ao seu modelo 3D; no Estágio 1 há o início da implementação BIM através de softwares como Revit e ArchiCAD; o Estágio 2 ocorre quando os indivíduos envolvidos das diversas áreas do projeto colaboram ativamente entre si; no Estágio 3, os entregáveis do modelo vão além das propriedades de objeto semântico para incluir inteligência de negócios, princípios de construção enxuta, políticas verdes e todo o custo do ciclo de vida; e o estágio final, IPD (*Integrated Project Delivery* - Entrega Integrada de Projetos), representa uma visão de longo prazo do BIM como uma fusão de tecnologias, processos e políticas de domínio (Succar, 2010).

Dentro desse contexto, o conjunto de competências BIM representa a capacidade de um colaborador de satisfazer a um requisito ou gerar um entregável.

Trata-se de uma coleção hierárquica de competências individuais identificadas para fins de implementação e avaliação do BIM (Succar, 2010).

Para Kouch, Illikainen e Perälä (2018), a implementação BIM consiste em três estágios ou etapas principais diferentes, cada um incluindo suas próprias subetapas. Essas etapas abordam desafios, atividades, planejamento, comunicação, integração e colaboração nas áreas de organização, pessoas, processos e tecnologia.

O primeiro estágio BIM tem como objetivo que os diretores, conselhos e acionistas envolvidos na indústria AECO compreendam plenamente os desafios e impactos do BIM. Além disso, essa etapa está relacionada com os gestores de nível médio, como diretores e gestores dos setores técnico, empresarial e financeiro (Kouch; Illikainen; Perälä, 2018).

O segundo estágio BIM envolve o planejamento e capacitação em BIM, em que a equipe de trabalho deve analisar os processos atuais de atividades, recursos humanos e ferramentas, a fim de projetar novos processos baseados em tecnologia e ferramentas BIM. O terceiro estágio testa o que foi planejado no segundo estágio, ao aplicar os conhecimentos obtidos. Desse modo, apoia pessoas, processos e tecnologia a atenderem as demandas do mercado de trabalho atual (Kouch; Illikainen; Perälä, 2018).

### **2.2.3 Lentes BIM**

As Lentes BIM representam a terceira dimensão do *framework*, sendo camadas de análise distintas aplicadas aos Campos e Estágios BIM para gerar visões de conhecimento que abstraem o domínio e controlam a sua complexidade removendo detalhes desnecessários. Elas permitem que os pesquisadores se concentrem em quaisquer aspectos da AECO, realçando os observáveis que correspondam ao critério de pesquisa ou filtrando os que não se encaixam (Succar, 2009).

### **2.3 Maturidade BIM**

Succar e Kassem (2015) definem a maturidade (ou pós-implementação) BIM como a melhoria gradual e contínua na qualidade, repetibilidade e previsibilidade dentro das capacidades disponíveis. A maturidade BIM é expressa através de níveis

de maturidade (ou marcos de melhoria de desempenho) que organizações, equipes e mercados inteiros aspiram. Como explicado, Succar (2009, 2010) é a principal referência nessa temática. Segundo o autor, existem cinco níveis de maturidade: Inicial, Definido, Gerenciado, Integrado e Otimizado. O Quadro 1 apresenta as definições de cada um dos níveis de maturidade BIM.

Quadro 1 – Níveis de maturidade BIM

Nível	Definição
Inicial	Marcado pela falta de estratégia geral e de definição dos processos e políticas, em que uma pessoa é encarregada de toda a implantação. O uso de softwares é consolidado de maneira não sistemática. Além disso, quando as capacidades alcançam algum tipo de colaboração, são tipicamente incompatíveis com a maioria dos projetistas parceiros.
Definido	Implementação dirigida por gerentes de projetos ou diretores, em que os processos e políticas são documentados. O interesse começa a ser coletivo, contando com colaboração de projetistas parceiros. Os guias, manuais de treino, protocolos, fluxos de trabalho começam a ser utilizados. As responsabilidades são adequadamente definidas, e os riscos compartilhados e mitigados por meio de pactos contratuais.
Gerenciado	A visão BIM é entendida pela maioria da equipe, que trabalha por meio de detalhado plano de ação e regime de controle e monitoramento. Modelagem, representação 2D, quantificação, especificação analítica de propriedades de modelos 3D são detalhados e gerenciados dentro dos padrões da empresa. Fatores como responsabilidades, riscos e premiações são compartilhados temporariamente ou em longo prazo.
Integrado	Os requisitos e processos de inovação BIM são integrados de forma organizacional, estratégica, gerencial e operacional. A gestão do conhecimento é valorizada e as modelagens são bem sincronizadas entre os projetos e bem integradas aos negócios. Os papéis, competências e alvos são perfeitamente definidos, bem como a produtividade, que é marcada pela previsibilidade e consistência. A colaboração dos stakeholders existe desde as fases iniciais do projeto.
Otimizado	As estratégias, os softwares e os entregáveis modelados constituem aspectos continuamente revisados e melhorados. A busca proativa por inovação, oportunidades de negócios, vantagens competitivas, otimização de dados integrados, processos e recompensas compõem os objetivos centrais. Nesse nível, as responsabilidades, os riscos e as recompensas são revisados e alinhados sempre que necessário, de forma que tragam maior valor final. A prática do <i>benchmarking</i> torna-se comum, com o intuito de garantir o maior ganho possível em qualidade nos processos, serviços e produtos.

Fonte: Succar (2010)

A falta de capacidade ou imaturidade BIM é normalmente identificada como um ponto de partida fixo; e uma comparação dos níveis de maturidade do processo, de “imaturo” a “altamente maduro” é normalmente chamada de Modelo de Maturidade (Succar, 2010). Nesse contexto, é possível notar que a aplicação de métricas é fundamental para avaliar a eficácia da implementação de novos processos e tecnologias (Eastman *et al.*, 2014).

Succar (2009) afirma que os modelos de maturidade BIM são utilizados para identificar um conjunto de melhorias de processos que possibilitem o alcance de benefícios específicos proporcionando uma melhor compreensão do crescimento e da diversidade da aplicação do BIM. Liang *et al.* (2016) sugerem a adoção de modelos de maturidade para a implementação eficaz do BIM, visando não apenas mensurar o índice de maturidade geral, mas também revelar as diversas fases do desenvolvimento do BIM em aspectos como tecnologias, processos e protocolos.

Diversos modelos de matrizes de maturidade BIM vêm sendo desenvolvidos, englobando duas categorias principais: as que avaliam a maturidade de projetos individuais e as que analisam a maturidade das organizações que estão implementando o processo (Giel; Issa, 2013).

Nesse contexto, a Matriz de Maturidade BIM (BIM<sup>3</sup>) desenvolvida por Succar (2010) propõe que a maturidade de uma organização deve ser fundamentada através de três campos BIM: tecnologia, processos e políticas, em que cada campo apresentará seus próprios colaboradores, requisitos e resultados. Este modelo de maturidade foi utilizado por Böes, Barros Neto e Lima (2021) como base para a elaboração da Matriz de Maturidade para Instituições de Ensino Superior (m<sup>2</sup>BIM-IES), que foi a matriz aplicada na presente pesquisa; seus conceitos sendo explorados na seção 2.5.

A matriz BIM<sup>3</sup> é composta por um conjunto de Capacidades BIM, Estágios BIM e Níveis de Maturidade; e seus aspectos principais a serem ressaltados são a diferenciação entre os conceitos de capacidade e maturidade nas organizações, bem como a definição dos diferentes estágios de capacidades que as organizações atingem ao longo de sua trajetória BIM (Succar, 2010).

Conforme Succar (2010), ela é composta por dois eixos: Conjuntos de Capacidades BIM e o Índice de Maturidade BIM, sendo destinada para uma autoavaliação organizacional com baixo nível de detalhe. As Capacidades BIM são

medidas através de três Estágios BIM: Modelagem, Colaboração e Integração, antecedidas pelo Pré-BIM e sucedidas pelo IPD (Entrega de Projeto Integrado).

## **2.4 Ensino do BIM no Brasil**

A era do *Building Information Modeling* (BIM) trouxe mudanças significativas para o mercado da construção civil, transformando a forma como projetos são planejados, executados e gerenciados. De acordo com Miranda e Salvi (2019), a metodologia BIM é inovadora e aprimora o planejamento e a execução de projetos de construção, além de aumentar a qualidade e a produtividade entre as diversas equipes envolvidas.

Os impactos provocados e as transformações requeridas para a implementação do BIM têm sido objeto de estudos por várias décadas, tanto no Brasil quanto em outros países (Addor; Santos, 2017). Segundo Böes (2019), observa-se uma valorização da perspectiva operacional, com ênfase nos aspectos de capacitação da mão de obra para a utilização do software, em vez da plataforma.

Diante da importância do BIM no mercado atual, surge o Projeto Construa Brasil, uma iniciativa do Governo Federal que tem como objetivo incentivar as empresas da área da Construção Civil a se modernizarem. Criado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, tem como uma de suas metas a difusão do BIM no Brasil, em conjunto da Estratégia BIM BR. Outros objetivos são a convergência dos Códigos de Obras e Edificações e o incentivo à coordenação modular e à construção industrializada (Brasil, 2024b).

O processo de implantação do BIM demanda tempo e recursos para a formação dos profissionais, além da aquisição de infraestrutura necessária e definição de regras e guias. Por conta disso, é preciso adotar uma abordagem estratégica com visão a longo prazo. Levando em conta a implementação do BIM como um processo inovador, é fundamental que a indústria, o governo e as instituições acadêmicas estejam engajados (Böes 2019).

De acordo com Barison e Santos (2016), na indústria AECO a demanda por profissionais qualificados, principalmente em BIM, está aumentando cada vez mais, tanto no Brasil quanto no cenário internacional. Neste contexto, é fundamental a implementação da metodologia BIM nos cursos de graduação de engenharia e arquitetura, visando preparar os estudantes para o setor da construção civil.

O Projeto Construa Brasil desenvolveu o Portal BIM acadêmico, um site dedicado a auxiliar professores e estudantes na capacitação BIM. Por meio desse portal, foi proposto um plano de implementação BIM para cursos de graduação de nível superior.

Kassem e Amorim (2015, p. 23) afirmam que “a área acadêmica foi a primeira a demonstrar interesse sobre BIM”. Sabe-se que as universidades têm a responsabilidade de desempenhar um papel essencial na formação profissional, além de colaborar na elaboração de iniciativas que se alinhem aos novos processos de desenvolvimento de projetos e construção de empreendimentos (Ruschel; Andrade; Morais, 2013).

Como uma característica do cenário brasileiro na adoção do ensino BIM, Kassem e Amorim (2015, p. 152) indicam que “o ensino de BIM na educação superior ainda é limitado”, enquanto “a pesquisa BIM é considerada muito ativa”.

Devido à metodologia BIM consistir em um conjunto interrelacionado de políticas, processos e tecnologias, é errôneo entender o BIM apenas como tecnologia; sendo esta uma simplificação extrema do paradigma. Dessa forma, é possível notar que a abordagem de BIM no ensino deve ir além da formação técnica oferecida nas disciplinas de informática aplicada (Ruschel; Andrade; Morais, 2013).

Segundo Andrade (2018), as estratégias para adoção do ensino BIM podem ocorrer através de duas formas: pela criação de novas disciplinas com foco em conteúdos específicos do BIM, ou pela introdução do BIM em diversas disciplinas já existentes como um recurso para auxiliar na assimilação do BIM. É fundamental que cada curso ou instituição procure integrar o BIM em seus processos de ensino-aprendizagem, levando em conta seu contexto específico (Checcucci, 2014).

Checcucci (2014) destaca algumas questões que devem ser consideradas, como: as possíveis dificuldades que possam surgir; a definição do nível de capacitação em BIM que o curso busca oferecer; a ênfase na modelagem BIM que se pretende desenvolver; a abordagem para a estruturação do currículo; o método de ensino-aprendizagem que será adotado; as atividades e as avaliações que serão propostas, dentre outras.

Ruschel, Andrade e Morais (2013) propõem uma classificação BIM em estágios de implementação e seus respectivos níveis de competência. Há a ênfase da modelação paramétrica no primeiro nível; enquanto o foco do segundo nível é a multidisciplinaridade e do terceiro nível é a colaboração.

Sobre os possíveis desafios a serem superados na adoção do BIM nas instituições de ensino, Checcucci (2014) aponta que duas das maiores dificuldades são a integração de diferentes conteúdos e disciplinas e a necessidade de colaboração dos diversos professores. Outros obstáculos incluem a necessidade de equipamentos e softwares avançados e atualizados; a escassez de docentes com um sólido entendimento sobre o assunto; a limitação na grade curricular dos cursos de graduação para acomodar um tema tão abrangente e complexo como o BIM; e os custos relacionados à rápida obsolescência da tecnologia, entre outros fatores (Checcucci, 2014).

