

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO**

**Natália Rosa Fantin**

**Possibilidades e limitações da implementação do BIM no ensino de Arquitetura  
e Urbanismo do CAU/FAU/UFJF**

Juiz de Fora

2023

**Natália Rosa Fantin**

**Possibilidades e limitações da implementação do BIM no ensino de Arquitetura  
e Urbanismo do CAU/FAU/UFJF**

Documento de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Ambiente Construído.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Braida

Juiz de Fora

2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Fantin, Natália Rosa.

Possibilidades e limitações da implementação do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo do CAU/FAU/UFJF / Natália Rosa Fantin.

-- 2023.

128 f. : il.

Orientador: Frederico Braidá

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, 2023.

1. BIM. 2. Ensino Superior. 3. Célula BIM. 4. Arquitetura e Urbanismo. I. Braidá, Frederico , orient. II. Título.

**Natália Rosa Fantin**

**Possibilidades e limitações da implementação do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo do CAU/FAU/UFJF**

Documento de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Faculdade de Engenharia Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Ambiente Construído:

Aprovado em 21 de agosto de 2023

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Frederico Braidá - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Dr. José Gustavo Francis Abdalla  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Dra. Érica de Sousa Checcucci  
Universidade Federal da Bahia

Dedico este trabalho aos meus pais que possibilitaram e encorajaram meu desenvolvimento acadêmico pleno desde o princípio.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, aos meus pais, que possibilitaram e valorizaram a minha dedicação ao meu desenvolvimento acadêmico desde o princípio.

Ao meu orientador pela parceria, e ao PROAC pela oportunidade e formação ampla.

Ao grupo de pesquisa LEAUD, pelas discussões e leituras formadoras de um conhecimento amplo e plural antes, durante uma pandemia e lockdown, e depois do meu ingresso no programa de pós-graduação.

Ao LAPROT, por todo o encaminhamento e aprofundamento durante a graduação, na modelagem BIM e nos potenciais campos de estudo do BIM, além de ricas discussões e rede de suporte. Em especial ao Técnico Administrativo Aristides Perobelli, por toda a orientação no Treinamento Profissional e posterior apoio na Célula BIM/FAU/UFJF.

A todos os meus professores, em especial os da graduação em Arquitetura e Urbanismo na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFJF. Aos meus orientadores de Iniciação Científica, e Trabalho de Conclusão do Curso, um muito obrigado por toda parceria e exemplo.

À FAPEMIG pelo suporte financeiro indispensável no primeiro ano do mestrado.

Ao Prof.Dr. Gustavo Abdalla por aceitar, gentilmente, compor a banca de qualificação e de defesa desta dissertação. À Profa.Dra. Érica de Sousa Checcucci, por aceitar, gentilmente, o convite para compor a banca.

Ao meu amigo Cleyton Luiz, por todo suporte e orientação, emocional e acadêmica e a todos os amigos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa

Ao grupo Célula BIM/FAU/UFJF, por todas as discussões e abertura, indispensáveis para a evolução da minha pesquisa. E em especial às bolsistas de iniciação científica empenhadas na difusão e estudo do BIM.

À EMCASA por ter me proporcionado a experiência profissional de uma implementação BIM no Escritório Público de Arquitetura e Urbanismo e assim ampliar minha visão sobre o uso do BIM para Arquitetura e Engenharia, enriquecendo minha atuação como Arquitecta e Urbanista.

E finalmente a todos os que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

Esta dissertação é resultado de uma pesquisa sobre a implementação da modelagem da informação da construção (BIM) no ensino de Arquitetura e Urbanismo. O campo do ensino da Arquitetura e Urbanismo possui um desafio nos dias atuais em relação ao nível de proximidade e integração com as novas tecnologias, sendo assim, este trabalho tem como objetivo evidenciar as possibilidades e as limitações da implementação do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo no curso da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora (CAU/FAU/UFJF). Com uma abordagem metodológica qualitativa, descritiva e exploratória com caráter de pesquisa participante, partiu-se de uma revisão de literatura sobre a implementação do BIM em instituições de ensino superior (IES) e delineou-se os principais conceitos que possibilitaram nutrir uma análise dos dados da coleta empírica realizada. Foi possível reunir interpretações que balizaram a construção de uma matriz de fraquezas, ameaças, forças e oportunidades da implementação BIM no ensino do CAU/FAU/UFJF.

Palavras-chave: BIM. Ensino Superior. Célula BIM. Arquitetura e Urbanismo.

## **ABSTRACT**

This dissertation is the result of research into the implementation of building information modeling (BIM) in the teaching of Architecture and Urbanism. The field of teaching Architecture and Urbanism has a challenge nowadays in relation to the level of proximity and integration with new technologies, therefore, this work aims to highlight the possibilities and limitations of implementing BIM in the teaching of Architecture and Urbanism. Urbanism in the course at the Faculty of Architecture and Urbanism at the Federal University of Juiz de Fora (CAU/FAU/UFJF). With a descriptive and exploratory qualitative methodological approach with the character of participatory research, we started with a literature review on the implementation of BIM in higher education institutions (HEIs) and outlined the main concepts that made it possible to nourish an analysis of data from the empirical collection carried out. It was possible to gather interpretations that guided the construction of a matrix of weaknesses, threats, strengths and opportunities for BIM implementation in teaching at CAU/FAU/UFJF.

Keywords: BIM. University education. BIM cell. Architecture and urbanism.

.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Figuras

Figura 01: Diagrama Resumo.....	22
Figura 02: Desenvolvimento da Análise de Conteúdo Categorical.....	24
Figura 03: Campos BIM.....	31
Figura 04: Estágios BIM.....	32
Figura 05: Lentes BIM.....	32
Figura 06: Quadrantes e hierarquia das competências de Succar et al. (2013).....	34
Figura 07: Usos da Informação.....	38
Figura 08: Usos do Modelo.....	38
Figura 09: Ciclo de Método de Projeto.....	46
Figura 10: Processos Tradicional e Auxiliado pelo BIM.....	46
Figura 11: Estrutura curricular ideal para o mais avançado nível de ensino do BIM.....	48
Figura 12: Representação da matriz curricular do CAU/FAU/UFJF analisada.....	56
Figura 13: Permeabilidade BIM - Análise por contraste.....	62
Figura 14: Resultados sobre o uso de modelos 3D digitais.....	68
Figura 15: Resultados sobre a importância da modelagem 3D.....	69
Figura 16: Posicionamento dos respondentes sobre o BIM.....	69

### Quadros

Quadro 01 - Instrumentos que compõem o Corpus da pesquisa.....	23
Quadro 02: Modelo de Matriz de Maturidade BIM.....	35
Quadro 03. Potencialidades do BIM na aplicação da aprendizagem.....	39
Quadro 04: Conhecimentos, habilidades e atitudes a serem trabalhadas na graduação para o desenvolvimento de Competências BIM.....	41
Quadro 05: Resumo das competências BIM para um arquiteto.....	41
Quadro 06: Competências para um arquiteto em relação às competências BIM.....	42
Quadro 07- Categorias do Método (2021).....	51
Quadro 08- Campos e simulação de preenchimento da Caixa de Resposta.....	52
Quadro 09: Eixos de análise do nível de maturidade.....	53
Quadro 10: Descrição da Pontuação do Aspecto Capacitação Docência .....	54
Quadro 11: Critérios de Pontuação para Maturidade BIM.....	60
Quadro 12: Competências Encontradas no CAU/FAU/UFJF.....	61
Quadro 13- Cores e tons utilizados por ciclo para preenchimento das Categorias.....	62
Quadro 14: Perguntas do Questionário.....	64
Quadro 15 - Construção das Unidades de Registro.....	77
Quadro 16 - Unidades de Contexto.....	79
Quadro 17 - Categorias de Análise.....	80
Quadro 18 - Descrição dos Dados.....	80
Quadro 19 - Matriz SWOT da Implementação BIM no CAU/FAU/UFJF.....	91

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Integralização Curricular.....	58
----------	----------------------------------	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	Building Information Modeling
CAU/FAU/UFJF	Curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora
RDT II	Representação Técnica II
PARC	Revista Pesquisa em Arquitetura e Construção
ANTAC	Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
AECO	Arquitetura Engenharia e Construção Civi
IES	Instituição de Ensino Superior
DCN	Diretriz Curricular Nacional
CEP/UFJF	Conselho de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
SWOT	Forças(Strengths), Fraquezas(Weaknesses), Oportunidades(Opportunities) e Ameaças (Threats)
LEAUD	Laboratório de Estudos em Arquitetura, Urbanismo e Design
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
AIA	American Institute of Architects
IA	International Alliance for Interoperability
IPD	Integrated Project Delivery
ISO	International Organization for Standardization
MEC	Ministério da Educação
LOD	Level of Development

IFC	Industry Foundation Classes
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
CAD	Computer Aided Design
RECEPETI	Rede Catarinense de Inovação
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
PIB	Plano de Implantação BIM
AUR	Departamento de Arquitetura e Urbanismo
DPRT	Departamento de Projeto, Representação e Tecnologias
DPHT	Departamento de Projeto, História e Teoria
TRN	Departamento de Transportes e Geotecnia
ESA	Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
ENE	Departamento de Energia Elétrica
ETU	Departamento de Estruturas
CSO	Departamento de Ciências Sociais
GEO	Departamento de Geociências
HIS	Departamento de História
TAE	Técnico Administrativo em Educação
PPC	Plano Político Pedagógico
ENEBIM	Encontro Nacional de Ensino de BIM
3D	Três Dimensões
2D	Bidimensional
HBIM	Historical Building Information Modeling

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 PROBLEMA.....	17
1.2 JUSTIFICATIVA.....	17
1.3 OBJETIVOS.....	19
1.4 METODOLOGIA.....	19
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	26
<b>2 IMPLEMENTAÇÃO BIM NO ENSINO SUPERIOR.....</b>	<b>28</b>
2.1 CONCEITUAÇÕES DO BIM.....	29
2.1.1 Competências BIM.....	33
2.1.2 Matriz de Maturidade BIM.....	35
2.1.3 Taxonomia de Usos do Modelo ou Model Use.....	36
2.2 O ENSINO DO BIM NA ARQUITETURA E URBANISMO.....	39
<b>3 CÉLULA BIM FAU/UFJF E O FOMENTO À IMPLEMENTAÇÃO BIM.....</b>	<b>49</b>
3.1 REDE CÉLULA BIM ANTAC.....	49
3.2 O CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA FAU/UFJF E O BIM.....	55
3.3 CÉLULA BIM FAU/UFJF.....	58
3.3.1 Maturidade BIM da FAU/UFJF.....	59
3.3.2 Permeabilidade BIM na Matriz Curricular.....	61
3.4 RESULTADOS DA PESQUISA EMPÍRICA.....	63
3.4.1 Questionários.....	64
3.4.2 Entrevista.....	73
3.4.3 Grupo Focal.....	74
3.4.3 Análise de Conteúdo.....	76
<b>4 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA FAU/UFJF.....</b>	<b>82</b>
4.1 VISÃO SOBRE O BIM NO CAU/FAU/UFJF.....	82
4.2 ENSINO DO BIM NO CAU/FAU/UFJF.....	85
4.3 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO CAU/FAU/UFJF.....	88
4.4 QUADRO SWOT DA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO CAU/FAU/UFJF.....	90
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>96</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE A - Questionário.....</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE B - TCLE Entrevistas.....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE C - TCLE Grupo Focal.....</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE D - Questões do roteiro para a entrevista semiestruturada.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO A - Parecer consubstanciado do CEP.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO B - Tabela de Competências.....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXO C - Matriz final do diagnóstico na íntegra.....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXO D - Matriz Curricular de 2016 do CAU/FAU/UFJF.....</b>	<b>128</b>

## **APRESENTAÇÃO**

Para maior contextualização, esta seção será dedicada a uma apresentação da autora e as motivações para este trabalho. Através da formação no Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora (CAU/FAU/UFJF), seu contato com a Modelagem da Informação da Construção (BIM) se deu desde o segundo semestre, na disciplina de Representação Digital Técnica II, em meados de 2016. Dessa forma, foi possível experimentar de perto, através do software Autodesk Revit, entre outros, um pouco do universo que levou a tantas investigações e debates ao longo de sua formação. Sempre foi alvo de curiosidade para a autora o motivo de alguns alunos se motivarem tanto com a nova tecnologia e outros não. Havia muitos desafios, mas uma rede de interessados que aos poucos crescia.

Durante uma pesquisa conduzida ao longo de um treinamento profissional, foi possível investigar a gestão de edifícios através da modelagem BIM e aprofundar um conhecimento sobre uma aplicação BIM não aprofundada na faculdade. Um domínio maior da tecnologia se consolidava, mas com o passar dos anos, o BIM ainda parecia novidade nos corredores da faculdade, ou algo desnecessário pelo olhar de alguns colegas e professores. Este contraste a inquietava, e a colocou mais envolvida com o assunto. Em todas as disciplinas que podia, junto dos seus grupos de trabalho, utilizava o BIM e assim foram os anos de graduação, investigando e praticando novas ferramentas BIM, e novas formas de otimizar o projetar.

Durante o estágio curricular em um escritório de arquitetura que utilizava o BIM através da modelagem arquitetônica para projetos executivos, foi possível conhecer arquitetos que atuavam com o BIM, e um processo de projeto de um escritório de arquitetura que utilizava o BIM. Todo o aprendizado e avanço em modelagem no software Revit foi aperfeiçoado, na prática o BIM atendia perfeitamente uma série de demandas do local, mas não todas, como os extrativos para aprovação legal e a renderização de imagem fotorrealística. Esta situação de certa inadequação do BIM com a realidade profissional imediata em uma localidade regional brasileira pontuava ainda mais as contradições entre todo o potencial que era divulgado em relação ao BIM e a atual aplicação que se faziam dele. A compreensão que se estabelecia era de que havia muitos processos a serem

desvendados por toda a classe de arquitetos e urbanistas sobre como de fato esta tecnologia foi pensada para ser aplicada, quais mudanças mais profundas ela evocava e o mais importante para este trabalho, como ela poderia e deveria ser ensinada.

Após a graduação, com a entrada no Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, foi possível iniciar um aprofundamento, através desta pesquisa qualitativa, no campo do ensino do BIM junto à arquitetura e urbanismo. O processo, no entanto, de delimitação do tema e da metodologia do projeto não foi imediato. A proposta de pesquisa apontava a motivação de uma investigação das possibilidades de um ensino que abordasse o BIM de forma ampla, mas inicialmente com um foco muito diverso, em todas as instituições de ensino superior privadas e públicas do município de Juiz de Fora. Logo de início, junto às orientações, a escala foi reduzida para um estudo aprofundado do caso das possibilidades e limitações da implementação do BIM no Curso da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora (CAU/FAU/UFJF).

Através de uma revisão sistemática de literatura sobre o BIM aplicado ao ensino de projeto de arquitetura e urbanismo, que resultou em um artigo científico (Fantin, Paula, 2023), foi possível examinar os métodos de ensino de projeto de arquitetura auxiliados pelo BIM, que foram publicados por pesquisadores e professores em eventos científicos. Tal investigação resultou em um aprofundamento teórico a respeito das utilizações do BIM para uma nova proposta de ensino de projeto de arquitetura e urbanismo, que alavancou a reflexão sobre a importância de reconhecer e evidenciar os limites e possibilidades do cenário da implementação BIM no ensino do curso de arquitetura e urbanismo da FAU/UFJF.

Além disso, durante o primeiro semestre do segundo ano do mestrado, o CAU/FAU/UFJF considerou oportuno se filiar à recém criada Rede de Células BIM ANTAC e instituir sua Célula BIM FAU/UFJF para discutir e propor um plano de implementação BIM. A autora deste trabalho junto ao orientador se responsabilizaram pela fundação e início da montagem deste grupo de colaboradores para discussão e planejamento de uma implementação BIM no curso. Dessa forma, um novo cenário se conformou e a pesquisa tomou o rumo voltado para as potencialidades e as limitações da implementação do BIM no CAU/FAU/UFJF que poderiam ser extraídas e analisadas.

## 1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação aborda o tema da implementação da modelagem da informação da construção (BIM) no ensino de arquitetura e urbanismo no CAU/FAU/UFJF. O paradigma BIM envolve conceitos, processos e tecnologias (EASTMAN *et al.*, 2014), de forma a ser lido como uma atividade, e não um objeto somente. Portanto, a implementação da tecnologia BIM nos diversos campos do mercado de trabalho da construção civil, no contexto mundial e brasileiro, levam à uma revisão do modo de ensino de tecnologias nos cursos de arquitetura, engenharia e construção civil (AECO), mas também pode envolver mudanças mais profundas sobre a compreensão de qual seria o impacto e papel que o BIM poderia obter (Jovanovichs; Mounzer, 2021; Zardo; Mussi; Ribeiro, 2018; Chen *et al.*, 2019).

Em 2021, foi criada a “Rede de Células BIM ANTAC”, em decorrência do atendimento aos objetivos do Projeto Construa Brasil para formular metas de curto, médio e longo prazos na identificação de processos, políticas e tecnologias necessárias para a disseminação da tecnologia<sup>1</sup> BIM nos cursos da indústria da construção civil. Tal iniciativa é uma das ações advindas do decreto presidencial 10.306, de 2 de abril de 2020, que estabelece a utilização do BIM na “execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal” (Brasil, 2020), no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling (Estratégia BIM BR), instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019<sup>2</sup>. A criação de uma Rede de células BIM através da ANTAC foi uma consequente ação advinda da aplicação das duas primeiras células BIM facilitadas pelo Projeto Construa Brasil, com o intuito de ampliar a difusão do BIM nas universidades (RECEPETI, 2020). A Rede possui como uma das suas vertentes o estímulo à criação de Células BIM nas Instituições de ensino da AECO. As células são formadas por grupos de docentes interessados na implementação BIM em suas unidades de ensino.

---

<sup>1</sup> Neste trabalho, o BIM é tratado como tecnologia. De acordo com o Dicionário Michaelis, “tecnologia” significa um conjunto de processos, métodos, técnicas e ferramentas relativos a uma área do conhecimento. Na mesma linha temos a afirmação de Eastman *et al.* (2014, p.13), em que o BIM é “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”.

<sup>2</sup> [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm)

A decisão da criação de uma Célula BIM no contexto da graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU/UFJF, no segundo semestre de 2021, é fruto de uma conscientização de parte do corpo docente sobre uma crescente mobilização do mercado de trabalho e do governo brasileiro em uma disseminação do BIM na indústria da construção civil. No entanto, muitas dúvidas ainda permeiam o assunto, tanto no quesito de como realizar uma atualização profissional dos docentes quanto nos possíveis entraves e desafios infra estruturais e pedagógicos que uma implementação BIM no âmbito dos cursos das áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AECO) pode significar (Turk; Starcic, 2020).

Nesse caminho, a discussão para a implementação BIM no CAU/FAU/UFJF<sup>3</sup> se deu, em parte, motivada pela ANTAC que enviou em 2021 um convite a todas as Instituições de Ensino Superior (IES) para que formassem células BIM em suas unidades administrativas e que se vinculassem a uma Rede de Células BIM ANTAC. O CAU/FAU/UFJF considerou relevante a sua participação no projeto para uma maior aproximação do corpo docente do CAU/FAU/UFJF ao tema BIM. Tanto ao fornecer um contato com uma rede nacional de pesquisadores sobre o assunto, quanto por reunir os profissionais da instituição que se interessam em preencher lacunas do conhecimento sobre como o BIM pode ou deve ser inserido no currículo acadêmico do curso.

O CAU/FAU/UFJF possui uma abordagem do BIM no currículo<sup>4</sup>, ou seja, o BIM se encontra implantado no curso, mas não implementado<sup>5</sup>. Nesse sentido, a abordagem do BIM através de ferramentas para modelagem em BIM em uma disciplina do CAU/FAU/UFJF consiste, para Andrade (2018), no primeiro contato explícito entre os alunos da graduação com um software baseado na tecnologia. No entanto, para uma implementação BIM em um curso de uma IES, é necessário o desenvolvimento concreto de habilidades e competências nos alunos para que possam aplicar de fato o BIM em seus projetos acadêmicos, seja em um domínio

---

<sup>3</sup> A discussão para uma reforma do currículo que iniciou o contato do CAU/FAU/UFJF com as novas TIC's se iniciou em 2012, que culminou na criação de disciplinas obrigatórias específicas para uma instrumentalização. Neste momento, posicionamos que a discussão da implementação do BIM, termo mais amplo, se inicia com a criação da Célula BIM FAU/UFJF.

<sup>4</sup> No terceiro capítulo, explora-se a abordagem já aceita e existente do BIM no curso de Arquitetura e Urbanismo da FAU/UFJF.

<sup>5</sup> O termo implantação refere-se ao ato de se iniciar ou instalar algo, enquanto o termo implementar seria colocar em prática, o ato de concretizar ou desenvolver algo (Implantar, 2023) (Implementar, 2023).

inicial, seja em um domínio avançado com colaboração e integração projetual (Barison; Santos, 2016).

Dessa forma, esta pesquisa busca delinear as possibilidades e limitações da implementação do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo de forma a refletir sobre os principais temas que conduzem a reflexão sobre a pedagogia possível ou necessária para o ensino desta tecnologia no CAU/FAU/UFJF.

