



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

**FRANCISCO EMERSON MARTINS DE ALMEIDA**

**IDENTIFICAÇÃO DA POTENCIAL INTERFACE COM BIM DA MATRIZ  
CURRICULAR DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL UFC CAMPUS RUSSAS**

**RUSSAS**

**2024**

**FRANCISCO EMERSON MARTINS DE ALMEIDA**

**IDENTIFICAÇÃO DA POTENCIAL INTERFACE COM BIM DA MATRIZ  
CURRICULAR DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL UFC CAMPUS RUSSAS**

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

Orientador: Prof. 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)

---

A446i Almeida, Francisco Emerson Martins de.  
Identificação da Potencial Interface com BIM da Matriz Curricular do Curso de Engenharia Civil UFC  
Campus Russas / Francisco Emerson Martins de Almeida. – 2024.  
56 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas,  
Curso de Engenharia Civil, Russas, 2024.  
Orientação: Profa. Dra. Mylene de Melo Vieira.

1. BIM. 2. Ensino de engenharia civil. 3. Matriz curricular. I. Título.

CDD 620

---

FRANCISCO EMERSON MARTINS DE ALMEIDA

IDENTIFICAÇÃO DA POTENCIAL INTERFACE COM BIM DA MATRIZ CURRICULAR  
DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL UFC CAMPUS RUSSAS

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

Aprovada em: 20/09/2024.

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

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

---

Eng. Gilmário da Costa Ribeiro

A Deus.

O arquiteto de todas as coisas.

## AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial a Francisca Martins, Francisco Deuzimar, Vitória Martins, Raimunda Oliveira, Afoldísio Martins, Maria Cândida (in memoriam), Fátima Martins e Francisco Martins, por todo o amor, paciência e incentivo ao longo desta jornada. Vocês foram minha base, e sem o apoio de cada um, esse sonho não seria possível.

À minha namorada e futura esposa, Patrícia Diolino, por estar sempre ao meu lado, oferecendo apoio, carinho e força nos momentos em que mais precisei.

À Professora Mylene de Melo, minha orientadora, por toda a paciência, sabedoria e orientação precisa durante o desenvolvimento deste trabalho. Seu comprometimento e atenção fizeram toda a diferença neste percurso.

Aos professores Jerfson Lima, Daniela Machado, Andrielle Nascimento, Anderson Feitoza e Paulo Henrique, por todo o conhecimento transmitido e pelas contribuições que moldaram minha formação acadêmica. Agradeço pela dedicação e pelos valiosos ensinamentos que levarei para a vida.

Aos amigos Gilmário Costa, Gustavo Illgner, Hericls Calixto, Jorhdann Oliveira, Karina Rodrigues e Vanessa Sand, pela amizade e pelo companheirismo ao longo desses anos. Compartilhar essa caminhada com vocês tornou a experiência muito mais leve e significativa.

À empresa Júnior Vale Júnior, em especial à diretoria executiva (direx) e ao time de projetos, pela vivência enriquecedora e pelos desafios que me ajudaram a crescer tanto profissionalmente quanto pessoalmente. O trabalho em equipe e as lições aprendidas ficarão para sempre comigo.

À JL Engenharia, na pessoa do Engenheiro Jardenilson, pela valiosa oportunidade de estágio e pelas experiências práticas proporcionadas, que foram fundamentais para o aprimoramento das minhas habilidades profissionais.

Ao setor de engenharia da SEINFRA de Russas, pela acolhida e suporte técnico. Agradeço pela confiança depositada e pelas oportunidades de aprendizado prático, que foram fundamentais para o meu desenvolvimento como profissional.

Agradeço à banca examinadora pela disponibilidade e contribuições essenciais para o aprimoramento deste trabalho.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização desse trabalho.

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu.” — Eclesiastes 3:1

## RESUMO

O *Building Information Modeling* (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, tem se destacado como uma metodologia essencial para otimizar o planejamento e execução na construção civil. Considerando sua crescente demanda no mercado de trabalho, a inclusão do ensino de BIM nos cursos de ensino superior é fundamental para a capacitação dos futuros profissionais. Este trabalho tem como objetivo identificar os potenciais interfaces entre o BIM e a matriz curricular do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará - *Campus Russas*. A metodologia adotada incluiu uma análise curricular, focando na avaliação do potencial de integração do BIM em disciplinas específicas. Os resultados indicam a presença de interfaces claras entre diversas disciplinas e o BIM, bem como a importância das competências e estágios de implementação, evidenciando a necessidade de maior integração dessa metodologia na formação dos engenheiros civis. Conclui-se que, por meio de uma abordagem interdisciplinar e progressiva, o ensino de BIM pode ser implementado no currículo de forma eficiente, preparando melhor os alunos para o mercado de trabalho.

**Palavras-chave:** BIM; ensino de engenharia civil; matriz curricular.



## ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) has emerged as an essential methodology for optimizing planning and execution in civil construction. Considering its growing demand in the job market, incorporating BIM education into higher education courses is crucial for training future professionals. This study aims to identify potential interfaces between BIM and the curriculum of the Civil Engineering program at the Federal University of Ceará - Russas Campus. The adopted methodology included a curriculum analysis, focusing on evaluating the potential integration of BIM in specific courses. The results indicate clear interfaces between various courses and BIM, as well as the importance of competencies and implementation stages, highlighting the need for greater integration of this methodology in civil engineering education. It is concluded that, through an interdisciplinary and progressive approach, BIM education can be efficiently implemented in the curriculum, better preparing students for the job market.

**Keywords:** BIM; civil engineering education; curriculum matrix.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Áreas de atuação da plataforma BIM.....	21
Figura 2 – Curva de MacLeamy .....	21
Figura 3 – Trecho da matriz original do curso do 1ª ao 5º nível .....	33
Figura 4 – Trecho da matriz original do curso do 6ª ao 10ª.....	34
Figura 5 – Representação sugerida para a matriz do curso e legenda .....	35
Figura 6 – Modelo do sistema de representação utilizado para registrar as análises realizadas em relação à adoção do BIM no currículo.....	37
Figura 7 – Análise da matriz curricular de Engenharia Civil UFC/Russas do 1º ao 5º Nível (com bordas) .....	40
Figura 8 – Análise da matriz curricular de Engenharia Civil UFC/Russas do 6º ao 10º Nível (com bordas).....	41
Figura 9 – Núcleos de conteúdo com alguma interface BIM do 1º ao 5º Nível.....	42
Figura 10 – Núcleos de conteúdo com alguma interface BIM do 6º ao 10º Nível.....	42
Figura 11 – Disciplinas que têm uma relação direta com o BIM. ....	43
Figura 12 – Disciplinas que têm uma relação direta com o BIM. ....	43

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Distribuição da carga horária por núcleos e atividades.....	30
Tabela 2 Disciplinas dos núcleos de conteúdo e suas relações com o BIM.....	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais Pontos e Impactos dos Decretos nº 9.983/2019 e nº 10.306/2020.....	23
Quadro 2 – Objetivos e Ações da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM.....	27
Quadro 3 – Atividades para desenvolvimento do PIB.....	28
Quadro 4 – Núcleos de conhecimento.....	29
Quadro 5 – Disciplinas do Núcleo de Conteúdos Básicos. ....	31
Quadro 6 – Disciplinas do Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes. ....	31
Quadro 7 – Exemplo de análise efetuada em uma disciplina do núcleo básico .....	38
Quadro 8 – Etapas realizadas na análise da matriz curricular do curso .....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CNE/CES	Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior
CH	Carga Horária
EC/Russas	Engenharia Civil do Campus Russas
GT	Grupos de Trabalho
IES	Instituições de Ensino Superior
PIB	Plano de Implantação BIM
PBA	Portal BIM Acadêmico
PFC	Projeto Final de Curso
UFC/Russas	Universidade Federal do Ceará Campus Russas
4D	Quarta Dimensão (relacionada ao tempo de execução)
5D	Quinta Dimensão (relacionada ao controle de custos)
CE-BIM	Comitê Estratégico de Implantação do <i>Building Information Modeling</i>
FD	Fotogrametria Digital
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
BCF	BIM Collaboration Format
CDE	Common Data Environment

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>16</b>
<i>1.1.1</i>	<i>Objetivos Geral.....</i>	<i>16</i>
<i>1.1.2</i>	<i>Objetivos Específicos .....</i>	<i>16</i>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.</b>	<b>BIM: <i>Building Information Modeling</i>.....</b>	<b>17</b>
<i>2.1.1</i>	<i>Processo Colaborativo, Integrado e Paramétrico.....</i>	<i>18</i>
<i>2.1.2</i>	<i>BIM na Construção Civil .....</i>	<i>20</i>
<b>2.1.</b>	<b>Processos de Implementação do BIM no Brasil.....</b>	<b>22</b>
<i>2.1.3</i>	<i>Ensino de BIM no Brasil.....</i>	<i>26</i>
<i>2.1.4</i>	<i>Estratégia BIM BR .....</i>	<i>26</i>
<i>2.1.5</i>	<i>Portal BIM Acadêmico .....</i>	<i>28</i>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.</b>	<b>Graduação em Engenharia Civil da UFC/Russas.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.</b>	<b>Análise efetuada sobre a matriz curricular do curso .....</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.</b>	<b>Análise das categorias.....</b>	<b>43</b>
<i>4.1.1</i>	<i>Categoria A: Conceito: interface da componente com BIM.....</i>	<i>43</i>
<i>4.1.2</i>	<i>Categoria B: Conceito BIM nas disciplinas .....</i>	<i>45</i>
<i>4.1.3</i>	<i>Categoria C: Competências BIM .....</i>	<i>46</i>
<i>4.1.4</i>	<i>Categoria D: Estágios da implementação.....</i>	<i>46</i>
<i>4.1.5</i>	<i>Categoria E: Potencial de integração da disciplina .....</i>	<i>47</i>
<i>4.1.6</i>	<i>Categoria F: Ciclo de vida.....</i>	<i>47</i>
<i>4.1.7</i>	<i>Categoria G: Disciplinas .....</i>	<i>48</i>

<i>4.1.8 Categoria H: Tipo de competência</i> .....	48
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	49
<b>4.3. Sugestão de trabalhos</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	51
<b>APÊNDICE A – MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL</b> .....	54
<b>APÊNDICE B – ANÁLISE DA MATRIZ CURRICULAR DE ENGENHARIA CIVIL UFC/RUSSAS</b> .....	55

## 1 INTRODUÇÃO

O *Building Information Modeling* (BIM), traduzido como Modelagem da Informação da Construção pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), é um conjunto de tecnologias e processos que possibilita a representação virtual de informações essenciais para as etapas de projeto, construção e operação, abrangendo todo o ciclo de vida das edificações (EASTMAN *et al.*, 2011).

Succar (2009) sugere que o campo de Política no BIM envolve a formação de profissionais, a pesquisa, a distribuição de benefícios e a alocação de riscos. Também inclui a redução de conflitos na Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). Organizações como centros de pesquisa e instituições de ensino desempenham um papel fundamental nesse campo. Elas auxiliam na preparação, regulamentação e gestão de contratos durante as fases de projeto, construção e operações.

Andrade e Ruschel (2011) destacam o BIM como uma ferramenta que organiza as informações do edifício em um banco de dados. Isso permite a extração de documentação, simulações e a gestão do processo de construção. Os dois pilares tecnológicos do BIM são a modelagem paramétrica e a interoperabilidade entre sistemas.

Miranda e Salvi (2019) apontam que o BIM é uma metodologia que otimiza o planejamento e a execução das construções. Ela melhora a qualidade e a produtividade das equipes, reduzindo custos, tempo de elaboração de projetos e retrabalho, além de minimizar erros em documentos.

O campo de Processo abrange profissionais que participam do ciclo de vida das construções, como engenheiros, projetistas e gerentes de instalações (Succar, 2009). O enfoque atual do BIM está no gerenciamento eficiente das informações ao longo de todo o ciclo de vida de uma edificação (Andrade e Ruschel, 2011).

Diante dessa perspectiva, é evidente a relevância em implementar e implantar o BIM nos cursos de Engenharia Civil. A adoção de disciplinas focadas em BIM capacitaria de forma mais eficaz. Neste contexto, o presente trabalho visa identificar os potenciais interfaces entre o *Building Information Modeling* (BIM) e a matriz curricular do curso de Engenharia Civil. A análise será realizada com base no método de identificação de potenciais proposto por Checcucci (2014), que constitui uma das etapas fundamentais para o desenvolvimento do Plano de Implantação BIM (PIB).



O trabalho apresenta os objetivos da pesquisa e os fundamentos teóricos, abordando as estratégias de implementação do BIM no ensino. Os resultados são analisados por meio de uma análise discursiva dos potenciais interfaces do BIM na matriz curricular do curso, e as conclusões ressaltam das importâncias do estudo, suas contribuições e sugestões para a implementação do BIM, alinhadas aos objetivos traçados.

## **1.1. Objetivos**

Nesta seção, são apresentados os objetivos deste Trabalho de Conclusão de Curso, destacando a ideia central da pesquisa e as ações essenciais para seu desenvolvimento.

### **1.1.1 *Objetivos Geral***

O objetivo geral desta pesquisa é identificar o potencial de interface com o BIM na matriz curricular do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará (UFC), *Campus Russas*, visando o desenvolvimento do Plano de Implantação BIM (PIB).