Neste contexto, a capacitação de profissionais em BIM nas universidades é uma questão de grande relevância, especialmente na conjuntura internacional onde essa prática está mais consolidada, embora o cenário nacional esteja em expansão. Para isso, é primordial desenvolver um plano pedagógico para a integração do BIM nos currículos de graduação em Arquitetura, Engenharia e Construção (AECO) que vá além dos conceitos básicos da metodologia, promovendo a aplicação real das ferramentas de forma integrada (Rosa 2023).

Uma grande iniciativa no cenário brasileiro de disseminação da aprendizagem BIM é o Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM (ENEBIM), estabelecido em 2018 e realizado anualmente pela ANTAC (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído). Este é um evento científico cujo objetivo é reunir professores, que apresentam suas experiências didáticas e discutem temáticas associadas, para o compartilhamento de experiências de ensino do BIM.

#### ***2.4.1 Plano de Implantação do BIM (PIB)***

Exemplos recentes, especialmente provenientes do ENEBIM, demonstram que a incorporação do BIM na formação de engenheiros civis e arquitetos vai além do empenho individual de docentes comprometidos com a inovação tecnológica; é necessário um esforço coletivo, com suporte institucional (PBA, 2024). Por conta disso, a integração do BIM ao ensino superior – imprescindível para a capacitação dos futuros profissionais – deve ser realizada de forma conjunta e planejada.

Succar e Kassem (2015) definem a implementação BIM como o conjunto de atividades realizadas por uma unidade organizacional para preparar, implantar ou melhorar seus resultados BIM (produtos) e seus fluxos de trabalho (processos)

relacionados. A implementação do BIM é apresentada como uma abordagem em três fases que separa a prontidão de uma organização para adotar; a capacidade de desempenho; e sua maturidade de desempenho.

Segundo Succar e Kassem (2015), a prontidão BIM é o status de pré-implementação que representa a propensão de uma organização ou unidade organizacional em adotar ferramentas, fluxos de trabalho e protocolos BIM. A prontidão é expressa como o nível de preparação, o potencial para participar ou a capacidade de inovar.

Já a capacidade BIM é a implementação intencional de ferramentas, fluxos de trabalho e protocolos BIM. Ela cobre muitos tópicos de tecnologia, processos e políticas e é expressa como a capacidade mínima de uma organização ou equipe para entregar um resultado mensurável (Succar; Kassem, 2015). A maturidade de desempenho é a maturidade BIM proposta por Succar (2010), já abordada anteriormente.

Nesse contexto, surge o Portal BIM Acadêmico, desenvolvido no âmbito do Projeto Construa Brasil e suas Células BIM universitárias. O portal tem como finalidade oferecer conteúdos voltados à Modelagem da Informação da Construção (BIM), visando apoiar professores de instituições universitárias, escolas técnicas e programas de capacitação no desenvolvimento de planos de implantação e disciplinas; bem como auxiliar alunos e profissionais que buscam competência em BIM.

O Portal BIM Acadêmico propõe uma estratégia para o desenvolvimento de um Plano de Implementação BIM (PIB) para Instituições de Ensino Superior, incorporando as diretrizes para formação, planejamento e ação das Células BIM (PBA, 2024). Ele orienta o desenvolvimento do PIB nas seguintes etapas:

1. Diagnóstico de Maturidade BIM dos cursos de graduação de interesse da Célula BIM;
2. Identificação da potencial Interface com BIM da Matriz Curricular;
3. Definição dos objetivos da Célula BIM;
4. Definição dos marcos temporais de curto, médio e longo prazo, em anos;
5. Transformações procedurais associadas ao BIM;
6. Transformações tecnológicas associadas ao BIM;
7. Ações políticas de suporte às transformações;

8. Síntese das ações num roteiro geral de implementação do BIM nos cursos envolvidos.

### 2.4.2 Estratégia BIM BR

Bões, Barros Neto e Lima (2021) afirmam que uma perspectiva positiva para a adoção do BIM no Brasil foi a publicação do Decreto Federal 9.337:2018, que posteriormente, foi substituído pelo Decreto Federal 11.888:2024. Este decreto institui a Estratégia Nacional de Divulgação do BIM, sistematizado em finalidade, objetivos, ações, indicadores e metas (Brasil, 2018, 2024a).

A fim de formular uma estratégia de implementação BIM, o Governo Federal estabeleceu em 2017 o Comitê Estratégico de Implantação do *Building Information Modeling* (CE-BIM), visando promover a modernização e a transformação digital da construção (Brasil, 2018). Dentre os objetivos da Estratégia BIM BR, existem ações estratégicas que as Instituições de Ensino Superior (IES) devem implementar, conforme representado nos Quadro 2 e 3; que auxiliam no ensino e capacitação BIM dos futuros profissionais.

Quadro 2 – Objetivos e ações da Estratégia BIM BR de encargo das IES

Objetivos específicos	Ações estratégicas
<p><b>Objetivo I – Difundir o conceito BIM e seus benefícios</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Implementar plano de comunicação para divulgar os objetivos, diretrizes e ações da Estratégia BIM BR;</li> <li>b) 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;</li> <li>c) Sensibilizar os atores quanto à importância da adoção do BIM e à necessidade de mudanças estruturais para sua adequada implantação;</li> <li>d) Mitigar desigualdades regionais quanto à disseminação do BIM por meio de ações de sensibilização de atores locais;</li> <li>e) Divulgar instrumentos de apoio ao uso BIM (como guias BIM e Plataforma BIM).</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

Quadro 3 – Objetivos e ações da Estratégia BIM BR de encargo das IES (continuação)

<b>Objetivo IV – Estimular a capacitação em BIM</b>	<p><b>f) Estabelecer objetivos de aprendizagem e competências BIM para cada nível de atuação de modo a orientar o mercado a ofertar cursos;</b></p> <p><b>g) Capacitar em BIM gestores e servidores públicos;</b></p> <p><b>h) Estimular maior inserção do BIM nas disciplinas de graduação e pós-graduação em Engenharia e Arquitetura;</b></p> <p><b>i) Estimular a certificação em BIM de profissionais.</b></p>
<b>Objetivo VIII – Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM</b>	<p>j) Incentivar investimentos em laboratórios BIM em instituições científicas, tecnológicas e de inovação (ICT);</p> <p>k) Adaptar programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação às necessidades do fomento ao BIM (ex. CNPQ, FINEP, entre outros).</p>

Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

## 2.5 Matriz de Maturidade BIM: m<sup>2</sup>BIM-IES

Devido à falta de um diagnóstico de matriz de maturidade específica para IES, Böes criou em 2019 a Matriz de Maturidade BIM para Instituições de Ensino Superior (m<sup>2</sup>BIM-IES), atualizada em 2021 por Böes, Barros Neto e Lima. A m<sup>2</sup>BIM-IES foi desenvolvida com base em diversas matrizes de maturidade BIM, sendo a matriz BIM<sup>3</sup> de Succar (2010) uma das mais importantes para sua fundamentação.

Böes (2019) afirma que a m<sup>2</sup>BIM-IES é destinada exclusivamente para IES, podendo ter como foco tanto a instituição quanto o curso em si. O autor também propõe que ela pode ser aplicada internamente pelos membros das instituições para avaliar seu desempenho, ou atuar como uma ferramenta de auditoria, verificando a veracidade das informações.

A m<sup>2</sup>BIM-IES possui cinco níveis de maturidade: pré-BIM; inicial; definido; integrado e otimizado. Segundo Böes (2019), ela possui uma escala progressiva, em que o Pré-BIM é a inexistência do BIM na IES, e o Otimizado é a máxima implementação do BIM na IES. Para definir o nível de maturidade de cada IES, foi proposta uma matriz com um conjunto de 16 itens, divididos em três campos: Políticas, Processos e Tecnologias. Esses critérios estão listados no Quadro 4, enquanto a matriz completa está representada no Anexo A.

Quadro 4 – Critérios de avaliação da m<sup>2</sup>BIM-IES

Índice	Nome do critério
Política 1	Capacitação docência
Política 2	Engajamento BIM do corpo Docente
Política 3	Visão Institucional BIM
Política 4	Ensino BIM
Política 5	Extensão acadêmica
Política 6	Iniciação científica
Política 7	Decreto Federal 11888:2024
Processo 1	Usos BIM
Processo 2	Disciplinas BIM
Processo 3	Publicações
Processo 4	Alunos capacitados
Tecnologia 1	Acordos institucionais com desenvolvedores de software
Tecnologia 2	Softwares
Tecnologia 3	Acordos institucionais com fabricantes de hardwares
Tecnologia 4	Hardwares
Tecnologia 5	Infraestrutura

Fonte: Adaptada de Bões, Barros Neto e Lima (2021)

Conforme Bões (2019), a partir da m<sup>2</sup>BIM-IES podem-se extrair dois valores: o Grau de Maturidade e o Índice de Maturidade. O Grau de Maturidade é uma média aritmética dos 16 critérios avaliados, tendo a pontuação máxima de 50 pontos. Já o Índice de Maturidade consiste em um valor percentual, em que o Grau de Maturidade é referenciado a pontuação máxima (100%); e o Nível de Maturidade BIM pode ser determinado através da relação entre o Índice e o Grau de Maturidade (Bões, 2019). O Quadro 5 apresenta essa relação.

Quadro 5 – Relação Grau de Maturidade BIM e Conceito de Nível de Maturidade

Indicadores			
	Nível de maturidade	Classificação textual	Classificação numeral
A	Pré-BIM	Inexistência de maturidade	0-19%
B	Inicial	Baixa maturidade	20-39%
C	Definido	Média maturidade	40-59%
D	Integrado	Alta maturidade	60-79%
E	Otimizado	Muito alta maturidade	80-100%

Fonte: Bões (2019)

A metodologia aplicada na m<sup>2</sup>BIM-IES consiste em uma análise detalhada das políticas, processos e tecnologias BIM implementadas na universidade e permite visualizar o grau de maturidade BIM que a instituição apresenta no momento do diagnóstico. Com base nesses resultados, é possível identificar as áreas em que o BIM já vem sendo adotado, além de reconhecer quais são os principais obstáculos e desafios a serem enfrentados para promover o progresso e evolução contínua da maturidade BIM na comunidade acadêmica.

### **3 METODOLOGIA**

No presente capítulo será apresentada a natureza da pesquisa, bem como suas etapas e ferramentas aplicadas. A pesquisa foi realizada entre os meses de março e maio de 2024 na Universidade Federal do Ceará, Campus Russas.

Visando obter as informações necessárias à definição da maturidade BIM do curso de Engenharia Civil e da documentação das iniciativas BIM presentes no curso, definiu-se uma pesquisa exploratória com abordagem quanti-qualitativa, de fontes primárias.

O método de pesquisa adotado neste trabalho consistiu nas seguintes etapas: aplicação de questionários baseados na Matriz de Maturidade BIM para IES (m<sup>2</sup>BIM-IES) e estudo dos projetos que envolvem BIM no Campus.

#### **3.1 Aplicação de questionários da maturidade BIM**

Inicialmente foi realizado um levantamento de dados através da aplicação de questionários para a coordenação e docentes do curso de Engenharia Civil. Ambos os questionários foram elaborados com base na Matriz de Maturidade BIM para Instituições de Ensino Superior (m<sup>2</sup>BIM-IES) desenvolvida por Böes, Barros Neto e Lima (2021) e foram aplicados de forma online, através da ferramenta Google Forms.

O objetivo do questionário aplicado à coordenação foi obter informações dos campos de políticas, processos e tecnologias BIM; sendo assim, o mesmo foi dividido em introdução, iniciativas BIM, capacitação da docência e tecnologia.

Na introdução foram questionados o número de alunos do curso e por quais meios os estudantes podem aprender sobre o BIM e interagir com a metodologia. Em relação ao campo de políticas, indagou-se sobre a ciência do Decreto 11888:2024 e sobre como a instituição se posiciona em relação a ele. O questionário também abordou a capacitação docente e iniciativas BIM na pesquisa e extensão acadêmica. No campo de processo, o questionário abrangeu questões sobre as publicações de trabalhos com tema BIM e alunos capacitados.

Por fim, no campo tecnologia, foram questionados quais os softwares, hardwares e acordos institucionais com desenvolvedores de software e fabricantes de hardware a instituição possui. Também foi abordado sobre a infraestrutura dedicada ao BIM. Este formulário está representado no apêndice A.

O questionário aplicado ao corpo docente inclui questões sobre o nível de conhecimento BIM individual dos professores, existência de abordagem BIM nas disciplinas ministradas por eles e, em caso positivo, quais os conteúdos e usos do BIM abordados nas aulas. O modelo desse formulário encontra-se no apêndice B.

### **3.2 Desenvolvimento da Matriz de Maturidade BIM: m<sup>2</sup>BIM-IES**

Esta pesquisa seguiu o Plano de Implementação BIM proposto pelo Portal BIM Acadêmico, cuja etapa inicial consiste na mensuração da maturidade BIM. Com base nos questionários respondidos, os dados obtidos foram utilizados para desenvolver a matriz de maturidade do curso. Para o diagnóstico é recomendado aplicar a Matriz de Maturidade BIM para IES desenvolvida por Böes, Barros Neto e Lima (2021).