## 1.1 PROBLEMA

Tendo em vista as elaborações acima apresentadas, a pesquisa partiu da seguinte pergunta: *quais são as possibilidades e as limitações da implementação do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo do CAU/FAU/UFJF?*

## 1.2 JUSTIFICATIVA

De acordo com a Resolução Nº 2/2010<sup>6</sup>, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, o perfil do arquiteto e urbanista é generalista. No Art. 4º, consta: “o curso de Arquitetura e Urbanismo deverá ensejar condições para que o futuro egresso tenha como perfil: I - sólida formação de profissional generalista”. Como analisado por Batistello, Balzan e Pereira (2019, p.2),

a formação generalista é tratada curricularmente através de matrizes compostas por várias disciplinas, fruto de tantas influências entre o que o arquiteto e urbanista deve ou não saber, considerando o predomínio do conhecimento de construção civil ou do artístico, bem como de uma formação de ciências exatas ou sociais, os currículos acabam sendo amplos e pouco integrados.

Dessa forma, há uma percepção de falta de integração entre tantos saberes que se colocam isolados em tantas áreas do conhecimento, mesmo que estruturalmente estejam paralelos em uma grade curricular. Para além de uma baixa

---

<sup>6</sup>Disponível em:

[https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE\\_RES\\_CNECESN22010.pdf?query=CESI](https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECESN22010.pdf?query=CESI). Acesso em: 20 de out.2023

integração, há também o mercado de trabalho que, por muitas vezes, exerce uma pressão na discussão do papel do profissional arquiteto e urbanista junto às novas tecnologias. Barison e Santos (2016, p. 105) salientam haver um despreparo dos estudantes para entrarem no mercado de trabalho que já tem exigido competências em BIM. Tais competências BIM podem ser ministradas pelo profissional arquiteto e urbanista, e os autores levantam a questão de “qual seria a especificidade do BIM para o ensino de arquitetura, tendo como base o novo papel que o arquiteto pode assumir no fluxo de trabalho de projetos desenvolvidos em BIM” (Barison; Santos, 2016, p. 105).

Além disso, existe a discussão sobre a forma como processos de inovação disruptiva possuem grandes barreiras. Para Christensen e Overdorf (2000), no campo empresarial<sup>7</sup>, o sucesso é também medido pelo quanto uma organização é capaz de lidar com mudanças revolucionárias ou com a “inovação disruptiva”. A inovação disruptiva é conceituada pelos autores como uma alteração total do mercado através da inserção de um novo produto ou serviço, inicialmente desvalorizado pelas métricas anteriores. O aspecto disruptivo reside no fato que buscam atender a necessidades não consideradas anteriormente, pois alteram os objetivos e meios, reposicionando o produto a uma nova categoria. Dessa forma, o BIM é considerado uma inovação disruptiva ao compor o conjunto de tecnologias de ponta alavancado pela Indústria 4.0 que busca “alternativas para melhorar o desempenho produtivo e reduzir custos, empregando tecnologias de ponta, como a internet das coisas, a computação em nuvem, BIM, Machine Learning e Big Data” (Gonçalves, 2023, p.52).

Nesse sentido, este trabalho reflete sobre as possibilidades e as limitações que uma inovação disruptiva como o BIM possui para sua implementação no ensino de arquitetura e urbanismo, que como discutido por Turk e Starcic (2020, p.1, tradução nossa), simplesmente “ignorar o BIM pode criar uma dissonância cognitiva entre o aprendizado acadêmico e o trabalho industrial”<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Frisa-se que os conceitos de disrupção em inovações tecnológicas ou de produto e disrupções nos modelos de negócios não são conceitos excludentes, ou seja, as primeiras também alteram as segundas.

<sup>8</sup> Os autores investigaram a mudança da comunicação na indústria e forneceram argumentos a respeito dos motivos pelos quais o BIM mudará profundamente a forma de ensino na construção civil.

### 1.3 OBJETIVOS

Com a inserção de uma Célula BIM no curso de Arquitetura e Urbanismo da FAU/UFJF, uma série de desafios puderam ser encontrados e ressaltados. Dessa forma, teve-se como objetivo geral da pesquisa, evidenciar as possibilidades e as limitações da implementação do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo no CAU/FAU/UFJF. Para alcançar o objetivo geral, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

1. Contextualizar o BIM, e levantar as investigações sobre a implementação do BIM nas IES e no ensino de arquitetura e urbanismo.
2. Reconhecer o ensino atual do BIM no CAU/FAU/UFJF; Reconhecer a Rede de Células BIM e a Célula BIM da FAU/UFJF.
3. Conhecer as perspectivas dos docentes da FAU/UFJF e da coordenação da Rede de Células BIM ANTAC a respeito de uma implementação BIM no ensino de arquitetura e urbanismo e discutir junto ao grupo Célula BIM FAU/UFJF.

### 1.4 METODOLOGIA

A partir dos pressupostos de uma pesquisa de cunho social, cuja ontologia se baseia no construtivismo, com uma abordagem baseada no paradigma interpretativista<sup>9</sup>, esta pesquisa possui abordagem qualitativa<sup>10</sup> descritiva e exploratória, com característica de pesquisa participante, dado que a autora participa do grupo Célula BIM FAU/UFJF e compõe o quadro de pesquisadores participantes da Rede de Células BIM ANTAC.

Para este trabalho, a preparação metodológica consistiu então nos respectivos procedimentos metodológicos:

1. Revisão de literatura sobre a implementação do BIM em IES;

---

<sup>9</sup> Segundo Barbosa *et al.* (2013), o interpretativismo propõe que não há uma realidade que seja completamente objetiva ou subjetiva, ou seja, as características de determinado objeto interagem com a compreensão que os seres humanos têm socialmente a respeito dele.

<sup>10</sup> A pesquisa qualitativa pode ser descrita como aquela na qual não se buscam regularidades, mas compreensão dos agentes, daquilo que os levam a agir como agem, onde os pesquisadores podem, como neste estudo, a partir do paradigma interpretativista, interpretar o que veem, ouvem e entendem (Creswell, 2010).

2. Pesquisa bibliográfica e documental sobre a Rede Célula BIM e a Célula BIM FAU/UFJF e sobre o atual ensino do BIM na FAU/UFJF;
3. Realização de entrevista, questionários e grupo focal, a fim de levantar o discurso sobre as possibilidades e limitações da implementação do BIM na FAU/UFJF;

Sendo assim, objetivou-se construir um embasamento teórico sobre o desenvolvimento conceitual do BIM e os processos de implementação dele através de uma revisão de literatura. Em seguida, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental da Rede Célula BIM e Célula BIM FAU/UFJF, assim como da situação atual do ensino do BIM na FAU/UFJF. Como ação empírica, aplicou-se questionários a professores da FAU/UFJF, uma entrevista à coordenação da Rede Célula BIM e duas sessões de grupo focal com docentes, discentes e colaboradores externos envolvidos na Célula BIM FAU/UFJF de forma a discutir as possibilidades e limitações da implementação BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo FAU/UFJF. A escolha por um grupo focal se justificou por trazer à pesquisa o envolvimento emocional dos participantes, pois nessa modalidade “o objetivo é avançar a partir de uma discussão liderada pelo moderador, para uma discussão onde os participantes reagem uns aos outros” (Bauer; Aarts, 2002, p. 79).

Os procedimentos empíricos, entrevista e grupo focal, passaram pela avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora (CEP/UFJF), obtendo aprovação para realização da pesquisa, conforme pode ser verificado no Anexo A. O processo foi registrado no CEP da UFJF, no dia 16 de Fevereiro de 2023, sob o qual foi emitido parecer<sup>11</sup> favorável.

Ressalta-se que, segundo Bauer e Aarts (2002, p.77), o principal objetivo desse método é “estimular os participantes a falar e a reagir àquilo que outras pessoas no grupo dizem”, onde “uma sinergia emerge da **interação social** entre os participantes”. As seções típicas de grupo focal, de acordo com os autores, compreendem algo em torno de 90 minutos e a etapa final corresponde aos 15 ou 45 minutos finais em que o progresso do grupo deve ser direcionado ao fim. A dinâmica do grupo focal contou com as seguintes etapas:

---

<sup>11</sup> Certificado de Apresentação de Apreciação Ética - CAAE nº 5.901.044

1. Iniciou-se com cada participante falando seu nome. O moderador agradeceu a participação após cada fala. O moderador também tomou nota dos nomes de cada um na sala.
2. O moderador seguiu apresentando o seu tópico guia com questões e assuntos da discussão. O Moderador encorajou os participantes a falarem e participarem ativamente.
3. Os participantes responderam aos comentários e observações dos outros membros. O moderador tomou nota das posições de cada um na sala.
4. Ao fim, os participantes foram encorajados a fazerem considerações finais sobre o tópico e sobre a experiência.

Sobre as formas de recrutamento, para os questionários, foram coletados os dados de email dos professores disponíveis pelo site institucional. Como forma complementar de recrutamento, foi realizada uma abordagem presencial nas dependências da FAU com os docentes apresentando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e foi enviado um pedido de repasse aos professores da carta convite para o email do coordenador do curso.

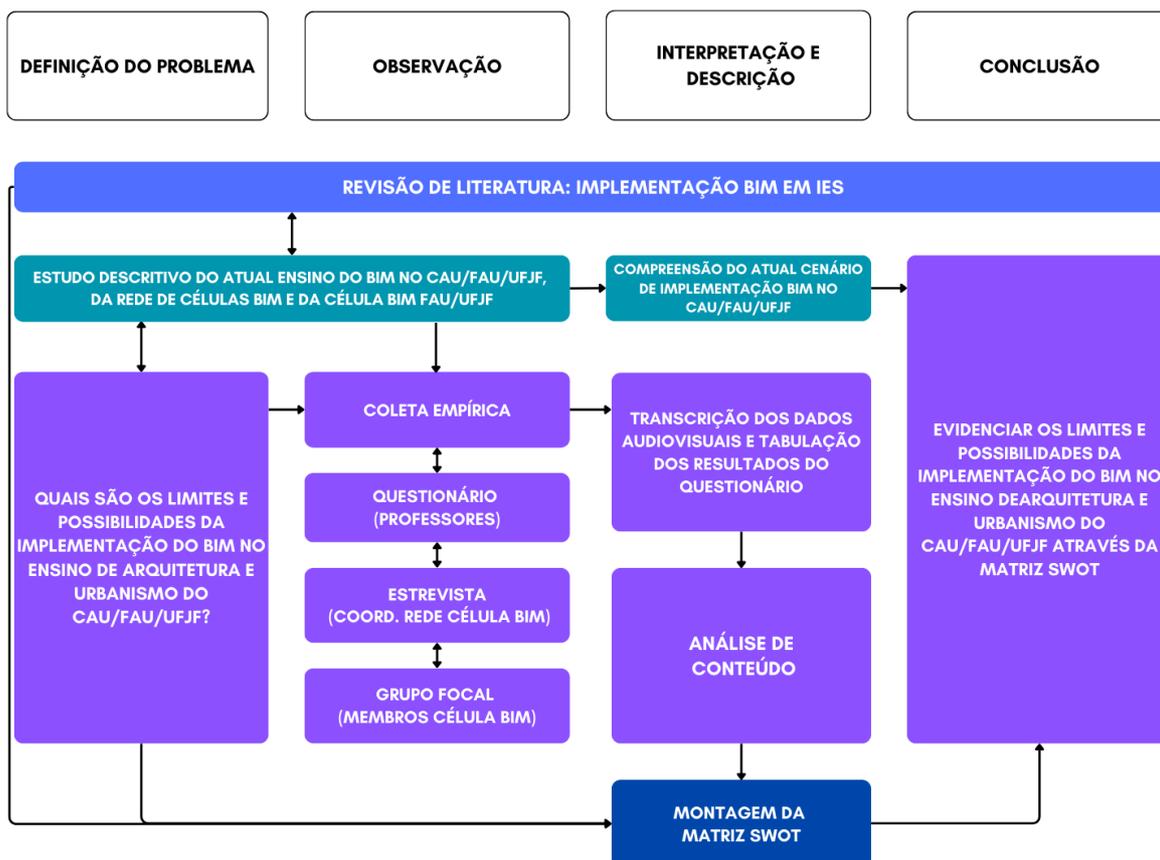
Para a entrevista, que foi realizada por meio digital através da plataforma Zoom, foi enviado um email ao canal de comunicação da Rede de Células BIM ANTAC com um convite para a entrevista com os coordenadores, assim como foi enviado um convite para o WhatsApp da coordenadora da Rede, que a pesquisadora já o possuía, pois participa de um grupo em comum.

Para o grupo focal, a autora da pesquisa, por ser integrante do grupo Célula BIM FAU/UFJF, divulgou o convite pelo próprio meio interno de comunicação e os encontros foram realizados de forma online pela plataforma Zoom.

Ao fim, as três etapas metodológicas geraram o *corpus* da pesquisa a ser submetida à metodologia de análise dos dados da a análise de conteúdo proposta por Bardin (1977). A análise de conteúdo foi discriminada para esta pesquisa pois possui um conjunto de técnicas que é amplamente empregado na análise de dados qualitativos (Silva; Fossá, 2013). As três etapas metodológicas alimentaram também um quadro de análise “SWOT”, onde os itens encontrados que caracterizem a possível implementação do BIM na FAU/UFJF foram classificados como itens de forças, fraquezas, oportunidades, e ameaças, resultando o chamado mapa “SWOT” como ilustrado na Figura 1. Segundo Pazmino (2015, p. 90), análise SWOT, também

conhecida pelos acrônimos FFOA e FOFA, “é uma ferramenta utilizada para fazer análises de cenário como base para gestão e planejamento estratégico” e tem sua origem relacionada às disciplinas de Administração e Gestão. O Acrônimo SWOT significa: Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*).

Figura 01: Diagrama Resumo



Fonte: da Autora.

Para Bardin (1977, p. 42), a Análise de Conteúdo é:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Dessa forma, a análise se iniciou com a leitura flutuante dos dados, de forma a embasar e constituir uma escolha de documentos que levou a uma constituição do corpus da pesquisa composto por uma entrevista individual semi estruturada, questionários e duas sessões de grupos focais. Segue abaixo os instrumentos delimitados como o *corpus*.

Quadro 01 - Instrumentos que compõem o *corpus* da pesquisa.

INSTRUMENTO	MÓDULO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
Registro Escrito (r.e) - Resposta aberta do questionário	I	PARTICIPANTE -r.e. - questionário - data	Recolhido através das respostas abertas e fechadas do questionário aos docentes da FAU/UFJF. O nome do participante é substituído por uma letra maiúscula, pois todo o questionário é anônimo. Indicamos o nome do participante com letras maiúsculas, o código – r.e. – e a data em que foi postada a resposta.
Registro Oral - Entrevista	II	PARTICIPANTE -r.o. - entrevista - data	Recolhido através da entrevista com a Coordenadora da Rede de Células BIM ANTAC. O nome do participante é o nome da entrevistada. Indicamos o nome do participante com letras maiúsculas, o código – r.o. – e a data em que foi realizada a entrevista
Registro Oral - Grupo Focal I	III	PARTICIPANTE -r.o. - grupo focal I - data	Recolhido através das sessões de grupo focal com os membros da Célula BIM FAU/UFJF. Indicamos o nome do participante com letras maiúsculas, o código – r.o. – e a data em que foi realizada a sessão.
Registro Oral - Grupo Focal II	IV	PARTICIPANTE -r.o. - grupo focal II - data	Recolhido através das sessões de grupo focal com os membros da Célula BIM FAU/UFJF. Indicamos o nome do participante com letras maiúsculas, o código – r.o. – e a data em que foi realizada a sessão.

Fonte: da Autora, baseado em Mendes e Miskulin (2017).

Em seguida, todo o material foi preparado; a entrevista e as sessões de grupo focal gravadas foram transcritas, e as respostas abertas dos questionários foram separadas em uma tabela para facilitar a manipulação da análise, como demonstrado no diagrama da Figura 2, baseado em Mendes e Miskulin (2017).

Figura 02: Desenvolvimento da Análise de Conteúdo Categórica



Fonte: da Autora, baseado em Mendes e Miskulin (2017, p.1051).

Sendo assim, para a exploração e o tratamento dos resultados, seguiu-se a metodologia de codificação propostas por Bardin (1977, p. 103-113), que se baseia na escolha do recorte das unidades de registro e de contexto, na enumeração com suas regras de contagem e na classificação e agregação através da delimitação das categorias. Uma unidade de registro consiste em uma “unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial” (Bardin, 1977, p.104) e para o corpus desta pesquisa foi considerada a unidade de significação temática. Segundo Bardin (1977, p.105), a unidade de registro,

é a unidade de significação que se liberta naturalmente de um texto analisado segundo certos critérios relativos à teoria que serve de guia à leitura. o texto pode ser recortado em ideias constituintes, em enunciados e em proposições portadores de significações isoláveis .

Já uma unidade de contexto consiste em uma

unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões (superiores às da unidade de registro) são ópticas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro. Isto pode, por exemplo, ser a frase para a palavra e o parágrafo para o tema”(Bardin, 1977, p.107).

Dessa forma, a análise de conteúdo teve como técnica central a análise categorial, seguindo um critério de organização semântico. O processo de categorização, que, segundo Bardin (1977, p. 117), é uma “operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o género (analogia), com os critérios previamente definidos”, seguiu as seguintes condições:

- a) A exclusão mútua, que condiciona a não recorrência de uma unidade de registro a mais de uma categoria, adaptou a criação das categorias a um princípio de diferenciação de forma que levou os autores a um segundo agrupamento de registros;
- b) A homogeneidade, que condiciona o princípio de exclusão mútua, levou os autores a elaborar categorias que fossem amplas de forma a incluir todos os registros;
- c) A pertinência, que relaciona o corpus ao quadro teórico e objetivo da pesquisa, levou a leitura do material de forma preparada e com um olhar voltado ao objetivo da pesquisa;
- d) A objetividade, que se propõe voltada a uma efetividade dos resultados através das inferências, levou os pesquisadores a conscientemente selecionar os agrupamentos para conduzir inferências válidas ao objetivo.

Por fim, houve uma extração dos dados digitais coletados para um *pen drive*, que ficará sobre a guarda do laboratório a que a pesquisa está vinculada, Laboratório de Estudos das Linguagens e Expressões na Arquitetura no Urbanismo e no Design (LEAUD) da FAU. Vale ressaltar que os dados foram tratados de acordo com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), instituída pela lei nº 13.709, de 14 de Agosto de 2018.

Sobre os recursos necessários, houve somente a necessidade de acesso à internet por parte da pesquisadora para o recrutamento, condução, gravação e análise das entrevistas, assim como da criação, divulgação e análise dos questionários. O notebook para realização do acesso a internet e demais atividades acima citadas é propriedade da pesquisadora. A dinâmica do grupo focal contou com recursos digitais provindos desse notebook.

A pesquisa apresentou um risco mínimo, que se referiu à possibilidade de identificação das participantes para os participantes do grupo focal e dos questionários. No entanto, após a finalização dos questionários, e do grupo focal foi feita a extração dos dados para uma ferramenta física, que se localiza no LEAUD. Para os participantes da entrevista, houve o risco mínimo de constrangimento em relação às perguntas, mas todas elas foram formuladas de forma a preservar a individualidade e opinião pessoal do participante e o participante podia também interromper a entrevista a qualquer momento. O risco da identificação também foi administrado através de uma revisão detalhada, com a substituição dos nomes por letras quando manipulados e trabalhados na análise. Existiu o risco de constrangimento durante a sessão do grupo focal, mas, diante de uma notificação de constrangimento de algum participante, ele poderia se desligar da pesquisa, o que não foi o caso até então.

Os benefícios para os participantes se estabelecem de forma indireta, uma vez que, através dos resultados, pode ser alcançada a noção do entendimento das possibilidades e das limitações para o uso do BIM no CAU compreendido pelo grupo acadêmico pertencente à FAU/UFJF. Os participantes da Célula BIM FAU/UFJF se beneficiarão com a leitura mais abrangente do cenário atual do entendimento do BIM do CAU/FAU/UFJF que os favorece na criação do Plano de Implementação BIM; os participantes da Rede de Células BIM ANTAC se beneficiam pelo entendimento específico dos limites e possibilidades reais da implementação BIM de um curso de arquitetura e urbanismo de uma instituição de ensino superior federal; e os docentes do CAU/FAU/UFJF se beneficiam pela noção do entendimento do BIM do grupo ao qual pertencem para refletirem sobre um possível implementação do BIM em sua prática acadêmica.

## **1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação conta com cinco capítulos.

No primeiro capítulo, constam as principais informações sobre a pesquisa. São apresentados o tema, objeto de estudo e justificativa de pesquisa. Os objetivos gerais e específicos são em seguida expostos e na sequência os aportes metodológicos.

No segundo capítulo, são desenvolvidos os temas do referencial teórico. Para tal, são apresentados em subcapítulos uma revisão de literatura sobre conceitos BIM, o ensino do BIM no curso de arquitetura e urbanismo e os objetivos por trás da criação e desenvolvimento da Rede Célula BIM ANTAC, fomentadora de uma implementação BIM nas IES brasileiras.

No terceiro capítulo, são apresentados os resultados da pesquisa descritiva sobre a Rede Célula BIM; o ensino do BIM no Curso de Arquitetura e Urbanismo da FAU/UFJF; o grupo Célula BIM/FAU/UFJF e suas ações no curso, e os resultados da coleta empírica junto ao *corpus* da pesquisa com a descrição dos dados trabalhados para a análise de conteúdo.

No quarto capítulo, são discutidas as inferências e interpretações dos resultados, que levam a um quadro para o alcance do objetivo geral desta pesquisa.

O último capítulo aborda as conclusões finais sobre o estudo de caso desenvolvido nesta pesquisa em face do objetivo apresentado.