### **1.1.2 *Objetivos Específicos***

- a) Desenvolver o diagnóstico da matriz curricular do curso de engenharia civil da universidade Federal do Ceará - *Campus Russas* quanto ao potencial interface com o BIM;
- b) Analisar o conteúdo das disciplinas em relação aos usos do BIM;
- c) Representar graficamente as potencialidades BIM em cada disciplina do curso, curso de engenharia civil da universidade Federal do Ceará - *Campus Russas*.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda o conceito, a implementação e o desenvolvimento da metodologia BIM, além de examinar o panorama da Construção Civil na atualidade e a inserção do BIM no ensino. Destaca-se que os conteúdos discutidos ao longo desta seção foram fundamentais para a fundamentação teórica da pesquisa e para o desenvolvimento deste trabalho.

### 1.2. BIM: *Building Information Modeling*

O *Building Information Modeling* (BIM) destaca-se como um dos principais avanços na indústria da indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AECO). Nos últimos anos, essa metodologia tem ganhado relevância nesses setores e, conseqüentemente, no contexto global. Conforme observado por Yessios (2004), os conceitos fundamentais do BIM remontam as teorias formuladas no final da década de 1970 por Charles M. Chuck Eastman, que exploravam a modelagem de dados de produtos construtivos.

Segundo Succar (2009), o BIM pode ser entendido como um sistema integrado que utiliza políticas, processos e tecnologias para gerenciar os dados essenciais do projeto de construção em formato digital durante todo o ciclo de vida da edificação.

Os estudos sobre o BIM podem classificá-lo como: I) uma ferramenta; II) uma tecnologia; ou III) um processo, dependendo da abordagem da pesquisa (ANDRADE e RUSCHEL, 2011). A natureza multidimensional do conceito BIM e sua caracterização como um método contemporâneo de gerenciamento de projetos ressaltam a abrangência de seu impacto na AECO e a relevância atual do tema.

Segundo Checcucci (2014), o BIM envolve a gestão integrada de todas as fases de um projeto, iniciando na análise de viabilidade do negócio, seguido pelo acompanhamento e controle da edificação durante sua vida útil. Além disso, o BIM garante a criação e a atualização contínua do modelo digital, proporcionando suporte ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento, desde a concepção até a operação e manutenção

Jernigan (2008) acrescenta utilização BIM em um modelo único e paramétrico. Nesse sistema, o processo de projeto ocorre de maneira contínua, sem fases distintas, com as elaborações e modificações interligadas, resultando em maior agilidade e eficiência nas etapas da construção e uma redução significativa na ocorrência de erros.

Nesse contexto, a interoperabilidade permite que profissionais de diferentes áreas trabalhem de forma integrada no desenvolvimento do projeto, com acesso simultâneo às informações do modelo. Além disso, o BIM eleva o padrão da construção, reduz custos e retrabalho, e facilita o monitoramento eficaz das diversas etapas do projeto (Antunes; Flores, 2023).

A tecnologia baseada no *Computer Aided Design* (CAD), amplamente utilizada na Engenharia Civil para desenhos bidimensionais e compatibilização manual de projetos, está sendo gradualmente substituída pelo BIM. Essa metodologia permite a criação de modelos 3D com informações integradas e a realização de simulações, destacando a importância do domínio das ferramentas necessárias para a modelagem eficiente do empreendimento (Ruschel; Andrade; Morais, 2013).

Para tanto, a mudança nas exigências da indústria, aliada ao avanço tecnológico, provoca alterações significativas em toda a estrutura do processo de projeto em AECO, sendo essa transformação conhecida como a transição do CAD para o BIM (Lima, Soares e Borges, 2011).

Portanto, embora existam definições distintas, há um consenso sobre a necessidade de a indústria AECO implementar um catalisador para reduzir a fragmentação do processo de projeto e, por consequência, minimizar a perda de informações ao longo do ciclo de vida das edificações, o que contribui para aumentar sua eficiência (Andrade e Ruschel, 2011). O BIM se destaca como uma solução que atende a essa demanda.

### ***2.1.1 Processo Colaborativo, Integrado e Paramétrico***

De acordo com Kymmell (2008, p. 32), a colaboração envolve a ideia de que os membros da equipe compartilham os mesmos objetivos, focando nos interesses do proprietário, e assumem a responsabilidade conjunta, trabalhando de forma colaborativa para solucionar problemas que possam afetar o desempenho do grupo. A comunicação eficaz e uma relação contratual sólida entre os integrantes do projeto são elementos fundamentais para o sucesso dessa colaboração.

Santos (2012) destaca que a participação antecipada de profissionais que, em processos tradicionais, só seriam envolvidos nas fases mais avançadas do empreendimento, é uma característica importante a ser valorizada no contexto do BIM. Segundo o autor, construtores também devem contribuir desde a etapa de projeto, especialmente colaborando

para a melhoria de aspectos relacionados à construtibilidade, custos e segurança na obra (SANTOS, 2012, p. 35).

Nesse contexto, toda a equipe precisa ter uma compreensão abrangente do modelo e do edifício a ser representado. A supermodelagem (SCHEER; AYRES FILHO, 2009) estabelece os procedimentos necessários para promover a colaboração entre os diferentes profissionais envolvidos, facilitando a troca de conhecimento entre os diversos participantes do projeto.

Para otimizar a troca de informações entre os envolvidos em um projeto, é crucial selecionar os *softwares*, ferramentas e demais recursos de forma que possibilitem uma comunicação integrada e eficiente. Essa interação deve ocorrer sem perda de dados, evitando duplicações e retrabalho, o que assegura a correta criação do modelo BIM, com o uso adequado e eficaz das informações (Mattei, 2008; Eastman *et al.*, 2014).

Assegurar a interoperabilidade é essencial para propiciar a colaboração e comunicação em um fluxo de trabalho de projetos em BIM. Essa prática não apenas refina a eficiência dos projetos, mas também viabiliza a produção, atribuindo às empresas que a adotam uma vantagem competitiva inevitável (Mattei, 2008).

Para tanto, o *Industry Foundation Classes* (IFC) é um padrão aberto proposto para o BIM, desenvolvido para facilitar o compartilhamento de informações entre diferentes *softwares*, utilizando uma linguagem padronizada. Ao decompor os objetos em componentes básicos, como geometria, parâmetros e dados informativos, o IFC permite uma transferência eficiente de informações entre várias disciplinas envolvidas no projeto (CBIC, 2016; Eastman *et al.*, 2014).

A parametrização é outra característica essencial para que uma ferramenta seja classificada como BIM. De acordo com Lopez (2010, p. 1), "parametrização é o processo de decisão e definição dos parâmetros necessários para uma especificação completa ou relevante de um modelo ou objeto geométrico". Desse modo, a parametrização possibilita a descrição de um elemento por meio de vários parâmetros, que são configurados durante sua instanciação e podem ou não ser editáveis. A capacidade de editar os parâmetros de um objeto dependerá de como ele foi programado em sua micromodelagem.

### 2.1.2 BIM na Construção Civil

O setor da Engenharia Civil está em contínua busca por inovações e novas tecnologias que possam ser aplicadas no ramo da construção, impulsionado pela implementação da Indústria 4.0. A tecnologia tem desempenhado um papel essencial na busca por soluções que viabilizem o planejamento, a construção e a manutenção de infraestruturas mais eficientes e sustentáveis.

A Modelagem da Informações da Construção é uma das principais metodologias desenvolvidas para o setor da Construção Civil. A Construção Civil já se inseriu na era da Indústria 4.0, um conceito que designa a próxima revolução industrial. O BIM é um conjunto de tecnologias e processos integrados que possibilita a criação, utilização e atualização de modelos digitais de uma obra e a troca de dados entre *softwares* de modo colaborativo, atendendo a todos os envolvidos no empreendimento, durante toda a vida útil da construção (CHECCUCCI,2019).

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o BIM é um processo que fornece acesso fácil a um conjunto diversificado de informações sobre um edifício ou instalação para modelagem, armazenamento, substituição, integração, configuração, uso e manutenção do objeto criado, podendo ser aplicado em todo o ciclo de vida de uma construção, desde a ideia do conceito até a construção de prédios, incluindo projeto, construção e a fase de uso, após a estrutura ter sido preparada, entregue e ocupada (CBIC, 2016).

O sistema BIM evoluiu para incluir várias dimensões além da modelagem tridimensional (3D), como o planejamento de etapas da obra (4D), orçamentos e custos (5D), parâmetros de sustentabilidade (6D), gestão e manutenção (7D), segurança da obra (8D), construção enxuta (9D) e construção industrializada, com foco em rapidez e segurança (10D). (BIBLUZ, 2018; ERSHADI *et al.*, 2021).

Nessa perspectiva, o BIM possibilita a execução de todas as etapas do projeto, incluindo a criação de modelos 3D automatizados que facilitam o entendimento do projeto pelos *stakeholders*, promovendo a melhoria contínua do processo. Isso gera um banco de dados que permite a visualização completa do projeto, resultando na otimização dos processos, agilizando a finalização do empreendimento e favorecendo a manutenção da edificação após a sua conclusão (Suchocki, 2016). A Figura 1 permite visualizar os efeitos da utilização da plataforma BIM na Construção Civil.

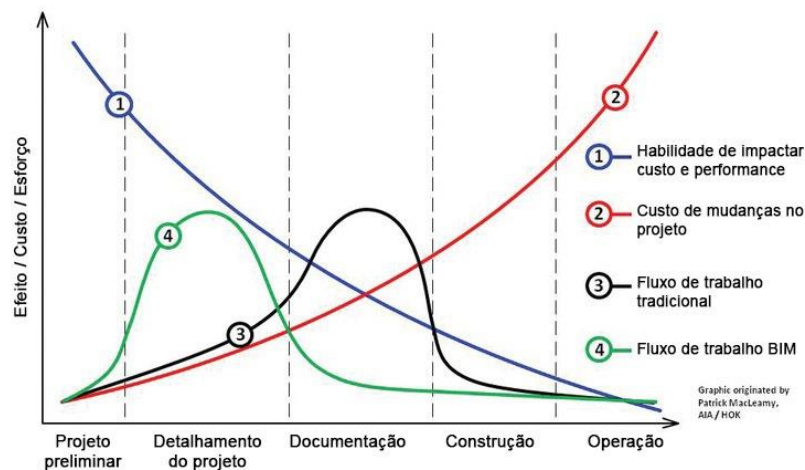
Figura 1 – Áreas de atuação da plataforma BIM



Fonte: Suchocki, 2016.

A Curva de MacLeamy, ilustrada na Figura 2, evidencia a relação entre o esforço e o tempo ao longo do ciclo de vida de um empreendimento, desde a concepção até a operação. A análise do gráfico mostra que, no processo em BIM, a produtividade e o esforço são concentrados nas fases anteriores ao projeto executivo. Para Pittigliani (2018), foco inicial permite maior agilidade na definição de soluções construtivas e na implementação de alterações que impactam, de forma positiva, os custos e o desempenho. Diferentemente do processo tradicional, em que o esforço se concentra na fase de projeto executivo, no BIM as modificações podem ser realizadas com menor custo e maior eficiência.

Figura 2 – Curva de MacLeamy



Fonte: Pittigliani (2018).

Um fluxo de projeto em BIM fundamenta-se na intensidade da troca de informações que propicie a administração de todas as fases do ciclo de vida do projeto, que compreende, na sequência, o planejamento, projeto e construção, a operação e a manutenção, visando otimizar os resultados (Barros e Silva, 2016)

A utilização do BIM na construção civil pode contribuir para a economia de tempo e recursos, facilitar o planejamento da obra e solucionar conflitos de compatibilização, permitindo que erros sejam identificados a tempo de correção. Além disso, o BIM possibilita a extração automática de dados, evitando o cansaço e o esforço físico associados à extração manual. Também permite a verificação prévia de erros nos projetos e a visualização de interferências que podem comprometer a execução da obra (EASTMAN *et al.*, 2011; 2014).

Portanto, o BIM acompanha todo o ciclo de vida da construção, otimizando o tempo e podendo ser utilizado desde a fabricação de matérias-primas até a fase pós-obra, auxiliando na garantia dos equipamentos e na geração de relatórios da obra concluída. Sua aplicação proporciona um planejamento mais preciso, oferecendo uma visão mais realista do projeto, o que minimiza incertezas e evita prejuízos. A construção civil, por sua vez, atua como um propulsor do BIM, promovendo sua disseminação entre os profissionais que integram a indústria da construção.

## **2.1. Processos de Implementação do BIM no Brasil**

A adoção do BIM, tanto no ambiente empresarial quanto no acadêmico, tem avançado de maneira gradual e progressiva. Segundo Catelani (2016), em breve, o BIM se tornará um requisito obrigatório, não apenas uma opção, em projetos de construção, à medida que prefeituras e clientes passarem a demandar essa tecnologia.

No Brasil, a implementação do BIM está amparada por legislações como o Decreto nº 9.983/2019, que estabelece as estratégias nacionais para sua disseminação, e o Decreto nº 10.306/2020, que determina o uso do BIM em obras e serviços de engenharia realizados por órgãos públicos. O Quadro 1 apresenta os principais pontos e impactos dos Decretos nº 9.983/2019 e nº 10.306/2020.