Esta ferramenta é estruturada em 3 campos BIM: Política, que inclui as iniciativas, ações e visão institucional sobre BIM; Processo, que inclui os usos do BIM, disciplinas em que o BIM é abordado, publicações de artigos científicos e alunos capacitados; e Tecnologia, que compreende a infraestrutura de hardwares e softwares, bem como acordos institucionais de desenvolvedores dos mesmos, nas IES.

A m<sup>2</sup>BIM-IES possibilita o diagnóstico da maturidade BIM a partir da análise de 16 critérios, de modo que para cada item são apresentados 5 níveis diferentes de maturidade BIM: Pré-BIM, Inicial, Integrado, Definido e Otimizado; configurando em uma escala progressiva, em que o Pré-BIM é a inexistência de maturidade na IES e o Otimizado é a máxima implementação do BIM (Böes, 2019).

Os níveis de maturidade são posteriormente convertidos em pontuação, da seguinte forma:

- a) Pré-BIM = 5 pontos;
- b) Inicial = 20 pontos;
- c) Definido = 30 pontos;
- d) Integrado = 40 pontos;
- e) Otimizado = 50 pontos.

Também é possível atribuir pontuações intermediárias, quando o estágio de maturidade BIM do quesito não estiver definido exatamente como disposto no item da matriz, podendo encontrar-se entre dois níveis de maturidade.

A partir dos dados e informações coletados com os questionários, ocorre a análise, onde são lidas as proposições de cada critério da m<sup>2</sup>BIM-IES e é elencado qual delas está mais alinhada à IES, atribuindo ao critério a nota de acordo com seu nível de maturidade. Ao final, são somadas todas as notas atribuídas e é calculado o Grau de Maturidade, que consiste na média aritmética da pontuação dos 16 critérios; e o Índice de Maturidade, que corresponde a um percentual e pode ser analisado em função dos indicadores do método.

### **3.3 Levantamento dos usos do BIM no curso**

Como parte da estratégia do Plano de Implementação BIM, foi realizado o levantamento para fins de documentação de projetos de pesquisa e de extensão acadêmica na temática BIM.

Foram estudadas as iniciativas BIM presentes no Campus por meio de entrevistas com a coordenação do curso e com os responsáveis pelas atividades, pesquisa dos projetos de extensão acadêmica e participação como ouvinte em aulas do projeto integrador multidisciplinar.

A fim de obter informações sobre o funcionamento dos projetos de extensão Sala BIM de Inovação e ReSaber, foi realizada uma entrevista com a coordenadora do curso. Além disso, também foram pesquisados dados dos projetos nos meios de comunicações oficiais da UFC Campus Russas, como o site eletrônico. Dessa forma foi possível obter os anos de criação das iniciativas, quais os responsáveis pelos projetos e seu público, além de seus objetivos e atividades.

Para a pesquisa do projeto integrador multidisciplinar, houve a participação como ouvinte nas aulas. Assim, foi possível conhecer os professores e alunos que participam do projeto, as disciplinas envolvidas, os métodos de ensino e conteúdos abordados, meios de avaliação, dentre outros.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos com a pesquisa. Inicialmente será abordado o diagnóstico da maturidade BIM, seguido pela elaboração da matriz de maturidade BIM e por fim serão descritos os projetos e iniciativas BIM presentes no Campus.

### **4.1 Diagnóstico da maturidade BIM do curso de Engenharia Civil da UFC - Campus Russas**

O presente trabalho faz parte do Plano de Implementação BIM, dedicado à análise da maturidade BIM. Para desenvolver o PIB no curso, foi criado o grupo de trabalho GT BIM por professores e coordenação do curso de Engenharia Civil da UFC – Campus Russas.

Este grupo de trabalho BIM vem realizando as ações sugeridas pelo Portal BIM Acadêmico, com a primeira etapa do PIB concluída e as demais em andamento, como a análise da potencial interface BIM das disciplinas (apontando onde está a vocação para o BIM nos cursos avaliados) e definição dos objetivos e marcos temporais da célula.

O curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará – Campus Russas possuía 134 alunos ativos e 18 professores em seu corpo docente durante o período desta pesquisa. Ao longo do curso, há aprendizado e uso da metodologia BIM por meio de disciplinas, palestras, cursos de extensão, iniciação científica e projetos de pesquisa e extensão.

Através dos dados obtidos nos questionários, foi possível diagnosticar o nível de maturidade BIM de cada um dos 16 critérios da matriz m<sup>2</sup>BIM-IES desenvolvida por Bões, Barros Neto e Lima (2021). Estes serão abordados mais profundamente a seguir, sendo segmentados de acordo com os campos BIM.

#### **4.1.1 Política**

##### *4.1.1.1 Capacitação Docência*

Por meio do questionário aplicado à coordenação do curso, indagou-se se havia algum programa ou incentivo para que o corpo docente se capacite em BIM. Verificou-se que existe um incentivo informal para a capacitação BIM dos professores, portanto enquadrando-se no nível inicial de maturidade BIM.

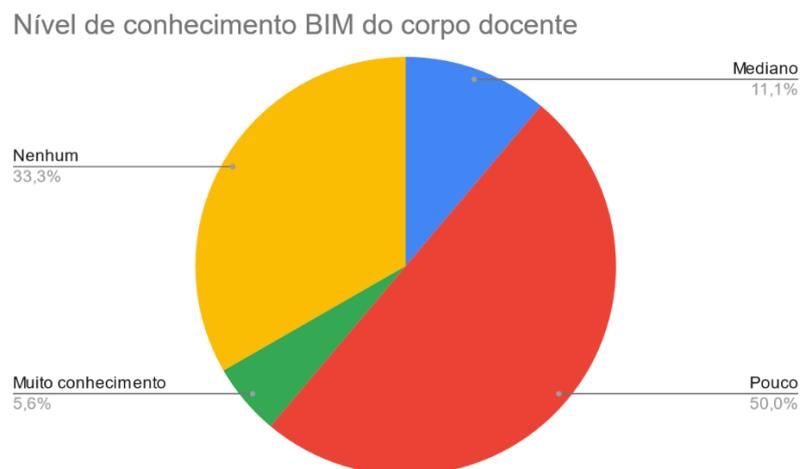
De acordo com Böes (2019, p. 151): “O docente tem o papel principal no processo de ensino-aprendizagem, requerendo estar apto e ter total domínio sobre o tema”. Sabendo que a capacitação em BIM é fundamental no processo de implementação do BIM numa instituição de ensino superior, é imprescindível a implantação de programas de capacitação em BIM direcionados ao corpo docente.

##### *4.1.1.2 Engajamento BIM do corpo docente*

Através dos questionários ministrados aos professores que lecionam no curso de Engenharia Civil, foi possível obter os dados em relação ao conhecimento BIM individual dos profissionais. Foram entrevistados docentes do departamento de Engenharia Civil, que em sua maioria ensinam as disciplinas dos conteúdos profissionalizantes; e docentes que ministram aulas no curso de Engenharia Civil, mas que provêm de outros departamentos como Matemática e Física, que, no geral, ensinam as matérias de conteúdo básico.

Em relação ao corpo docente que leciona no curso de Engenharia Civil, unindo os professores do núcleo básico e os do núcleo profissionalizante, verifica-se que 33,3% dos docentes afirmam não possuir conhecimento BIM, 50% relataram ter pouco conhecimento, 11,1% responderam ter conhecimento mediano e 5,6% disseram que possuía muito conhecimento BIM; conforme ilustra o Gráfico 1. Com esses dados, percebe-se que apenas aproximadamente 17% dos professores tem nível mediano e muito conhecimento em BIM; reforçando a importância do incentivo à capacitação BIM da docência e da implantação de programas de capacitação.

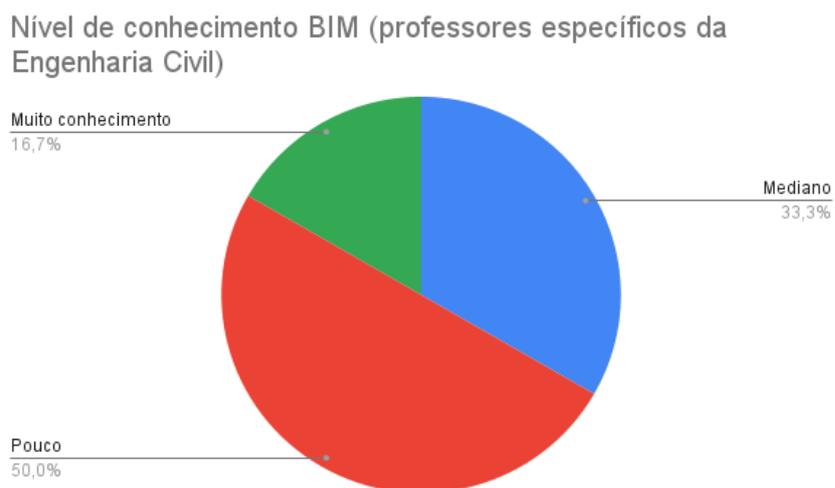
Gráfico 1 – Nível de conhecimento em BIM do corpo docente



Fonte: Elaborado pela autora

Dentre os professores do departamento de Engenharia Civil, 50% afirmaram que possuíam pouco conhecimento em BIM, 33,33% declararam ter conhecimento mediano e 16,7% responderam que tinha muito conhecimento em BIM; como representado abaixo no Gráfico 2. De acordo com essas informações, nota-se que 50% desses docentes configuraram entre conhecimento mediano e muito conhecimento BIM.

Gráfico 2 – Nível de conhecimento BIM dos professores do departamento de Engenharia Civil

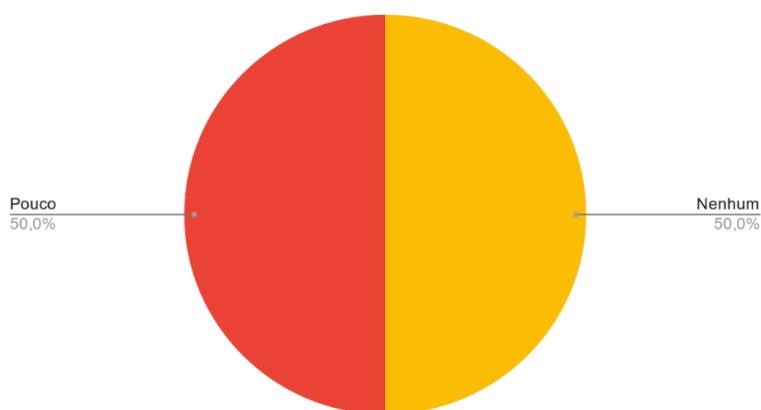


Fonte: Elaborado pela autora

Já entre os professores do núcleo básico, 50% relataram ter pouco conhecimento e 50% afirmaram possuir nenhum conhecimento BIM; representado no Gráfico 3. Esses dados são esperados, pois há uma interface de potencial BIM relativamente baixa nas disciplinas do núcleo básico em comparação com as disciplinas de conteúdo profissionalizante, além de muitos desses professores serem de outros departamentos como Física, Matemática e Química.

Gráfico 3 – Nível de conhecimento BIM dos professores do núcleo básico

Nível de conhecimento BIM (professores do núcleo básico)



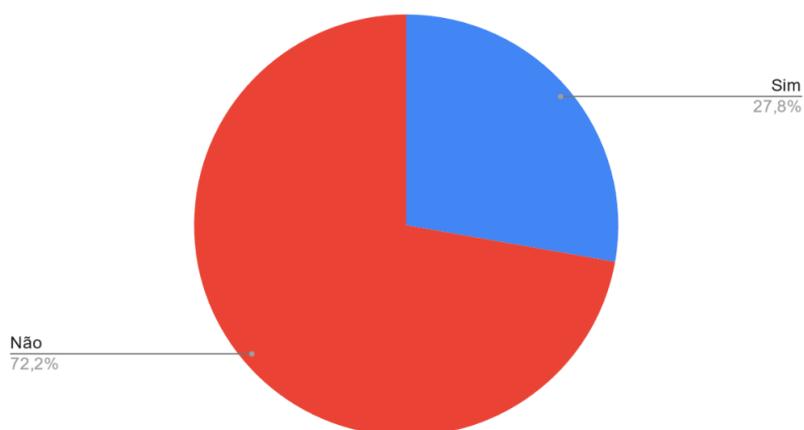
Fonte: Elaborado pela autora

Para definir a quantidade de docentes que dominam a metodologia BIM, Böes (2019) considera a porcentagem de professores que manipulam a tecnologia BIM em relação ao número de professores total do curso. Dessa forma, aferiu-se a quantidade de professores que incluem BIM em suas disciplinas, sendo representado no Gráfico 4. Logo, percebe-se que cerca de 27,8% dos professores enquadram-se nesse conceito.