## 2 IMPLEMENTAÇÃO BIM NO ENSINO SUPERIOR

O contexto de implementação do BIM no ensino superior brasileiro advém de um cenário mundial de discussão do uso dessa tecnologia na formação dos profissionais da AECO (Mizumoto; Oliveira, 2020). Segundo Jovanovichs e Mounzer (2021, p. 4), “no final dos anos 1970, início dos anos 1980, surgiu o conceito de modelagem do produto”, que posteriormente se transformou em BIM. No entanto, esse conceito se deparou com uma falta de integração entre os agentes envolvidos em projetos voltados para o setor da construção civil. Esta desconexão entre disciplinas pode ser vista já no próprio formato de ensino dos cursos superiores em que a especialização de cada área do conhecimento criou um distanciamento entre profissionais na prática (Jovanovichs; Mounzer, 2021). Dificuldades na inserção do BIM na graduação podem ser visualizadas de forma clara de acordo com Checcucci e Amorim (2014, p. 4, grifo nosso) pois envolvem

a complexidade da modelagem; a necessidade de infraestrutura, máquinas e programas atualizados; necessidade de docentes que compreendam o paradigma na sua forma mais ampla (não apenas como um programa ou um modelo); **necessidade de integração de conteúdos.**

Como colocado pela autora, a falta de integração entre conteúdos, e consequentemente disciplinas, é um obstáculo na inserção BIM, e observa-se um impasse mais específico, da ordem da cultura profissional que a autora descreve como compreensão do paradigma BIM de uma forma ampliada pelos docentes. Este impasse é fruto de uma “natural” barreira que os paradigmas tecnológicos enfrentam (Kuhn, 2005). O BIM interfere diretamente no protagonismo do profissional Arquiteto e Urbanista, dado que substitui o processo de projeto linear para um processo de projeto integrado e colaborativo, baseado em uma geração 3D paramétrica ou topológica que atenda da simulação à previsão e a tomada de decisão pautada em dados.

## 2.1 CONCEITUAÇÕES DO BIM

Em relação à compreensão do BIM para sua futura implementação em uma instituição de ensino, é preciso observar a variedade de denominações e conceituações da tecnologia BIM. Penttilä (2006), ao refletir sobre as mudanças nas tecnologias de informações de arquitetura, descreveu o BIM como uma metodologia que propicia o gerenciamento das informações da construção. O National BIM Standard Committee (NBIMS, 2007) definiu o BIM através do escopo produto, processo e ferramenta, o BIM como produto é uma representação digital inteligente de dados, como processo, é uma automação das capacidades e de uso das informações e como uma ferramenta é um gerenciamento do fluxo de trabalho e de vida do edifício. No referenciado “Manual de BIM” de Eastman *et al.* (2014), os autores trabalharam com uma definição abrangente para o propósito do livro, definindo o BIM como uma tecnologia e um conjunto de processos. Na mesma linha, Succar (2009) e Wong, Wong e Nadeem (2010) também posicionam o BIM como uma tecnologia e conjunto de processos. Já Kymmell (2008) utiliza o termo simulação de projeto, mas também se direciona a um mesmo sentido, de um modelo 3D correlacionado com o planejamento, a construção e a operação. É importante destacar que os conceitos e metodologias hoje empregados ao BIM, segundo Menezes (2011), foram publicados pela primeira vez em 1975 no extinto AIA Journal, pelo norte-americano Charles M. Chuck Eastman, na então Carnegie-Mellon University. Já o termo BIM começou a ser popularizado por Jerry Laiserin, consultor americano especialista em tecnologia aplicada às construções. Jerry deu origem à International Alliance for Interoperability, atual Building SMART (IAI) que é

uma autoridade global que lidera a transformação digital do ambiente construído pela criação e adoção de padrões internacionais abertos para infraestrutura e edificações tratando de dados, processos e terminologia. Dentre os padrões internacionais estabelecidos pela buildingSMART está o IFC – Industry Foundation Classes (ISO 16739:2013), o padrão mais importante na área de interoperabilidade no setor da AEC e a mola mestra por trás do BIM (BIM Forum Brasil, 2023).

Entretanto, observa-se ainda um vasto número de substantivos para a conceituação BIM, a saber: metodologia, ferramenta, método ou plataforma. Para fins deste trabalho, considerou-se apenas o conceito que gira em torno da definição

do **BIM como uma tecnologia** e um conjunto de processos que produzem, comunicam e analisam modelos da construção civil.

Para uma compreensão do BIM, podemos também observar os conceitos de tecnologia e processo mais profundamente. A palavra Tecnologia é resultado da união do grego *techné*, que significa saber fazer com o termo grego *logus*, que significa razão, consistindo então na razão do saber fazer (Rodrigues, 2001). Mas, em outras palavras, a tecnologia exige um profundo conhecimento do por quê e do como seus objetivos são alcançados, se constituindo em um “conjunto de atividades humanas associadas a um sistema de símbolos, instrumentos e máquinas” (Veraszto *et al.*, 2009, p. 26). Já o processo é

uma sequência organizada e predeterminada de atividades, associada a seus respectivos instrumentos de controle, orientados a se atingirem determinados objetivos. essas atividades são organizadas em etapas, os objetivos de cada etapa são estabelecidos e são realizados controles que autorizam a passagem de uma etapa à seguinte (Manziona, 2013, p. 3).

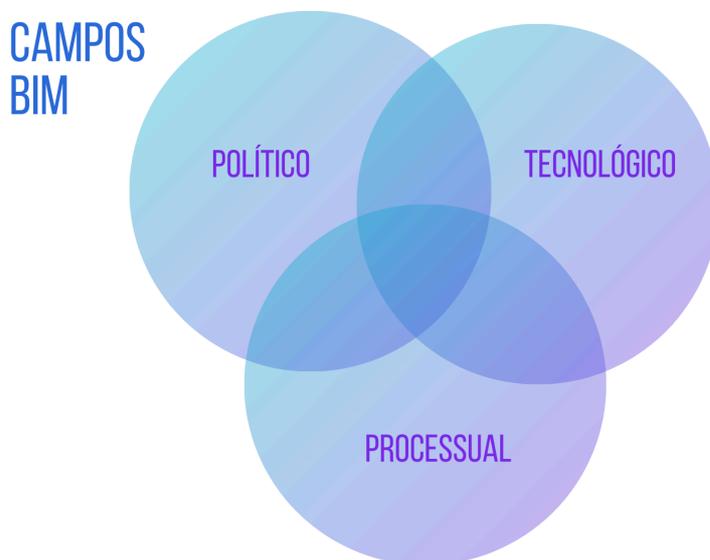
Portanto, uma atividade processual adequa metas em partes executáveis para atingir um objetivo, e uma modelagem de processo pode ser entendida em uma “prototipagem” da atividade processual, onde se alcança uma visualização de cada etapa a ser conquistada, assim como uma criação das etapas, ou seja, do processo de forma deliberada e estudada. A tecnologia de modelagem da informação da construção aborda, dessa forma, um conjunto de atividades associadas para uma completa modelagem de cada etapa, controlada e orientada a um objetivo específico do ambiente construído.

Contudo, Succar (2009) propõe a criação de um *framework* para justamente organizar e sistematizar todo o conceito do BIM para seu refinamento e difusão. Succar (2010) pontua posteriormente os alinhamentos conceituais do BIM com Bernstein (2005), CWIC (2004), Hampson e Brandon (2004) e NIST (2004). Para Succar (2009), a estrutura de um *framework* é necessária para posicionar o BIM como uma “integração de produto e modelagem de processo” (p. 368, tradução nossa) para além da definição de tecnologia e processo. Succar (2009) atentou também para o fato de que era preciso superar o abismo entre o mercado e a academia, e, para tal, no intuito de “identificar as estruturas de conhecimento do domínio, dinâmica interna e requisitos de implementação” (Succar, 2010, p. 3) o autor apresenta uma **estrutura triaxial** composta por **campos, estágios e lentes** de

forma a dar mecanismos de negociação e concretização das possibilidades para a implementação BIM. O primeiro diz respeito à classificação de agentes e produtos. O segundo, os estágios, referem-se aos níveis de implementação da tecnologia. O terceiro, as lentes, à gradação de referência que avalia os dois primeiros.

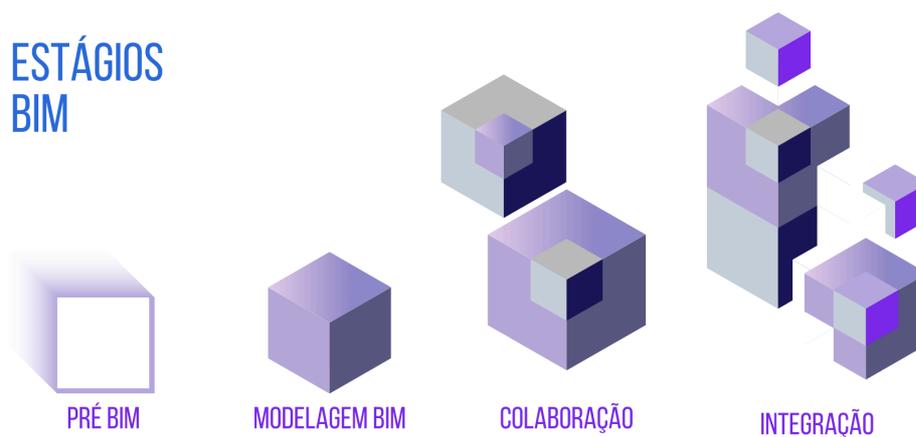
Como ilustrado na Figura 3, os campos político, tecnológico e processual são interseccionados, dessa forma, “interagem dentro da indústria AECO gerando novos produtos, serviços e funções” (Succar, 2010, p. 4, tradução nossa). Formados através de um agrupamento conceitual, determinado de forma indutiva, de objetos de conhecimento da indústria da AECO, os campos se distinguem e se sobrepõem. Dentre os estágios de implementação ou maturidade, Succar (2009) delimitou três estágios, resumidamente, para além do estágio pré BIM bidimensional. O primeiro corresponde a uma modelagem baseada em objetos; o segundo, em uma modelagem baseada na colaboração; e, o terceiro, uma modelagem integrada como ilustrado na Figura 04. Além disso, como camadas de análises, aplicadas aos campos e aos estágios, as lentes BIM pretendem controlar a complexidade para cada domínio BIM, e são uma compreensão de camadas aditivas, como ilustrado na Figura 5. Segundo Succar (2009, p. 362), ao fim da implementação BIM, seria alcançado o *Integrated Project Delivery* (IPD), termo popularizado pela *American Institute of Architects* (AIA), no qual ocorre a “[...] fusão dos domínios tecnológicos, dos processos e das políticas, integrando pessoas, sistemas, e práticas em processo colaborativo”.

Figura 03: Campos BIM



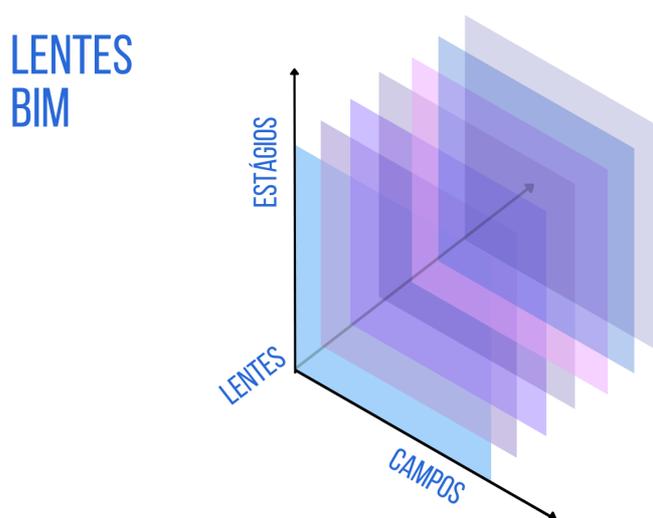
Fonte: adaptado de Succar (2009).

Figura 04: Estágios BIM



Fonte: adaptado de Succar (2009).

Figura 05: Lentes BIM



Fonte: adaptado de Succar (2009).

Esta estrutura de lentes, campos e estágios, compõem a construção conceitual defendida por Succar *et al.* (2013) em sua tese. Sua pesquisa apresenta um quadro teórico representativo, que é construído sobre *frameworks*, modelos, taxonomias, classificações e compreende conceitos, atributos, relações e visões de conhecimento na qual o autor apresentou as seguintes ferramentas práticas:

- O dicionário BIM, módulo online;
- O índice de maturidade BIM;
- A matriz de maturidade BIM;
- Avaliação individual de competências, online;

- Índice de competência individual;
- Pontuação de maturidade/capacidade organizacional.

Este trabalho se utiliza desta construção teórica e aprofunda o conceito das competências BIM, a ferramenta da matriz de maturidade BIM, e por último a taxonomia dos Usos do Modelo, elementos chave na discussão da implementação BIM difundida pela Rede de Células BIM ANTAC.

### **2.1.1 Competências BIM**

O inventário estruturado de Competências BIM ou Hierarquia de Competências BIM consiste em uma elaboração conceitual de Succar, Sher e Williams (2013) para definição de habilidades individuais que podem ser classificadas e medidas para contribuir na implementação BIM, ou seja, focadas em um perfil BIM, que dê base à criação de um portfólio BIM e uma gestão da aprendizagem BIM. A Tabela de Competências da BIM *Excellence*, vide Anexo A, baseada nos estudos de Succar, Sher e Williams (2013) pode ser usada para organizar Itens de competências além de fornecer uma estrutura que subsidie:

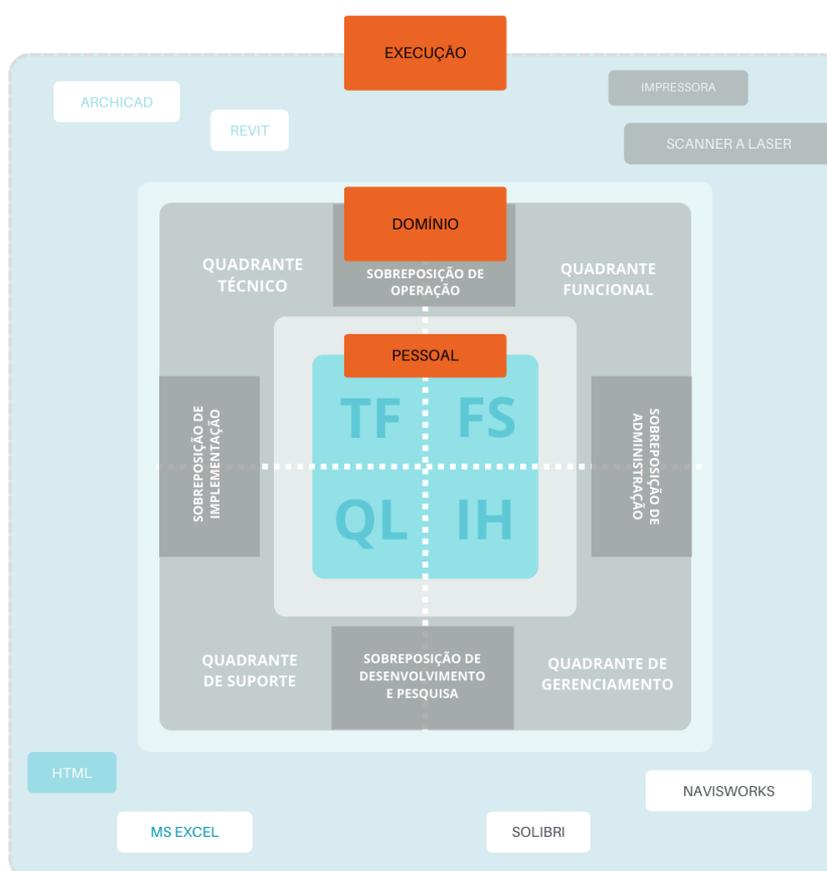
- Desenvolvimento de módulos de avaliação para avaliar e comparar as habilidades de indivíduos, grupos e organizações inteiras;
- Desenvolvimento de regimes de certificação baseados em competências e programas de acreditação;
- Desenvolvimento de unidades de aprendizagem e programas educacionais baseados em competências; e
- Identificação de perfis de competência de funções variadas em mercados e disciplinas.

Segundo o documento, cada item de competência é uma frase ou sentença que representa uma habilidade, atividade ou resultado que pode ser avaliado, aprendido ou aplicado. Cada item de competência pertence a um tópico de competência dentro de um conjunto de competências específicas.

As competências BIM, como proposto por Succar, Sher e Williams (2013), são distribuídas nos campos da execução, do domínio e das habilidades pessoais como ilustrado na Figura 06. O campo de competências pessoais diz respeito àquelas que capacitam o indivíduo a entregar um resultado mensurável e são divididas em quatro

traços: (i) os Traços fundamentais; (ii) as Habilidades situacionais, (iii) as Habilitações e Licenças e os (iv) Indicadores históricos. O campo de competências de domínio diz respeito às habilidades profissionais e estes são divididos em oito conjuntos dos quais quatro são primários e quatro secundários advindos de suas sobreposições. O campo da execução reúne então as capacidades específicas e operacionais de executar uma ação ou um entregável, como operar equipamentos, veículos ou ferramentas.

Figura 06: Quadrantes e hierarquia das competências de Succar, Sher e Williams (2013)



Fonte: adaptado de Succar, Sher e Williams (2013, p.182, tradução nossa).

A lista atualizada de competências BIM conta atualmente com 201 itens e encontra-se disponibilizada no site da *BIME Initiative*<sup>12</sup>. As competências BIM servem

<sup>12</sup> <https://bimexcellence.org/resources/200series/201in/>

de base para a construção do índice de maturidade BIM<sup>13</sup> e a Matriz de maturidade BIM (Succar;Poirier., 2020).

### 2.1.2 Matriz de Maturidade BIM

A *BIM Maturity Matrix*, ou Matriz de Maturidade BIM, apresentada por Succar (2010), compõe a grade de documentos da BIM Excellence e consiste em uma ferramenta de avaliação de uma organização com base no índice de maturidade BIM, que se utiliza da subdivisão em cinco níveis. No preenchimento da matriz, de acordo com o Quadro 02, estão distribuídos os cinco níveis de maturidade para cada área de competência BIM.

Quadro 02: Modelo de Matriz de Maturidade BIM

Áreas de competência BIM	Nível					
		Inicial	Definido	Estabelecido	Integrado	Otimizado
TECNOLOGIA	software					
	hardware					
	network					
PROCESSO	infraestrutura					
	produtos e serviços					
	recursos humanos					
	lideranças					
POLÍTICA	regulatória					
	contratual					
	preparatória					

Fonte: adaptado de Succar (2010, p. 31-34, tradução nossa).

<sup>13</sup> O Índice de maturidade BIM corresponde a uma métrica proposta por Succar (2009) onde “a progressão dos níveis mais baixos para os mais altos de Maturidade BIM indica (i) melhor controle através da minimização de variações entre metas e resultados reais, (ii) melhor previsibilidade e previsão, reduzindo a variabilidade na competência, desempenho e custos e (iii) maior eficácia em alcançar objetivos definidos. objetivos e definir novos objetivos mais ambiciosos. O BIMMI aplica-se aos Estágios BIM e aos Passos BIM em escalas organizacionais ou maiores (por exemplo, Disciplinas, Indústrias e Mercados)”. Disponível em: <https://www.bimframework.info/2013/12/bim-maturity-index.html>. Acesso em: 18 set. 2023.

Os resultados da aplicação da Matriz de Maturidade<sup>14</sup> enquadram uma instituição, organização ou equipe de projeto em três estágios sendo eles:

- Estágio 1: modelagem baseada em objetos. simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida;
- Estágio 2: colaboração baseada na modelagem: multidisciplinar, intercâmbio acelerado de modelos, e
- Estágio 3: integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos ND através das fases do ciclo de vida da edificação.

Tais estágios estratificam-se em três escalas:

- Micro - Organizações: Dinâmicas e entregáveis em BIM;
- Meso - Equipes de projeto: (múltiplas organizações): dinâmicas inter organizacionais e entregáveis em BIM, e
- Macro - Markets: dinâmicas e entregáveis em BIM.

O modelo de maturidade é derivado do conceito de maturidade BIM, que envolve um conjunto de processos de aperfeiçoamento em direção a objetivos específicos (Succar, 2009), o que torna a compreensão e aplicação BIM facilitada e melhorada. A capacidade BIM é outro conceito trabalhado por Succar (2009), necessário para compreender a maturidade. Pois, a primeira diz respeito aos entregáveis no processo de produção<sup>15</sup>, e a segunda a extensão, profundidade, previsibilidade e replicabilidade no processo<sup>16</sup>.

### **2.1.3 Taxonomia de Usos do Modelo ou *Model Use***

A classificação apresentada por Succar, Saleeb e Sher (2016) dos Usos do Modelo ou *Model Use* é fruto de uma investigação com base em estudos de diversos países, e uma proposta prática para uma aplicação do BIM no ciclo de vida de uma edificação de acordo com o *framework* proposto pelo autor (Succar, 2009). A proposição de uma definição do conceito de Uso do modelo surgiu também como uma resposta a alguns conflitos como o termo BIM nos EUA se referir ao Modelo de

---

<sup>14</sup> A descrição deste método será detalhada adiante por ser exatamente o método recomendado pela Rede Células BIM ANTAC.

<sup>15</sup> no que diz respeito ao modelo como processo de produção

<sup>16</sup> no que diz respeito à modelagem como processo produtivo

Informação da Construção e na Austrália a Modelagem de Informação da Construção; o fato do termo não se referir exclusivamente à indústria da construção civil, além de ser semanticamente ligado aos termos usados pela ISO 29481-1(2010, p.32).

Foram classificados 211 Usos BIM pela *BIMe Initiative*<sup>17</sup> divulgados pela BIM excellence.org. A abordagem do grupo BIM Excellence e da BIMe Initiative é referenciada na pesquisa de Succar (2009)(2010) e um grupo crescente de estimados colaboradores internacionais (BIM Excellence, 2022). Os Usos do Modelo são um dos tipos de Usos da Informação, que incluem também os Usos Documentais e Usos de Dados. Os Usos do Modelo, encontrados na íntegra no Anexo B, são agrupados em três categorias: Usos Gerais, Usos de Domínio e Usos Customizados como demonstrados da Figura 07.