Quadro 1 – Principais Pontos e Impactos dos Decretos n° 9.983/2019 e n° 10.306/2020

Decreto	Principais Pontos	Impacto
<b>Decreto n° 9.983/2019</b>	- Formação de um comitê estratégico para propor diretrizes e ações voltadas à implantação do BIM	Fomenta a adoção do BIM no setor público e privado, incentivando a inovação no setor de construção civil
	- Estabelecimento de prazos e metas para diferentes etapas da implementação no setor de construção	Facilita a integração e padronização do BIM em obras de engenharia pública e privada
	- Incentivo à capacitação profissional e à difusão de conhecimento sobre BIM	Acelera a formação de profissionais qualificados para uso da metodologia BIM
<b>Decreto n° 10.306/2020</b>	- Estipulação do uso obrigatório do BIM em obras de engenharia contratadas por órgãos públicos	Moderniza os processos de licitação e execução de obras públicas com uso de tecnologias mais eficientes
	- Definição de um cronograma para a obrigatoriedade progressiva da adoção do BIM em contratos públicos	Reduz falhas e ineficiências nos projetos de obras públicas
	- Incentivo ao desenvolvimento de tecnologias e ferramentas que aumentem a competitividade com base no BIM	Melhora a transparência e a eficiência no uso de recursos públicos em obras d

Fonte: Brasil (2019, 2020).

Conforme Succar (2009), a adoção do BIM ocorre em etapas, e cada uma delas traz consigo a introdução de novas políticas, processos e tecnologias, com o objetivo de otimizar os resultados, promovendo maior eficiência e redução de perdas nos processos construtivos.

No primeiro estágio de implementação, a modelagem paramétrica baseada em objetos é o foco principal. Esse nível geralmente envolve uma única disciplina ou setor, responsável por desenvolver o modelo 3D e a documentação associada. Nessa fase, as políticas internas e os processos sofrem poucas mudanças, limitando-se à adoção de novas ferramentas de autoria BIM (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013).

O segundo estágio é marcado pelo compartilhamento de modelos entre diferentes disciplinas, podendo envolver até dois setores no desenvolvimento dos projetos. A colaboração assíncrona entre equipes, e os modelos evoluem para incluir a quarta dimensão (4D), relacionada ao tempo de execução, e a quinta dimensão (5D), associada ao controle de custos. Além disso, o uso de ferramentas como a detecção de conflitos (*clash detection*) facilita a identificação de interferências entre disciplinas. No final dessa fase, é necessário realizar ajustes culturais, processuais e tecnológicos nas empresas (PEREIRA; RIBEIRO, 2015).



No terceiro estágio de implementação, o foco está na criação colaborativa e integrada de modelos de empreendimentos, abrangendo todas as fases, desde a concepção até a construção e operação. Nesse ponto, todos os setores AECO estão envolvidos, trabalhando de forma simultânea em uma rede integrada desde os estágios iniciais. Esse nível exige transformações significativas nos processos e políticas, além da adoção de tecnologias mais avançadas (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013).

Apesar das vantagens evidentes, Denzer e Hedges (2008) afirmam que o BIM ainda é visto como apenas uma "nova ferramenta" no mercado, e as entidades certificadoras não têm demonstrado interesse em exigir sua utilização. Essa resistência limita o uso completo da tecnologia e subestima seus benefícios.

Dentre os principais obstáculos para a implementação total do BIM estão a resistência dos profissionais, o que gera uma visão distorcida sobre suas funcionalidades, além dos altos custos envolvidos na implementação, treinamento e compra de equipamentos. A integração insuficiente entre disciplinas também compromete a eficácia do BIM. Se apenas um setor utiliza a metodologia, a compatibilização e o compartilhamento de informações com outros setores ficam prejudicados, levando muitas empresas do setor AECO a optarem pelos métodos tradicionais (COSTA, 2013).

Benedetto *et al.* (2017 stakeholders) destacam que, embora existam obstáculos, há iniciativas que utilizam critérios e planos estratégicos para o ensino do BIM em cursos da área de indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AECO). Contudo, essas iniciativas frequentemente adotam a implementação da tecnologia de forma isolada nas disciplinas, e, por estarem em fases iniciais, ainda não foi atingido um nível de competência avançado em sua aplicação.

A implantação do BIM requer um investimento significativo de tempo e recursos, tanto na capacitação dos profissionais quanto na aquisição da infraestrutura adequada e na definição de regras e diretrizes. Dessa forma, é imprescindível adotar uma abordagem estratégica com foco no longo prazo. Considerando o BIM como um processo inovador, é essencial que a indústria, o governo e as instituições acadêmicas estejam plenamente engajados nesse esforço (BÖES, 2019).

Segundo Barison e Santos (2016), a demanda por profissionais qualificados na indústria AECO, especialmente com expertise em BIM, tem aumentado significativamente, tanto no Brasil quanto no cenário internacional. Nesse contexto, a inclusão da metodologia BIM nos cursos de graduação em engenharia e arquitetura torna-se essencial para preparar os

estudantes para as exigências do setor da construção civil.

Conforme apontado por Succar (2009), a aceitação da modelagem da informação na indústria AECO não ocorre de maneira imediata. A adoção do BIM envolve uma evolução gradual, com estágios distintos que acompanham sua introdução e a transformação dos métodos até alcançar uma integração completa. Antes dessa mudança de paradigma, é fundamental uma compreensão dos processos adotados até então. A adaptação plena exige a passagem por diferentes etapas, que estão relacionadas ao número de disciplinas envolvidas, às fases do ciclo de vida da construção, além das modificações provocadas por políticas, métodos e novas tecnologias.

Eastman *et al.* (2008) destacam que a implantação do BIM demanda a realização de projetos piloto e a criação de modelos de referência. Nesse contexto, é essencial estabelecer metas e objetivos claros que favoreçam a otimização do desenvolvimento dos projetos. Recomenda-se, para o desenvolvimento de um protótipo, refazer um projeto já concluído, envolvendo uma equipe multidisciplinar reduzida, composta por membros internos e externos, a fim de estimular a colaboração entre os participantes.

A implementação do BIM, tanto nas empresas quanto nas instituições de ensino, tem avançado de forma gradual. Catelani (2016) antecipa que, em breve, o uso do BIM será um requisito tanto de órgãos governamentais quanto de clientes, e já está se consolidando no setor de arquitetura, engenharia e construção no Brasil.

Succar e Kassem (2015) conceituam a implementação do BIM como um processo composto por três fases principais: prontidão, capacidade de desempenho e maturidade. A fase de prontidão refere-se ao estágio anterior à adoção do BIM, que avalia o nível de preparação e disposição de uma organização para adotar ferramentas e protocolos BIM. A fase de capacidade, por sua vez, trata da adoção consciente das tecnologias e fluxos de trabalho necessários, envolvendo aspectos tecnológicos, processuais e de políticas. Essa fase também avalia a capacidade mínima necessária para que a organização ou equipe possa gerar resultados mensuráveis.

A implementação do BIM, por sua vez, não deve ser entendida apenas como uma substituição de *softwares*, treinamentos ou atualizações de *hardware*. Para que o uso da metodologia seja completo e eficaz, é necessário que as empresas passem por uma reestruturação ampla, na qual o desenvolvimento de um planejamento estratégico rigoroso se apresenta como a abordagem mais apropriada (EASTMAN *et al.*, 2014).

### **2.1.3 Ensino de BIM no Brasil**

No Brasil, o processo de adoção do BIM ainda está em fase inicial, e a maioria das empresas tem concentrado seus esforços em treinamentos imediatos voltados ao uso de *softwares* para a elaboração de projetos. Esses treinamentos, no entanto, frequentemente priorizam a operação das ferramentas tecnológicas, deixando de lado uma abordagem mais ampla dos conceitos fundamentais e dos benefícios estratégicos que o BIM pode oferecer (BARISON; SANTOS, 2016).

Kassem e Amorim (2015) afirmam que o interesse pelo BIM teve início na área acadêmica. Nesse contexto, as universidades têm a responsabilidade de desempenhar um papel fundamental na formação de profissionais qualificados, além de contribuir com a criação de iniciativas que se alinhem aos novos processos de desenvolvimento de projetos e construção de empreendimentos (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013).

As estratégias para a adoção do ensino de BIM podem ser implementadas de duas maneiras: através da criação de novas disciplinas dedicadas especificamente aos conteúdos de BIM ou pela incorporação do BIM em disciplinas já existentes, como um recurso para facilitar a sua assimilação. É essencial que cada curso ou instituição busque integrar o BIM em seus processos de ensino-aprendizagem, considerando as particularidades do seu contexto (CHECCUCCI, 2014).

O Projeto Construa Brasil desenvolveu o Portal BIM Acadêmico, uma plataforma destinada a auxiliar professores e estudantes na capacitação em BIM. Além disso, uma relevante iniciativa no Brasil para a disseminação do ensino de BIM é o Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM (ENE BIM), criado em 2018 e promovido anualmente pela ANTAC (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído). Esse evento científico visa reunir professores para compartilhar suas experiências didáticas e discutir temas relacionados ao ensino de BIM, incentivando o intercâmbio de conhecimento e práticas pedagógicas.

### **2.1.4 Estratégia BIM BR**

Para estruturar uma estratégia de implementação do BIM, o Governo Federal criou, em 2017, o Comitê Estratégico de Implantação do *Building Information Modeling* (CE-BIM), com o objetivo de promover a modernização e a digitalização da construção civil no Brasil (Brasil, 2018). Entre os objetivos da Estratégia BIM BR, destacam-se ações estratégicas que as

Instituições de Ensino Superior (IES) devem adotar, conforme ilustrado nos Quadros 2, que contribuem para a formação e capacitação dos futuros profissionais no uso do BIM.

Quadro 2 – Objetivos e Ações da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM

Objetivo	Ações
I. Difundir o conceito BIM e seus benefícios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar plano de comunicação para divulgar os objetivos, diretrizes e ações da Estratégia BIM BR.</li> <li>• Divulgar o conceito BIM, seus benefícios, boas práticas e casos de sucesso por meio de publicações, eventos e mídias digitais.</li> <li>• Sensibilizar atores quanto à importância da adoção do BIM e às mudanças estruturais necessárias para sua implementação.</li> <li>• Mitigar desigualdades regionais por meio de ações de sensibilização locais.</li> <li>• Divulgar instrumentos de apoio ao uso do BIM (guias BIM, Plataforma BIM).</li> </ul>
IV. Estimular a capacitação em BIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecer objetivos de aprendizagem e competências BIM para diferentes níveis de atuação.</li> <li>• Capacitar gestores e servidores públicos em BIM.</li> <li>• Inserir o BIM nas disciplinas de graduação e pós-graduação de Engenharia e Arquitetura.</li> <li>• Estimular a certificação em BIM de profissionais.</li> </ul>
IV. Estimular a capacitação em BIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover a autossustentabilidade econômica da Plataforma BIM.</li> <li>• Mobilizar partes interessadas para contribuir com a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM (BNBIM).</li> <li>• Sensibilizar atores quanto à importância da adoção do BIM e às mudanças estruturais necessárias para sua implementação.</li> <li>• Ampliar o acervo de objetos genéricos da BNBIM.</li> <li>• Criar sistema de avaliação de conformidade de objetos BIM.</li> </ul>
VIII. Estimular novas tecnologias relacionadas ao BIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivar investimentos em laboratórios BIM em instituições de ciência e inovação.</li> <li>• Adaptar programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação para fomentar o BIM.</li> <li>• Alinhar o BIM com programas governamentais correlatos (cidades inteligentes, Indústria 4.0).</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

Bões, Barros Neto e Lima (2021) destacam que a publicação do Decreto Federal nº 9.337 de 2018 representou um marco positivo para a adoção do BIM no Brasil. Posteriormente substituído pelo Decreto Federal nº 11.888 de 2024, este último instituiu a Estratégia Nacional de Divulgação do BIM, organizada em torno de finalidades, objetivos, ações, indicadores e metas (Brasil, 2018; 2024a).

### 2.1.5 Portal BIM Acadêmico

O Portal BIM Acadêmico, criado no contexto do Projeto Construa Brasil e das Células BIM universitárias, tem como objetivo fornecer materiais sobre a Modelagem da Informação da Construção (BIM). Seu foco é apoiar professores de universidades, escolas técnicas e programas de capacitação no desenvolvimento de planos de implementação e disciplinas voltadas para o BIM, além de atender estudantes e profissionais que buscam aprimorar suas habilidades nessa área.

O Portal também propõe uma estratégia específica para o desenvolvimento de um Plano de Implementação BIM (PIB) nas Instituições de Ensino Superior, integrando diretrizes voltadas para a formação, planejamento e atuação das Células BIM. O desenvolvimento do PIB segue as seguintes etapas apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Atividades para desenvolvimento do PIB

Atividade	Descrição
Diagnóstico de Maturidade BIM dos cursos de graduação de interesse da Célula BIM	Avalia a maturidade dos cursos em relação ao BIM, identificando os níveis de integração de processos, tecnologias e políticas dentro da instituição.
Identificação da Potencial Interface com BIM da Matriz Curricular	Analisa a matriz curricular dos cursos para identificar disciplinas com provável ou sem interface com o BIM, destacando áreas para sua integração.
Definição dos Objetivos da Célula BIM	Estabelece metas de formação e integração entre cursos, além de definir o impacto esperado no mercado de trabalho.
Definição dos Marcos Temporais de Curto, Médio e Longo Prazo, em Anos	Cria um cronograma de implementação com metas a serem atingidas em diferentes prazos (curto, médio e longo).
Transformações Procedurais Associadas ao BIM	Define disciplinas focadas no BIM e os objetivos educacionais, propondo transformações no plano de ensino e ações para viabilizar essas mudanças.