Portanto, constata-se que entre 10% a 30% do corpo docente domina a metodologia BIM. Também foi constatado que há engajamento do corpo docente, através da inclusão do BIM nas disciplinas, extensão acadêmica e iniciação científica. Assim, esse critério está no estágio integrado de maturidade BIM, apesar de mais de 80% dos docentes possuírem pouco ou nenhum conhecimento em BIM.

Gráfico 4 – Quantidade de professores que manipulam a metodologia BIM

Há abordagem BIM em alguma(s) de suas disciplinas?



Fonte: Elaborado pela autora

#### 4.1.1.3 Visão Institucional BIM

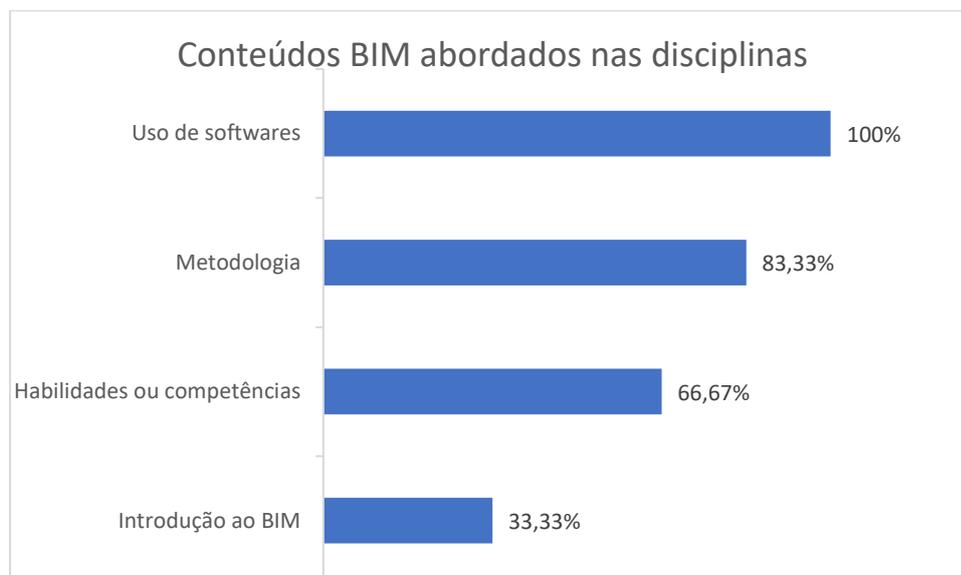
O BIM é visto como prioridade pelo curso de Engenharia Civil da UFC Campus Russas e como um meio para o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, ainda está em processo de formalização dessa visão institucional, sendo adicionado aos Planos de Ensino das disciplinas e ao Projeto Pedagógico do Curso (PPC). Portanto, está entre o nível integrado e otimizado de maturidade BIM.

A coordenação do curso possui consciência sobre suas responsabilidades em relação à Estratégia BIM BR e vem realizando ações para implantação do BIM no curso, reunindo-se com o Núcleo Docente Estruturante (NDE) para inserir o BIM nas ementas das disciplinas e no PPC, incentivando os docentes a se capacitar em BIM e desenvolvendo projetos de extensão de BIM para engajamento dos alunos.

#### 4.1.1.4 Ensino BIM

Quando perguntados em relação a quais conteúdos BIM são abordados nas disciplinas, 100% dos professores que afirmaram envolver BIM em suas matérias responderam que ensinam o uso de softwares, 83,33% abordam a metodologia BIM, 66,7% ensinam sobre habilidades ou competências e 33% lecionam sobre introdução ao BIM; como mostra o Gráfico 5.

Gráfico 5 – Conteúdos BIM abordados nas disciplinas



Fonte: Elaborado pela autora

Desta forma, nota-se que o ensino BIM consiste na introdução ao BIM, softwares e metodologia BIM. Além disso, confirma-se a existência de projetos integradores multidisciplinares e projetos colaborativos. Sendo assim, enquadra-se no estágio otimizado de maturidade BIM.

As habilidades e competências BIM ensinadas abrangem uma ampla gama de conhecimentos técnicos, criativos e colaborativos. Os alunos aprendem a criar e manipular modelos tridimensionais detalhados, compatibilizar projetos, realizar simulações, gerenciar os dados da construção, dentre outros.

#### 4.1.1.5 Extensão Acadêmica

Há iniciativas BIM na extensão acadêmica, de forma institucionalizada e formalizada. O conjunto de ações como cursos, palestras e seminários vão ao encontro do planejamento estratégico BIM. Portanto, este critério está no nível otimizado de maturidade BIM. Entre as ações, destacam-se os projetos de extensão Sala BIM de Inovação e ReSaber, bem como projetos integradores multidisciplinares.

#### *4.1.1.6 Iniciação científica*

Há iniciativas de Iniciação Científica em BIM formalizada, com linhas de pesquisa consolidadas na IES, além do BIM ser enxergado como prioridade na Iniciação Científica. Assim, encaixa-se no estágio otimizado de maturidade BIM.

Foram realizadas publicações de artigos científicos baseados em estudos conduzidos internamente na instituição, sendo esses estudos projetos de iniciação científica que incluem a utilização de ferramentas BIM.

#### *4.1.1.7 Decreto Federal 11888:2024*

O Decreto 11888 publicado em 22 de janeiro de 2024 refere-se à Estratégia BIM BR, um plano do Governo Federal para a disseminação do BIM no Brasil cujos objetivos principais incluem a adoção BIM na administração pública federal e capacitação e formação profissional em BIM (Brasil, 2024a). Nesse sentido, fica claro a relevância das IES, que possuem o dever de capacitar os futuros profissionais.

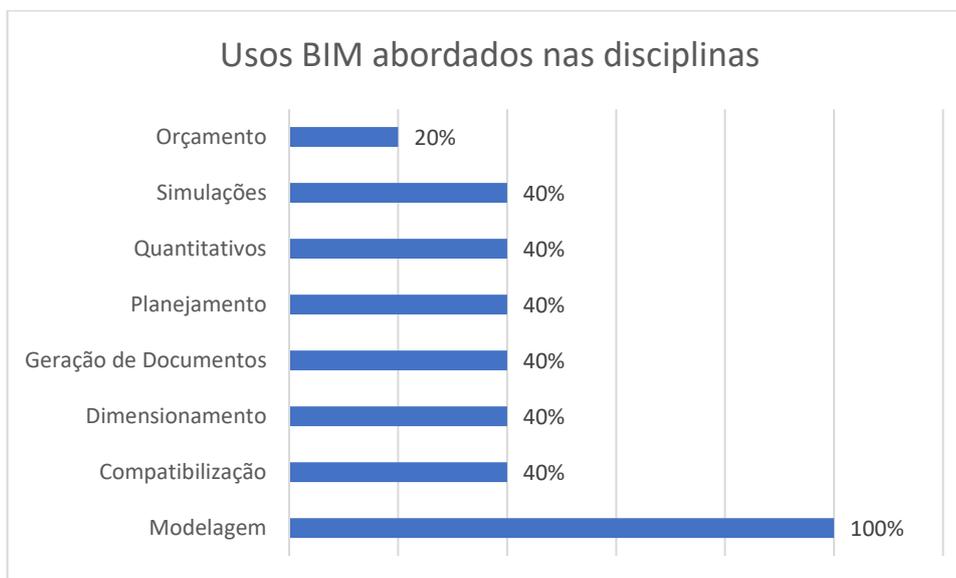
A coordenação de Engenharia Civil possui ciência do conteúdo do decreto e vem desenvolvendo ação em relação à implementação do BIM no curso, preparando um plano estratégico para atendimento dos requisitos. Portanto, esse quesito está contido no nível definido de maturidade.

### **4.1.2 Processo**

#### *4.1.2.1 Usos BIM*

Foi questionado aos professores que afirmaram incluir BIM em suas disciplinas quais tipos de usos BIM são abordados em aula, sendo detectado 8 usos distintos do BIM nas aulas. A modelagem 3D é ensinada por 100% dos docentes que envolvem BIM em suas disciplinas; enquanto simulações, quantitativos, planejamento, geração de documentos, dimensionamento e compatibilização são abordados por 40% dos professores; e orçamento é apresentado por 20% dos docentes; conforme ilustra o Gráfico 6.

Gráfico 6 – Usos BIM abordados nas disciplinas



Fonte: Elaborado pela autora

Além dos usos BIM abordados em aulas, também há a presença de um projeto de extensão do BIM, um projeto integrador multidisciplinar e de trabalhos de iniciação científica sobre BIM. Portanto, constata-se 11 usos BIM, assim pertencendo ao estágio integrado de maturidade BIM.

#### 4.1.2.2 Disciplinas BIM

Para se ter uma dimensão da quantidade de disciplinas que abordam o BIM, primeiro será apresentada a grade curricular do curso de Engenharia Civil da UFC – Campus Russas. De início serão listadas as disciplinas obrigatórias nos quadros 6 a 8, segmentadas por núcleo (básico ou essencial) e por área de conhecimento.

Quadro 6 – Disciplinas obrigatórias do núcleo básico

Área de conhecimento	Disciplina
Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania	Introdução à Engenharia, Ética e Legislação
Química	Química Geral para Engenharia
Programação	Programação para Engenharia

Fonte: Adaptado do Colegiado do Curso de Engenharia Civil (UFC – Campus Russas), 2023

Quadro 7 – Disciplinas obrigatórias do núcleo básico (continuação)

Área de conhecimento	Disciplina
Matemática	Álgebra Linear, Cálculo Numérico, Cálculo Fundamental, Cálculo Vetorial Aplicado, Matemática Aplicada, Métodos Numéricos, Probabilidade e Estatística
Física	Eletromagnetismo, Física Fundamental, Física Experimental para Engenharia, Física Ondulatória e de Partículas, Mecânica I, Mecânica II, Mecânica dos Fluidos, Termodinâmica
Desenho Técnico	Desenho para Engenharia
Economia	Fundamentos da Economia e Administração e Engenharia Econômica
Eletricidade Aplicada	Eletrotécnica
Ergonomia e Segurança do Trabalho	Higiene Industrial e Segurança do Trabalho

Fonte: Adaptado do Colegiado do Curso de Engenharia Civil (UFC – Campus Russas), 2023

Quadro 8 – Disciplinas obrigatórias dos conteúdos profissionalizantes

Área de conhecimento	Disciplina
Materiais e Construção Civil	Materiais de Construção Civil I, Materiais de Construção Civil II, Projeto e Construção de Edifício I, Projeto e Construção de Edifício II, Gerenciamento na Construção Civil I, Instalações Elétricas Prediais, Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais, Patologia e Recuperação de Estruturas de Concreto
Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais	Resistência dos Materiais I, Resistência dos Materiais II, Análise de Estruturas I, Análise de Estruturas II, Estruturas de Concreto I, Estruturas de Concreto II, Estruturas de Aço I, Pontes I
Geotecnia	Geologia Aplicada à Engenharia, Mecânica dos Solos I, Mecânica dos Solos II, Fundações, Barragens
Transporte e Infraestrutura	Topografia, Geoprocessamento, Análise e Planejamento de Sistemas de Transportes, Projeto e Construção da Infraestrutura Viária, Projeto e Construção da Superestrutura Viária, Operações de Sistemas de Transportes
Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Ambiental	Hidráulica Aplicada, Hidrologia, Saneamento I, Saneamento II, Engenharia Ambiental

Fonte: Adaptado do Colegiado do Curso de Engenharia Civil (UFC – Campus Russas), 2023

A pesquisa aponta a presença de 11 disciplinas obrigatórias que envolvem o BIM, sendo 10 matérias de conteúdo profissionalizante e uma do núcleo básico, esta pertencendo à área de conhecimento de Desenho Técnico. Entre as matérias do núcleo profissionalizante, 7 pertencem à área de conhecimento de Materiais e Construção Civil e 3 são da área de Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais. No Quadro 9 serão apresentadas as disciplinas obrigatórias que abordam o BIM.

Quadro 9 – Disciplinas obrigatórias que abordam BIM

<b>Núcleo básico</b>	
<b>Área de conhecimento</b>	<b>Disciplina</b>
Desenho Técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenho para Engenharia</li> </ul>
<b>Núcleo profissionalizante</b>	
<b>Área de conhecimento</b>	<b>Disciplina</b>
Materiais e Construção Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais de Construção Civil II;</li> <li>• Projeto e Construção de Edifício I;</li> <li>• Projeto e Construção de Edifício II;</li> <li>• Gerenciamento na Construção Civil I;</li> <li>• Instalações Elétricas Prediais;</li> <li>• Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais;</li> <li>• Patologia e Recuperação de Estruturas de Concreto</li> </ul>
Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estruturas de Concreto I;</li> <li>• Estruturas de Concreto II;</li> <li>• Estruturas de Aço I</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora

Portanto, constata-se que dentre as 26 disciplinas obrigatórias do núcleo básico do curso de Engenharia Civil da UFC Campus Russas, apenas uma aborda o BIM. Porém, devido à natureza das disciplinas desse núcleo, há uma baixa interface de potencial BIM, incorrendo em poucas disciplinas do núcleo básico com possibilidade de ensinar sobre BIM.