Os Usos Gerais do Modelo são aplicáveis em todos os setores, sistemas de informação e domínios de conhecimento. MUs gerais incluem a palavra 'modelagem' em seu nome e normalmente são medidas usando métricas de granularidade (por exemplo, Nível de Definição, Nível de Desenvolvimento e Nível de Granularidade) no nível do componente/item. Existem atualmente 52 MUs Gerais – com centenas de sinônimos potenciais – organizados como uma única Série MU, General Modeling (1000-1990).(…) Os usos do modelo de domínio são específicos do setor. (…) Usos do Modelo de Domínio de Construção (ou Usos BIM para abreviar). O formato de nomenclatura para cada uso do modelo de domínio é um substantivo + adjetivo (ou apenas um adjetivo). Existem atualmente 76 MUs de Domínio, organizadas em sete MU Series (…) Os usos do modelo personalizado são uma combinação de usos do modelo geral e de domínio. As MUs personalizadas são adaptadas – quando necessário – para cada projeto, Cliente/Empregador ou requisitos de modelagem específicos do mercado. Não há um número fixo de MUs personalizadas e todas são organizadas em uma única série de MUs, modelagem personalizada (9000-9990). (BIM Excellence, 2022, tradução nossa).

Sendo assim, com esta classificação, são dadas as principais características e elucidadas as capacidades de uma aplicação BIM. Mas, para um correto Uso do Modelo, é necessário o desenvolvimento de Competências BIM, também classificadas pelo mesmo grupo de pesquisadores e elencadas nos subitens 2.1.2 e 2.1.3. Para melhor compreensão dos Usos, a seguir serão ilustrados dois dos possíveis grupos de Usos do Modelo (Figura 08 e 09) do domínio da Indústria da Construção Civil de acordo com a subdivisão apresentada pela Figura 07, no campo do Ambiente Construído.

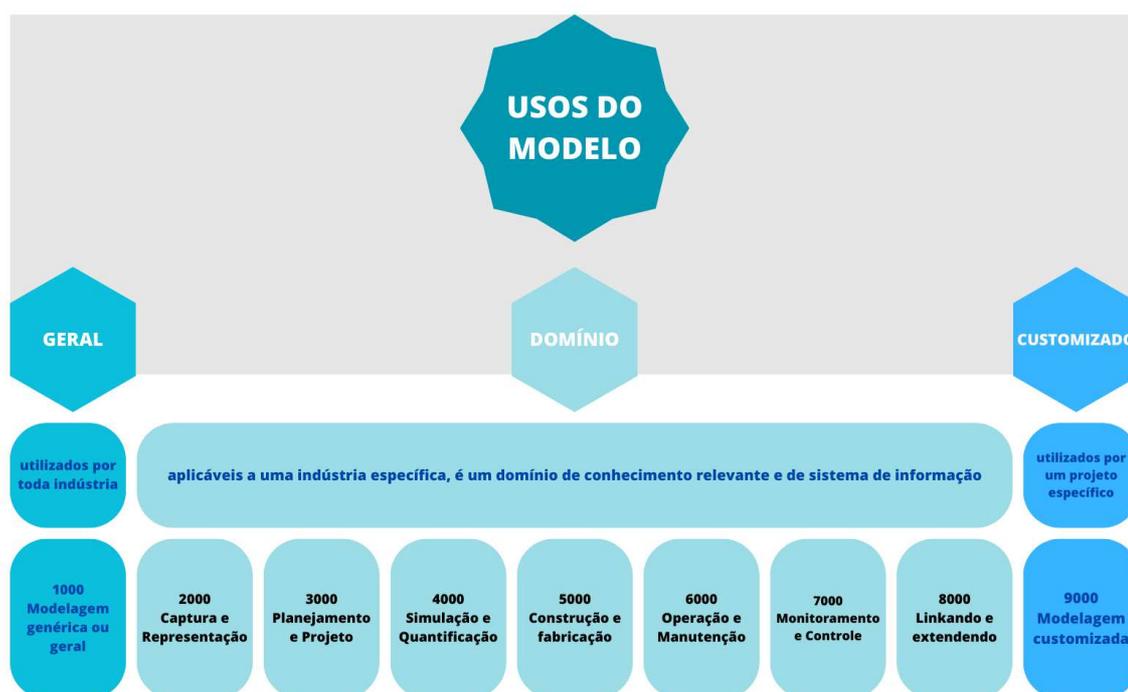
<sup>17</sup> <https://bimexcellence.org/resources/200series/211in/>

Figura 07: Usos da Informação



Fonte: adaptado de *BIMe Initiative*<sup>18</sup>

Figura 08: Usos do Modelo



Fonte: adaptado de *BIMe Initiative*<sup>19</sup>

É importante salientar a contribuição de Kreider e Messner (2015), em sua proposição de uma ontologia de usos do modelo, que além de servir de base para a compilação de Succar, Saleeb e Sher (2016) popularizou o termo e categorizou os usos, principalmente em relação ao propósito e requisito do modelo. Contudo, Kreider e Messner (2015) afirmam que mesmo sem o uso do BIM, ou seja, utilizando processos tradicionais, as definições dos Usos do Modelo ainda são úteis, pois o

<sup>18</sup> <https://bimexcellence.org/resources/200series/211in/>

<sup>19</sup> <https://bimexcellence.org/resources/200series/211in/>

BIM não altera o propósito fundamental da ontologia apresentada, que é, em suma, melhorar o ciclo de vida da edificação. Os autores tecem a proposta de que o termo *Usos do Modelo*, de fato, substitua o termo BIM, pois, dessa forma estará em vias de se normalizar e perpetuar em toda a indústria. Para os fins desta pesquisa, permaneceremos com a terminologia BIM, mas reconhecendo a contribuição conceitual das definições dos Usos do Modelo<sup>20</sup>.

## 2.2 O ENSINO DO BIM NA ARQUITETURA E URBANISMO

A principal questão do ensino do BIM nas IES diz respeito ao motivo pelo qual inserir, onde, quando e *como inserir* nos cursos que possam se beneficiar da tecnologia. Ressalta-se que o BIM é compreendido neste trabalho como atividade meio, e não o objetivo final, independente da aplicação. Baseada na solução de problemas da construção civil, o projeto é uma atividade de análise, síntese e avaliação que pode se beneficiar muito da modelagem da informação da construção (Andrade; Ruschel; Moreira, 2011). Existe um benefício da utilização do BIM em projetos da construção civil, assim como no processo de aprendizagem de conteúdos acadêmicos sobre projetos da construção civil. Ou seja, pode-se dizer que se discute o ensino de projeto auxiliado pelo BIM e o ensino do projeto baseado no BIM (Batistello; Balzan; Pereira, 2019). Ambas situações parecem ser de grande urgência para o setor, dado que o aprendizado de conteúdos auxiliados pelas ferramentas BIM potencializa a aplicação da tecnologia como um todo na atuação profissional futura do aluno e sua compreensão dos conceitos, usos e competências BIM. No entanto, várias dificuldades são observadas tanto para a primeira quanto para a segunda forma de implementação do BIM nas IES (Checcucci; Amorim, 2014). De acordo com Delatorre (2014), podem ser listadas dez potencialidades da aplicação do BIM na aprendizagem de projeto como listado no Quadro 03.

Quadro 03. Potencialidades do BIM na aplicação da aprendizagem

1	Contribuição para casos reais
2	Ensino combinado de diferentes métodos de integração para o projeto

<sup>20</sup> Principalmente por ser um conceito incorporado nas metodologias da Rede de Células BIM ANTAC

3	Informações de planejamento, incorporação de tarefas de gerenciamento com atribuições a diferentes pessoas
4	Otimização do plano de projeto
5	Melhoria na análise, na validação e na verificação
6	Diminuição de erros pela integração de disciplinas
7	Redução do número de erros de projeto
8	Estímulo ao uso de análises e simulações durante as fases projetuais que contemplam custos, conforto térmico, acústico e lumínico
9	Coordenação eficaz entre o projeto arquitetônico e os de conhecimentos inerentes
10	Melhoria e maior rapidez na tomada das decisões

Fonte: Delatorre (2014)

Segundo Simas, Silva e Carvalho (2021, p.1), “desde as últimas décadas do século XX, os avanços tecnológicos estão mudando os processos de projeto e de ensino em Arquitetura e Urbanismo”. Dessa forma, as competências dos arquitetos e urbanistas devem ser trabalhadas de forma a consolidar novos conhecimentos e habilidades que as novas tecnologias evocam. Compreender a aplicabilidade do modelo de estrutura de competência desenhado por Durand (2000, p.2), que é “construído em torno de três dimensões (conhecimento, *know-how* e atitudes)”, é interessante tanto para o universo da gestão de empresas, quanto para outras áreas do conhecimento. No caso, Durand (2000, p. 1) utiliza tal modelo para “documentar o conceito de competência nas organizações”, e Barison e Santos (2016, p.114), a partir de Durand (2000), organizam três categorias de competências classificadas nas três dimensões supracitadas para o universo do ensino superior:

- conhecimentos, habilidades e atitudes que são naturalmente adquiridos na graduação;
- conhecimentos, habilidades e atitudes que poderiam ser desenvolvidos na graduação, e
- conhecimentos, habilidades e atitudes que devem ser postergados para a pós-graduação ou serem adquiridas no ambiente profissional.

Como demonstrado no Quadro 04, podemos observar que as sugestões de Barison e Santos (2016) para serem trabalhadas na graduação, tratam de uma exemplificação das competências BIM de um arquiteto dentro de dimensões de

trabalho que estão de acordo com o modelo de estrutura de competência de Durand (2000).

Quadro 04: Conhecimentos, habilidades e atitudes a serem trabalhadas na graduação para o desenvolvimento de Competências BIM

Conhecimentos	Habilidades	Atitudes
Conceitos relacionados a BIM; Parametrização; Coordenação BIM; Detecção de Interferências; Fluxo de trabalho BIM e Gestão de Interoperabilidade Padrões BIM.	Ferramentas BIM e aplicativos (revisão, autoria e verificação de modelos); Geração de documentação 2D a partir de modelos BIM; Modelagem BIM utilizando um conjunto pré-definido de padrões e diretrizes; Gerar modelo de massas em ferramenta BIM; Gerar renderizações de qualidade a partir do modelo BIM Gerar animação 3D para visualizações internas e externas (walk-through, fly- through) dentro de um ambiente BIM.; Modelagem paramétrica e implementação/ adaptação de famílias de componentes BIM; Visualização espacial; Habilidades pessoais e interpessoais; Extração de quantidades e documentações do modelo; Uso de ferramentas BIM para análises de sustentabilidade (solar, energética etc); Ferramentas de comunicação e de colaboração	Ser um membro da equipe; Ter iniciativa; Ser autogerido; Ser disposto a ensinar outros

Fonte: adaptado de Barison e Santos (2016, p. 115).

Podemos partir da análise realizada por Barison e Santos (2016), para uma reavaliação das competências propriamente ditas elencadas pela DCN do MEC para os cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo. O papel do Arquiteto e Urbanista envolve, segundo Barison e Santos (2016), oito competências BIM como demonstrado no quadro 05.

Quadro 05: Resumo das competências BIM para um arquiteto

1	Habilidades no uso de ferramentas de autoria BIM e aplicativos para projeto arquitetônico.
2	Conhecimento específico de outras disciplinas (instalações, energia, estrutura e construção), dos conceitos inerentes ao BIM, de desenhos de construção e de especificações, além de extração de quantidades a partir do modelo BIM.
3	Compreensão do trabalho em equipe e habilidades básicas de comunicação, bem como conhecimento sobre ferramentas de comunicação e colaboração habilitadas para o trabalho em contexto BIM.
4	Conhecimento sobre: tecnologias de construção e sua influência sobre o desempenho térmico do edifício; as distribuições de pressão (vento e ar) no invólucro do edifício; e interpretação de gráficos, tabelas e equações para que faça bom uso das informações

	disponibilizadas pelas ferramentas computacionais.
5	Capacidade de lidar com dados de geometria do modelo, que são necessários para softwares de análises, para que possa trocar as informações de projeto com esses especialistas.
6	Conhecimento de como modelar componentes de arquitetura, bibliotecas, padrões BIM, templates e LoD (Nível de Desenvolvimento).
7	No caso do arquiteto assumir a tarefa de coordenação do processo BIM, serão necessárias habilidades de gerenciamento, consideráveis qualidades pessoais, como a priorização e o compromisso, além de habilidades de autogestão, tais como organização e gerenciamento do tempo. Nesse caso, são essenciais conhecimentos sobre: detecção de interferências, processos de coordenação e fluxo de trabalho BIM.
8	Outros requisitos podem incluir: o conhecimento da real capacidade de produção com software; aplicações e equipamentos de prototipagem digital aplicada à produção de modelos, protótipos; e fabricação de elementos não padronizados e customizados.

Fonte: adaptado de Barison e Santos (2016, p. 112-113).

No entanto, no que diz respeito às atuais competências e habilidades atribuídas aos Arquitetos e Urbanistas de acordo com a Resolução nº2/2010, Art. 5º. temos sete competências que podem ser relacionadas às competências BIM propostas por Barison e Santos (2016) como demonstrado no Quadro 06.

Quadro 06: Competências para um arquiteto em relação às competências BIM

Nº	Competências dos Arquitetos e Urbanistas (Resolução Nº2/2010)	Competência BIM RELACIONADA
I	o conhecimento dos aspectos antropológicos, sociológicos e econômicos relevantes e de todo o <b>espectro de necessidades, aspirações e expectativas individuais e coletivas quanto ao ambiente construído</b>	Nenhuma*
II	a compreensão das questões que informam as ações de preservação da paisagem e de avaliação dos impactos no meio ambiente, com vistas ao <b>equilíbrio ecológico e ao desenvolvimento sustentável;</b>	5. Capacidade de lidar com dados de geometria do modelo, que são necessários para softwares de análises, para que possa trocar as informações de projeto com esses especialistas.
III	as habilidades necessárias para conceber projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo e para realizar construções, <b>considerando os fatores de custo, de durabilidade, de manutenção e de especificações, bem como os regulamentos legais, de modo a satisfazer as exigências culturais, econômicas, estéticas, técnicas, ambientais e de acessibilidade dos usuários;</b>	1. Habilidades no uso de ferramentas de autoria BIM e aplicativos para projeto arquitetônico.

IV	o conhecimento da história das artes e da estética, suscetível de <b>influenciar a qualidade da concepção e da prática de arquitetura, urbanismo e paisagismo;</b>	Nenhuma*
V	os conhecimentos de teoria e de história da arquitetura, do urbanismo e do paisagismo, considerando sua produção no contexto social, cultural, político e econômico e tendo como <b>objetivo a reflexão crítica e a pesquisa;</b>	Nenhuma*
VI	o domínio de <b>técnicas e metodologias de pesquisa</b> em planejamento urbano e regional, urbanismo e desenho urbano, bem como a compreensão dos sistemas de infraestrutura e de trânsito, necessários para a <b>concepção de estudos, análises e planos</b> de intervenção no espaço urbano, metropolitano e regional;	5. Capacidade de lidar com dados de geometria do modelo, que são necessários para softwares de análises, para que possa trocar as informações de projeto com esses especialistas.
VII	os conhecimentos especializados para o <b>emprego adequado e econômico dos materiais de construção e das técnicas e sistemas construtivos, para a definição de instalações</b>	2. Conhecimento básico de outras disciplinas (instalações, energia, estrutura e construção), dos conceitos inerentes ao BIM, de desenhos de construção e de especificações, além de extração de quantidades a partir do modelo BIM.

Fonte: da Autora

Pode-se compreender a relação muito próxima entre ambas listagens de competências, e que de certa forma, as competências BIM para arquitetos e urbanistas elencadas por Barison e Santos (2016) nada mais são que uma atualização tecnológica das terminologias e necessidades técnicas agora exigidas desses profissionais. A tecnologia BIM está diretamente relacionada ao alcance de uma interdisciplinaridade e ao conhecimento instrumental de técnicas no tratamento de informações colocadas como necessárias aos cursos de arquitetura e urbanismo em 2010 (Brasil, 2010). No entanto, é necessário ressaltar que as competências BIM 3, 6, 7 e 8 são uma novidade no quesito abrangência de atuação profissional. Os conhecimentos sobre padrões BIM, Nível de Desenvolvimento (LOD), bibliotecas, templates, gerenciamento e autogestão, ferramentas de comunicação e colaboração, interoperabilidade, formato IFC, e prototipagem digital são exemplos de um acréscimo para maior qualidade da produção técnica dos profissionais da construção civil, como arquitetos e urbanistas. Tal acréscimo ainda não está absorvido na DCN como observado, mas pode-se esperar uma dispersa inserção em grades curriculares brasileiras, que se atualizam de maneira orgânica.

As competências I, IV e V da resolução Nº2/2010 não possuem relação com as competências BIM de Barison e Santos (2016), pois se tratam de um

embasamento histórico/cultural com objetivo de reflexão crítica do profissional arquiteto e urbanista. Com o advento do HBIM, entende-se que o contato com o patrimônio histórico/cultural e seu respectivo estudo crítico e analítico pode ser facilitado por tecnologias BIM tais como *scanner* a laser ou câmara para fotogrametria terrestre para obtenção das chamadas nuvens de pontos, com informações geométricas e colorimétricas. Contudo, compreende-se que o objetivo das competências IV e V não é o projeto de restauro, preservação do patrimônio histórico, e sim o estudo teórico e crítico das correntes artísticas e arquitetônicas para a formação crítica do aluno, tais ferramentas e habilidades podem ser desenvolvidas em situações de estúdio de projeto arquitetônico, paisagístico e urbanístico.

A resolução 2/2010, que institui a DCN do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, e a Lei 12378/2010, que regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo entre outras providências, são as responsáveis pelo atual perfil do profissional Arquiteto e Urbanista brasileiro. Há uma relação complementar de conhecimentos desejados ao arquiteto e urbanista pelas diretrizes curriculares nacionais e pela Lei 12378/2010, como bem esclarecido por Batistello, Balzan e Pereira (2019, p. 4). Os autores ressaltam que os “conhecimentos (com os) quais os profissionais devem dominar para a execução de suas tarefas e a relação destes conhecimentos com as habilidades, é que criam as competências”. No entanto, a eficiência deste ensino baseado em competências está atrelada a uma **capacitação de uma habilidade específica por mais de um conhecimento**, além disso, nota-se que, nas grades curriculares atuais dos cursos de Arquitetura e Urbanismo brasileiras, as habilidades sejam tratadas isoladamente sem de fato ativar o perfil generalista (Batistello; Balzan; Pereira, 2019).

De acordo com o Art. 2º da Lei 12378/2010, as atividades e atribuições do arquiteto e urbanista consistem em:

I - supervisão, coordenação, gestão e orientação técnica; II - coleta de dados, estudo, planejamento, projeto e especificação; III - estudo de viabilidade técnica e ambiental; IV - assistência técnica, assessoria e consultoria; V - direção de obras e de serviço técnico; VI - vistoria, perícia, avaliação, monitoramento, laudo, parecer técnico, auditoria e arbitragem; VII - desempenho de cargo e função técnica; VIII - treinamento, ensino, pesquisa e extensão universitária; IX - desenvolvimento, análise, experimentação, ensaio, padronização, mensuração e controle de qualidade; X - elaboração de orçamento; XI - produção e divulgação técnica especializada; e XII - execução,

fiscalização e condução de obra, instalação e serviço técnico (Brasil, 2010, p. 1).

A Lei especifica que tais atividades se apliquem aos determinados campos de atuação no setor:

I - da **Arquitetura e Urbanismo**, concepção e execução de projetos; II - da **Arquitetura de Interiores**, concepção e execução de projetos de ambientes; III - da **Arquitetura Paisagística**, concepção e execução de projetos para espaços externos, livres e abertos, privados ou públicos (...); IV - do **Patrimônio Histórico Cultural e Artístico, arquitetônico, urbanístico, paisagístico**, (...); V - do **Planejamento Urbano e Regional**, (...); VI - da **Topografia, elaboração e interpretação de levantamentos topográficos cadastrais** (...), foto-interpretação, leitura, interpretação e análise de dados e informações topográficas e sensoriamento remoto; VII - da **Tecnologia e resistência dos materiais**, dos elementos e produtos de construção, patologias e recuperações; VIII - dos **sistemas construtivos e estruturais**, (...); IX - de **instalações e equipamentos referentes à arquitetura e urbanismo**; X - do **Conforto Ambiental** (...); XI - do **Meio Ambiente, Estudo e Avaliação dos Impactos Ambientais**, (...) e Desenvolvimento Sustentável. (Brasil, 2010, p.1, grifo nosso).

Compreende-se que o perfil generalista do profissional de Arquitetura e Urbanismo necessita que as habilidades requeridas para o exercício profissional sejam trabalhadas por vários campos do conhecimento, e esta formação é possível tanto com uma integração entre as disciplinas da grade curricular acadêmica quanto com a implementação do BIM no ciclo de fundamentação e profissionalização como uma “Tecnologia de Modelagem e um conjunto associado de processos de comunicação produção e análise da construção civil” de forma a atuar como meio de integração dos conhecimentos (Eastman *et al.*, 2014, p.13).