Transformações Tecnológicas Associadas ao BIM	Especifica as tecnologias BIM a serem utilizadas, inovações da Indústria 4.0, e ações necessárias para adaptar os espaços e equipamentos.
Ações Políticas de Suporte às Transformações	Envolve a capacitação e engajamento docente, extensão acadêmica, iniciação científica e alinhamento com a Estratégia BIM Brasil.
Síntese das Ações em um Roteiro Geral de Implementação do BIM	Consolida todas as ações em um plano estruturado para guiar a implementação do BIM nos cursos, garantindo uma execução eficiente.

Fonte: Adaptado do Portal BIM Acadêmico (2024).

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho analisa a matriz curricular do curso de Engenharia Civil do *Campus Russas*, utilizando o método de Checcucci (2014). O objetivo é identificar os componentes curriculares nos quais o paradigma BIM pode ser abordado e explorado em diferentes níveis de profundidade. A proposta visa promover a inserção do BIM de forma ampla, integrada e contínua ao longo da formação dos estudantes.

#### 2.2. Graduação em Engenharia Civil da UFC/Russas

O curso de Graduação em Engenharia Civil da UFC em Russas possui disciplinas anuais apenas no 1º ano, além do Projeto Final de Curso, realizado preferencialmente no 5º ano (9º e 10º período). As demais disciplinas, incluindo as optativas, seguem o regime semestral. Conforme o projeto pedagógico do curso, como pode ser observado no Quadro 4, o curso é estruturado em três núcleos de conhecimento: conteúdos básicos, conteúdos profissionalizantes e conteúdo específicos, Projeto Pedagógico do curso, 2023.1. Conforme o Quadro 4.

Quadro 4 – Núcleos de conhecimento.

Núcleo de Conteúdo	Descrição
<b>Conteúdos Básicos</b>	Formação científica e tecnológica fundamental, com foco no desenvolvimento de uma visão crítica sobre os contextos históricos, econômicos e sociais.
<b>Conteúdos Profissionalizantes</b>	Capacitação instrumental por meio de métodos de análise e síntese, aplicando conhecimentos teórico-práticos para resolução de problemas na Engenharia Civil.

<b>Conteúdos Específicos</b>	Aprimoramento de técnicas avançadas em áreas específicas da Engenharia Civil, permitindo a escolha de campos de estudo conforme o interesse do aluno.
<b>Atividades</b>	Atividades complementares e estágio, integrando a extensão ao currículo e fortalecendo a formação profissional.

Adaptado do Projeto Pedagógico do Curso em Engenharia Civil UFC Campus Russas (2023.1).

Os conteúdos básicos e profissionalizantes do curso de Engenharia Civil estão distribuídos nas Unidades Curricular, considerando as especificidades deste Projeto Pedagógico, a criação das seguintes Unidades Curriculares:

1. Unidade Curricular Básica
2. Unidade Curricular de Materiais e Construção Civil
3. Unidade Curricular de Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais
4. Unidade Curricular de Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Ambiental
5. Unidade Curricular de Transportes e Infraestrutura
6. Unidade Curricular de Atividades

Os conhecimentos das Diretrizes Curriculares e conteúdos complementares são desenvolvidos por meio de disciplinas e atividades, que podem ser classificadas como obrigatórias ou optativas, proporcionando flexibilidade ao currículo. Entre as atividades obrigatórias destacam-se as complementares de revisão do ensino médio para o 1º ano, a Unidade Curricular Especial de Extensão, o estágio supervisionado e o Projeto Final de Curso (PFC). O currículo completo totaliza 3.924 horas, conforme descrito na Tabela 1..

Tabela 1 – Distribuição da carga horária por núcleos e atividades.

Núcleo	Carga horária	Carga horária de extensão	Porcentagem (%)
Conteúdos Básicos (obrigatórios)	1440	48	36,70%
Conteúdos Profissionalizantes (Obrigatórios)	1680		42,81%
Conteúdos Específicos (Optativos)	112		2,85%
Conteúdos de Extensão (UCEE e CC)	408		10,40%
Atividade de Projeto Final de Curso	64		1,63%
Atividade de Estágio Supervisionado	160		4,08%
Atividades Complementares	60		1,53%
<b>TOTAL</b>	<b>3924</b>	<b>48</b>	<b>100,00%</b>

Adaptado do Projeto Pedagógico do Curso em Engenharia Civil UFC Campus Russas (2023.1).

O Quadro 5 relaciona as disciplinas que compõe o Núcleo de Conteúdos Básicos e o Quadro 6 referem-se ao Núcleo de Conteúdos Profissionais Essenciais.

Quadro 5 – Disciplinas do Núcleo de Conteúdos Básicos.

Unidade	Código	Disciplina	CH
<b>Básica</b>	RUS0315	Desenho para engenharia	64
	RUS0316	Introdução à engenharia	32
	RUS0016	Cálculo fundamental	128
	RUS0017	Álgebra linear	64
	RUS0019	Física experimental para engenharia	32
	RUS0020	Física fundamental	128
	RUS0022	Probabilidade e estatística	64
	RUS0023	Química geral para engenharia	96
	RUS0025	Eletromagnetismo	64
	RUS0028	Matemática aplicada	64
	RUS0029	Termodinâmica aplicada	64
	RUS0030	Cálculo vetorial aplicado	64
	RUS0031	Fundamentos da economia e da administração	64
	RUS0033	Mecânica I	48
	RUS0037	Mecânica II	48
	RUS0038	Eletrotécnica	64
	RUS0039	Física ondulatória e de partículas	64
	RUS0040	Métodos numéricos	48
	RUS0042	Mecânica dos fluidos	64
	RUS0136	Higiene industrial e segurança do trabalho	48
RUS0142	Engenharia econômica	48	
RUS0293	Ética e legislação	32	
RUS0317	Programação para engenharia	32	
RUS0318	Cálculo numérico	64	

Adaptado do Projeto Pedagógico do Curso em Engenharia Civil UFC Campus Russas (2023.1).

Quadro 6 – Disciplinas do Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes.

Unidade	Código	Disciplina	CH
<b>Geotecnia</b>	RUS0050	Mecânica dos solos I	64
	RUS0177	Mecânica dos solos II	64
	RUS0188	Fundações	48
	RUS0192	Barragens	48
	RUS0325	Geologia Aplicada à Engenharia	64



<b>Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Ambiental</b>	RUS0127	Engenharia ambiental	48
	RUS0176	Hidráulica aplicada	64
	RUS0182	Hidrologia	64
	RUS0184	Saneamento I	48
	RUS0191	Saneamento II	48
<b>Materiais e Construção Civil</b>	RUS0035	Materiais de construção civil I	48
	RUS0046	Materiais de construção civil II	48
	RUS0193	Instalações elétricas prediais	48
	RUS0194	Instalações hidráulicas e sanitárias prediais	48
<b>Materiais e Construção Civil</b>	RUS0227	Patologia e recuperação de estruturas de concreto	48
	RUS0254	Gerenciamento na construção civil I	48
	RUS0321	Projeto e construção de edifícios I	64
	RUS0322	Projeto e construção de edifícios II	64
<b>Teoria das Estruturas e Sistemas Estruturais</b>	RUS0048	Resistência dos materiais I	64
	RUS0133	Resistência dos materiais II	64
	RUS0175	Pontes I	48
	RUS0179	Análise de estruturas I	48
	RUS0180	Estruturas de concreto I	48
	RUS0185	Análise de estruturas II	48
	RUS0187	Estruturas de concreto II	48
	RUS0255	Estruturas de aço I	48
<b>Transporte e Infraestrutura</b>	RUS0190	Projeto e construção da superestrutura viária	48
	RUS0253	Análise e planejamento de sistemas de transportes	48
	RUS0301	Operação de sistemas de transportes	48
	RUS0319	Topografia	48
	RUS0323	Projeto e construção da infraestrutura viária	48
	RUS0326	Geoprocessamento	64

Fonte: Adaptado do Projeto Pedagógico do Curso em Engenharia Civil UFC Campus Russas (2023.1).

Após essa breve introdução acerca da proposta curricular do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UFC/Russas, segue-se com a exposição da análise realizada.

### 2.3. Análise efetuada sobre a matriz curricular do curso

O desenvolvimento da análise da matriz curricular da EC/RUSSAS segue o método proposto por Checcucchi, 2014. A matriz curricular é apresentada inicialmente em uma planilha do software Microsoft Excel, com colunas que representam os períodos do curso e células organizadas nesses períodos, as quais indicam os componentes curriculares e suas respectivas características. As Figura 4 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustram as caixas que representam o núcleo ao qual cada componente está vinculado.

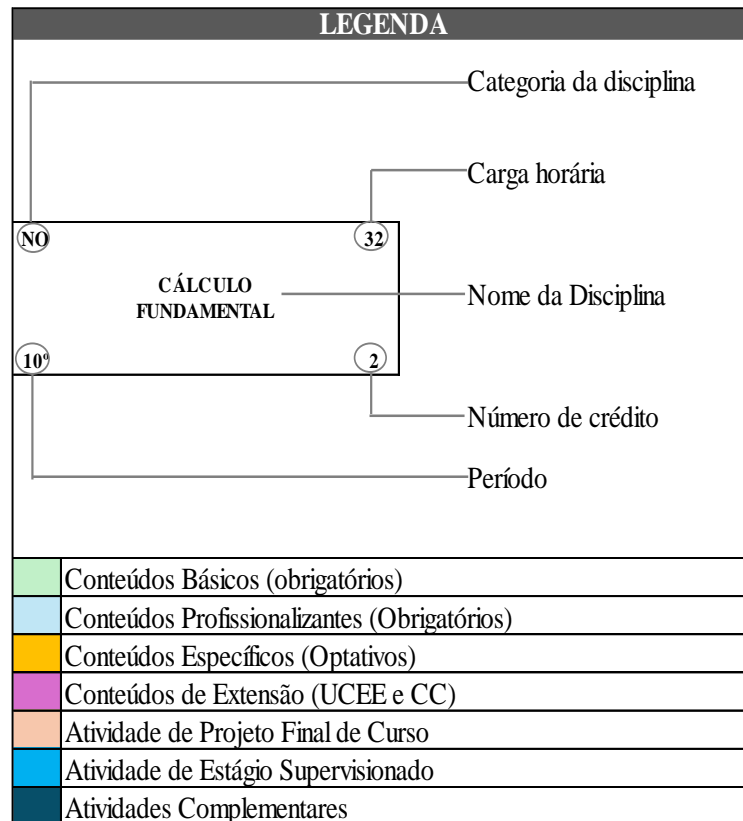
Figura 3 – Trecho da matriz original do curso do 1<sup>a</sup> ao 5<sup>o</sup> nível

1º NÍVEL		2º NÍVEL		3º NÍVEL		4º NÍVEL		5º NÍVEL	
NB	128	NB	32	NB	64	NB	48	NP	64
CÁLCULO FUNDAMENTAL		PROGRAMAÇÃO PARA ENGENHARIA		ELETROMAGNETISMO		MECÂNICA II		FUND. DA ECON. E DA ADMINISTRAÇÃO	
1*	8	2*	2	3*	4	4*	3	5*	4
NB	64			NB	64	NP	64	NB	64
ÁLGEBRA LINEAR				MATEMÁTICA APLICADA		ELETROTÉCNICA		MECÂNICA DOS FLUIDOS	
2	4			3*	4	4*	4	5*	4
NB	32			NB	64	NB	64	NP	64
FÍSICA EXPERIMENTAL PARA ENGENHARIA				CÁLCULO VETORIAL APLICADO		A ONDULATÓRIA E DE PARTÍC		RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS I	
1	2			3*	4	4*	4	5*	4
NB	128			NB	48	NB	48	NP	64
FÍSICA FUNDAMENTAL				MECÂNICA I		MÉTODOS NUMÉRICOS		MECÂNICA DOS SOLOS I	
1				3*	3	4*	3	5*	4
NB	64			NP	48	NP	48	NP	64
PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA				MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL I		MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL II		PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS I	
1	4			3*	3	4*	3	5*	4
NB	96			NB	64	NP	48	NP	48
QUÍMICA GERAL PARA ENGENHARIA				CÁLCULO NUMÉRICO		TOPOGRAFIA		GEOPROCESSAMENTO	
1				3*	4	4*	3	5*	3
NB	64			NP	48				
DESENHO PARA ENGENHARIA				GEOLOGIA APLICADA À ENGENHARIA					
1	4			3*	3				
NB	32								
INTRODUÇÃO À ENGENHARIA									
1	2								

Fonte: Elaborado pelo Autor.