Dentre 32 disciplinas obrigatórias do núcleo profissionalizante, 11 matérias envolvem BIM; representando 34% das disciplinas desse núcleo. Ressalta-se que das 8 matérias de Materiais e Construção Civil, 7 abordam o BIM, representando 87,5% das disciplinas dessa área de conhecimento. Já em relação às 8 disciplinas de Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais, constata-se que 37,5% dessas matérias abrangem o BIM.

No Quadro 10 serão apresentadas as 4 disciplinas optativas que envolvem BIM; todas de conteúdos profissionalizantes, onde 3 são da área de Materiais e Construção Civil e uma pertence à área de Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais.

Quadro 10 – Disciplinas optativas que abordam BIM

<b>Conteúdos profissionalizantes</b>	
<b>Área de conhecimento</b>	<b>Disciplina</b>
Materiais e Construção Civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Física das Construções;</li> <li>• Construção Sustentável;</li> <li>• Modelagem da Informação da Construção (BIM)</li> </ul>
Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projeto Estrutural de Edifícios de Concreto</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora

Por fim, o Quadro 11 lista todas as disciplinas que abordam o BIM no curso de Engenharia Civil da UFC – Campus Russas; destacando a presença da disciplina optativa Modelagem da Informação da Construção, que é dedicada exclusivamente ao ensino de BIM. Visto isso, é possível constatar a existência de 15 disciplinas que envolvam o BIM, portanto esse quesito pertence ao nível integrado de maturidade.

Quadro 11 – Disciplinas BIM

<b>Área de conhecimento</b>	<b>Disciplina</b>
Desenho Técnico	1. Desenho para Engenharia
Materiais e Construção Civil	2. Materiais de Construção Civil II; 3. Projeto e Construção de Edifício I; 4. Projeto e Construção de Edifício II; 5. Gerenciamento na Construção Civil I; 6. Instalações Elétricas Prediais; 7. Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais; 8. Patologia e Recuperação de Estruturas de Concreto; 9. Física das Construções; 10. Construção Sustentável; 11. Modelagem da Informação da Construção (BIM)
Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais	12. Estruturas de Concreto I; 13. Estruturas de Concreto II; 14. Estruturas de Aço I; 15. Projeto Estrutural de Edifícios de Concreto

Fonte: Elaborado pela autora

É importante ressaltar que as disciplinas BIM pertencem a apenas três áreas de conhecimento da Engenharia Civil: Desenho Técnico, Materiais e Construção Civil e Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais; sendo necessário apontar que há uma alta interface de potencial BIM nas demais áreas, como de transportes, geotecnia e hidráulica.

A seguir, serão associados os tipos de conteúdo e usos BIM às disciplinas que os abordam, de acordo com suas respectivas áreas de conhecimento. Essas associações estão representadas nos Quadros 12 e 13.

Quadro 12 – Associação dos conteúdos BIM e disciplinas que os abordam

Área de conhecimento	Introdução ao BIM	Uso de softwares	Metodologia	Habilidades ou competências
<b>Desenho Técnico</b>	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>Materiais e Construção Civil</b>	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais</b>	-	Sim	Sim	-

Fonte: Elaborada pela autora

Quadro 13 – Associação dos usos BIM e disciplinas que os abordam

Usos BIM	Desenho Técnico	Materiais e Construção Civil	Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais
<b>Modelagem</b>	Sim	Sim	Sim
<b>Dimensionamento</b>	Sim	Sim	Sim
<b>Geração de documentos</b>	Sim	Sim	-
<b>Planejamento</b>	-	Sim	-
<b>Quantitativos</b>	Sim	Sim	-
<b>Orçamento</b>	-	Sim	-
<b>Simulações</b>	Sim	Sim	-
<b>Compatibilizações</b>	Sim	Sim	-

Fonte: Elaborada pela autora

#### 4.1.2.3 Publicações

Há a ocorrência de publicações em eventos acadêmicos ou periódicos acerca de trabalhos em BIM; sendo estes planejados e com alcance em periódicos internacionais. Logo, encontra-se no estágio otimizado de maturidade BIM.

Dentre as produções acerca do BIM publicadas, estão os Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) dos alunos de Engenharia Civil do Campus Russas da Universidade Federal do Ceará. Entre os anos de 2019 a 2023 foram publicadas 112 monografias, sendo que o tema de 3 destas abrangia BIM, listados no Quadro 14.

Quadro 14 – Monografias que abrangem o BIM do curso de Engenharia Civil da UFC - Campus Russas

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano de publicação</b>
Tecnologia BIM na caracterização e monitoramento de construções existentes: estudo de caso	<i>Bessa, Maycon Handerson de Oliveira</i>	2022
Análise comparativa da geração de RCD em uma obra de alto padrão: análise in loco e metodologia BIM	<i>Oliveira, Dyckson Matheus Santos de</i>	2023
A aplicação de tecnologia de captura e da metodologia BIM na elaboração do projeto do museu de arte sacra da igreja matriz de Nossa Senhora do Rosário em Aracati/CE	<i>Ribeiro, Gilmário da Costa</i>	2023

Fonte: Adaptado do Repositório Institucional da UFC – Campus Russas (2024)

#### 4.1.2.4 Alunos capacitados

Bões (2019) propõe para esse quesito que as Instituições de Ensino Superior, através das coordenações dos cursos, realizem uma estimativa de quantos alunos podem ser classificados como capacitados em BIM. Nesse sentido, a coordenação do curso de Engenharia Civil da UFC – Campus Russas estima a quantidade de 25 alunos capacitados, baseando-se no número de estudantes que participam do projeto de extensão Sala BIM de Inovação. Considerando 134 alunos ativos no curso, esse número representa aproximadamente 19% dos estudantes. Assim, esse critério pertence ao nível inicial de maturidade BIM, que estabelece até 50 alunos capacitados no curso.

### **4.1.3 Tecnologia**

#### *4.1.3.1 Acordos institucionais com desenvolvedores de softwares*

Existe um acordo institucional com a Autodesk, desenvolvedora de softwares BIM, que disponibilizou o uso dos softwares Revit Architecture e Navisworks através do fornecimento destes para acesso na instituição e para acesso individual dos alunos, fora da instituição. Esses acordos são um grande auxílio na implementação BIM no curso, uma vez que o custo alto para a aquisição de softwares BIM é um obstáculo comum; e por meio desses tratados as desenvolvedoras fornecem gratuitamente a licença dos softwares para uso acadêmico.

Assim, observa-se que há acordo institucional com desenvolvedor de softwares BIM que atende a 2 itens, sendo considerado no estágio definido de maturidade neste quesito.

#### *4.1.3.2 Software*

Há softwares BIM instalados em todos os computadores de um laboratório de informática dedicado aos alunos, o LAREB; e sua instalação ocorre de forma institucionalizada, controlada, licenciada e monitorada. Portanto, enquadra-se no nível integrado de maturidade BIM.

Os softwares da metodologia disponíveis para uso dos estudantes no Campus são Revit Architecture e Navisworks, da desenvolvedora Autodesk. Por meio do Revit é possível modelar projetos em 3D e planejar os vários estágios do ciclo de vida do edifício, enquanto o Navisworks permite a gestão e compatibilização de projetos BIM.

#### *4.1.3.3 Acordos institucionais com fabricantes de hardwares*

Não há nenhum acordo institucional com fabricantes de hardware, já que o fato de ser uma universidade pública implica em uma barreira para o estabelecimento desses tipos de acordo. Por conta disso, está no estágio pré-BIM de maturidade.

A falta desse tipo de acordo pode ter diversas implicações para a instituição, seus alunos e a comunidade acadêmica como um todo. Sem um acordo

formal com fabricantes de hardware, a universidade pode enfrentar dificuldades para obter equipamentos e tecnologias avançadas. Isso pode restringir a capacidade dos alunos e professores de realizar pesquisas inovadoras ou trabalhar com as ferramentas mais atuais, resultando em um descompasso entre a formação acadêmica e as demandas do mercado.

#### *4.1.3.4 Hardwares*

Há a presença de hardwares adequados em apenas algumas estações de trabalho em um laboratório de informática dedicado aos alunos. A aquisição de hardwares ocorre sem planejamento de acordo com usos e softwares BIM pretendidos. Dessa forma, pertence ao nível inicial de maturidade BIM.

A ausência de computadores adequados em uma universidade pode ter um impacto significativo na qualidade da educação e na pesquisa. Ela é especialmente crítica em cursos que exigem o uso de softwares especializados, como os softwares BIM, que muitas vezes requerem hardwares de alta performance para funcionar adequadamente.

Um dos problemas enfrentados no curso de Engenharia Civil da UFC - Campus Russas é a incompatibilidade entre os sistemas operacionais dos hardwares disponibilizados e das versões estudantis de softwares BIM disponibilizados através dos acordos institucionais para acesso dos alunos. Os computadores da universidade utilizam o sistema Windows 7, porém a versão estudantil de softwares como o Revit Architecture da Autodesk exige sistemas mais atualizados, como o Windows 10.

Além disso, a falta de equipamentos tecnológicos suficientes ou atualizados pode prejudicar a pesquisa acadêmica, de modo que a carência de ferramentas adequadas pode atrasar projetos e limitar o escopo da investigação.

Portanto, a universidade deve se posicionar em relação a essa questão e priorizar a alocação dos recursos tecnológicos necessários para atender as demandas da metodologia BIM, assim proporcionando a melhor experiência para a formação dos estudantes.

#### 4.1.3.5 Infraestrutura

Há laboratórios de informática com estações de trabalho com hardware e software BIM, porém o espaço físico é compartilhado com outros usos e meios que não são o ensino BIM. Assim, esse critério está no estágio inicial de maturidade BIM.

A falta de um espaço específico para a prática da metodologia pode resultar em um aprendizado teórico insuficiente, gerando dificuldade na aplicação dos conceitos aprendidos em sala de aula. Por conta disso, os alunos podem enfrentar obstáculos no mercado de trabalho, onde o BIM é cada vez mais valorizado.

#### 4.2 Matriz de Maturidade BIM do curso de Engenharia Civil da UFC - Campus Russas

A mensuração da maturidade BIM do curso de Engenharia da UFC – Campus Russas ocorreu por meio da avaliação de 16 critérios, através de três campos BIM: Política, Processo e Tecnologia; dessa forma obtendo o Grau de Maturidade e o Índice de Maturidade, representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz de maturidade BIM do curso

Campo	Critério	Pontuação	Grau de Maturidade	Índice de Maturidade
Política	Pol.1	20	40,71	81,4%
	Pol.2	40		
	Pol.3	45		
	Pol.4	50		
	Pol.5	50		
	Pol.6	50		
	Pol.7	30		
Processos	Pro.1	40	37,5	75%
	Pro.2	40		
	Pro.3	50		
	Pro.4	20		
Tecnologia	Tec.1	30	23	46%
	Tec.2	40		
	Tec.3	5		
	Tec.4	20		
	Tec.5	20		
<b>TOTAL</b>		550	<b>34,375</b>	<b>68,75%</b>

Legenda: (5-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborada pela autora

Através da m<sup>2</sup>BIM-IES, observa-se que o curso de Engenharia da UFC – Campus Russas possui uma alta maturidade BIM, com média de 34,375 pontos nos critérios de avaliação, resultando em 68,75% no índice de maturidade. A Tabela 2 apresenta a classificação da maturidade BIM para cursos de graduação em IES (Bões; Barros Neto; Lima, 2021). Esses dados evidenciam que a universidade tem se mostrado eficiente no ensino e aplicação do BIM, mas que existem algumas áreas que carecem de melhorias.

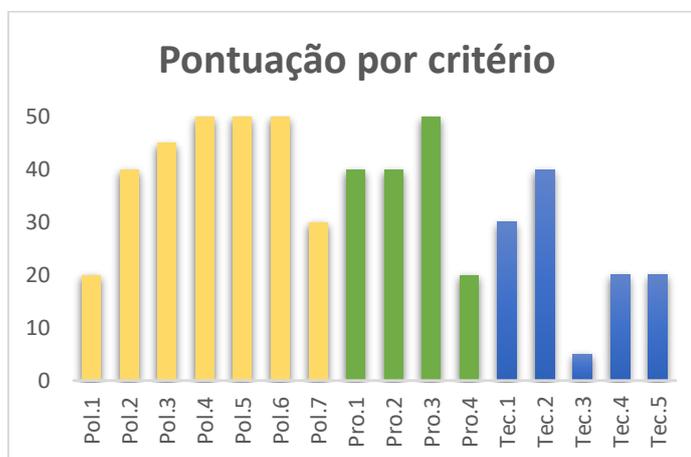
Tabela 2 – Classificação da maturidade BIM para cursos de graduação em IES

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

Fonte: Adaptada de Bões, Barros Neto e Lima (2021)

Verifica-se que dentre os 16 critérios de avaliação, 4 atingiram a pontuação máxima e classificaram como otimizados: “Ensino BIM”, “Extensão Acadêmica”, “Iniciação Científica” e “Publicações”; enquanto apenas um quesito atingiu a pontuação mínima de pré-BIM, “Acordos institucionais com fabricantes de hardware”. Os Gráficos 7 e 8 apresentam a pontuação dos critérios e o grau de maturidade do curso.