O projeto desenvolvido em ateliê pode ser visto como uma metodologia ativa se, de fato, conseguir integrar os conhecimentos abordados, mas caso essa integração não ocorra, a prática se torna sem sentido. (Batistello; Balzan; Pereira, 2019). As ferramentas escolhidas para esta integração no processo de projeto são o diferencial, e as ferramentas baseadas na Tecnologia BIM, se demonstram especialmente desenhadas para facilitar a formação das competências no processo de aprendizagem (Batistello; Balzan; Pereira, 2019). O processo é que deve ser alvo de estudo e foco das discussões, segundo Lawson,

o processo de aprender “fazendo”, não é o mesmo processo de “saber fazer”, que trabalha as habilidades acadêmicas. O diferencial para o saber fazer, é trabalhar as habilidades a partir dos conhecimentos prévios, que pode ser adquirido pela problematização e construção do conhecimento, e aqueles que durante o processo de

aprendizado serão adquiridos. (Lawson, 2011 *apud* Batistello; Balzan; Pereira, 2019, p. 5).

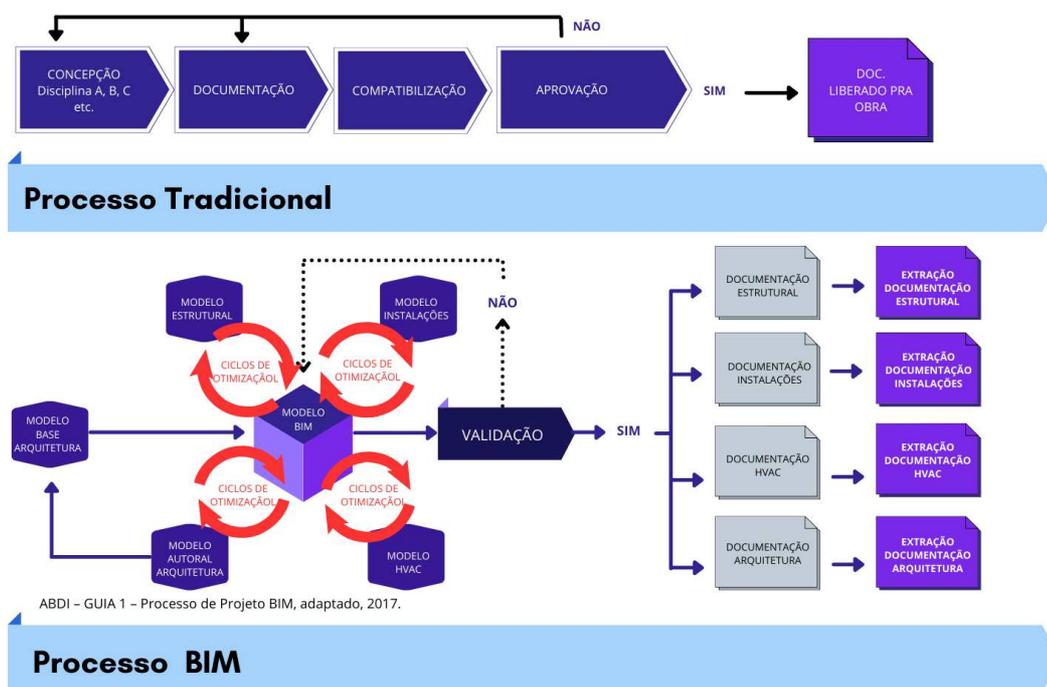
A sequência análise, síntese e avaliação é frequente entre as descrições dos métodos de projeto possíveis para desenvolvimento de projetos arquitetônico, urbanístico e paisagístico (Batistello; Balzan; Pereira, 2019) também lidos como ciclos, como ilustrado pela Figura 09. O processo de projeto BIM quebra a linearidade tradicional que fabricava os paralelismos e retrabalhos no setor, e fomenta os ciclos de projeto como ilustrado pela Figura 10.

Figura 09: Ciclo de Método de Projeto



Fonte: da Autora

Figura 10: Processos Tradicional e Auxiliado pelo BIM



Fonte: da Autora, adaptado de ABDI – GUIA 1 – Processo de Projeto BIM (2017).

As ferramentas baseadas na tecnologia BIM facilitam o desenvolvimento de várias soluções para um mesmo problema de projeto, o fácil acesso às simulações e a interoperabilidade entre diversos softwares de mais de uma área do conhecimento também contribui para a maior experimentação e desenvolvimento das competências. Dessa forma, o BIM pode ser a ferramenta de aprendizagem ou até mesmo a mudança necessária para o alcance de um perfil de fato generalista do arquiteto e urbanista (Batistello; Balzan; Pereira, 2019).

Nesse sentido, segundo Turk e Starcic (2020), a pesquisa sobre a pedagogia BIM emerge ainda lentamente. Os autores ressaltam as contribuições de Hjelseth (2017) na compilação de três estruturas<sup>21</sup> para integração do BIM no ensino superior de forma a sustentar a vertente contra o ensino isolado do BIM, e sim integrado nas disciplinas tradicionais da AECO; e estudam a vertente sobre “como o BIM está rompendo a educação em construção em geral”<sup>22</sup> baseado nos estudos de pedagogia de Howe e Bery (2000) e Christie e Martin (2008) a respeito da preocupação com a “construção da linguagem e seu impacto na transferência de conhecimento” (Turk; Starcic, 2020, p.4, tradução nossa).

Para Turk e Starcic (2020), é possível analisar cinco cenários ou níveis de como o BIM está já alterando a educação. No primeiro nível, o BIM moderniza o ensino do CAD, ou seja, os cursos estão formando alunos capazes de serem modeladores BIM qualificados, com o ensino das ferramentas de modelagem BIM (Revit, ArchiCAD ou AliPlan) e cursos extras podem atender uma demanda por futuros gerentes ou coordenadores BIM, neste nível não há mudanças no quadro curricular. No segundo nível, o BIM moderniza a gestão da construção, ou seja, os cursos que por natureza integram processos construtivos, cursos de gerenciamento da construção, vão investir no BIM. Dessa forma, o BIM permanece restrito a alguns silos de conhecimento, mas há um início de uma integração no ensino dos tópicos de comunicação de gerenciamento e projeto. No terceiro nível, o BIM é usado por

---

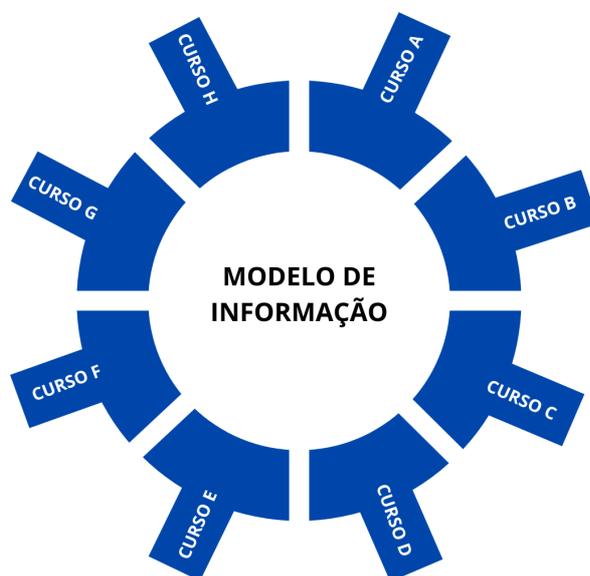
<sup>21</sup> a) Projeto Integrado e Soluções de Entrega; b) Conhecimento de Conteúdo Pedagógico Tecnológico e c) Trindade do BIM como modelo de informação de construção/ modelagem/gestão; todas no sentido de tornar o BIM uma ferramenta para aprendizado de arquitetura e engenharia.

<sup>22</sup> “A comunicação na indústria costumava ser transacional - várias pessoas se comunicavam entre si, muitas vezes inventando a representação simbólica adequada ao propósito daquele ato de comunicação e à conceituação daquele determinado problema. O que estava acontecendo era semelhante ao que estava acontecendo na sala de aula. A comunicação na indústria agora é por meio do compartilhamento de um modelo BIM. A informação não é trocada, mas compartilhada e existe uma única representação simbólica para todos os propósitos (Turk; Starcic, 2019, p.5, tradução nossa)”.

cursos tipos como verticais, ou seja, tópicos específicos como estruturas, materiais, etc, mas ainda ensinados isoladamente com um software especializado. No quarto nível, cursos verticais reconhecem a utilização do BIM para compartilhar conceituações e padrões BIM utilizando softwares de análise que troca informações com o BIM. No quinto nível, o conhecimento é “BIMificado”, ou seja, inicia-se um processo de codificação do conhecimento como uma extensão do software BIM.

No caminho para uma proposição final de estrutura curricular ideal para o mais avançado nível de ensino do BIM, Turk e Starcic (2020, p. 8, tradução nossa) desenvolvem a estrutura em forma de T, “onde o elemento vertical representado pela letra T aprofunda o conhecimento especializado que o curso historicamente ofereceu” ao mesmo tempo que representa uma forma de conectar os campos específicos ou silos de conhecimentos, como ilustrado na Figura 11. Dessa forma, seria possível tornar o ensino BIM capaz de proporcionar o profundo aprendizado ou específico, assim como o aprendizado baseado em modelos e o aprendizado baseado em projetos/solução de problemas reais.

Figura 11: Estrutura curricular ideal para o mais avançado nível de ensino do BIM



Fonte: adaptado de Turk e Starcic (2020).

Contudo, a implementação do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo encontra uma rede de referências aprofundadas e referendadas em relação aos benefícios e mapeamento de capacidades advindas dela. Ou seja, para além das dificuldades elencadas, é discutido o profundo impacto que o BIM já causou na indústria da AECO, e que causará nas estruturas de ensino.

### **3 CÉLULA BIM FAU/UFJF E O FOMENTO À IMPLEMENTAÇÃO BIM**

A Célula BIM FAU/UFJF consiste em um grupo de docentes, discentes, técnicos administrativos em educação e colaboradores externos da FAU/UFJF, que possuem o objetivo de difundir o ensino do BIM no curso de arquitetura e urbanismo da referida faculdade, através de um Plano de Implementação BIM e de práticas educativas como cursos e eventos. A instituição de uma Célula BIM no curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFJF se deu a partir da adesão ao grupo “Rede Células BIM ANTAC”, por meio do coordenador do curso, Prof.Dr. Ricardo Ferreira Lopes e do vice-coordenador, Prof. Dr. Frederico Braida. Para a implantação, a Célula BIM FAU/UFJF contou com o engajamento da autora deste trabalho, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído (PROAC). Será explicitado a seguir o contexto de criação da Rede de Células BIM ANTAC, uma descrição do atual ensino do BIM no Curso de Arquitetura e Urbanismo da FAU/UFJF e o contexto de discussão do BIM na FAU/UFJF que levou à criação da Célula BIM FAU/UFJF.

#### **3.1 REDE CÉLULA BIM ANTAC**

Um conjunto de ações voltadas para a implantação do BIM nas IES brasileiras foi iniciado pelo Ministério da Economia através da Estratégia BIM BR. O projeto Construa Brasil é uma delas e foi apresentado formalmente no dia 26 de abril de 2022. Foi criado no âmbito do Termo de Colaboração estabelecido entre o Ministério da Economia e a Rede Catarinense de Inovação (Recepeti), (...) por meio do Construa Brasil, uma das metas é a difusão do Building Information Modeling (BIM) no Brasil (desdobramentos da Estratégia BIM BR) (BRASIL, 2019). O projeto Construa Brasil possui nove metas e dentro da meta de número 7 denominada: Estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM, é colocada a submeta 7.2 que dispõe da

Criação de “Célula BIM” em uma universidade pública a ser selecionada pelo Ministério da Economia por meio da disponibilização de equipamentos e mobiliários, aquisição de softwares, capacitação e treinamento, além de consultoria para viabilizar a montagem da Célula BIM capaz de realizar três dos

principais casos de usos: o desenvolvimento de modelos BIM de Edificações; o desenvolvimento de modelos BIM de rodovias e ainda, a execução da análise de modelos BIM, com extração de quantidades para a execução de orçamentos e planejamentos de empreendimentos. A estrutura deverá conter no mínimo: 3 estações de trabalho com 2 anos de licenças de pelo menos 2 softwares BIM proprietários (a ser definido no plano de trabalho) e 2 anos de serviços de consultoria BIM – 4 horas por dia/3 dias na semana (Brasil, 2019).

A Rede de células BIM é atualmente coordenada pelo Grupo de Trabalho de Tecnologia da Informação na Construção da ANTAC, pelos coordenadores Profa. Dra. Regina Ruschel (UNICAMP) e Prof. Dr. Sérgio Leal Ferreira (USP) e possui colaboração de vários pesquisadores vinculados a instituições de ensino superior. A Rede de células BIM ANTAC possui Diretrizes, Projeto Executivo, Coordenação das células BIM, Grupo técnico Consultivo e, como uma das ações, o Desenvolvimento do Portal BIM Acadêmico (BIMFORUM, 2022). Para construção do grupo de universidades participantes da rede, foi realizado um chamamento nacional em dezembro de 2021, em que 70 professores universitários responderam, abrangendo 31 IES públicas e privadas. Desde fevereiro de 2022, a rede células BIM se reúne de forma online e continua em expansão.

Através do Portal BIM Acadêmico<sup>23</sup>, organizado pelos professores Regina Ruschel (UNICAMP), Sadi da Silva Seabra Filho (UFPE) e Caroline Kehl (ULBRA), todas as demais células BIM podem se guiar através do Plano de Implantação BIM (PIB) disponibilizado e também acessar um banco de dados de teses, dissertações e artigos brasileiros, mapa de conteúdos online, cursos de especialização, guias BIM e uma relação de softwares BIM. No banco de dados de teses e dissertações do Portal BIM Acadêmico, consultado em maio de 2022, encontram-se 185 trabalhos e no de artigos 5.151. No banco de artigos, 15 foram classificados como “BIM no ensino” e no de teses e dissertações, 18 foram classificados como relacionados ao ensino. Todo o material se restringe a publicações no Brasil.

O PIB, apresentado no Portal BIM Acadêmico, constitui a atividade fim de uma célula BIM, e tem como base de fundamentação a avaliação de um curso a

---

<sup>23</sup> O Portal BIM Acadêmico foi desenvolvido no âmbito do Projeto Construa Brasil e suas Células BIM universitárias. O objetivo do portal é disponibilizar conteúdos relacionados à Modelagem da Informação da Construção (BIM) que auxiliem professores universitários, de escolas técnicas e de capacitação no desenvolvimento de planos de implantação e disciplinas. Também se objetiva que alunos e profissionais que desejam construir competência em BIM aqui encontrem suporte neste esforço (Portal BIM Acadêmico, 2023).

partir de um modelo de maturidade BIM (Böes; Barros Neto; Lima, 2021) e de um modelo de Identificação da potencial Interface com BIM na Matriz Curricular (Método, 2021).

O modelo de Identificação da potencial Interface com BIM na Matriz Curricular desenvolvido por Método (2021) é uma “análise documental e categorial das ementas do curso” que são classificadas em quatro categorias como descrito no Quadro 07 e sintetizado graficamente pela Caixa de Resposta do Quadro 08.

Quadro 07- Categorias do Método (2021)

<p><b>CATEGORIA A :</b> Verificação da relação entre o componente curricular e BIM</p>	<p>(1) não existe interface com o tema; (2) pode haver interface, a depender do foco que o professor dê para a disciplina, e (3) existe uma interface clara com o paradigma BIM.</p>
<p><b>CATEGORIA B: CONCEITO:</b> Avaliação dos conteúdos da modelagem que podem ser trabalhados</p>	<p>(1) ciclo de vida da edificação; (2) colaboração; (3) interoperabilidade; (4) coordenação do processo de modelagem; (5) modelagem geométrica tridimensional; (6) parametrização; (7) orientação a objetos; (8) semântica do modelo; (9) visualização do modelo, e (10) simulação e análise numéricas.</p>
<p><b>CATEGORIA C: COMPETÊNCIAS BIM</b> Análise das competências BIM de domínio técnico ou de execução, possíveis de serem desenvolvidas</p>	<p>(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 / trabalhar 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 /...), e (10) Outras</p>



15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6	<b>Disciplina X</b>						1	2
2	7							1	5
3	8							2	6
4	9	1	2	3	4	5	6	3	7
5	10	1	2	3	1	2	3	4	8

carga horária: 30 horas
categoria a: nome da disciplina do ciclo de fundamentação com possível interface
categoria b: conceito 1 a 5 trabalhados
categoria c: competências bim 1 a 4 trabalhadas
categoria d: estágios de implementação: modelagem
categoria e: integração: com alunos de diferentes cursos
categoria f: ciclo de vida: estudo de viabilidade e projeção
categoria g: disciplinas: somente arquitetura de edificações
categoria h: tipo: trabalho prático

LEGENDA DE CORES	
CLARA	Existe interface clara: as células serão pintadas na intensidade ESCURA da cor do núcleo de componentes
POSSÍVEL	Pode existir interface, a depender do foco que o docente dê ao curso: as células serão pintadas na intensidade MÉDIA da cor do núcleo de componentes
SEM INTERFACE	Se não existir interface, a célula será pintada na intensidade CLARA da cor do núcleo de componentes.

Fonte: adaptado de Método (2021).

A proposta é colocada pelos autores como não excludente da criação de disciplinas específicas para discussão da modelagem da informação da construção, mas reconhece que o paradigma BIM não consegue ser discutido em sua totalidade em um único ciclo de formação da graduação, independente do curso da indústria da AECO.

O modelo de maturidade BIM para Instituições de Ensino Superior, apresentado por Boes, Barros Neto e Lima (2021), foi colocado como primeiro passo no plano de Implantação BIM sugerido pela Rede Células BIM ANTAC, no entanto, as discussões da rede encaminharam para a necessidade de uma revisão da métrica do modelo. No Quadro 09, encontram-se os três eixos principais de análise de uma Maturidade BIM, o eixo de iniciativas do âmbito Político, do âmbito dos Processos e do âmbito da Tecnologia. Cada um desses eixos é metrificado através de aspectos, como no Quadro 10, com a exemplificação dos níveis de maturidade e sua pontuação relacionada.

Quadro 09: Eixos de análise do nível de maturidade

EIXO	ASPECTOS
Política  Compreende todas as iniciativas, ações e visões	<b>Capacitação Docência (Pol.1)</b>
	Engajamento BIM do corpo docente (Pol.2)
	Visão Institucional BIM (Pol.3)
	Ensino BIM (Pol.4)

institucionais acerca do BIM	Extensão Acadêmica (Pol.5)
	Iniciação Científica (Pol.6)
	Decreto Federal 9.337:2018 (Pol.7)
<b>Processo</b>  Compreende o desempenho do ensino, pesquisa e extensão em BIM	Usos BIM (Pro.1)
	Disciplinas BIM (Pro.2)
	Publicações (Pro.3)
	Alunos Capacitados (Pro.4)
<b>Tecnologia</b>  Compreende toda a infraestrutura, tecnológica ou física, para o desenvolvimento do ensino BIM	Acordos institucionais com desenvolvedores de Software (Tec.1)
	Software (Tec.2)
	Acordos institucionais com fabricantes de hardware (Tec.3)
	Hardware (Tec.4)
	Infraestrutura (Tec.5)

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

Quadro 10: Descrição da Pontuação do Aspecto Capacitação Docência (Pol.1)

NM	PTS	CAPACITAÇÃO DOCÊNCIA
Pré-BIM	5 pts	Não há nenhum incentivo ou programa de capacitação em BIM destinado ao corpo docente.
Inicial	20 pts	Incentivo informal para capacitação BIM ao corpo docente. Não ocorre de forma institucionalizada e formalizada.
Definido	30 pts	Existência de incentivos ou programa de capacitação em BIM ao corpo docente, de forma institucionalizada e formalizada.
Integrado	40 pts	Existência de incentivos ou programa de capacitação em BIM ao corpo docente, de forma institucionalizada e formalizada. Treinamentos periódicos, conforme planejamento estratégico BIM.
Otimizado	50 pts	Existência de incentivos ou programa de capacitação em BIM ao corpo docente, de forma institucionalizada e formalizada. Treinamentos periódicos, conforme planejamento estratégico BIM. Exigência do BIM na matriz de competências para contratação de professores.

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

Esses três eixos, Política, Processos e Tecnologia, e seus aspectos avaliativos para construção de uma maturidade BIM em uma instituição de ensino superior, foram reavaliados pela Rede Célula BIM ANTAC e aplicados como metodologia de diagnóstico das Células da Rede.

### 3.2 O CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA FAU/UFJF E O BIM

O curso atualmente sediado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da UFJF tem gênese no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Engenharia, que teve início em 1992. Em 1995, foi formado o Departamento de Arquitetura e Urbanismo (AUR) dentro da Faculdade de Engenharia que posteriormente foi extinto, no momento da criação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, pelo Conselho Superior da UFJF em 29 de agosto de 2014, o que ocasionou na origem de dois departamentos: (1) Departamento de Projeto, Representação e Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo (DPRT) e (2) Departamento de Projeto, História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo (DPHT). O curso de Arquitetura e Urbanismo é composto por disciplinas dos departamentos DPRT e DPHT e também por disciplinas do: Departamento de Transportes e Geotecnia (TRN); Departamento de Construção Civil (CCI); Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ESA); Departamento de Energia Elétrica (ENE); Departamento de Estruturas (ETU); Departamento de Ciências Sociais (CSO); Departamento de Geociências (GEO); Departamento de História (HIS). São, atualmente, 27 professores efetivos no DPRT e DPHT, 15 professores nos demais departamentos e oito técnicos administrativos em educação (TAE) que atendem a um número de 422 alunos no primeiro semestre de 2022 (PPC, 2021).

O curso de Arquitetura e Urbanismo da FAU/UFJF pretende ser capaz de formar arquitetos comprometidos com o desenvolvimento local, regional e nacional, que propõem soluções físico-espaciais que atendam as demandas da sociedade (PPC, 2021). No perfil do egresso, constam, fundamentalmente, as habilidades de concepção, desenvolvimento, coordenação, supervisão e orientação de projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo.