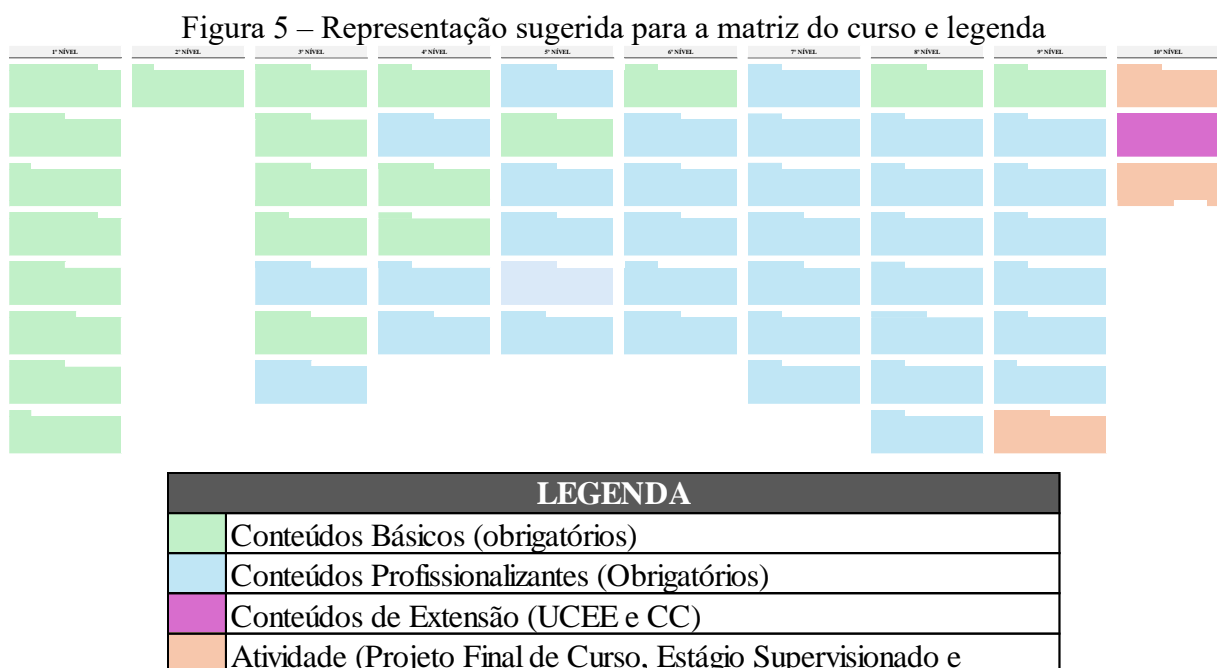
Figura 4 – Trecho da matriz original do curso do 6ª ao 10ª

6º NÍVEL		7º NÍVEL		8º NÍVEL		9º NÍVEL		10º NÍVEL											
NB	ENGENHARIA AMBIENTAL	48	6ª	NP	HIGIENE INDUSTRIAL E SEGURANÇA DO TRABALHO	48	7ª	NB	TERMODINÂMICA APLICADA	64	8ª	NB	ENGENHARIA ECONÔMICA	48	9ª	NA	ATIVIDADES COMPLEMENTARES	60	10ª
		3				3				4				3				3	
NP	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS II	64	6ª	NP	ANÁLISE DE ESTRUTURAS I	48	7ª	NP	ANÁLISE DE ESTRUTURAS II	48	8ª	NP	PONTES I	48	9ª	NA	UNIDADE CURRICULAR ESPECIAL DE EXTENSÃO	360	10ª
		4				3				3				3				22	
NP	HIDRÁULICA APLICADA	64	6ª	NP	ESTRUTURAS DE CONCRETO I	48	7ª	NP	ESTRUTURAS DE CONCRETO II	48	8ª	NP	BARRAGENS	48	9ª	NA	ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO	160	10ª
		4				3				3				3				10	
NP	MECÂNICA DOS SOLOS II	64	6ª	NP	HIDROLOGIA	64	7ª	NP	FUNDAÇÕES	48	8ª	NP	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS	48	9ª	NO	DISCIPLINA OPTATIVA	48	10ª
		4				4				3				4				3	
NP	ANÁLISE E PLANEJAMENTO DE SISTEMAS DE TRANSPORTES	48	6ª	NP	SANEAMENTO I	48	7ª	NP	PROJ. E CONST. DA SUPERESTRUTURA VIÁRIA	48	8ª	NP	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS PREDIAIS	48	9ª	NO	DISCIPLINA OPTATIVA	32	10ª
		3				3				3				3				2	
NP	PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS II	64	6ª	NP	GERENCIAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL I	48	7ª	NP	SANEAMENTO II	48	8ª	NP	PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE	48	9ª	NO	DISCIPLINA OPTATIVA	32	10ª
		4				3				3				3				2	
				NP	PROJETO E CONSTRUÇÃO DA INFRAESTRUTURA VIÁRIA	48	7ª	NP	ESTRUTURAS DE AÇO I	48	8ª	NP	ÉTICA E LEGISLAÇÃO	32	9ª				
						3				3				2					
				NP	OPERÇÃO DE SISTEMAS DE TRANSPORTES	48	8ª	NA	PROJETO FINAL DE CURSO	64	9ª			4					
						3													



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para a análise, a matriz foi representada novamente no Microsoft Excel. Na versão original, a matriz apresenta sete cores diferentes, uma vez que as atividades eram subdivididas em três categorias (Projeto Final de Curso, Estágio Supervisionado e Complementares) e os Conteúdos utiliza duas cores (Extensão (UCEE e CC) e Específicos). No entanto, na análise, optou-se por utilizar apenas quatro cores, com cada uma representando um núcleo distinto (Básico, Profissionalizante, Conteúdos de Extensão e de Atividades). Além disso, o tamanho das caixas fora padronizado para todas as disciplinas. A Figura 5 apresenta essa nova configuração, ainda sem os nomes das disciplinas nas caixas.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para auxiliar as análises efetuadas, foram adotadas as oito categorias principais: a existência de interface entre o componente e o BIM, conceitos envolvidos, competências BIM de domínio técnico ou de execução, estágios de implementação, potencial de integração da disciplina, ciclo de vida, inter-relação com outras disciplinas, e tipo de competência.

No canto superior direito, encontra-se a representação da Categoria B: Conceito. Identificar quais conceitos relacionados ao BIM podem ser trabalhados no componente curricular previamente definido: (1) Ciclo de vida da edificação; (2) Colaboração; (3) Interoperabilidade; (4) Coordenação; (5) Modelagem geométrica tridimensional; (6) Parametrização; (7) Orientação a objetos; (8) Semântica do modelo; (9) Visualização do modelo; (10) Simulação e análise numérica.

Na parte esquerda, encontra-se a representação Categoria (c): Competências BIM de domínio técnico ou de execução: (1) Manipulação de modelos BIM; (2) Modelagem geométrica (sólidos ou superfícies); (3) Modelagem BIM utilizando biblioteca disponível em software; (4) Desenvolvimento de componentes para bibliotecas BIM; (5) Uso de repositórios de informações ou CDE; (6) Exportar e importar modelos / traalhar questões de interoperabilidade; (7) Trabalhar com BCF, usar ferramentas de gestão e comunicação; (8) Integrar ou federar modelos; (9) Integrar BIM com outras tecnologias (nuvem de pontos / FD / RA / RV /...); (10) Outras.

Na parte inferior central, encontra-se a representação de três categorias: Categoria (e): potencial de integração da disciplina, Categoria (f): ciclo de vida e Categoria (d): Estágios da implementação. Denotada pelos tópicos, respectivamente, (1) Estudo de viabilidade; (2) Projeção; (3) Planejamento da construção; (4) Construção; (5) Uso: operação/manutenção; (6) Demolição ou requalificação. (1) Modelagem; (2) Colaboração; (3) Integração e (a) alunos de diferentes cursos; (b) integração com disciplinas/alunos do mesmo semestre; (c) Integração com disciplinas/alunos de outro semestre.

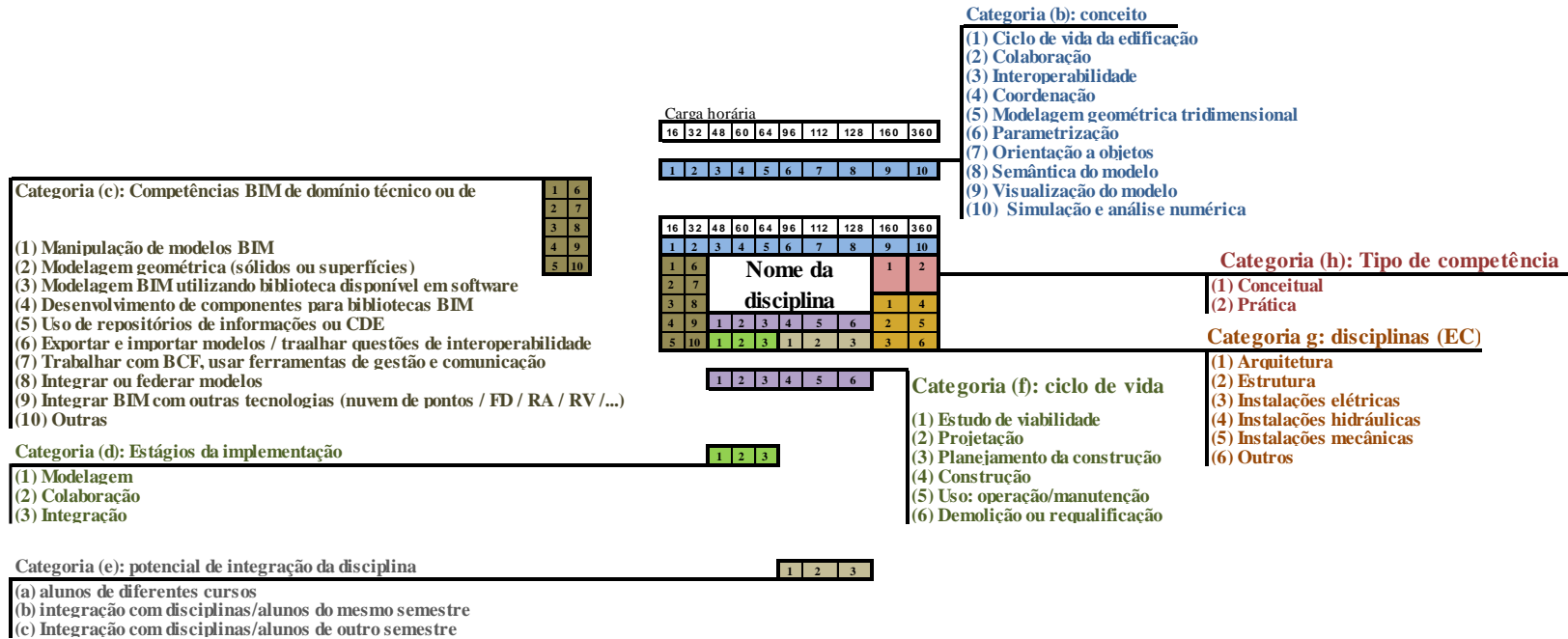
Na parte da lateral esquerda, encontra-se a representação de duas categorias: Categoria G: disciplinas. Categoria H: Tipo de competência. Denotada pelos tópicos, respectivamente, (1) Arquitetura; (2) Estrutura; (3) Instalações elétricas; (4) Instalações hidráulicas; (5) Instalações mecânicas; (6) Outros e (1) Conceitual; (2) Prática.

Por fim, o método inclui uma representação gráfica das categorias analisadas para cada componente curricular, utilizando cores distintas para facilitar a identificação. A análise é apresentada por meio de retângulos dispostos conforme a matriz curricular, onde são inseridas as informações da disciplina e sua categorização por um sistema de cores e *dégradés*. A figura 6 ilustra as categorias de análise identificadas como itens de “a” a “h” para o curso de engenharia civil e a legenda adotada

Figura 6 – Modelo do sistema de representação utilizado para registrar as análises realizadas em relação à adoção do BIM no currículo

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

<b>SIM</b>	Existe interface clara: as células serão pintadas na intensidade <b>ESCURA</b> da cor do núcleo de componentes
<b>TALVEZ</b>	Podem existir interface, a depender do foco que o docente dê ao curso: as células serão pintadas na intensidade <b>MÉDIA</b> da cor do núcleo de componentes
<b>NÃO</b>	Se não existir interface, a célula será pintada na intensidade <b>CLARA</b> da cor do núcleo de componentes.



Fonte: Adaptado de Checcucchi, 2014.

Conforme concebida, essa representação permite que, no canto superior direito de cada caixa de disciplina, sejam registradas as análises referentes às oito categorias criadas. Nas demais áreas da caixa, essas categorias são detalhadas em seus desdobramentos. O Quadro 7 exemplifica uma análise realizada em uma disciplina do Núcleo Básico e o Quadro 8 ilustra síntese das etapas realizadas.