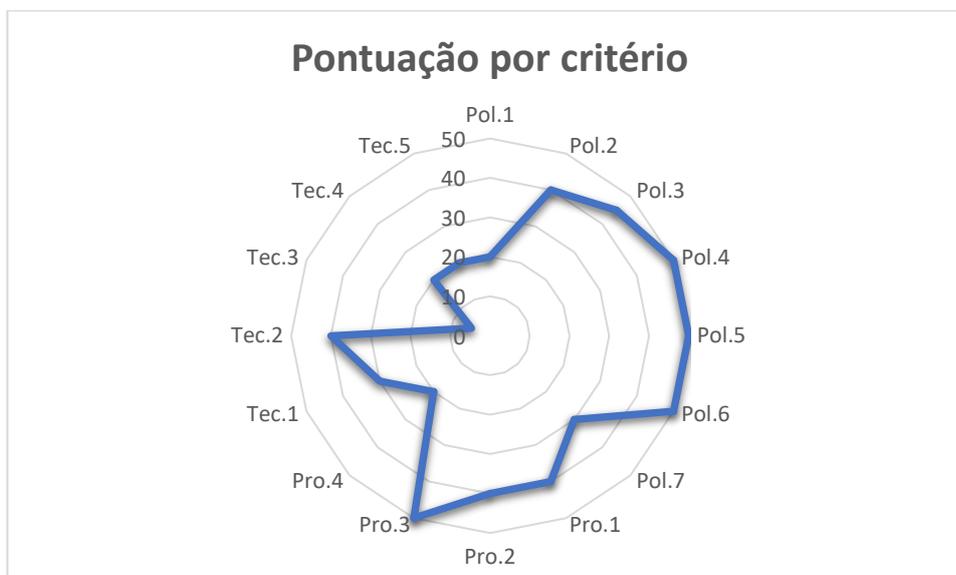
Gráfico 7 – Pontuação por critério do curso



Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborado pela autora

Gráfico 8 – Grau de maturidade do curso

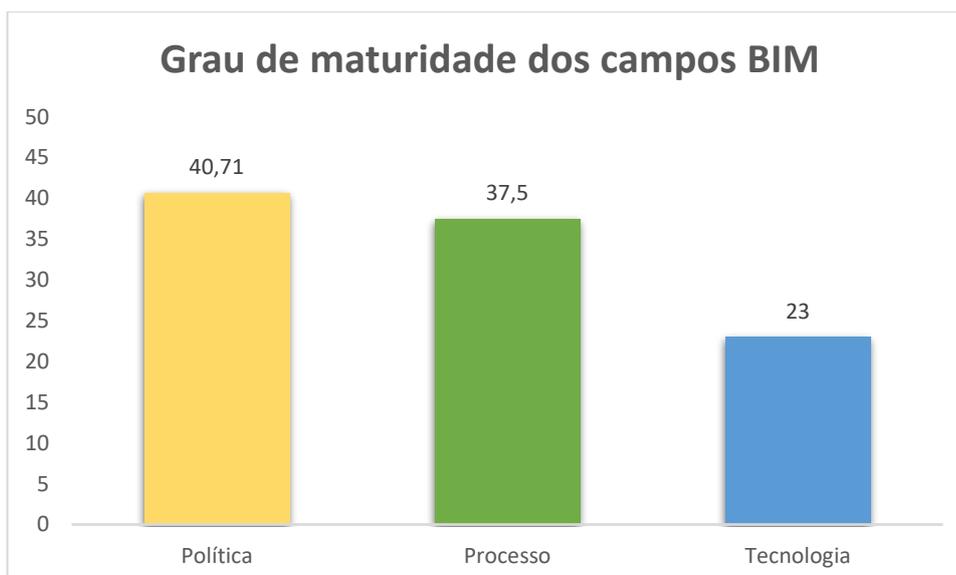


Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborado pela autora

Analisando os Campos BIM definidos pela m<sup>2</sup>BIM-IES, pode-se constatar que os campos de Política (40,71 pontos) e Processo (37,5 pontos) possuem resultados parecidos, enquanto o campo de Tecnologia (23 pontos) apresenta quase metade da pontuação dos outros campos, conforme ilustra o Gráfico 9.

Gráfico 9 – Grau de maturidade dos campos BIM do curso

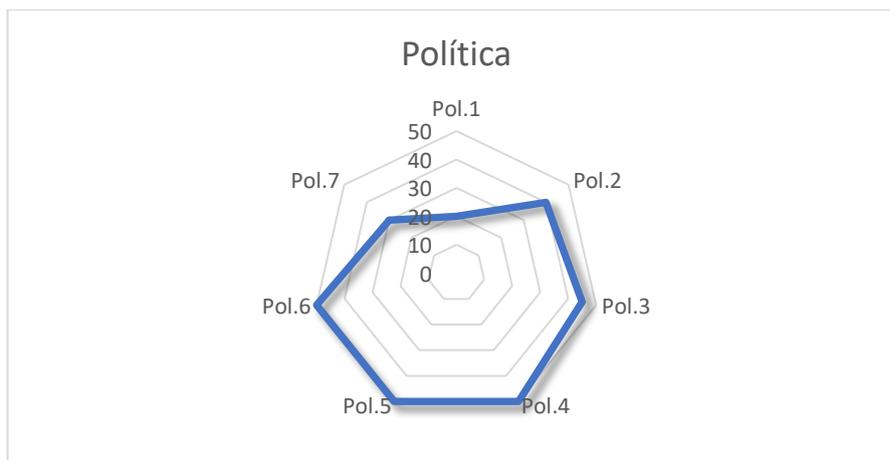


Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborado pela autora

O campo de Política foi o que mostrou melhor desempenho, possuindo três dos quatro critérios que atingiram o grau otimizado de maturidade BIM do curso: “Ensino BIM”, “Extensão Acadêmica”, “Iniciação Científica”; e o item que atingiu menos pontos foi “Capacitação Docência”, com 20 pontos. O Gráfico 10 apresenta esses resultados.

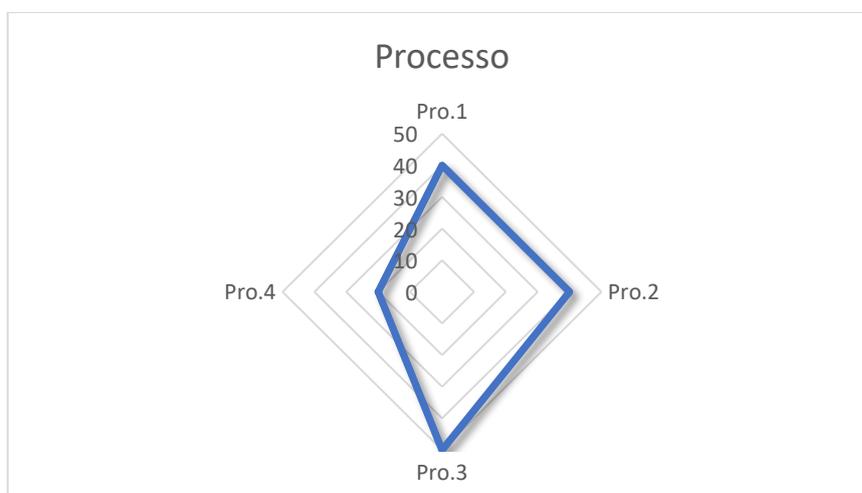
Gráfico 10 – Distribuição da pontuação do campo de política do curso



Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)  
Fonte: Elaborado pela autora

O campo de Processo também apresentou um bom desempenho, em que o critério “Publicações” alcançou o nível otimizado de maturidade BIM; já “Alunos Capacitados” foi o quesito de menor pontuação, classificado como inicial no grau de maturidade. O Gráfico 11 representa esses dados.

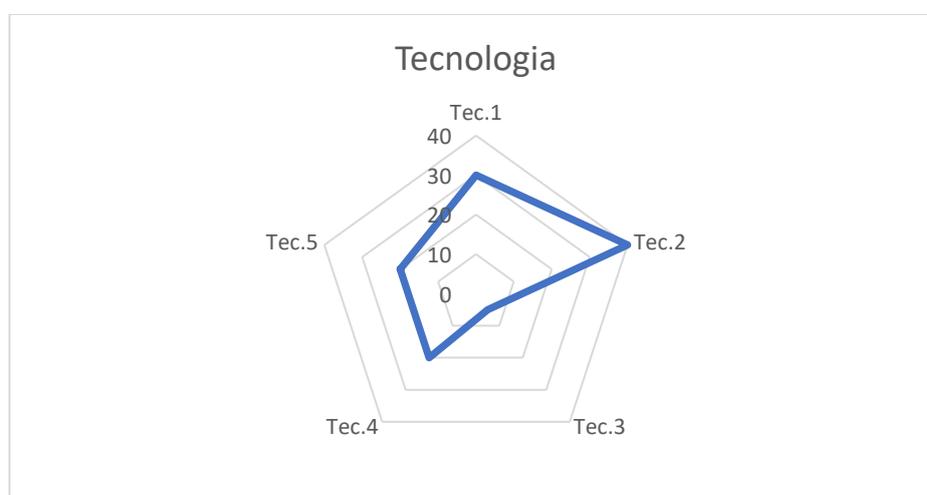
Gráfico 11 – Distribuição da pontuação do campo de processo do curso



Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)  
Fonte: Elaborado pela autora

O campo que resultou em menor desempenho foi o de Tecnologia, com a média de 23 pontos e sendo classificado entre o nível inicial e definido de maturidade BIM. Esse campo possui o critério de menor pontuação do curso, “Acordos institucionais com fabricantes de hardwares”; e o item “Software” foi o que atingiu mais pontos desse campo, classificado como integrado no grau de maturidade BIM; conforme ilustra o Gráfico 12. Assim, percebe-se que o campo de Tecnologia deve ser tomado como prioridade nas ações de implantação do BIM.

Gráfico 12 – Distribuição da pontuação do campo de tecnologia do curso



Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborado pela autora

### 4.3 Iniciativas BIM do curso de Engenharia Civil da UFC- Campus Russas

#### 4.3.1 Projetos de extensão acadêmica: Sala BIM de Inovação e ReSaber

Criado em 2023, o projeto Sala BIM de Inovação tem como realizadora a professora doutora Mylene de Melo Vieira, coordenadora do curso de Engenharia Civil da UFC – Campus Russas. O objetivo do projeto é ensinar as ferramentas de inovação para a implantação da Modelagem da Informação da Construção, contando com a participação dos discentes de Engenharia Civil da UFC – Campus Russas, das prefeituras dos municípios da região do Vale do Jaguaribe e da Secretaria das Cidades do Estado do Ceará. Inicialmente, as atividades desse projeto se deram por meio de reuniões presenciais para planejamento das ações e de capacitação dos alunos do projeto.

A metodologia BIM abrange conceitos como representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação, bem como um recurso de compartilhamento de conhecimento que permite obter informações sobre uma edificação, estruturando dessa forma uma base controlável para a tomada de decisões durante seu ciclo de vida, desde a concepção até a demolição. Portanto, o BIM introduz um novo modelo para as obras públicas, fornecendo um banco de dados e informações em seus processos de projetos, construção, operação e manutenção; otimizando suas ações no contexto da construção.

A realização desse projeto possibilita o levantamento das informações sobre a atual situação do uso da metodologia BIM nas salas técnicas das prefeituras da região, o diagnóstico e caracterização das salas quanto a infraestrutura, processo de projeto e execução de obras; entre outros aspectos importantes. Além disso, a Sala BIM de Inovação proporciona o desenvolvimento e implantação do Plano de Implementação BIM nas salas técnicas das prefeituras.

O projeto de extensão ReSaber: Ações de Valorização e Salvaguarda do Patrimônio Histórico Brasileiro foi criado em 2023 e consiste no levantamento e modelagem BIM do patrimônio histórico do estado do Ceará. Este projeto foi coordenado pelo professor dr. Esequiel Fernandes Teixeira Mesquita em 2023 e pela professora dra. Lais Cristina Barbosa Costa em 2024.

Seu objetivo é recuperar as técnicas de construção e as informações sobre os materiais utilizados no patrimônio histórico cearense dos séculos XVIII, XIX e XX, que foram suprimidas ou perdidas ao longo do tempo. Entender a história e as técnicas de construção empregadas é essencial para compreender o valor cultural e para desenvolver iniciativas que busquem a preservação do patrimônio construído.