A matriz curricular vigente aponta para uma grade horária de 3600 horas, como demonstrado na Figura 12, na qual as disciplinas são agrupadas em quatro áreas do conhecimento, sendo elas Representação e Expressão, História e Teoria, Projeto e Tecnologia. Existe uma divisão em três ciclos de formação, sendo eles o ciclo de fundamentação, o ciclo profissionalizante e o trabalho final de curso. O currículo é então composto por atividades complementares, estágio obrigatório, TCC e as disciplinas obrigatórias, eletivas e optativas como demonstradas na Tabela 1.



A matriz curricular de 2016 é estruturada em dois núcleos principais de conteúdos (ou ciclos de formação): (i) núcleo de conhecimentos de fundamentação (do primeiro ao quarto período) e; (ii) núcleo de conhecimentos profissionais (do quinto ao oitavo período), seguidos pelo Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (do nono ao décimo período) (PPC, 2021, p. 41-42). Ressalta-se que, embora esses núcleos de conhecimento sejam denominados de fundamentação e profissional, eles não devem ser confundidos com os dois núcleos preconizados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo (DCN): Núcleo de Conhecimentos de Fundamentação e Núcleo de Conhecimentos Profissionais (Brasil, 2010, p. 3). Enquanto o PPC do CAU/FAU/UFJF adota uma abordagem para os núcleos centrada na periodização da formação, as DCN associam os núcleos a diferentes campos do saber, os quais, respectivamente, fornecem “o embasamento teórico necessário para que o futuro profissional possa desenvolver seu aprendizado” e “destinados à caracterização da identidade profissional do egresso” (Brasil, 2010, p. 3). As disciplinas obrigatórias estão divididas em quatro áreas: (a) projeto de arquitetura, urbanismo e paisagismo; (b) história e teoria; (c) representação e expressão gráfica; e (d) tecnologia.

Nesta matriz, percebe-se uma clara permeabilidade BIM nas disciplinas de Expressão Digital Artística II (PRT014), Representação Digital Técnica I (PRT001) e Representação Digital Técnica II (PRT002) e Modelagem Digital e Prototipagem (PRT009) segundo Andrade (2018). Em sua análise, Andrade (2018, p.155) propôs um modelo de adequação de conteúdos BIM a matrizes curriculares com a identificação de permeabilidade de conteúdo com base em Checcucci e Amorim (2014), no entanto, enfatiza que a sua proposta apresentada de adequação da matriz do CAU/FAU/UFJF consiste em uma pré-análise, sem validade de aplicação pois acredita que a “a distribuição e amplificação dos conteúdos com maior consistência devam ser feitas em conjunto com o corpo docente do curso”. Para além disso, suas principais contribuições consistem na reflexão em si de um cenário de implementação BIM que interfira o mínimo na matriz curricular. Para Andrade (2018, p.137-138),

as disciplinas do primeiro ao quarto período (...), farão parte do NPBIM introdutório. (...) no NPBIM introdutório a plataforma BIM pode ser ensinada em disciplinas de representação gráfica digital. Não há necessidade de o aluno possuir conhecimento prévio em ferramentas digitais CAD ou qualquer outro pré-requisito para cursar disciplinas com este nível de proficiência. Cria-se, neste nível, um

suporte didático para formar o aluno como modelador BIM, ou seja, o objetivo principal é instrumentalizar os discentes no uso de ferramentas BIM, principalmente, as de representação de projeto. Já as disciplinas do quinto ao oitavo período, serão relacionadas ao NP BIM intermediário: “[...] sugere-se o desenvolvimento das atividades em ateliês de projeto integrado, pois os trabalhos são desenvolvidos em grupo e cada aluno assume um papel específico na realização do projeto que pode ser dividido por especialidade. Neste nível de proficiência se exige que o aluno possua conhecimentos sobre fundamentos do projeto, representação gráfica e domínio de uma ferramenta BIM [...]” É proposto que as disciplinas da área continuem alocadas no Ciclo de Fundamentação para que os recursos aprendidos possam ser utilizados em outras disciplinas do Ciclo Profissionalizante, o que entra em conformidade com o modelo de NP BIM adotado. Também foi sugerida uma reorganização do desenvolvimento dos conteúdos para que ocorra o fechamento da área na disciplina PRT009, como é observado na matriz atual.

Por fim, vale destacar que, atualmente, a matriz curricular passou por uma revisão para a incorporação das atividades de extensão como componentes curriculares, bem como para pequenos ajustes. Sua publicação foi posterior à coleta e análise realizada pelo grupo Célula BIM FAU/UFJF. A nova matriz curricular foi vista para fins de conferência do nível de atualizações e modificações realizadas, e não observou-se alteração significativa em direção a uma implementação BIM.

### **3.3 CÉLULA BIM FAU/UFJF**

Na composição da célula BIM, sediada na FAU/UFJF, após aprovação no Conselho de Unidade, a mestrandia em Ambiente Construído (linha Projeto do Ambiente Construído), Natália Rosa Fantin, junto ao Prof. Dr. Frederico Braidia realizaram uma chamada interna para docentes e técnicos administrativos em educação (TAEs), o que culminou na adesão de mais cinco docentes e um TAE. Dessa forma, os nove participantes estabeleceram uma frequência de encontros quinzenais, com leituras de nivelamento e incentivo à capacitação do grupo em BIM. As atividades direcionadas para reprodução nas células BIM espalhadas das IES brasileiras são voltadas para a formação, treinamentos, levantamentos, diagnósticos, e o Plano de Implementação BIM na matriz curricular. Ressalta-se que ao todo na UFJF foram instaladas a célula BIM da FAU/UFJF e a célula BIM do curso de engenharia civil da Faculdade de Engenharia. No entanto, os grupos desenvolvem suas atividades separadamente.

O grupo Célula BIM FAU/UFJF foi formado inicialmente por alguns docentes da FAU, um TAE, dois discentes da Pós-Graduação em Ambiente Construído da Faculdade de Engenharia, um arquiteto colaborador externo e seis discentes do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU/UFJF.

De acordo com a recomendação da Rede de Células BIM ANTAC, através do Plano de Implantação BIM divulgado na Plataforma BIM Acadêmico, a composição ideal de uma célula é de 1:2, ou seja, a cada um docente, dois discentes. O objetivo principal da Célula BIM FAU/UFJF, vinculada à Rede de Células BIM ANTAC, é facilitar a elaboração do PIB do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFJF (Coordenação CAU/FAU/UFJF, 2022). As ações das Células BIM são orientadas, por meio de diagnósticos sugeridos, para o desenvolvimento de um plano de ação que dialoga e potencializa o projeto pedagógico do Curso, ou seja, uma Pesquisa-Ação. Dessa forma, os objetivos secundários da célula são:

1. Difundir o BIM como tecnologia, processo e política na Arquitetura e Urbanismo;
2. Discutir as potencialidades de integração do BIM no ensino, na pesquisa e na extensão, no âmbito do curso de Arquitetura e Urbanismo da FAU/UFJF, buscando viabilizar projetos e ações;
3. Promover treinamentos, capacitações e atualizações para as diversas ferramentas BIM, primordialmente voltadas para a comunidade do curso de Arquitetura e Urbanismo da FAU UFJF, buscando viabilizar a infraestrutura necessária, e
4. Promover ações de comunicação/divulgação da Célula BIM FAU/UFJF, a fim de promover o engajamento da comunidade do Curso de Arquitetura e Urbanismo da FAU/UFJF e dar publicidade às ações da rede.

Dessa forma, a célula hoje compõem o núcleo de interessados em refletir sobre o BIM e têm iniciado suas atividades conforme recomendado pela Rede Célula BIM, com os diagnósticos de maturidade BIM e de permeabilidade da matriz curricular como descrito a seguir.

### **3.3.1 Maturidade BIM da FAU/UFJF**

Através das reuniões com a Rede de Células BIM ANTAC, a Célula BIM FAU/UFJF realizou o diagnóstico de maturidade BIM revisado pelo grupo e disponibilizado pelo Portal BIM Acadêmico, proposto por Böes, Barros Neto e Lima (2021). O diagnóstico adequou o modelo de maturidade de Succar (2010) para a

realidade das instituições de ensino superior com 16 critérios divididos em três eixos, o que resulta em uma grade de cinco níveis de maturidade para a instituição como descrito no item 3.1 deste trabalho.

Os resultados da aplicação do diagnóstico no CAU/FAU/UFJF foram publicados no Encontro Nacional de Ensino de BIM - ENEBIM (2022). A pontuação totalizou um índice de 40,71%, o que classificou o Curso de Arquitetura da FAU/UFJF com média maturidade até aquele momento. Para o alcance desta pontuação foram apresentados brevemente as justificativas de cada critério em cada eixo, apresentados a seguir:

Quadro 11: Critérios de Pontuação para Maturidade BIM

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
<b>CAPACITAÇÃO DA DOCÊNCIA</b>	incentivo informal para capacitação BIM ao corpo docente. Não ocorre de forma institucionalizada e formalizada.
<b>ENGAJAMENTO BIM DO CORPO DOCENTE</b>	Até 10% do corpo docente domina a metodologia e software BIM. Não há nenhum tipo de engajamento.
<b>VISÃO INSTITUCIONAL BIM</b>	O BIM é enxergado como importante, mas não como prioridade ou como metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos.
<b>EXTENSÃO ACADÊMICA</b>	Não há nenhuma iniciativa BIM na extensão acadêmica.
<b>INICIAÇÃO CIENTÍFICA</b>	Não há nenhuma iniciativa BIM na Iniciação Científica. No entanto, há um grupo de estudos com o objetivo de criação da Iniciação Científica em BIM.
<b>COMPETÊNCIAS BIM</b>	10 competências encontradas.
<b>DISCIPLINAS BIM</b>	Existe uma disciplina que envolve o BIM diretamente.
<b>PUBLICAÇÕES</b>	Publicações esporádicas, sem periodicidade, com alcance em congressos regionais e nacionais.
<b>ENSINO BIM</b>	O ensino BIM consiste em: Introdução ao BIM; Software BIM.
<b>SOFTWARE</b>	Não há nenhum acordo institucional com desenvolvedores de software.
<b>ACORDOS INSTITUCIONAIS COM DESENVOLVEDORES DE SOFTWARES</b>	Software instalados em apenas alguns computadores, sem controle da instituição, sem controle de licenças e sem monitoramento.
<b>HARDWARE</b>	Hardware adequados em um laboratório de informática destinados aos alunos. Aquisição de hardware ocorre sem nenhum planejamento de acordo com os usos e software BIM pretendidos.
<b>INFRAESTRUTURA</b>	Não há nenhum acordo institucional com fabricantes de hardwares.

Fonte: adaptado de Fantin e Braida (2022).

O curso trabalha hoje até dez competências, como colocado no Quadro 12, Fantin e Braida (2022) destacam que dos oito conjuntos de competências divulgados pela BIM Excellence, a abordagem no CAU/FAU se restringe a somente três, que focam mais na operacionalização de modelos BIM e habilidades técnico-práticas.

Quadro 12: Competências Encontradas no CAU/FAU/UFJF

CÓDIGO	CONJUNTO DE COMPETÊNCIA	COMPETÊNCIA
O01	<b>OPERACIONAL</b>	Modelagem Geral
O02		Captura e Representação
O03		Planejamento e Projeto
O04		Simulação e Quantificação
O05		Construção e Fabricação
T05	<b>TÉCNICA</b>	Documentação
T06		Apresentação e Animação
R01	<b>PESQUISA E DESENVOLVIMENTO</b>	Pesquisa Geral em BIM
R02		Planejamento e Estratégia de implantação BIM
R06		Pesquisa e Análise

Fonte: adaptado de Fantin e Braida (2022).

No entanto, é possível ressaltar que, dado o pequeno engajamento do corpo docente na totalidade com repercussão na visão institucional, as competências acima trabalhadas se concentram em poucos docentes e não necessariamente com grande profundidade.

### 3.3.2 Permeabilidade BIM na Matriz Curricular

O método de diagnóstico da permeabilidade BIM da Matriz Curricular em IES foi aplicado pela Célula BIM FAU/UFJF e ao analisarem a matriz curricular vigente do CAU/FAU/UFJF, à luz do entendimento que se tem sobre os núcleos de conhecimento nas DCN, as disciplinas foram divididas em dois núcleos: de

Fundamentação e Profissional. As disciplinas do Núcleo de Conhecimento de Fundamentação estão no quadro abaixo:

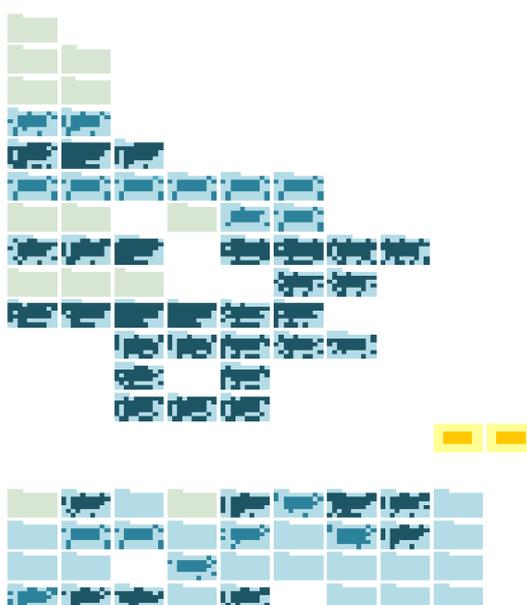
Quadro 13- Cores e tons utilizados por ciclo para preenchimento das Categorias

componentes curriculares	Sem interface	Possível interface	Clara interface
Núcleo de Fundamentação			
Núcleo Profissionalizante			
Trabalho Final de Curso			

Fonte: da Autora, 2021.

Na análise, foi ressaltado que as disciplinas: (i) Língua Brasileira de Sinais; (ii) Antropologia da Arquitetura e (iii) Avaliação pós ocupação não foram incluídas, a primeira por consistir em uma estratégia da universidade de maior disponibilização de vagas e universalização das línguas e as duas últimas por não terem nenhum texto ementário no registro. A matriz final apresentada os levou à realização de análises globais e locais. Como demonstrado na Figura 13 e mais detalhadamente no Anexo B, há uma concentração de interface BIM nas disciplinas do núcleo do conhecimento profissionalizante. As disciplinas obrigatórias foram dispostas em colunas de acordo com o período em que são ofertadas e as eletivas foram dispostas em um grupo à parte, no canto inferior da composição. (Célula BIM FAU/UFJF, 2022).

Figura 13- Permeabilidade BIM - Análise por contraste.



Fonte: Célula BIM FAU/UFJF

Dessa forma, as discussões sobre a permeabilidade BIM no CAU/FAU/UFJF levaram ao ao preenchimento da matriz de forma a enxergar alguma permeabilidade

BIM em todo o Núcleo Profissionalizante, com mais ênfase nas disciplinas de projeto Tecnologias e Estruturas.

Como próximas ações, a Célula BIM FAU/UFJF pretende trabalhar na promoção de cursos e oficinas de capacitação docente e discente, além de redigir um Plano de Implementação BIM de acordo com as discussões tomadas na Rede de Células BIM.

### **3.4 RESULTADOS DA PESQUISA EMPÍRICA**

A coleta de dados foi dividida em três etapas, são elas: (1) Aplicação de questionários, de maneira a mapear pontos que caracterizam a visão dos docentes da FAU/UFJF sobre as possibilidades e limitações em relação ao ensino do BIM no CAU/FAU/UFJF; (2) Realização de entrevista, de forma a compreender a visão da coordenação da Rede de Células BIM sobre a implementação BIM em Instituições de Ensino Brasileiras em nível nacional, e (3) Realização de grupos focais, de forma a discutir as possibilidades e limitações do ensino do BIM no CAU/FAU/UFJF.

Na primeira etapa, foi possível coletar de maneira geral o nível de capacitação em BIM entre os docentes, as utilizações já existentes do BIM e de modelos tridimensionais digitais no ensino de projeto de arquitetura e urbanismo nas disciplinas que lecionam, assim como a visão de cada professor sobre as possibilidades e limitações da implementação do BIM em seu contexto. A segunda etapa, a entrevista, busca compreender a visão da coordenadora da Rede Células BIM ANTAC Regina Ruschel sobre a implementação BIM nas IES. Desta forma, esperou-se delinear primeiramente em “nível nacional”, as possibilidades e limitações da implementação BIM em instituições de nível superior analisados pela Rede. Na última etapa, partiu-se para uma dinâmica de grupo focal disposta em dois encontros online em que os participantes consistiram nos membros correntes da Célula BIM FAU/UFJF.

### 3.4.1 Questionários

Através da coleta de dados via *Google Forms*, respondida por 14 docentes de forma anônima, foi possível reunir algumas informações, desde a utilização do BIM e de modelos tridimensionais digitais em sala de aula, até se o BIM compreendeu ou compreenderá alguma parte dos estudos de educação continuada dos docentes da FAU. A amostragem se revelou válida por compor mais de 50% do quadro atual de docentes.

As perguntas do questionário foram formuladas com o intuito de coletar as graduações possíveis de compreensão da modelagem da informação pelos atuais profissionais que compõem o quadro docente como demonstrado no quadro 14. Destaca-se a necessidade de situar o profissional de acordo com sua área de atuação de forma a contextualizar sua visão sobre o BIM. Dessa forma, coletou-se a frequência de uso de modelos digitais tridimensionais; classificação em níveis de importância dos usos BIM; se há um uso direto de algum software BIM em sua aula; se há alguma metodologia didática que aborda competências BIM mesmo que não diretamente vinculadas ao BIM; se o docente já se capacitou em BIM e a visão sobre a possibilidade de uma implementação BIM no CAU/FAU/UFJF. A primeira questão foi dedicada ao preenchimento do TCLE, sendo que o participante só poderia seguir no formulário após declarar consentimento aos termos.

Quadro 14: Perguntas do Questionário

FORMATAÇÃO DA PERGUNTA	DESCRIÇÃO
<p>2. Indique abaixo, a frequência que utilizou <b>modelos tridimensionais DIGITAIS</b> durante o ensino de projeto de arquitetura e urbanismo, seja por iniciativa dos alunos, seja por sua própria iniciativa, nas disciplinas lecionadas dos últimos 5 anos.</p> <p>Exemplos: Visualização do interior de uma catedral gótica; Apresentação de Projeto Final de Arquitetura e Urbanismo; Visualização de seção de via em Projeto Urbanístico e Paisagístico; Discussão de partido e conceito arquitetônico; Experimentação de operações formais entre outros.</p> <p>Marcar apenas uma oval.</p> <p><input type="radio"/> Muito frequente (em todas as aulas)</p> <p><input type="radio"/> Frequentemente (em todos trabalhos finais)</p> <p><input type="radio"/> Eventualmente (em orientações eventuais)</p> <p><input type="radio"/> Raramente (em poucas orientações ou trabalhos finais)</p> <p><input type="radio"/> Nunca (em nenhum momento das aulas)</p>	<p>A segunda questão, teve como objetivo identificar a frequência com que o docente utilizou modelos tridimensionais digitais nos últimos 5 anos de forma a possibilitar uma graduação do contato com o universo 3D digital seja por iniciativa própria, seja por experimentações vindas dos alunos.</p>

<p>3. Na sua opinião qual a importância da utilização da modelagem 3D nos dias atuais para atingir os objetivos a seguir: *</p> <p><i>Marcar apenas uma oval por linha.</i></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;"></th> <th style="width: 10%;">Muito Importante</th> <th style="width: 10%;">Importante</th> <th style="width: 10%;">Mediana</th> <th style="width: 10%;">Às vezes é importante</th> <th style="width: 10%;">Não é nada importante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Documentação 2D - uso de um modelo 3D para gerar uma planta baixa ou vista de seção e desta forma representar ortogonalmente todas as informações documentais de um projeto a nível básico ou executivo, exemplo: uma planta baixa com cotas e níveis ou um corte com detalhamento dos elementos construtivos.</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Comunicação Visual de um Projeto Arquitetônico- para apresentação de proposta formal e conceitual de um projeto arquitetônico.</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Análises de desempenho do projeto, como por exemplo de conforto térmico, acústico e luminoso</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table>		Muito Importante	Importante	Mediana	Às vezes é importante	Não é nada importante	Documentação 2D - uso de um modelo 3D para gerar uma planta baixa ou vista de seção e desta forma representar ortogonalmente todas as informações documentais de um projeto a nível básico ou executivo, exemplo: uma planta baixa com cotas e níveis ou um corte com detalhamento dos elementos construtivos.	<input type="radio"/>	Comunicação Visual de um Projeto Arquitetônico- para apresentação de proposta formal e conceitual de um projeto arquitetônico.	<input type="radio"/>	Análises de desempenho do projeto, como por exemplo de conforto térmico, acústico e luminoso	<input type="radio"/>	<p>A terceira questão se direcionou para a classificação em níveis de importância que o participante considera cada um dos itens apresentados. Os itens correspondem a alguns Usos BIM elaborados em curtas frases para fácil compreensão:</p> <p>a) Documentação 2D - uso de um modelo 3D para gerar uma planta baixa ou vista de seção e desta forma representar ortogonalmente todas as informações documentais de um projeto a nível básico ou executivo, exemplo: uma planta baixa com cotas e níveis ou um corte com detalhamento dos elementos construtivos.</p> <p>b) Comunicação Visual de um Projeto Arquitetônico- para apresentação de proposta formal e conceitual de um projeto arquitetônico.</p> <p>c) Compatibilização de Projetos Complementares</p> <p>d) Análises de desempenho do projeto, como por exemplo de conforto térmico, acústico e luminoso.</p> <p>e) Montagem do quadro quantitativo de um projeto arquitetônico para fins de orçamentação.</p> <p>f) Documentação As-built , como por exemplo: o levantamento físico de uma edificação histórica ou o levantamento físico de um apartamento existente a ser reformado</p>												
	Muito Importante	Importante	Mediana	Às vezes é importante	Não é nada importante																				
Documentação 2D - uso de um modelo 3D para gerar uma planta baixa ou vista de seção e desta forma representar ortogonalmente todas as informações documentais de um projeto a nível básico ou executivo, exemplo: uma planta baixa com cotas e níveis ou um corte com detalhamento dos elementos construtivos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																				
Comunicação Visual de um Projeto Arquitetônico- para apresentação de proposta formal e conceitual de um projeto arquitetônico.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																				
Análises de desempenho do projeto, como por exemplo de conforto térmico, acústico e luminoso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																				
<p>4. Você leciona alguma disciplina em que você utiliza na sala de aula alguma ferramenta baseada na tecnologia BIM? (Por exemplo: Autodesk Revit, Grafisoft ArchiCAD)</p> <p><i>Marcar apenas uma oval.</i></p> <p><input type="radio"/> Sim</p> <p><input type="radio"/> Não</p> <p><input type="radio"/> Não sei responder</p>	<p>A quarta pergunta direciona o docente a informar se leciona ou não uma disciplina que se utiliza de ferramentas BIM. São escolhidos dois dos mais utilizados softwares para arquitetura do mercado para ilustrar.</p>																								
<p>5. Você leciona alguma disciplina em que os alunos conhecidamente utilizam alguma ferramenta baseada na tecnologia BIM?</p> <p><i>Marcar apenas uma oval.</i></p> <p><input type="radio"/> Sim</p> <p><input type="radio"/> Não</p> <p><input type="radio"/> Não sei responder</p>	<p>A quinta pergunta objetiva saber se é do conhecimento do docente se os discentes utilizam ferramentas BIM</p>																								