Quadro 7 – Exemplo de análise efetuada em uma disciplina do núcleo básico

 <p>DESENHO PARA ENGENHARIA</p>	<p><b>Ementa:</b> Instrumentos e equipamentos de desenho. Normas Técnicas da ABNT para Desenho. Classificação dos desenhos. Escalas. Formatação de papel. Construções geométricas usuais. Desenho à mão livre. Regras de cotagem. Noções de Geometria Descritiva: generalidades; representação do Ponto; estudo das retas; retas especiais; visibilidade; planos bissetores; estudo dos planos; traços; posições relativas de retas e planos. Vistas ortográficas. Cortes e seções. Perspectivas. Projeções cotadas. Computação gráfica. Introdução ao BIM.</p> <p><b>Análise:</b> Existe uma relação clara com a modelagem, possibilitando a discussão de todos os conceitos identificados na categoria relacionada. Algumas competências BIM podem ser desenvolvidas, como a manipulação de modelos BIM, modelagem geométrica de sólidos ou superfícies, e a utilização de bibliotecas disponíveis em <i>softwares</i> para a modelagem BIM. No estágio de modelagem, essa implementação pode ser feita de forma eficaz. Há também potencial para a integração de alunos de diferentes cursos, favorecendo uma abordagem interdisciplinar. No ciclo de vida do projeto, poderá ser trabalhada a fase de projeção. Quanto ao tipo de competência, pode-se abordar tanto aspectos conceituais quanto práticos. As disciplinas Arquitetura e Estrutura são adequadas para essa</p>
--	---

	<p>abordagem.</p> <p><b>Representação:</b> Cor azul escura (Núcleo Profissionalizante/ categoria (a). Todos preenchidos os espaços relativos à categoria (b); a categoria (c) as opções (1), (2) e (3); a categoria (d) e (e) opção (1); a categoria (f) preenchimento do item (2); a categoria (h) todos foram preenchidos e a categoria (g): opções (1) e (2).</p>
--	--

Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 8 – Etapas realizadas na análise da matriz curricular do curso

Etapa	Descrição
1. Análise da Matriz Curricular	Analisar a matriz curricular para verificar a organização dos núcleos, atribuindo cores e tonalidades para facilitar a categorização visual.
2. Revisão da Carga Horária (CH)	Consulta do módulo de hora-aula, verificando a necessidade de ajustes na CH, com aumentos progressivos de 16h (16, 32, 48, etc.), adaptado conforme as especificidades da disciplina.
3. Organização dos Componentes Curriculares	Distribuir os componentes em uma planilha por semestre, utilizando células padronizadas para garantir clareza na organização curricular.
4. Identificação dos Componentes Curriculares	Inserir os nomes dos componentes nas células da planilha, facilitando a identificação e leitura.
5. Representação por Cor	Aplicar cores às células conforme o núcleo de componentes. Exceto na parte superior reservada para a CH, colorindo das células de 16h até a CH total.
6. Verificação de Interfaces com BIM	Análise das ementas das disciplinas para identificar possíveis interfaces com BIM e, se necessário, consultar planos de ensino ou docentes.
7. Apresentação dos Resultados	Apresentação os resultados de maneira concisa, destacando a organização curricular e interfaces com BIM de forma clara e estruturada.

Fonte: Elaborado pelo Autor



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 2.4. Na matriz curricular geral

Figura 7 e 8 apresenta o resultado da análise realizada nas diversas disciplinas do curso, utilizando duas formas de representação: uma com bordas nas caixas das disciplinas e outra sem as bordas ilustrada no APENDICE A. A primeira foi empregada durante o processo de análise, enquanto segunda, mais limpa, foi utilizada após a conclusão da análise para facilitar a leitura da matriz. Essas representações permitiram diversas constatações sobre a inserção do BIM no currículo de Engenharia Civil da UFC/Russas, as quais serão discutidas a seguir.

Figura 7 – Análise da matriz curricular de Engenharia Civil UFC/Russas do 1º ao 5º Nível (com bordas)

1º NÍVEL	2º NÍVEL	3º NÍVEL	4º NÍVEL	5º NÍVEL
CÁLCULO FUNDAMENTAL	PROGRAMAÇÃO PARA ENGENHARIA	ELETROMAGNETISMO	MECÂNICA II	FUND. DA ECON. E DA ADMINISTRAÇÃO
ÁLGEBRA LINEAR		MATEMÁTICA APLICADA	ELETROTÉCNICA	MECÂNICA DOS FLUIDOS
FÍSICA EXPER. PARA ENGENHARIA		CÁLCULO VETORIAL APLICADO	FÍSICA ONDULATÓRIA E DE PARTÍCULAS	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS I
FÍSICA FUNDAMENTAL		MECÂNICA I	MÉTODOS NUMÉRICOS	MECÂNICA DOS SOLOS I
PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA		MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL I	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL II	PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS I
QUÍMICA GERAL PARA ENGENHARIA		CÁLCULO NUMÉRICO	TOPOGRAFIA	GEOPROCESSAMENTO
DESENHO PARA ENGENHARIA		GEOLÓGIA APLICADA À ENGENHARIA		
INTRODUÇÃO À ENGENHARIA				

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 8 – Análise da matriz curricular de Engenharia Civil UFC/Russas do 6º ao 10º Nível (com bordas)

6º NÍVEL	7º NÍVEL	8º NÍVEL	9º NÍVEL	10º NÍVEL
ENGENHARIA AMBIENTAL	HIGIENE INDUS. E SEGURANÇA DO TRABALHO	TERMODINÂMICA APLICADA	ENGENHARIA ECONÔMICA	ATIVIDADES COMPLEMENTARES
RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS II	ANÁLISE DE ESTRUTURAS I	LISE DE ESTRUTUR	PONTES I	UNIDADE CURRIC. ESPECIAL DE EXTENSÃO
HIDRÁULICA APLICADA	ESTRUTURAS DE CONCRETO I	ESTRUTURAS DE CONCRETO II	BARRAGENS	ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO
MECÂNICA DOS SOLOS II	HIDROLOGIA	FUNDAÇÕES	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS	
ANÁLISE E PLANEJ. DE SIST. DE TRANSP.	SANEAMENTO I	CONST. DA SUPERES	INSTALAÇÕES HIDRÁ. E SANIT. PREDIAIS	
PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS II	GERENCIAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL I	SANEAMENTO II	PATOLOGIA E RECUP. DE ESTR. DE CONCRETO	
	PROJ. E CONST. DA INFRAEST. VIÁRIA	ESTRUTURAS DE AÇO I	ÉTICA E LEGISLAÇÃO	
		OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE TRANSPORTES	PROJETO FINAL DE CURSO	

Fonte: Elaborado pelo Autor

Após realizar a análise em toda a matriz, foi feita uma representação retirando aqueles componentes nos quais não foram identificadas relação com a modelagem da informação da construção categoria (a), opção 1). Foram destacados, então, aqueles componentes que têm uma relação possível ou uma interface clara com a modelagem BIM (categoria (a), opções 2 e 3) nas Figura 9 e Figura 10 .

Figura 9 – Núcleos de conteúdo com alguma interface BIM do 1º ao 5º Nível

1º NÍVEL	2º NÍVEL	3º NÍVEL	4º NÍVEL	5º NÍVEL
DESENHO PARA ENGENHARIA		MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL I	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL II	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS I
INTRODUÇÃO À ENGENHARIA			TOPOGRAFIA	PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS I
				GEOPROCESSAMENTO

Fonte: Elaborado pelo Autor

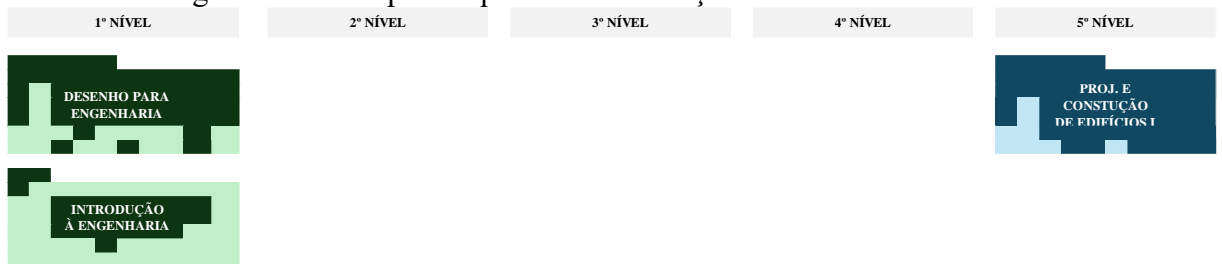
Figura 10 – Núcleos de conteúdo com alguma interface BIM do 6º ao 10º Nível

6º NÍVEL	7º NÍVEL	8º NÍVEL	9º NÍVEL	10º NÍVEL
RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS I	ANÁLISE DE ESTRUTURAS I	ANÁLISE DE ESTRUTURAS II	PONTES I	UNIDADE CURRICULAR ESPECIAL DE
PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS II	ESTRUTURAS DE CONCRETO I	ESTRUTURAS DE CONCRETO II	BARRAGENS	ESTAGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO
	SANEAMENTO I	FUNDAÇÕES	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS	
	GERENCIAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL I	PROJ. E CONST. DA SUPERESTRUTURA VIÁRIA	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS	
	PROJETO E CONSTRUÇÃO DA	SANEAMENTO II	PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE	
		ESTRUTURAS DE AÇO	PROJETO FINAL DE CURSO	

Fonte: Elaborado pelo Autor

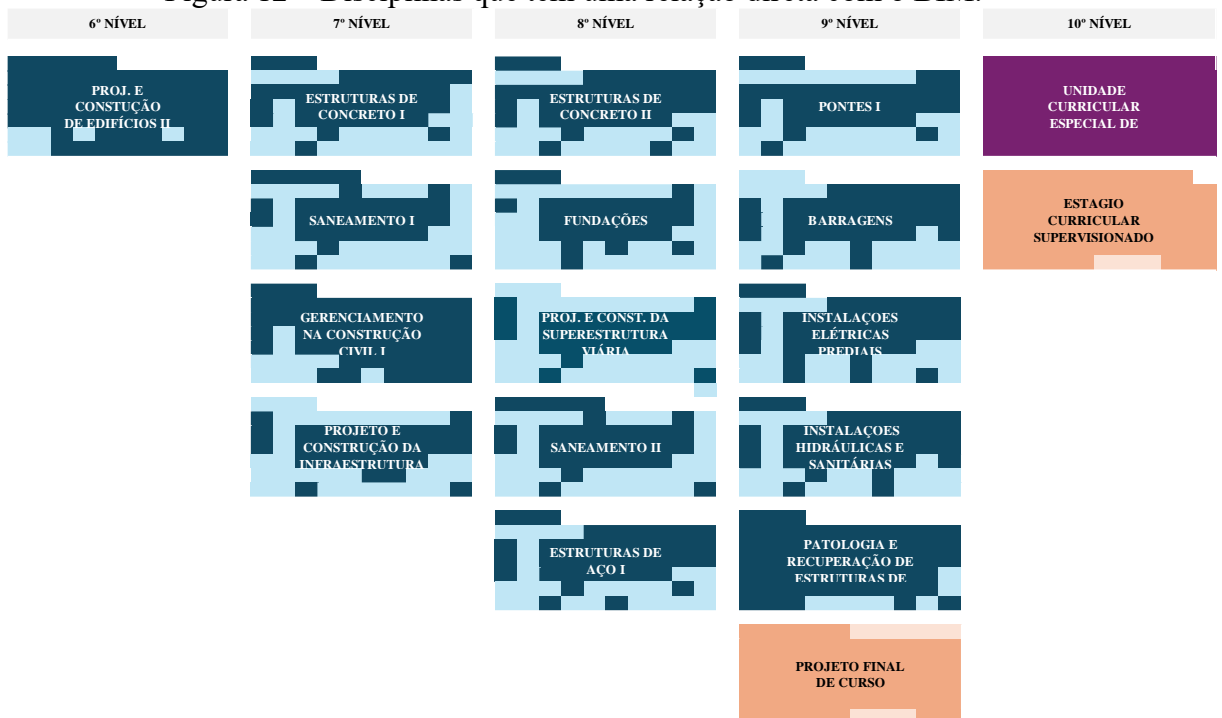
Por fim, foram selecionados somente os componentes que apresentavam uma interface evidente com a modelagem da informação da construção, destacados em cor escura na matriz na Figura 11 e Figura 12.

Figura 11 – Disciplinas que têm uma relação direta com o BIM.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 12 – Disciplinas que têm uma relação direta com o BIM.



Fonte: Elaborado pelo Autor

## 2.5. Análise das categorias

### 4.1.1 Categoria A: Conceito: interface da componente com BIM

As análises por categoria foram consideradas a partir de algumas observações, levando em conta o nível de interface entre a modelagem de dados e os objetivos das disciplinas:

- Clara Interface (baixo nível de abstração): A modelagem de dados é essencial para alcançar os objetivos da disciplina, com aplicação teórica ou prática, especialmente em áreas ligadas à realidade das obras.
- Possível Interface (médio nível de abstração): A disciplina pode atingir seus objetivos sem o BIM, mas sua implementação seria uma alternativa que enriqueceria o

aprendizado.

- Sem Interface (alto nível de abstração): Disciplinas teóricas sem aplicação prática direta, mas que fornecem base para áreas de menor abstração e são essenciais para a construção do raciocínio científico.

Com base nas análises realizadas, foi elaborado a Tabela 2, o qual apresenta a quantidade de componentes curriculares de cada núcleo do curso, juntamente com a respectiva carga horária total. As informações são divididas em três matrizes: a original do curso; a que engloba componentes curriculares que possivelmente apresentam alguma interação com o BIM categoria (a); e a que inclui apenas os componentes que têm uma interface direta e clara com o paradigma.

Tabela 2 Disciplinas dos núcleos de conteúdo e suas relações com o BIM

Núcleo de Conteúdo	Matriz Original		Rel. possível Clara com BIM		Rel. Clara com BIM	
	Nº Disc.	CH (h)	Nº Disc.	CH (h)	Nº Disc.	CH (h)
Conteúdos Básicos (obrigatórios)	24	1488	0	0	2	96
Conteúdos Profissionalizantes	32	1680	8	416	16	800
Conteúdos de Extensão (UCEE e CC)	1	408	-	-	1	360
Atividades	3	64	3	284	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>3640</b>	<b>11</b>	<b>700</b>	<b>19</b>	<b>1256</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor

- No Núcleo Básico do curso, os alunos já têm a oportunidade de ter contato direto com o paradigma BIM em duas disciplinas, permitindo que sejam trabalhados os principais conceitos relacionados ao tema, assim como a interação entre o BIM e o processo de projeto de edificações, com foco especial na arquitetura e estruturas nas disciplinas de introdução à engenharia e desenho técnico.
- A disciplina Introdução à Engenharia pode abordar diversas interfaces com o BIM, possibilitando a discussão de aspectos variados da modelagem, embora de forma superficial, devido à sua carga horária reduzida, à amplitude da ementa e à possível imaturidade dos alunos nesse estágio inicial do curso.