As ações do projeto ReSaber são desenvolvidas com a mobilização do Laboratório de Reabilitação e Durabilidade das Construções da UFC, de estudantes do curso de Engenharia Civil da UFC e do Mestrado em Engenharia Civil: Construção Civil e Estruturas, bem como apoio das comunidades locais e do IPHAN CE. Inicialmente, as atividades deste projeto se deram por meio de reuniões remotas para planejamento das ações e capacitação do pessoal.

### **4.3.2 Projeto de integração multidisciplinar**

Em 2024, iniciou-se um projeto de integração multidisciplinar que envolve três disciplinas obrigatórias do curso de Engenharia Civil da UFC, Campus Russas e uma disciplina optativa do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFC do Campus do Benfica, em Fortaleza. As disciplinas do Campus Russas são Instalações Elétricas, Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais e Estruturas de Concreto; já a disciplina de Arquitetura e Urbanismo é Tópicos Avançados em Tecnologia da Edificação.

Os docentes do Campus de Russas que participam do projeto integrado são: professora mestra Andriele Nascimento de Souza, que ministra as aulas de Instalações Elétricas; professora doutora Laís Cristina Barbosa Costa, que leciona a disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais; e professor doutor Jerfson Moura Lima, responsável pela matéria Estruturas de Concreto. A professora doutora Clarissa Notariano Biotto ministra a disciplina Tópicos Avançados em Tecnologia da Edificação; possuindo doutorado em Arquitetura e Urbanismo e mestrado em Engenharia Civil, e foca na linha de pesquisa em BIM. O projeto integrado também conta com a presença de monitoria da arquiteta Yara Lopes Gomes, mestranda de Arquitetura e Urbanismo.

Além das aulas individuais de cada matéria, também há aulas onde as 4 classes estão reunidas, de forma que a professora Clarissa transmite online a lição que está sendo ministrada pessoalmente no Campus Benfica para as turmas do Campus Russas. A transmissão ocorre por meio da plataforma Google Meets, onde os estudantes e professores de Russas acompanham em sala de aula; e os alunos que não puderem participar presencialmente podem participar da reunião online.

O objetivo desse projeto integrador multidisciplinar é fomentar a colaboração entre equipes, habilidade que os alunos precisam desenvolver para suas jornadas profissionais. Dessa forma, o projeto tem foco em BIM, para alinhar os discentes com as tendências da indústria da construção e prepara-los para as demandas do mercado de trabalho, onde o BIM é cada vez mais importante.

Os tópicos das aulas multidisciplinares englobam temas como os conceitos fundamentais do BIM, compatibilização de projetos, gestão e coordenação de modelos BIM, BIM Execution Plan (BEP) e funções de um BIM manager. Durante as aulas há momentos de interação através do aplicativo de enquete slido.com, onde os

alunos respondem sobre o que é BIM, quais seus usos e sobre conhecimentos de softwares BIM.

Os discentes foram matriculados na plataforma Plannerly, onde puderam acompanhar as etapas do BEP e aprenderam as ferramentas de gestão BIM, como matriz de responsabilidade e definição do escopo.

O método de avaliação é realizado através da entrega de um projeto de edificação, com modelagem BIM das etapas arquitetônica, elétrica, hidrossanitária e estrutural. Ocorre divisão dos alunos em equipes chamadas de Escritórios de Projeto, em que cada equipe foca em uma parte do projeto; e no final será feita a compatibilização dos projetos. A nota de avaliação varia de acordo com cada disciplina, em que cada professor irá avaliar os projetos dos alunos em suas respectivas disciplinas; havendo um peso diferente para as notas oriundas das outras etapas do projeto, onde o peso é maior para o projeto principal desenvolvido pelos discentes.

Em relação aos softwares utilizados para modelagem do projeto de edificação, o Graphisoft ArchiCAD foi utilizado para modelagem BIM do projeto arquitetônico; e o Autodesk Navisworks Manage foi empregado na compatibilização dos projetos BIM, em que a partir do Clash Detection (detecção de interferência) os alunos coordenam a resolução de interferências. Durante as aulas, os estudantes receberam treinamento dos softwares para aprender suas funções.

Por fim, o projeto integrador multidisciplinar visa aprimorar o aprendizado acadêmico dos estudantes por meio de experiências práticas; além de estimular a contribuição das habilidades e conhecimentos específicos dos alunos oriundos de diversas áreas diferentes, resultando em maior engajamento dos discentes.

Em 2023 também ocorreu a integração de duas disciplinas do curso de Engenharia Civil da UFC - Campus Russas: BIM e Física das Construções, por meio de um desenvolvendo em conjunto. Essas disciplinas foram ministradas respectivamente pela professora dra. Mylene de Melo Vieira e pelo professor dr. Esequiel Fernandes Teixeira Mesquita. Essa experiência integradora se deu por meio de um projeto BIM que foi realizado por equipes das duas disciplinas.

## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 Considerações finais

Através desse trabalho, é possível notar a importância da realização do diagnóstico de maturidade BIM em cursos de graduação de ensino superior, não só como etapa inicial da implantação do BIM no curso, como também para apurar os pontos fortes e obstáculos do uso já existente da metodologia nas disciplinas, projetos de extensão e iniciação científica. Assim, pôde-se identificar quais áreas requerem maior investimento e atenção para otimizar o ensino e aplicação do BIM na Instituição.

O curso de Engenharia Civil da UFC – Campus Russas apresentou um Grau de Maturidade de 34,375 pontos e Índice de Maturidade de 68,75%, resultando no nível de maturidade Integrado do BIM, sendo classificado como alta maturidade. Esses dados mostram que a universidade vem ensinando e aplicando a metodologia de forma eficiente, mas que ainda há alguns campos que podem receber melhorias.

Por meio da pesquisa, foi possível verificar que o curso possui como pontos fortes sua visão institucional acerca do BIM, extensão acadêmica, publicações de trabalhos científicos que envolvem ferramentas do BIM e o ensino de forma abrangente da metodologia.

Pode-se concluir também que os maiores desafios encontrados para a adoção do BIM incluem a falta de conhecimento e capacitação dos profissionais e alunos, mas principalmente a necessidade de investimento em infraestrutura e tecnologia. A reitoria da UFC deve priorizar a alocação de recursos para aprimorar a conjuntura tecnológica do curso, disponibilizando hardwares com sistemas operacionais atualizados que possuam suporte para o uso dos softwares BIM.

Além disso, a reitoria também deve incluir meios para formação em BIM dos professores, através de programas formais de capacitação da metodologia. É importante enfatizar que esses obstáculos podem ser superados com o empenho da Instituição de Ensino, por meio do apoio e dedicação da reitoria; bem como do investimento por parte do Governo Federal.

A partir da análise dessas informações, entende-se que é altamente benéfico para a universidade adotar uma implementação formalizada do BIM, a fim de promover avanços em direção a uma maturidade BIM Otimizada, visto que a IES poderá planejar a disponibilização de recursos para incentivo à capacitação dos

docentes e alunos e investimento na infraestrutura tecnológica, através da aquisição de hardwares e parcerias com desenvolvedores de softwares.

## **5.2 Sugestão de trabalhos**

Para trabalhos futuros, fica a sugestão de realizar o diagnóstico de maturidade BIM em cursos de graduação de Engenharia Civil ou Arquitetura e Urbanismo de outras Instituições de Ensino Superior. Além disso, pode-se realizar uma análise mais criteriosa de determinados itens avaliados na Matriz de Maturidade BIM m<sup>2</sup>BIM-IES, como uma pesquisa mais aprofundada sobre o ensino do BIM nas disciplinas ou sobre as publicações de iniciação científica que exploram a metodologia.

Também é sugerida a continuação de trabalhos em relação às etapas do Plano de Implantação do BIM nas IES, que podem abordar temas como identificação da potencial interface com BIM na Matriz Curricular e transformações procedurais desenvolvidas nos cursos associadas à metodologia.

## REFERÊNCIAS

- ADDOR, M. R. A.; SANTOS, E. T. **Salas de coordenação de projetos em BIM: proposta de um método de avaliação**. Associação Nacional do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4 p. 403-423, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/Qj5mSpwnK4CcSBm3BrfkSXk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 ago. 2024.
- ANDRADE, R. A. **Implementação do BIM no ensino: adequação de matrizes curriculares de cursos de arquitetura através da identificação de permeabilidades de conteúdo**. Juiz de Fora, 2018. 198f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) - Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.
- ANTUNES, M. L. R.; FLORES, D. A. N. Introdução ao BIM. In: ALMEIDA, M. A. F.; BONALDO, E. **Building Information Modeling (BIM) Princípios e Tendências**. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2023. v. 1, cap. Capítulo 1, p. 08-23. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/371178226\\_Building\\_Information\\_Modeling\\_BIM-Principios\\_e\\_tendencias#page=8](https://www.researchgate.net/publication/371178226_Building_Information_Modeling_BIM-Principios_e_tendencias#page=8). Acesso em: 8 jun. 2024.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **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, 4 abr. 2016. Disponível: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/102708/111711>. Acesso em: 17 de ago. 2024.
- BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. Decreto nº 11888, de 22 de janeiro de 2024. **Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia Bim Br**. Brasília, 2024a. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2024/decreto/d11888.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d11888.htm). Acesso em: 20 mar. 2024.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Estratégia BIM BR: Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling: BIM**. Brasília, 2018.
- BRASIL, Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Construa Brasil**. Brasília, 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construa-brasil>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- BÖES, J. S.; BARROS NETO, J. de P.; LIMA, M. M. X. de. **BIM maturity model for higher education institutions**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 131-150, abr./jun. 2021.
- BÖES, J. S. **Proposta de plano de implantação do BIM na indústria da Construção Civil**. 2019. 281 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

CHECCUCCI, E. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em engenharia civil e o papel da expressão gráfica neste contexto.** 2014. Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GIEL, B.; ISSA, R. R. A. **Quality and maturity of BIM implementation in the AECO Industry.** Applied Mechanics and Materials, [S. l.], v. 438–439, p. 1621–1627, 2013.

GONÇALVES JR, F. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia.** AltoQi, 2018.

JUNG, Y.; JOO, M. **Building information modelling (BIM) framework for practical implementation.** Automation in Construction, [S. l.], v. 20, p. 126-133, 2011.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **BIM: Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia.** Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2015.

KOUCH, A.; ILLIKAINEN, K.; PERÄLÄ, S. **Key Factors of an Initial BIM Implementation Framework for Small and Medium-sized Enterprises (SMEs).** 35th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 2018. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/327011813\\_Key\\_Factors\\_of\\_an\\_Initial\\_BIM\\_Implementation\\_Framework\\_for\\_Small\\_and\\_Medium-sized\\_Enterprises\\_SMEs](https://www.researchgate.net/publication/327011813_Key_Factors_of_an_Initial_BIM_Implementation_Framework_for_Small_and_Medium-sized_Enterprises_SMEs). Acesso em: 17 de ago. 2024.

LIANG, C. *et al* **Development of a Multifunctional BIM Maturity Model.** Journal of Construction Engineering and Management, v. 142, n. 11, p. 1-11, 2016.

LINDBLAD H.; VASS S. **BIM Implementation and Organisational Change: A Case Study of a Large Swedish Public Client.** Procedia Economics and Finance, 21: 178-184, 2015.

MIRANDA, R. DAS D. DE; SALVI, L. **Análise da tecnologia BIM no contexto da indústria da construção civil brasileira.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 7, n. 05, 2019. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/profile/RianMiranda/publication/334377692\\_Analise\\_da\\_tecnologia\\_Bim\\_no\\_contexto\\_da\\_industria\\_da\\_construcao\\_civil\\_brasileira](https://www.researchgate.net/profile/RianMiranda/publication/334377692_Analise_da_tecnologia_Bim_no_contexto_da_industria_da_construcao_civil_brasileira). Acesso em: 16 ago. 2024

PBA, Projeto Construa Brasil. **Portal BIM Acadêmico.** Disponível em:  
<https://sites.google.com/antac.org.br/portalbimacademico>. Acesso em: 06 mar. 2024.

ROSA, Poliana de Sousa. **Perspectivas da utilização da tecnologia BIM no curso de bacharelado em Engenharia Civil de uma instituição de ensino na Paraíba.**

2023. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba- Campus Cajazeiras, Cajazeiras, 2023.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?** Ambiente construído, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders.** Automation in construction, [S. l.], v. 18, p. 357-375, 2009.

SUCCAR, B. **Building information modelling maturity matrix.** In: UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. (ed.). Handbook of research on building information modeling and construction informatics: concepts and technologies. Hershey, PA: Information Science Reference, 2010. p. 65-103.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. **Macro-BIM adoption: conceptual structures.** Automation in Construction, [S. l.], v. 57, p. 64–79, 2015.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO À COORDENAÇÃO DO CURSO

Maturidade BIM no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal...