<p>6. Sobre a Modelagem da Informação da Construção (BIM), você já realizou alguma capacitação a respeito?</p> <p><i>Marcar apenas uma oval.</i></p> <p><input type="radio"/> Sim <i>Pular para a pergunta 7</i></p> <p><input type="radio"/> Não <i>Pular para a pergunta 9</i></p> <p><input type="radio"/> Não sei responder</p>	<p>Na sexta pergunta, é pedido ao docente que revele se já realizou ou não uma capacitação em BIM</p>
<p>7. Qual tipo de capacitação em BIM você já realizou? *</p> <p><i>Marcar apenas uma oval.</i></p> <p><input type="radio"/> curso</p> <p><input type="radio"/> workshop</p> <p><input type="radio"/> palestra</p> <p><input type="radio"/> pós-graduação</p> <p><input type="radio"/> outros</p> <p>8. Qual a duração total ou aproximada da sua capacitação em BIM?</p> <p>_____</p>	<p>Na sétima pergunta, condicionada a aparecer apenas para os docentes que responderam sim para a pergunta seis, é pedido que o docente classifique o tipo de capacitação realizada dentre algumas opções gerais.</p> <p>Na oitava pergunta da mesma seção, o docente pode informar a duração aproximada da capacitação realizada.</p>
<p>9. Com a publicação do Decreto presidencial 10.306, de 2 de abril de 2020 que estabelece a utilização do BIM na "execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal" (BRASIL, 2020), no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do <i>Building Information Modelling</i> (Estratégia BIM BR), instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, a atuação de vários profissionais da área da construção civil se voltou para uma capacitação em BIM em seguida de uma implementação efetiva do BIM no mercado. Você concorda com este conjunto de iniciativas do governo federal?</p> <p><i>Marcar apenas uma oval.</i></p> <p><input type="radio"/> Concordo Totalmente</p> <p><input type="radio"/> Concordo</p> <p><input type="radio"/> Não concordo nem discordo</p> <p><input type="radio"/> Discordo</p> <p><input type="radio"/> Discordo Totalmente</p> <p><input type="radio"/> Prefiro não opinar</p>	<p>Na nona pergunta, o docente foi questionado sobre sua concordância ou não com o conjunto de iniciativas do governo federal em relação à disseminação do BIM.</p>
<p>10. Sobre a pergunta anterior, gostaria de comentar algo que justificasse sua opinião?</p>	<p>Na décima pergunta, em formato de resposta aberta, o docente poderia ou não comentar a resposta da pergunta anterior.</p>
<p>11. Você considera a utilização do BIM como recurso pedagógico para o ensino de projeto de arquitetura e urbanismo uma possibilidade <b>relevante</b>?</p> <p>Por exemplo: utilizar uma ferramenta BIM para modelagem paramétrica com opções de projeto para experimentar layouts de uma Habitação de Interesse Social que acompanhe o crescimento de uma unidade familiar. Neste exemplo o foco principal está no desenvolvimento da compreensão do espaço interior de uma habitação e na experimentação formal facilitada pela modelagem paramétrica da ferramenta BIM.</p> <p><i>Marcar apenas uma oval.</i></p> <p><input type="radio"/> Sim</p> <p><input type="radio"/> Não</p> <p><input type="radio"/> Não sei responder</p>	<p>A pergunta 11 se direciona para saber a opinião do docente sobre o BIM como um dos recursos pedagógicos possíveis e relevantes. É apresentado um exemplo para ilustrar situações em que o BIM pode ser utilizado como recurso pedagógico.</p>

<p>12. Você utiliza alguma metodologia didática que trabalhe competências de comunicação e trabalho em grupo ou colaborativo entre os alunos?</p> <p>Por exemplo, aprendizagem baseada em projetos ou em problemas</p> <p><i>Marcar apenas uma oval.</i></p> <p><input type="radio"/> Sim <i>Pular para a pergunta 13</i></p> <p><input type="radio"/> Não <i>Pular para a pergunta 14</i></p> <p><input type="radio"/> Não sei responder</p> <p>13. Qual metodologia didática ? *</p> <p>_____</p>	<p>A pergunta 12 objetiva saber se o docente se utiliza de metodologias didáticas que envolvem competências de comunicação e trabalho em grupo, seguida da pergunta de número 13 em que os docentes marcarem sim deveriam informar qual a metodologia é utilizada.</p>
<p>14. Você possui planos para se atualizar profissionalmente? Por exemplo, realizar alguma pós-graduação ou capacitação em temáticas relacionadas à sua atuação como docente do curso de Arquitetura e Urbanismo.</p> <p><i>Marcar apenas uma oval.</i></p> <p><input type="radio"/> Sim <i>Pular para a pergunta 15</i></p> <p><input type="radio"/> Não <i>Pular para a pergunta 18</i></p> <p><input type="radio"/> Não sei responder</p>	<p>A pergunta 14 é direcionada para a atualização profissional, e intenciona saber se o docente possui ou não possui planos para alguma pós-graduação ou capacitação.</p>
<p>15. Se sim, qual seria a(as) próxima (s)? *</p> <p>_____</p> <p>16. Através de quais plataformas ou instituições? *</p> <p>_____</p> <p>17. Em qual área? *</p> <p>_____</p>	<p>As perguntas 15, 16 e 17, objetivam saber mais detalhes da capacitação planejada e informada na pergunta anterior, respectivamente, qual capacitação, em qual instituição ou plataforma e qual área do conhecimento.</p>
<p>18. Você acredita que o curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFJF conseguiria implementar o BIM, de forma a integrar suas potencialidades quando necessárias, durante toda a matriz curricular?</p> <p><i>Marcar apenas uma oval.</i></p> <p><input type="radio"/> Sim</p> <p><input type="radio"/> Não</p> <p><input type="radio"/> Não Sei Opinar</p> <p><input type="radio"/> Prefiro Não Opinar</p>	<p>A pergunta 18 objetiva saber dos docentes, a opinião sobre a possibilidade do CAU/FAU/UFJF implementar o BIM em toda a matriz curricular</p>

<p>19. O que você gostaria de acrescentar sobre sua visão a respeito da utilização do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>A última pergunta, em formato aberto, abre para os docentes escreverem sobre a visão que possuem a respeito do uso do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo</p>
--	---

Fonte: da Autora.

No âmbito da compreensão da relação da utilização de modelos digitais, pelos alunos ou pelos respondentes, a pergunta número um revelou que 50% dos respondentes utiliza ou observa os alunos utilizarem em todas as aulas, três docentes, ou ao menos em todos os trabalhos finais, quatro docentes, e somente dois docentes, não utilizam em nenhum momento das aulas como demonstrado na Figura 14.

Em relação ao quanto os respondentes classificam a importância da modelagem 3D nos dias atuais para se atingir objetivos específicos, como demonstrado na Figura 15, um modelo 3D é visto como muito importante para uma comunicação visual e uma análise de desempenho. No entanto, há divergências em relação à sua importância para os objetivos de documentação 2D, quantitativo e documentação *as-built*.

Figura 14: Resultados sobre o uso de modelos 3D digitais

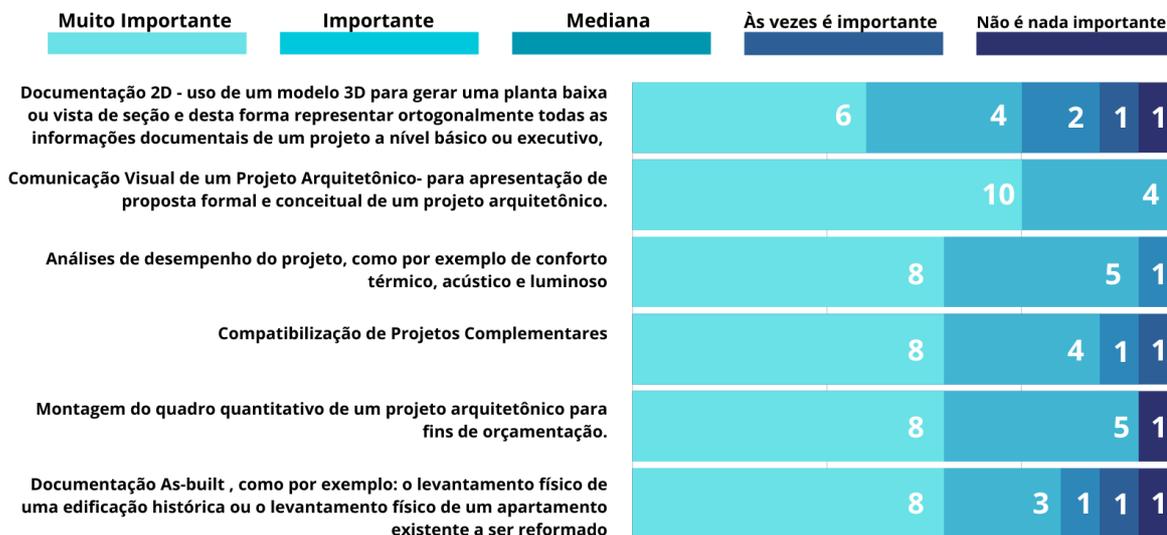
Indique abaixo, a frequência que utilizou modelos tridimensionais DIGITAIS durante o ensino de projeto de arquitetura e urbanismo, seja por iniciativa dos alunos, seja por sua própria iniciativa, nas disciplinas lecionadas dos últimos 5 anos.



Fonte: da Autora.

Figura 15: Resultados sobre a importância da modelagem 3D

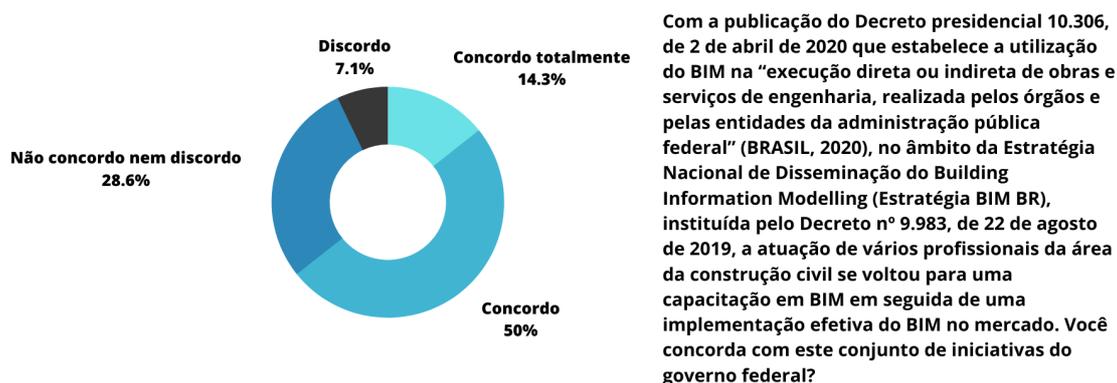
Na sua opinião qual a importância da utilização da modelagem 3D nos dias atuais para atingir os objetivos a seguir:



Fonte: da Autora.

Figura 16: Posicionamento dos respondentes sobre o BIM





Fonte: da Autora.

Um total de 71,4% dos participantes do questionário, dez docentes, dizem utilizar alguma ferramenta BIM em sala de aula, enquanto os 28,6% restantes, quatordocentes, não utilizam e mais de 60%, nove docentes, dizem ter conhecimento que os alunos utilizam alguma ferramenta BIM em suas disciplinas. Somente seis docentes, 42,9%, já realizaram alguma capacitação em BIM, que classificaram como um curso com duração, na maioria, de 20 a 30h. Mais de 90% considera a utilização do BIM como recurso pedagógico para o ensino de projeto de arquitetura e urbanismo uma possibilidade relevante. Mais de 50%, 13 docentes, declara utilizar metodologia didática que trabalhe competências de comunicação e trabalho em grupo ou colaborativo entre os alunos. Quando perguntados sobre qual em específico foi observado as seguintes competências, a citar: aula expositiva dialogada, estudo de texto, mapas conceituais, viagens de estudo, aulas em campo, ensino de conteúdos aplicados em situação de projeto, projetos participativos, discussões, aprendizagem baseada em projeto e trabalho em grupo.

Sobre a publicação do decreto presidencial 10.306, de 2 de abril de 2020, que estabelece a utilização do BIM na “execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal” (Brasil, 2020), no âmbito da Estratégia BIM BR, sete responderam estar de acordo, enquanto mais de 20%, cinco, se posicionaram como neutros e dois concordaram totalmente. Ao serem perguntados se gostariam de justificar a opinião, três docentes responderam com as seguintes pontuações:

“Concordo em parte. Deveria depender do tipo e porte de projeto, para não eliminar do mercado e da concorrência escritórios menores que possam prestar serviço para o governo, administração pública”;  
 “Concordo porque acho muito importante. Minha questão segue

apenas na direção de que tais recursos sejam entendidos como ferramentas e não como substitutivo da/o arquiteta/o e urbanista e/ou como a única maneira de se proceder num processo de projeto. É algo que auxilia enormemente, mas, para mim, as/os estudantes precisam conhecer também caminhos alternativos para que não virem reféns de programas e de opções apenas digitais”; e “O sistema BIM possibilita otimização de processos de projeto e na execução de obras a partir da compatibilização de diversos parâmetros. Possibilita extinguir erros e também visualizar resultados mais assertivos, bem como facilita a realização de orçamentos. São condições bastante relevantes para qualquer obra civil, mas especialmente aquelas que envolvem dinheiro público” (PARTICIPANTE K - r.e. - questionário - 23/03/2023, PARTICIPANTE P - r.e. - questionário - 31/03/2023, PARTICIPANTE R - r.e. - questionário - 04/04/2023).

Em resumo, nos apontamentos levantados nas justificativas, três ideias se ressaltam: (a) possibilidade do decreto excluir escritórios menores de prestar serviços para o governo ou administrações públicas; (b) estudantes se tornarem reféns de softwares e opções apenas digitais e (c) o BIM possibilitar otimização de processos de projeto e execução de obras de forma assertiva, diminuindo erros, e sendo especialmente relevante para obras públicas.

Em relação à previsão dos respondentes sobre uma atualização profissional futura, mais de 85%, 12 docentes, pretendem realizar alguma. Das respostas abertas, constam desde pós doutoramento específico em uma instituição a somente cursos online e os temas da atualização variam entre a grande área de arquitetura e urbanismo, teoria de arquitetura e urbanismo, estatística, gestão do ambiente urbano, preservação do patrimônio, educação, modelagem, programação e inteligência artificial. Somente um docente indicou uma conexão direta com o BIM ao citar a modelagem da forma e compatibilização de projetos.

Quando perguntados sobre se acreditam que o CAU/FAU/UFJF conseguiria implementar o BIM, de forma a integrar suas potencialidades quando necessárias, durante toda a matriz curricular, somente seis docentes, acreditam que sim, enquanto dois acreditam que não, quatro não sabem opinar e dois preferem não opinar.

A última pergunta do questionário possibilitou aos participantes que colocassem suas visões a respeito da utilização do BIM no ensino de arquitetura e

urbanismo. Podemos separar as respostas em dois grandes grupos com falas mais críticas e falas mais entusiasmadas<sup>25</sup>.

Primeiro grupo:

- É preciso mais capacitação para o sucesso técnico e pedagógico.
- O BIM em alguns momentos limita, “engessa” a concepção dos alunos.
- A vontade e abertura para uso do BIM não vai acontecer rápido, mudanças pontuais podem contribuir para uma mudança consistente a médio e longo prazo.
- Ferramentas digitais não podem substituir o conhecimento de projeto. Os alunos utilizam como uma “Bengala”.
- A maior dificuldade é a prática. Professores, principalmente os que atuam exclusivamente em disciplinas teóricas, não possuem oportunidade de se atualizar e praticar novidades do mercado, não possuem contato com a realidade projetual. O curso tem que priorizar o compromisso com a técnica da arquitetura.
- O BIM exige uma abordagem de projeto que não é feita na academia. As disciplinas deveriam ser integradas, os professores, especialmente os de projeto, deveriam saber lidar com o BIM.

Segundo grupo:

- O uso do BIM é uma oportunidade de abranger mudanças no processo de ensino aprendizagem, envolvendo pessoas e processos que requerem práticas colaborativas, interdisciplinares e integradas.
- O BIM é um importante componente contemporâneo na construção projetual e tem todo potencial para ser explorado no ensino, buscando perspectivas integradas ao mercado de trabalho.
- É um processo importante para uma formação contextualizada ao espaço tempo que vivemos hoje no âmbito da profissão.

---

<sup>25</sup> Foram consideradas falas críticas, as falas que enxergam barreiras na implementação BIM, e entusiasmadas as falas que focam nas possibilidades e oportunidades.

### 3.4.2 Entrevista

A entrevista concedida pela coordenadora da Rede Células BIM ANTAC, Regina Ruschel, foi realizada pela plataforma zoom em maio de 2023, a qual foi gravada e transcrita, e contou com perguntas sobre o projeto da Rede, sua atuação e as impressões da pesquisadora e professora universitária sobre ele e seu impacto na implementação BIM das IES.

Quando perguntada sobre a profundidade e disseminação da Rede, Ruschel afirma que, em relação ao objetivo de disseminação BIM, ele está sendo atingido amplamente, há um olhar mais estruturado, holístico e alinhado com as expectativas que tinham, apesar de não terem uma abrangência em todas as regiões brasileiras, as regiões nordeste, sudeste e sul estão contempladas com unidades de células BIM. No entanto, em relação à profundidade, diz ser impossível estabelecer ainda, dado que só 60% a 70% dos envolvidos acabam por responder às demandas colocadas, e que não se sabe o quão efetivo têm sido os resultados, o impacto desse trabalho de desenvolvimento de implementação BIM em cada instituição. Ela acrescenta que são ao todo 22 instituições participando e 34 cursos envolvidos, pois algumas instituições possuem mais de uma célula em formação.

Em relação às expectativas dos gestores da rede para as ações das células, Ruschel afirma que consistem em chegar ao fim de 2024 com um texto redigido para um plano de implementação BIM de cada célula participante. Ruschel acrescenta que para este texto, espera-se a proposição de quais disciplinas serão trabalhadas, e a disposição temporal dessas ações, distribuídas em curto, médio e longo prazo. Dessa forma, coloca que espera-se uma compilação que associe etapas efetivas de transformação destas disciplinas, como uma atualização dos planos de ensino, a aprovação deles, a criação de um material didático, um treinamento de professores e utilização de discentes monitores, e dessa forma desenvolver o conteúdo BIM.

Sobre as principais barreiras para as ações das células BIM, Ruschel menciona em primeiro lugar o tempo limitado de dedicação dos professores envolvidos nas células, que já possuem muitas atividades em paralelo à docência. Em segundo, algumas células são compostas numericamente por poucos professores frente a um ambiente acadêmico resistente, ou seja, enfrentam a barreira cultural. Além disso, Ruschel pontuou que há a dificuldade de interferência

nas disciplinas que não são dos docentes que participam das células, há uma resistência em agir em campos fora do domínio dos docentes.

No que diz respeito às atitudes e ferramentas que observam serem aplicadas efetivamente na direção de uma implementação BIM nas IES, Ruschel pontua que a principal ferramenta seria o próprio protocolo da Rede, para guiar as pessoas pelos diagnósticos e através da compreensão das possibilidades de incorporação do BIM na matriz curricular, o que tem sido motor de muitas ideias. Dessa forma, coloca que é possível observar insights diferentes para cada particularidade de cada lugar, nenhum curso é igual ao outro. As ideias se desenvolvem completamente diferentes, de acordo com as competências que ali se encontram.