- c) Nos Conteúdos Profissionalizantes (Obrigatórios), mais da metade dos componentes curriculares possuem uma interface clara com o BIM, cobrindo diversos aspectos.
- d) Todas as disciplinas de projetos analisadas - arquitetura, estrutura, elétrica, hidráulica - são abordadas em diferentes componentes curriculares.

#### **4.1.2 Categoria B: Conceito BIM nas disciplinas**

Os conceitos relacionados ao BIM podem ser amplamente incorporados à matriz curricular, com ênfase nos conteúdos de caráter profissionalizante, que abordam de maneira mais abrangente os conceitos fundamentais dessa metodologia. Entre os conteúdos profissionalizantes, destacam-se a "visualização do modelo" e a "simulação e análise numérica". Disciplinas como Projeto e Construção de Edifícios I e II, Gerenciamento na Construção Civil I, e Patologia e Recuperação de Estruturas de Concreto proporcionam oportunidades de discussão e aplicação mais aprofundada dos conceitos BIM.

Além disso, as disciplinas de Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais, Instalações Elétricas Prediais, Estruturas de Concreto I e II, e Estruturas de Aço I são ambientes ideais para o trabalho com conceitos como modelagem geométrica tridimensional, parametrização, orientação a objetos, semântica do modelo, visualização do modelo, simulação e análise numérica.

Nos conteúdos básicos, observa-se uma maior ênfase no "ciclo de vida da edificação" e na "modelagem geométrica tridimensional". A "parametrização" e a "interoperabilidade", embora menos representadas nos conteúdos básicos, são abordadas de maneira mais consistente nos conteúdos profissionalizantes, sugerindo uma integração progressiva desses conceitos ao longo da formação acadêmica. Adicionalmente, aspectos como "colaboração" e "coordenação" se destacam nos conteúdos profissionalizantes, refletindo a necessidade de desenvolvimento de habilidades práticas e colaborativas essenciais para a aplicação eficiente do BIM.

Essa análise reforça a importância de uma abordagem estruturada na formação dos alunos, com a integração dos conceitos de BIM de maneira escalonada e adaptada às diferentes etapas de aprendizado, destacando a relevância do desenvolvimento de competências técnicas e colaborativas ao longo do curso.

### **4.1.3 Categoria C: Competências BIM**

As competências BIM de natureza técnica ou de execução podem ser incorporadas à matriz curricular, com ênfase na manipulação de modelos BIM e na modelagem geométrica (sólidos ou superfícies) nos conteúdos profissionalizantes. Isso inclui a modelagem BIM utilizando bibliotecas disponíveis em software e o uso de repositórios de informações ou CDE. Essas competências podem ser trabalhadas em disciplinas como: Instalações Elétricas Prediais, Instalações Hidráulicas e Sanitárias Prediais, Patologia e Recuperação de Estruturas de Concreto, Gerenciamento na Construção Civil I, Projeto e Construção de Edifícios I e II, Pontes I, Estruturas de Concreto I e II, Estruturas de Aço I, Barragens, Saneamento I e II, Fundações, Projeto e Construção da Superestrutura Viária, e Projeto e Construção da Infraestrutura Viária.

A integração entre os núcleos básico (como a disciplina Desenho para Engenharia) e o núcleo profissional favorece o desenvolvimento de competências essenciais, como a manipulação de modelos, modelagem geométrica, modelagem BIM com bibliotecas de software e questões de interoperabilidade. Essas habilidades são fundamentais para a formação técnica dos alunos.

Por outro lado, competências como o desenvolvimento de componentes para bibliotecas BIM, o uso de repositórios de informações ou CDE, e a integração ou federação de modelos apresentam menor incidência na matriz curricular. Isso sugere que esses temas possam ser menos explorados durante a formação ou abordados de maneira secundária em comparação com outros conceitos mais presentes no currículo.

### **4.1.4 Categoria D: Estágios da implementação**

A matriz curricular proporciona diversas oportunidades para a implementação de processos BIM tanto nos conteúdos básicos quanto nos profissionalizantes. A modelagem, por exemplo, é fortemente presente em ambos os núcleos, com maior incidência nos conteúdos profissionalizantes. Isso demonstra a importância de desenvolver a habilidade de modelagem desde as fases iniciais da formação, sendo progressivamente aprofundada nas disciplinas profissionalizantes.

A colaboração e a integração também podem ser trabalhadas em proporções semelhantes ao longo do curso, com destaque para a integração, que apresenta maior presença nos conteúdos básicos. No entanto, observa-se que a integração é mais frequentemente

abordada nas fases finais do curso, quando os alunos já possuem um domínio mais consolidado dos conceitos e ferramentas BIM, estando, assim, mais preparados para aplicar o método de maneira integrada. Como exemplo, podemos citar as disciplinas voltadas para projetos.

#### **4.1.5 Categoria E: Potencial de integração da disciplina**

O potencial de integração entre as disciplinas, com destaque para os conteúdos profissionalizantes. Embora ainda não haja atividades integradoras formalizadas, observa-se a existência de um projeto integrado que envolve conteúdos profissionalizantes entre as disciplinas: Instalações elétricas prediais; Instalações hidráulicas e sanitárias prediais e o projeto estrutural de edifícios de concreto. Por outro lado, verifica-se uma ausência de participação direta da disciplina de Fundações no projeto integrado, o que reforça a capacidade de colaboração entre diferentes áreas.

Os conteúdos profissionalizantes demonstram um potencial elevado de integração, especialmente entre alunos de diferentes cursos e entre disciplinas de semestres distintos, com destaque para a última, que atinge uma proporção considerável de participação. No entanto, verifica-se um potencial relativamente mais baixo de integração entre disciplinas e alunos do mesmo semestre, o que pode influenciar o formato dos projetos integradores e a estratégia de implementação de atividades colaborativas ao longo do curso.

Essa análise reforça a necessidade de estratégias que promovam a integração mais ampla, especialmente nos semestres iniciais, permitindo uma transição mais fluida para os conteúdos mais avançados e colaborativos no decorrer da formação.

#### **4.1.6 Categoria F: Ciclo de vida**

Diferentes fases do ciclo de vida da edificação podem ser trabalhadas no componente curricular. Observa-se que as etapas iniciais, como projeção, construção, e uso/operação/manutenção, são as mais abordadas, tanto nos conteúdos básicos quanto nos profissionalizantes. Essas fases prevalecem, indicando uma ênfase na formação técnica e prática ao longo da matriz curricular predominantemente nas disciplinas de Patologia e recuperação de estruturas de concreto, Gerenciamento na construção civil I e II, Gerenciamento na construção civil I.

Nos conteúdos básicos, essas etapas são exploradas de forma mais teórica e



conceitual, o que amplia o potencial de compreensão e contextualização dos alunos sobre o ciclo de vida das edificações. Em contrapartida, fases como o planejamento da construção e a demolição ou requalificação são menos discutidas, sugerindo uma menor abordagem desses temas no contexto da formação, especialmente no que se refere aos conteúdos básicos.

Essa análise revela a necessidade de equilibrar a abordagem prática e teórica das diferentes fases do ciclo de vida, de modo a garantir que todos os aspectos relevantes sejam cobertos no currículo, considerando as particularidades de cada etapa.

#### ***4.1.7 Categoria G: Disciplinas***

As disciplinas que podem ser integradas ao componente curricular, considerando os conteúdos básicos e profissionalizantes. Observa-se que a área de Arquitetura tem grande relevância no currículo, sendo amplamente abordada tanto nos conteúdos básicos quanto nos profissionalizantes. A disciplina de Estrutura, por sua vez, recebe maior ênfase nos conteúdos profissionalizantes, enquanto aparece de forma mais moderada nos conteúdos básicos. Tal como nas disciplinas de projeto supracitadas.

Esses dados indicam a importância de equilibrar a teoria e a prática nas disciplinas, de modo a garantir uma formação ampla e sólida, capaz de preparar os alunos tanto nos aspectos conceituais quanto nas competências técnicas necessárias para o mercado de trabalho.

#### ***4.1.8 Categoria H: Tipo de competência***

A possibilidade de se trabalhar/discutir teorias e práticas durante o desenvolvimento do componente curricular. Observa-se que os conteúdos profissionalizantes predominam em ambas as categorias, com uma ênfase mais acentuada na dimensão prática. Denotado pelas disciplinas: Barragens, Saneamento I e II, Instalações elétricas prediais, Instalações hidráulicas e sanitárias prediais, Patologia e recuperação de estruturas de concreto, Gerenciamento na construção civil I, Projeto e construção de edifícios I e II, Pontes I, Estruturas de concreto I e II, Estruturas de aço I, Projeto e Construção da Superestrutura Viária, Projeto e construção da infraestrutura viária, Instalações elétricas prediais e Instalações hidráulicas e sanitárias prediais.

O conteúdo prático ocupa uma parcela significativa nas disciplinas profissionalizantes, sugerindo uma orientação clara para o desenvolvimento de habilidades diretamente aplicáveis ao mercado de trabalho. Em contrapartida, os conteúdos básicos estão

ausentes nessas categorias, o que demonstra uma baixa ou nula abordagem teórica e conceitual no núcleo básico. Isso sugere que o foco das atividades práticas está amplamente voltado para a capacitação técnica e profissional, com menor atenção às discussões teóricas, que poderiam oferecer uma base mais ampla de compreensão conceitual.

Por fim, os conteúdos profissionalizantes predominam em ambas as categorias, com uma ênfase mais acentuada na dimensão prática. O conteúdo prático ocupa uma parcela significativa nos conteúdos profissionalizantes, sugerindo uma orientação clara para o desenvolvimento de habilidades diretamente aplicáveis ao mercado de trabalho.

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho apresenta uma análise da matriz curricular de cursos de graduação em Engenharia Civil, com o objetivo de identificar e destacar os componentes curriculares que possuem interface com o paradigma BIM. Dessa forma, diferentes aspectos do BIM podem ser explorados por especialistas, ou seja, professores que dominam áreas específicas de atuação, proporcionando uma formação mais integrada e completa para os estudantes.

É evidente que nem todos os aspectos relacionados à modelagem podem ser abordados em um único percurso formativo na graduação em Engenharia Civil. No entanto, discutir o tema de forma integrada em diferentes componentes curriculares do curso pode otimizar a formação dos alunos em BIM.

A análise da matriz curricular do curso da UFC/Russas revelou diversas constatações:

- a) Nos primeiros semestres, disciplinas básicas como "Desenho Técnico para Engenharia" e "Introdução à Engenharia" já permitem a introdução de conceitos importantes de BIM, especialmente relacionados à projeção da edificação.
- b) As disciplinas profissionalizantes abordam mais os conceitos de BIM, com foco na visualização de modelos e simulação numérica, enquanto no núcleo básico, a ênfase está no ciclo de vida da edificação e modelagem tridimensional. Contudo, áreas como desenvolvimento de componentes BIM e repositórios de dados recebem menos atenção.
- c) A implementação do BIM ocorre progressivamente, sendo introduzida no início e intensificada em disciplinas avançadas, especialmente na modelagem. Existe potencial para integrar disciplinas de diferentes semestres,

porém a conexão entre cadeiras do mesmo semestre é limitada.

- d) As fases de projeção, construção e uso/manutenção são mais abordadas no ciclo de vida da edificação, enquanto o planejamento e a requalificação são pouco explorados. Disciplinas como Arquitetura, Estruturas e Instalações Hidráulicas predominam, enquanto Instalações Elétricas e Mecânicas são menos trabalhadas, indicando uma lacuna.
- e) A partir do currículo já existente, é possível inserir o tema da modelagem da informação da construção de maneira contínua e integrada às diversas disciplinas.

Como limitação dessa análise, uma vez identificada a necessidade de inserção do paradigma BIM no currículo, recomenda-se que essa implementação seja realizada por uma equipe multidisciplinar, preferencialmente com a participação dos docentes responsáveis pelas disciplinas. Acredita-se que um profissional com conhecimentos sólidos e abrangentes sobre BIM pode assessorar a equipe, indicando as melhores formas de integrar o tema no percurso formativo dos alunos.

## **2.6. Sugestão de trabalhos**

Para trabalhos futuros, sugere-se investigar o potencial de integração do BIM na matriz curricular do curso de Engenharia Civil, com foco nas transformações procedurais, em especial nas disciplinas optativas, que não foram objeto deste estudo. Adicionalmente, recomenda-se uma análise criteriosa das disciplinas para explorar de forma mais aprofundada as interfaces potenciais com o BIM.