[https://docs.google.com/forms/u/0/d/1bOw2Fi8UN-Dyr\\_F7qAqix-sf...](https://docs.google.com/forms/u/0/d/1bOw2Fi8UN-Dyr_F7qAqix-sf...)

### **Maturidade BIM no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará - Campus Russas** *Coordenação do Curso.*

Caros professores, este questionário tem como intuito um levantamento inicial dos dados em relação ao uso atual do BIM no curso de Engenharia Civil, para ser definida a matriz de maturidade BIM do curso. Este questionário faz parte da pesquisa de TCC (aluna Anna Laura Martins Diniz e orientadora Prof. Dra. Mylene de Melo Vieira) e também do projeto de implementação de BIM no curso de Engenharia Civil da UFC Campus Russas.

*\* Indica uma pergunta obrigatória*

#### **Introdução**

1. Número de alunos no curso \*

\_\_\_\_\_

2. A Universidade Federal do Ceará - Campus Russas tem ciência do Decreto Federal 11.888/2024? \*

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Caso tenha ciência, como a instituição está se posicionando em relação ao decreto?

*Marque todas que se aplicam.*

- Há plano/estratégia para atendimento dos requisitos
- Vem desenvolvendo ação em relação à implementação do BIM
- Adota uma postura de compromisso com a responsabilidade da IES para o atendimento do decreto

4. Ao longo do curso, há algum contato com o BIM? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

5. Caso positivo, por qual(is) meio(s) ocorre esse contato?

*Marque todas que se aplicam.*

- Disciplinas
- Palestras
- Cursos de Extensão
- Iniciação Científica
- Outro: \_\_\_\_\_

#### **Iniciativas BIM**

6. O curso possui alguma disciplina que aborde o BIM? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

7. Qual a estimativa de alunos já capacitados \*

---

8. Houve alguma publicação em eventos acadêmicos ou periódicos, acerca de trabalhos em BIM desenvolvido pelo curso? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

9. Há alguma iniciativa BIM na Extensão Acadêmica? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

10. Caso positivo, qual(is)?

---

---

---

---

---

11. Há alguma iniciativa BIM na Iniciação Científica? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

12. Caso positivo, qual(is)?

---

---

---

---

---

### Capacitação Docência

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

*Marque todas que se aplicam.*

- Incentivo informal para a capacitação BIM ao corpo docente
- Existência de incentivos ou programa de capacitação em BIM ao corpo docente, de forma institucionalizada e formal
- Treinamentos periódicos, conforme planejamento estratégico BIM
- Exigência do BIM na matriz de competências para contratação de professores

### Tecnologia

## 14. Quais softwares BIM a instituição possui? \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Revit Architecture
- ArchiCAD
- Bentley Architecture
- Vectworks Architect
- Revit Structure
- Tekla Structure
- TQS
- Autodesk Ecotect Analysis
- Naviswork
- Tekla BIMsight
- Solibri
- BIMcollab
- Synchro
- Vico
- Outro: \_\_\_\_\_

## 15. Em relação aos softwares instalados na instituição: \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Softwares instalados em apenas alguns computadores
- Softwares instalados em todos os computadores de no mínimo um laboratório de informática dedicado aos alunos
- Softwares instalados em todos os computadores de todos os laboratórios de informática dedicados aos alunos
- Não há controle institucional, de licenças ou monitoramento
- Controle institucional simples, com a instalação e licenças
- A instalação ocorre de forma institucionalizada, controlada, licenciada e monitorada

16. A instituição possui algum acordo ou parceria com desenvolvedores de softwares BIM? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

17. Caso positivo, com qual desenvolvedor?

---

---

---

---

---

18. O acordo ou parceria consiste em:

*Marque todas que se aplicam.*

- Fornecimento de softwares BIM para acesso na instituição
- Fornecimento de softwares BIM para acesso individual dos alunos (fora da instituição)
- Capacitação do corpo docente
- Capacitação dos alunos
- Outro: \_\_\_\_\_

19. Em relação aos hardwares (equipamentos) que a instituição possui: \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Não há hardwares adequados para a utilização de software BIM
- Hardwares adequados em apenas algumas estações de trabalho em um laboratório de informática dedicado aos alunos
- Hardwares adequados em um laboratório de informática dedicado aos alunos
- Hardwares adequados em todos os laboratórios de informática dedicados aos alunos
- Aquisição de hardware ocorre sem nenhum planejamento de acordo com os usos e softwares BIM pretendidos
- Aquisição de hardware ocorre de forma planejada, de acordo com os usos e softwares BIM pretendidos
- Há programas de substituição e melhorias em consonância com o planejamento BIM

20. A instituição possui algum acordo ou parceria com desenvolvedores de hardware (equipamentos) ? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

21. Caso positivo, com qual fabricante?

---

---

---

---

---

22. O acordo ou parceria consiste em:

*Marque todas que se aplicam.*

- Fornecimento de hardwares (equipamentos) para a instituição
- Fornecimento de hardwares para alunos (com descontos)
- Capacitação do corpo docente
- Manutenção
- Programa de substituição e modernização dos hardwares
- Outro: \_\_\_\_\_

23. Em relação à infraestrutura tecnológica da instituição: \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Não há nenhum espaço físico para o uso de hardware e software BIM
- Há laboratórios de informática com estações de trabalho com hardware e software BIM, porém o espaço físico é compartilhado com outros usos e meios que não são o ensino BIM
- Há laboratórios de informática com estações de trabalho com hardware e software BIM individualizado, com o uso exclusivo de ensino BIM
- Espaços de Ensino BIM, com acomodações e hardwares individualizados. Espaço com infraestrutura de interação e compartilhamento de informação. Uso exclusivo para o Ensino BIM
- Ambiente com aprendizagem ativa e colaborativa, com alto engajamento dos alunos

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DOCENTES DO CURSO

Maturidade BIM no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal...

<https://docs.google.com/forms/u/0/d/1RWDQ0yGS9c5F9Kdt4XSQm...>

### **Maturidade BIM no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará - Campus Russas** *Corpo Docente*

Caros professores, este questionário tem como intuito um levantamento inicial dos dados em relação ao uso atual do BIM no curso de Engenharia Civil, para ser definida a matriz de maturidade BIM do curso. Este questionário faz parte da pesquisa de TCC (aluna Anna Laura Martins Diniz e orientadora Prof. Dra. Mylene de Melo Vieira) e também do projeto de implementação de BIM no curso de Engenharia Civil da UFC Campus Russas.

\* Indica uma pergunta obrigatória

---

1. Nome \*

---

2. Qual seu nível de conhecimento em BIM? \*

*Marcar apenas uma oval.*

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

3. Disciplinas que ministra no curso de Engenharia Civil \*

---

---

---

---

---

4. Há abordagem BIM em alguma(s) dessas disciplinas? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

5. Caso positivo, relacione as disciplinas que abordam BIM

---

---

---

---

---

6. Os conteúdos BIM abordados nas disciplinas estão relacionados a:

*Marque todas que se aplicam.*

Introdução ao BIM

Uso de softwares

Metodologia

Habilidades ou competências

Outro: \_\_\_\_\_

7. Em relação aos usos BIM, quais destes são abordados nas disciplinas?

*Marque todas que se aplicam.*

- Modelagem
- Dimensionamento
- Geração de documentos
- Quantitativos
- Planejamento
- Orçamento
- Simulações
- Compatibilização

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

**ANEXO A - MATRIZ DE MATURIDADE BIM PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO  
SUPERIOR (M<sup>2</sup>BIM-IES)**

<b>Níveis de Maturidade</b>	<b>Pré-BIM</b> 5 pts	<b>Inicial</b> 20 pts	<b>Definido</b> 30 pts	<b>Integrado</b> 40 pts	<b>Otimizado</b> 50 pts
<b>Política</b>					
Compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM					
<b>Capacitação Docente (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..).

<p><b>Visão Institucional BIM (Pol.3)</b></p>	<p>O BIM não é enxergado como importante, prioridade ou como uma metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos.</p>	<p>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.</p>	<p>O BIM é enxergado como importante, mas não como prioridade ou como metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p><b>Ensino BIM (Pol.4)</b></p>	<p>O BIM não está inserido no ensino</p>	<p>O ensino BIM consiste em: Introdução ao BIM.</p>	<p>O ensino BIM consiste em: Introdução ao BIM; Software BIM;</p>	<p>O ensino BIM consiste em: Introdução ao BIM; Software BIM; Metodologia BIM;</p>	<p>O ensino BIM consiste em: Introdução ao BIM; Software BIM; Metodologia BIM; Projetos Integradores (Multidisciplinar); Projetos Colaborativos.</p>
<p><b>Extensão Acadêmica (Pol.5)</b></p>	<p>Não há nenhuma iniciativa BIM na extensão acadêmica.</p>	<p>Não há nenhuma iniciativa BIM formalizada na extensão acadêmica. Há ações individuais de professores ou discentes, porém sem conhecimento formalizado junto a IES.</p>	<p>Não há nenhuma iniciativa BIM formalizada na extensão acadêmica. Há ações individuais de professores ou discentes, porém com conhecimento formalizado junto a IES.</p>	<p>Há iniciativas BIM na extensão acadêmica, institucionalizada e formalizada. As iniciativas não estão relacionadas ao planejamento estratégico BIM.</p>	<p>Há iniciativas BIM na extensão acadêmica, institucionalizada e formalizada. O conjunto de ações (cursos, palestras, seminários, etc..) vão ao encontro do planejamento estratégico BIM.</p>

<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 9.337:2018 (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.

<b>Níveis de Maturidade</b>	<b>Pré-BIM</b> 5 pts	<b>Inicial</b> 20 pts	<b>Definido</b> 30 pts	<b>Integrado</b> 40 pts	<b>Otimizado</b> 50 pts
<b>Processo</b> Compreende o desempenho do ensino, pesquisa e extensão em BIM					
<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 50 alunos capacitados

<b>Níveis de Maturidade</b>	<b>Pré-BIM</b> 5 pts	<b>Inicial</b> 20 pts	<b>Definido</b> 30 pts	<b>Integrado</b> 40 pts	<b>Otimizado</b> 50 pts
<b>Tecnologia</b>					
Compreende toda a infraestrutura, tecnológica ou física, para o desenvolvimento do ensino BIM					
<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;

<p align="center"><b>Softwares (Tec. 2)</b></p>	<p>Não há nenhum software instalado.</p>	<p>Softwares instalados em apenas alguns computadores, sem controle da instituição, sem controle de licenças e sem monitoramento.</p>	<p>Softwares instalados em apenas alguns computadores. Controle institucional simples, com a instalação e licenças.</p>	<p>Softwares 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.</p>	<p>Softwares instalados em todos os computadores de todos os laboratórios de informática destinados aos alunos. A instalação ocorre de forma institucionalizada, controlada, licenciada e monitorada.</p>
<p align="center"><b>Acordos institucionais com desenvolvedores de hardware (Tec. 3)</b></p>	<p>Não há nenhum acordo institucional com fabricantes de hardwares.</p>	<p>Há acordos institucionais com um fabricante de hardware (atendimento de 1 item)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fornecimento de hardwares para IES;</li> <li>2. Fornecimento de hardwares para alunos;</li> <li>3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente;</li> <li>4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;</li> <li>5. Manutenções</li> <li>6. Programa de substituição de modernização</li> </ol>	<p>Há acordos institucionais com fabricantes de hardware (atendimento de 2 itens)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fornecimento de hardwares para IES;</li> <li>2. Fornecimento de hardwares para alunos;</li> <li>3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente;</li> <li>4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;</li> <li>5. Manutenções</li> <li>6. Programa de substituição de modernização</li> </ol>	<p>Há acordos institucionais com fabricantes de hardware (atendimento de 4 itens)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fornecimento de hardwares para IES;</li> <li>2. Fornecimento de hardwares para alunos;</li> <li>3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente;</li> <li>4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;</li> <li>5. Manutenções</li> <li>6. Programa de substituição de modernização</li> </ol>	<p>Há acordos institucionais com fabricantes de hardware (atendimento acima de 4 itens)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fornecimento de hardwares para IES;</li> <li>2. Fornecimento de hardwares para alunos;</li> <li>3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente;</li> <li>4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;</li> <li>5. Manutenções</li> <li>6. Programa de substituição de modernização</li> </ol>

<p align="center"><b>Hardware (Tec.4)</b></p>	<p>Não há hardware adequados para a utilização de software BIM, impossibilitando ou prejudicando o uso das ferramentas.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p align="center"><b>Infraestrutura (Tec.5)</b></p>	<p>Não há nenhum espaço físico para o uso de hardware e software BIM.</p>	<p>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.</p>	<p>Laboratórios de Informática com estações de trabalho com hardware e software BIM individualizado. Com uso exclusivo para o ensino BIM.</p>	<p>Espaços de Ensino BIM, com acomodações e hardware individualizados. Espaço com infraestrutura de interação e compartilhamento de informações. Uso exclusivo para o ensino BIM.</p>	<p>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.</p>