Além disso, é indicada a continuidade de estudos sobre o Plano de Implantação do BIM nas Instituições de Ensino Superior (IES), com ênfase na definição dos objetivos da Célula BIM, nas transformações tecnológicas associadas e na criação de marcos temporais claros para a implementação no curso de Engenharia Civil.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, D. R.; FLORES, F. **A interoperabilidade no uso do BIM: aspectos e desafios.** Revista de Engenharia Civil, v. 14, n. 2, p. 23-34, 2023.
- ANDRADE, A.; RUSCHEL, R. **O uso de tecnologias da informação no gerenciamento de empreendimentos de construção.** Revista Brasileira de Gestão e Negócios, São Paulo, v. 13, n. 39, p. 98-118, 2011.
- BARROS, M. R.; SILVA, L. R. **O uso do BIM para otimização do ciclo de vida das edificações.** Gestão de Projetos em AECO, v. 22, n. 1, p. 88-102, 2016.
- BÖES, M. A. **Adoção do BIM na construção civil: estratégias de implementação.** Revista Brasileira de Gestão de Projetos, v. 17, n. 2, p. 150-163, 2019.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **O impacto da implementação do BIM no Brasil: uma revisão de literatura.** Revista Brasileira de Engenharia Civil, São Paulo, 2016.
- BENEDETTO, D. et al. **O ensino de BIM em cursos de AECO: uma análise das práticas atuais.** Revista de Tecnologia Educacional, v. 10, n. 2, p. 123-140, 2017.
- BENEDITTO, L.; MONTEIRO, P.; PEREIRA, G. **Critérios e estratégias para implementação do BIM no ensino de arquitetura e engenharia.** Revista de Ensino em Engenharia, v. 35, n. 4, p. 150-162, 2017.
- BIBLUZ. **Building Information Modeling: uma abordagem multidimensional.** Engenharia Civil, v. 25, n. 4, p. 35-46, 2018.
- BÖES, L.; BARROS NETO, J. P.; LIMA, F. **Estratégia de adoção do BIM no Brasil: desafios e oportunidades.** Engenharia de Construção, v. 11, n. 1, p. 12-25, 2021.
- BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling.** Diário Oficial da União, Brasília, 2019.
- BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. **Regulamenta a utilização do BIM em obras e serviços de engenharia contratados por órgãos públicos.** Diário Oficial da União, Brasília, 2020.
- CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Manual de boas práticas para o uso do BIM.** Brasília: CBIC, 2016. Disponível em: <https://www.cbic.org.br/manualbim>. Acesso em: 17 set. 2024.
- CATELANI, D. **A obrigatoriedade do BIM em projetos de construção: perspectivas e desafios.** Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 5, n. 2, p. 78-85, 2016.
- CATELANI, L. **Implementação do BIM nas empresas de construção civil brasileiras.** São Paulo: Editora Saraiva, 2016.

CHECCUCCI, E. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em engenharia civil e o papel da expressão gráfica neste contexto.** 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/15295>. Acesso em: 17 set. 2024.

COSTA, E. F. **Resistência à adoção do BIM: desafios enfrentados por profissionais da construção civil.** Porto Alegre: Editora Civil, 2013.

COSTA, J. **O impacto da implementação do BIM na indústria AECO: análise crítica.** 2013. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo.  
DENZER, A.; HEDGES, K. BIM: ferramenta ou nova abordagem de gestão? *Revista de Arquitetura*, v. 12, n. 1, p. 27-39, 2008.

DENZER, A.; HEDGES, K. **Implementing BIM: challenges and solutions in the construction industry.** *Journal of Construction Engineering*, v. 22, n. 1, p. 45-59, 2008.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.** 2. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2014.

ERSHADI, M. et al. **Análise das dimensões do BIM e seu impacto na construção civil.** *Revista Internacional de Engenharia*, v. 32, n. 3, p. 145-158, 2021.

KASSEM, M.; AMORIM, S. **O papel das universidades na adoção do BIM: uma análise crítica.** *Revista de Educação em Engenharia*, v. 10, n. 3, p. 55-67, 2015.

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

LOPEZ, R. **Modelagem paramétrica no BIM: um estudo sobre a implementação de ferramentas paramétricas na construção civil.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

MATTEI, R. **A interoperabilidade no BIM: um estudo sobre a troca de informações entre plataformas.** *Revista de Tecnologia da Informação*, v. 6, n. 1, p. 23-34, 2008.

MIRANDA, L. R. G.; SALVI, R. A. **Implementação de BIM em empresas de engenharia civil: desafios e soluções.** *Revista de Engenharia Civil*, v. 35, n. 2, p. 35-50, 2019.

PEREIRA, P. M.; RIBEIRO, A. M. **Colaboração assíncrona no uso do BIM: uma análise entre disciplinas.** *Revista de Engenharia Civil*, v. 40, n. 2, p. 85-97, 2015.

PEREIRA, R. F.; RIBEIRO, C. L. **As etapas de implementação do BIM em empresas de construção civil.** *Revista de Tecnologia em Construção*, v. 7, n. 2, p. 89-99, 2015.

PITTIGLIANI, A. **Análise de custo e desempenho em projetos de construção com uso do BIM.** São Paulo: Editora Pini, 2018.

PORTAL BIM ACADÊMICO. **Estratégia Nacional de Disseminação do BIM.** Disponível em: <https://sites.google.com/antac.org.br/portalbimacademico>. Acesso em: 17 set. 2024.

PORTAL CONSTRUA BRASIL. **BIM Acadêmico**: estratégias e ferramentas para implementação do BIM nas instituições de ensino. Disponível em: <https://sites.google.com/antac.org.br/portalbimacademico>. Acesso em: 17 set. 2024.

PROJETO PEDAGÓGICO DE ENGENHARIA CIVIL. **Curso de Engenharia Civil – UFC Russas**.

RESOLUÇÃO CNE/CES nº 02, de 24 de abril de 2019. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia**. Diário Oficial da União, Brasília, 2019.

RUSCHEL, J.; ANDRADE, F. G.; MORAIS, S. **A transição do CAD para o BIM: impactos e benefícios na indústria da construção**. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 10, n. 2, p. 45-56, 2013.

RUSCHEL, R.; ANDRADE, A.; MORAIS, G. **O processo de implementação do BIM em projetos multidisciplinares: um estudo de caso**. Porto Alegre: Editora Civil, 2013.

SANTOS, A. G. **A Integração da Construtibilidade ao Processo de Projeto com a Utilização do BIM**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2012. 87 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SCHEER, S.; AYRES FILHO, R. **Supermodelagem no BIM**: colaborando para a eficiência no gerenciamento de projetos. Revista de Engenharia, v. 25, n. 2, p. 45-60, 2009.

SUCCAR, B. **Building Information Modelling framework**: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. **BIM implementation**: A framework for measuring performance and readiness. Automation in Construction, v. 21, p. 22-32, 2015.

SUCHOCKI, M. **Aplicação do BIM na melhoria contínua da construção**. Revista de Engenharia Civil, v. 9, n. 2, p. 65-78, 2016.

## APÊNDICE A – MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

1º NÍVEL		2º NÍVEL		3º NÍVEL		4º NÍVEL		5º NÍVEL		6º NÍVEL		7º NÍVEL		8º NÍVEL		9º NÍVEL		10º NÍVEL																								
NB	CÁLCULO FUNDAMENTAL	128		NB	PROGRAMAÇÃO PARA ENGENHARIA	32		NB	ELETROMAGNETISMO	64		NB	MECÂNICA II	48		NP	FUND. DA ECON. E DA ADMINISTRAÇÃO	64		NB	ENGENHARIA AMBIENTAL	48		NP	HIGIENE INDUSTRIAL E SEGURANÇA DO TRABALHO	48		NB	TERMODINÂMICA APLICADA	64		NB	ENGENHARIA ECONÔMICA	48		NA	ATIVIDADES COMPLEMENTARES	60		10º		3
1º		8		2º		2		3º		4		4º		3		5º		4		6º		3		7º		3		8º		4		9º		3		10º		3				
NB	ÁLGEBRA LINEAR	64		NB	MATEMÁTICA APLICADA	64		NP	ELETROTÉCNICA	64		NB	MECÂNICA DOS FLUIDOS	64		NP	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS II	64		NP	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS II	64		NP	ANÁLISE DE ESTRUTURAS I	48		NP	ANÁLISE DE ESTRUTURAS I	48		NP	PONTES I	48		NA	UNIDADE CURRICULAR ESPECIAL DE EXTENSÃO	360		10º		22
2		4		3º		4		4º		4		5º		4		6º		4		7º		3		8º		3		9º		3		10º		22								
NB	FÍSICA EXPERIMENTAL PARA ENGENHARIA	32		NB	CÁLCULO VETORIAL APLICADO	64		NB	INDUTIVIDADE E DE PAR	64		NP	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS I	64		NP	HIDRÁULICA APLICADA	64		NP	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS I	64		NP	ESTRUTURAS DE CONCRETO I	48		NP	ESTRUTURAS DE CONCRETO II	48		NP	BARRAGENS	48		NA	ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO	160		10º		10
1		2		3º		4		4º		4		5º		4		6º		4		7º		3		8º		3		9º		3		10º		10								
NB	FÍSICA FUNDAMENTAL	128		NB	MECÂNICA I	48		NB	MÉTODOS NUMÉRICOS	48		NP	MECÂNICA DOS SOLOS I	64		NP	MECÂNICA DOS SOLOS II	64		NP	MECÂNICA DOS SOLOS I	64		NP	HIDROLOGIA	64		NP	FUNDAÇÕES	48		NP	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS	48		NO	DISCIPLINA OPTATIVA	48		10º		3
1		3		4º		3		5º		3		6º		4		7º		4		8º		3		9º		4		9º		4		10º		3								
NB	PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	64		NP	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL I	48		NP	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL II	48		NP	PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS I	64		NP	ANÁLISE E PLANEJAMENTO DE SISTEMAS DE	48		NP	PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS I	64		NP	SANEAMENTO I	48		NP	PROJ. E CONST. DA SUPERESTRUTURA VIÁRIA	48		NP	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS	48		NO	DISCIPLINA OPTATIVA	32		10º		2
1		4		3º		3		4º		3		5º		4		6º		3		7º		3		8º		3		8º		3		9º		3		10º		2				
NB	QUÍMICA GERAL PARA ENGENHARIA	96		NB	CÁLCULO NUMÉRICO	64		NP	TOPOGRAFIA	48		NP	GEOPROCESSAMENTO	48		NP	PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS II	64		NP	PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS II	64		NP	GERENCIAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL I	48		NP	SANEAMENTO II	48		NP	PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE	48		NO	DISCIPLINA OPTATIVA	32		10º		2
1		3		3º		4		4º		3		5º		3		6º		4		7º		3		8º		3		8º		3		9º		3		10º		2				
NB	DESENHO PARA ENGENHARIA	64		NP	GEOLOGIA APLICADA À ENGENHARIA	48																																				
1		4		3º		3																																				
NB	INTRODUÇÃO À ENGENHARIA	32																																								
1		2																																								

## APÊNDICE B – ANÁLISE DA MATRIZ CURRICULAR DE ENGENHARIA CIVIL UFC/RUSSAS

1º NÍVEL	2º NÍVEL	3º NÍVEL	4º NÍVEL	5º NÍVEL	6º NÍVEL	7º NÍVEL	8º NÍVEL	9º NÍVEL	10º NÍVEL
CÁLCULO FUNDAMENTAL	PROGRAMAÇÃO PARA ENGENHARIA	ELETROMAGNETISMO	MECÂNICA II	FUND. DA ECON. E DA ADMINISTRAÇÃO	ENGENHARIA AMBIENTAL	HIGIENE INDUS. E SEGURANÇA DO TRABALHO	TERMODINÂMICA APLICADA	ENGENHARIA ECONÔMICA	ATIVIDADES COMPLEMENTARES
ÁLGEBRA LINEAR		MATEMÁTICA APLICADA	ELETROTÉCNICA	MECÂNICA DOS FLUIDOS	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS II	ANÁLISE DE ESTRUTURAS I	ANÁLISE DE ESTRUTURA	PONTES I	UNIDADE CURRIC. ESPECIAL DE EXTENSÃO
FÍSICA EXPER. PARA ENGENHARIA		CÁLCULO VETORIAL APLICADO	FÍSICA ONDUL. E DE PARTÍCULAS	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS I	HIDRÁULICA APLICADA	ESTRUTURAS DE CONCRETO I	ESTRUTURAS DE CONCRETO II	BARRAGENS	ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO
FÍSICA FUNDAMENTAL		MECÂNICA I	MÉTODOS NUMÉRICOS	MECÂNICA DOS SOLOS I	MECÂNICA DOS SOLOS II	HIDROLOGIA	FUNDAÇÕES	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS	
PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA		MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL I	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL II	PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS I	ANÁLISE E PLANEJ. DE SIST. DE TRANSP.	SANEAMENTO I	CONST. DA SUPEREST.	INSTALAÇÕES HIDRÁ. E SANIT. PREDIAIS	
QUÍMICA GERAL PARA ENGENHARIA		CÁLCULO NUMÉRICO	TOPOGRAFIA	GEOPROCESSAMENTO	PROJ. E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS II	GERENCIAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL I	SANEAMENTO II	PATOLOGIA E RECUP. DE ESTR. DE CONCRETO	
DESENHO PARA ENGENHARIA		GEOLOGIA APLICADA À ENGENHARIA				PROJ. E CONST. DA INFRAEST. VIÁRIA	ESTRUTURAS DE AÇO I	ÉTICA E LEGISLAÇÃO	
INTRODUÇÃO À ENGENHARIA							OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE TRANSPORTES	PROJETO FINAL DE CURSO	