Quando perguntada sobre as conquistas e possibilidades na implementação BIM nas IES, Ruschel aponta para a riqueza e a diversidade de soluções, pois diz que a solução não é única para todos os cursos, é variada, e todas as soluções são válidas, pois diz que não existe uma única forma de implementar BIM. Também coloca que cada escola tem um projeto pedagógico diferente, e toda essa diversidade exige soluções diversificadas e criativas, é preciso dar coragem às pessoas para implementar BIM não só em informática aplicada, em desenho e representação. Além disso, diz que já podemos ver o BIM sendo incorporado em orçamento, planejamento, projeto, eficiência, e em um diverso conjunto de disciplinas. Ruschel acrescenta que um fator determinístico são as competências BIM dos agentes, "A gente vai sair desse jeito simplista de implementar BIM num curso de graduação e é claro que isso vai acontecer pelas competências dos envolvidos".

### **3.4.3 Grupo Focal**

O grupo focal foi composto por dois encontros online, via plataforma Zoom, com os membros da Célula BIM FAU/UFJF, nos dias 26 e 29 de maio de 2023. O primeiro encontro, que contou com participação de cinco membros do grupo, iniciou-se com a apresentação da pesquisadora e moderadora da sessão. Após agradecimentos, os participantes foram lembrados de que a sessão iria ser gravada, assim como o momento de início da gravação seria anunciado, e a gravação tem por objetivo exclusivo a análise para esta dissertação. A discussão foi

iniciada com a apresentação de algumas respostas abertas dos professores coletadas pelo questionário anônimo aplicado na FAU/UFJF e parte desta pesquisa.

Através das respostas, foram iniciadas perguntas de concordância ou discordância e conduzido então uma interpretação do posicionamento do grupo. Ao fim da sessão, foi possível reunir os seguintes apontamentos: (i) percebe-se que existe um conhecimento (capacitação) mínimo necessário para o ensino do BIM, assim como percebe-se a necessidade de um conhecimento mínimo do aluno para aplicar o BIM em suas atividades; (ii) este conhecimento mínimo pode ser iniciado com uma instrumentalização ferramental dos docentes, mas deveria envolver uma reorganização dos conhecimentos do processo de projeto tradicional e para os alunos envolveria uma reorganização da ordem dos conteúdos na grade curricular; (iii) por mais que a introdução ferramental do Software Autodesk Revit na FAU/UFJF leve a uma dita dificuldade de liberdade de criação no aluno iniciante na ferramenta, isso não tende a impedir a adesão discente à ferramenta, a principal barreira cultural parece ser a adesão dos docentes ao BIM; (iv) é necessário uma maior compreensão do propósito de cada ferramenta BIM e suas adaptações a cada fase de projeto, apresentando ao aluno diversas ferramentas BIM, mas compreendendo que não é necessário aprofundar em todas para introduzir o BIM no ensino de arquitetura e urbanismo; (v) o momento ideal de introdução do BIM na matriz curricular não é algo simples de se alcançar pois existem dúvidas ainda em relação a qual seria o nível mínimo ou ideal de BIM a ser alcançado em uma disciplina e barreiras para uma inserção distribuída ao longo de todo o curso; (vi) de modo geral, acredita-se que os conhecimentos na FAU/UFJF encontram-se pouco integrados de maneira a não contribuir para um ensino do BIM, além do fato de que o ensino atual está restrito ao ensino de uma ferramenta sem uma ênfase necessária na teoria por trás do BIM; (vii) exerga-se o potencial de disseminação cultural do BIM através da Célula BIM FAU/UFJF; (viii) compreende-se que não é necessário trabalhar nos modelos “em tempo real” para aplicar o BIM, uma modelagem linkada seria uma alternativa viável para experiências de colaboração em sala de aula.

No segundo encontro, compareceram quatro membros da Célula BIM FAU/UFJF. E foram abordados mais enfaticamente os impedimentos e as possibilidades do ensino do BIM no CAU/FAU/UFJF. Ao fim da sessão, foi possível reunir os seguintes apontamentos do grupo: (i) a atual matriz curricular pode não ser impeditora de uma implementação BIM, mas pode ser limitadora por condicionar a

ordem dos conteúdos de forma a não proporcionar a consolidação de conhecimentos e habilidades técnicas das disciplinas de tecnologia em exercícios de projeto dos respectivos semestres, além de não especificar momentos no curso de exploração efetiva da teoria por trás do processo de projeto BIM; (ii) a infraestrutura dos laboratórios de informática hoje conta com equipamentos de ótima qualidade, mas com um sistema de proteção (software *Deep Freeze Standard*<sup>26</sup>) que pode inviabilizar o potencial de desempenho do hardware, não havendo muita discussão sobre seus impactos ou exploração de outras possibilidades de sistemas de segurança. Além disso, os laboratórios não contaram com a última manutenção quadrianual que necessitava, correspondendo em um impasse para exploração de softwares de alto desempenho BIM entre outros já utilizados pelo curso. No entanto refletiu-se sobre a real relevância do espaço físico para o ensino de qualidade do BIM que compõem uma grande carga teórica e de reflexão de processo projetual independente da infraestrutura; (iii) existe uma percepção da necessidade de um conhecimento melhorado da materialidade da construção para um ensino do BIM, conhecimento que pode não ser possível de ser explorado dentro da academia devido às experiências profissionais específicas e capacidades do corpo docente atual; (iv) todos os processos de implementação BIM se baseiam em métricas para monitoramento, e a implementação do ensino deveria adotar suas métricas; (v) não há consenso sobre o quanto a formação técnica é necessária para o arquiteto e urbanista aprender e utilizar o BIM, pois não houve consenso no grupo sobre qual é o momento de aperfeiçoamento das habilidades técnicas, podendo ser na própria sala de aula ou no estágio curricular.

### 3.4.3 Análise de Conteúdo

Após a coleta dos dados da pesquisa empírica e preparação do material de análise seguiu-se com uma leitura flutuante do material para uma busca das unidades de registro úteis ao objetivo desta pesquisa. Uma vez realizada a

---

<sup>26</sup> Deep Freeze Standard é um software ideal para computadores públicos como os de uma biblioteca, faculdade ou lan house. Com ele é possível fazer com que todas as mudanças executadas em uma máquina sejam apagadas automaticamente, toda vez que ela é desligada, dispensando análises posteriores e desinstalação manual de aplicativos. Isso é alcançado através de uma imagem do disco que é congelada e restaurada automaticamente, sem a necessidade de uma interferência do usuário. Descrição disponível em: <https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/deep-freeze-standard/>. Acesso em 18 de set de 2023.

entrevista, foi transcrita e arquivada no Google Docs compondo dez páginas de material transcrito com o auxílio inicial da ferramenta *Transkriptor*<sup>27</sup>, e finalização com revisão manual. O mesmo procedimento se deu para o material em áudio do grupo focal. Em seguida, os dados foram organizados em uma planilha de Excel (Google Sheets), em que as codificações foram realizadas. Por último, foram realizados destaques coloridos nos temas convergentes semanticamente para um posterior agrupamento. Contudo, o estabelecimento das categorias analíticas levou em consideração os princípios estabelecidos por Bardin (1977), sendo eles: a exclusão mútua entre as categorias; a homogeneidade dentro do tema; a pertinência; objetividade ou fidelidade semântica e a produtividade.

Para identificação das unidades de registro, e de contexto correspondentes à etapa de codificação de Bardin (1977), conforme assuntos e colocações se repetiam e se completavam, lançou-se mão da unidade de registro temática de forma a pontuar cada parte do material que conduzisse para um alinhamento semântico. Foram delineadas 54 unidades de registro iniciais, que apontaram para uma necessidade de um reagrupamento de forma a proporcionar mais pertinência em cada unidade, gerando oito unidades de Registro finais como apresentado no quadro abaixo.

Quadro 15 - Construção das Unidades de Registro.

Nº	UNIDADES DE REGISTRO INICIAIS	UNIDADES DE REGISTRO FINAIS
1	MATRIZ CURRICULAR ATUAL NÃO É LIMITADORA NO ENSINO DO BIM, MAS NÃO PROPORCIONA CONEXÕES ENTRE OS CONHECIMENTOS OU ORDEM DE CONTEÚDO PROGRAMÁTICO CONDIZENTE PARA O ENSINO BIM.	ELEMENTOS DIFICULTADORES
2	LABORATÓRIO DA FAU/UFJF PODE ESTAR DEFASADO	
3	LAYOUT ESPECÍFICO PARA ENSINO DO BIM	
4	INTRODUÇÃO DO BIM NO CURSO COMO UM TODO	
5	DIFICULDADE DE INOVAÇÃO NA UFJF	
6	PRIORIZAR CONHECIMENTOS TÉCNICOS NO INÍCIO DO CURSO	
7	É PRECISO MÉTRICAS PARA IMPLEMENTAÇÃO	
8	O ARQUITETO NÃO TEM A FORMAÇÃO TÉCNICA NECESSÁRIA PARA O BIM	
9	O ARQUITETO DEVERIA TER UMA FORMAÇÃO TÉCNICA MELHOR	
10	ESCOLHA DE UMA DETERMINADA FERRAMENTA	
11	LABORATÓRIO COM AS LICENÇAS AUTODESK	ELEMENTOS FACILITADORES
12	PARA O MÍNIMO DE MODELAGEM BIM ARQUITETÔNICA SÓ O REVIT BASTARIA	
13	O MÍNIMO DE ABORDAGEM BIM É ABORDAR A GESTÃO DA INFORMAÇÃO	
14	NÃO É PRECISO TRABALHAR EM TEMPO REAL PARA ENSINAR BIM	
15	REPENSAR O IMPACTO E RELEVÂNCIA DO ESPAÇO FÍSICO NO ENSINO DO BIM	
16	TODA TÉCNICA/TECNOLOGIA INTERFERE NO PROJETO	ENSINO DE PROJETO

<sup>27</sup> <https://transkriptor.com>.

17	FALTA DE INTEGRAÇÃO ENTRE CONHECIMENTOS	ARQUITETÔNICO
18	METODOLOGIAS DE PROJETO	
19	NÃO É POSSÍVEL ENSINAR TODO O CONHECIMENTO TÉCNICO QUE O ARQUITETO NECESSITA PARA TRABALHAR	
20	ENSINO DA FERRAMENTA DESVINCULADO DOS CONHECIMENTOS TEÓRICOS DO BIM	FORMAS DE ENSINO DO BIM
21	CONHECIMENTO PARA APRENDER BIM	
22	ENSINO DO BIM COMO ENSINO DE PROJETO	
23	PROCESSO DE PROJETO BIM	
24	COMPREENSÃO DO PROPÓSITO DE CADA FERRAMENTA BIM	
25	DIFICULDADE INICIAL DE LIBERDADE DE CRIAÇÃO NO REVIT	
26	COMPLEXIDADE IDEAL DO OBJETO PARA APRENDIZADO DO BIM	
27	NÃO É POSSÍVEL OU NECESSÁRIO APROFUNDAR EM TODAS AS FERRAMENTAS	
28	DIVERSAS "SOLUÇÕES" DE IMPLEMENTAR E USAR O BIM NO MERCADO	
29	MODELAGEM LINKADA COMO ALTERNATIVA VIÁVEL PARA A COLABORAÇÃO	
30	POSSIBILIDADES DE IMPLEMENTAÇÃO	
31	CONHECIMENTOS PARA APRENDER BIM	
32	FAZER ARQUITETURA É DIFERENTE DE ENSINAR ARQUITETURA	
33	ENSINAR BIM NÃO É SÓ MODELAR BIM, MAS INCORPORAR O PROCESSO DE PROJETO BIM	
34	O MODELO BIM COMO INSTRUMENTO DE COMUNICAÇÃO	
35	O BIM NÃO É SÓ O SOFTWARE.	
36	SÓ MODELAR EM BIM É SUBUTILIZAR O BIM	
37	POTENCIAL DE DISSEMINAÇÃO DA CÉLULA BIM	GRUPOS FOMENTADORES
38	POTENCIAL DO LAPROT (Laboratório de Prototipagem) COMO APOIO TÉCNICO	
39	DISSEMINAÇÃO EFETIVA DA REDE	
40	COORDENAÇÃO DA REDE	
41	CONCORRÊNCIA ENTRE ESCRITÓRIOS PEQUENOS E GRANDES	IMPACTOS NEGATIVOS DO BIM
42	O BIM COMO FERRAMENTA E NÃO UM SUBSTITUTO DO ARQUITETO	
43	BARREIRAS DA COMPLEXIDADE DO BIM	
44	TECNOLOGIA COMO BENGALA	
45	COMPREENSÃO DO ELEMENTO CONSTRUTIVO NA FERRAMENTA BIM	IMPACTOS POSITIVOS DO BIM
46	O BIM COMO RENOVAÇÃO DO FERRAMENTAL DIDÁTICO	
47	O BIM COMO OTIMIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
48	O BIM COMO OPORTUNIDADE	
49	CONHECIMENTO PARA ENSINAR BIM	PARTICIPAÇÃO DOCENTE
50	REORGANIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS	
51	INSERÇÃO DO BIM DISTRIBUÍDA NO CURSO	
52	COLABORAÇÃO ENTRE DOCENTES COMO MAIOR IMPASSE	
53	CAPACITAÇÃO DOCENTE	
54	BARREIRA TEMPORAL E CULTURAL DOS DOCENTES	

Fonte: da Autora.

A conformação de uma unidade de contexto, conforme Bardin (1977), consiste na descrição de cada unidade de registro temática encontrada de forma a sintetizar a ideia e atuar como um importante apoio de construção temática.

Quadro 16 - Unidades de Contexto

Nº	UNIDADE DE REGISTRO	UNIDADE DE CONTEXTO
1	ELEMENTOS DIFICULTADORES	Registros que discutem sobre as possíveis limitações e elementos dificultadores à implementação BIM, de forma a reconhecer a estrutura hierárquica da instituição UFJF e suas limitações e o formato do ensino de arquitetura e urbanismo por creditação e com o currículo atual adotado.
2	ELEMENTOS FACILITADORES	Registros que discutem sobre o real impacto da infraestrutura de hardware e software necessária para a implementação BIM, enxergando possibilidades de implementação BIM.
3	ENSINO DE PROJETO	Registros que refletem sobre a interferência de toda tecnologia materializada em ferramenta na atividade projetual assim como na interferência das metodologias de projeto e de ensino de projeto, de forma também a reconhecer a incoerência em tentar esgotar os conhecimentos do campo da arquitetura e urbanismo em uma graduação ao mesmo tempo que exigem demandas técnicas objetivas para atuação profissional.
4	FORMAS DE ENSINO DO BIM	Registros que abordam possibilidades e equívocos no ensino do BIM para Arquitetos e Urbanistas, enxergando que existem certos conhecimentos específicos necessários aos docentes e aos discentes para o exercício de ensino/aprendizagem. Além de ponderações sobre formas de modelagem ou objetos ideais de modelagem para um ensino do BIM.
5	GRUPOS FOMENTADORES	Registros que apontam e refletem sobre grupos possivelmente fomentadores à implementação BIM no CAU/FAU/UFJF como a Célula BIM, a Rede de Células BIM ANTAC e o LAPROT .
6	IMPACTOS NEGATIVOS DO BIM	Registros que discorrem sobre possibilidades de ameaça do BIM à performance do arquiteto e urbanista, à autonomia de pequenos escritórios e ao aprendizado dos alunos.
7	IMPACTOS POSITIVOS DO BIM	Registros que posicionam o BIM como uma grande oportunidade para renovação do ferramental didático e para otimização da construção civil, incluindo uma melhor compreensão do elemento construtivo (matéria) através do BIM.
8	PARTICIPAÇÃO DOCENTE	Registros que refletem sobre como alcançar o conhecimento necessário para o ensino do BIM juntos aos docentes, frente a barreira curricular observada, e como inseri-lo na grade curricular.

Fonte: da Autora.

Com a leitura final dos dados frente às unidades de registro encontradas, partiu-se para a categorização, ou agrupamento temático propostas por Bardin (1977), objetivou-se isolar e repartir os elementos em comum para a análise. Sendo assim, foram encontradas três categorias temáticas apresentadas no quadro abaixo.





## 4 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA FAU/UFJF

Neste capítulo, serão apresentados as análises referentes ao conteúdo coletado pelas respostas abertas do questionário, pela entrevista e pelo grupo focal que abordaram, respectivamente, a visão dos docentes do CAU/FAU/UFJF sobre a utilização do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo na FAU/UFJF, o impacto e atuação da Rede de Células BIM ANTAC e as reflexões do grupo Célula BIM FAU/UFJF sobre as possibilidades e limitações da implementação do BIM no CAU/FAU/UFJF. Os resultados são fruto de uma análise de conteúdo segundo Bardin (1977), que apontaram para a compreensão dos fatores internos e externos que possibilitam ou limitam a implementação do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo neste curso, através das categorias analíticas.

### 4.1 VISÃO SOBRE O BIM NO CAU/FAU/UFJF

Em virtude do BIM ser considerado uma inovação disruptiva (Gonçalves, 2023), é necessário se apropriar do entendimento dos participantes do questionário e do grupo focal sobre o tema, com intuito de compreender como estes o definem e assim interpretam as possibilidades de implementação no CAU/FAU/UFJF. Os registros indicam que os participantes não possuem a mesma visão do BIM, pois foram identificadas duas principais visões, tanto positivas quanto negativas. Os posicionamentos mais críticos e negativos, correspondem a preocupações em relação ao BIM, no âmbito de enxergarem riscos, como o apontado pelo participante L e I,

As ferramentas digitais são relevantes e importantes, entretanto, não podem vir a substituir o conhecimento de projeto. É notório que os alunos têm se utilizado da tecnologia enquanto uma "bengala" para **escorar projetos sem qualidade técnica** (PARTICIPANTE L - r.e. - questionário - 23/03/2023, grifo nosso).

Eu acho o BIM uma ferramenta fantástica, uso há mais de 10 anos. Porém como professora de projeto eu tenho sentido que o BIM em alguns momentos limita os alunos, **deixa a concepção meio "engessada"**, principalmente se o aluno ainda não tem consciência construtiva (PARTICIPANTE I - r.e. - questionário - 23/03/2023, grifo nosso).

A discussão em relação à uma concepção engessada foi levada ao grupo focal para reflexão e a conclusão do grupo se dirigiu a observar que qualquer ferramenta inevitavelmente engessa o usuário que não a domina, e a forma de abordagem do BIM pode não estar sendo adequada o suficiente para poder conduzir uma curva de aprendizagem da ferramenta condizente com os conhecimentos específicos do curso de arquitetura e urbanismo.

Em relação ao Decreto presidencial 10.306, de 2 de abril de 2020, que levou a atuação de vários profissionais da área da construção civil para uma capacitação em BIM em seguida de uma implementação efetiva do BIM no mercado, alguns participantes ressaltaram algumas preocupações como as seguintes,

Concordo em parte (com o decreto). Deveria depender do tipo e porte de projeto, para **não eliminar do mercado e da concorrência escritórios menores** que possam prestar serviço para o governo, administração pública. (PARTICIPANTE K- r.e. - questionário - 23/03/2023, grifo nosso).

Concordo porque acho muito importante. Minha questão segue apenas na direção de que **tais recursos sejam entendidos como ferramentas e não como substitutivo da/o arquiteta/o e urbanista** e/ou como a única maneira de se proceder num processo de projeto. É algo que auxilia enormemente, mas, para mim, as/os estudantes precisam conhecer também caminhos alternativos para que não virem reféns de programas e de opções apenas digitais (PARTICIPANTE P - r.e. - questionário - 31/03/2023, grifo nosso).

Observa-se um entendimento do BIM como mais uma ferramenta disponível, e que infringe limitações específicas ao ato do projetar. Dessa forma, os participantes do questionário, que possuem uma visão neste sentido não se opõem a uma implementação BIM, mas possuem ressalvas em sua utilização, observa-se também que os participantes do questionário não possuem aprofundamento no tema como demonstrado pelo resultado das perguntas do questionário sobre a formação específica em BIM. Em outro caminho, as visões mais positivas a respeito do BIM, o destacam e o diferenciam de uma mera ferramenta como elaborado pelos participantes M e Q,

Estimo que seja uma **oportunidade de abranger mudanças significativas no processo de ensino e aprendizagem**, envolvendo pessoas e processos que requerem práticas colaborativas, interdisciplinares e integradas. (PARTICIPANTE M- r.e. - questionário - 28/03/2023, grifo nosso).

Acredito que o BIM seja um **importante componente contemporâneo na construção projetual**, logo, tem todo potencial para ser explorado no ensino, buscando perspectivas integradas ao mercado de trabalho, bem como no próprio uso de estratégias de

apoio ao ensino em sala de aula. (PARTICIPANTE Q- r.e. - questionário - 04/04/2023, grifo nosso).

Tais visões acima resumem um pouco o complexo universo de uma inovação disruptiva. No entanto, em meio a uma visão a favor de uma possível implementação BIM, são elaboradas barreiras complexas para sua implementação como levantado pelo participante S,

O BIM exige uma abordagem de projeto que não é feita na academia. Por exemplo, o aluno deveria fazer o seu projeto e receber (ou fazer nas disciplinas respectivas) a estrutura, hidráulica, elétrica, dados - para ficar no básico. Depois do modelo BIM pronto, simular algum desempenho (especialmente de conforto ambiental), compatibilizar o projeto localizando e resolvendo os conflitos. Depois geraria a documentação tanto de desenho quanto de listas e tabelas para gerar dados para orçamento e para o melhor planejamento da obra. Neste pequeno exemplo de aplicação do BIM conseguimos observar as principais barreiras; - **as disciplinas deveriam ser integradas; - os professores, especialmente os de projeto, deveriam saber lidar com o BIM.** Aqui temos um problema a mais pois sabemos que nas federais, os professores de projeto podem ser apenas pesquisadores (de qualquer área), sem contato com a realidade projetual - em uma comparação com a saúde: quem ensina cirurgia não é um cirurgião que conhece profundamente a prática cirúrgica, é um acadêmico que acompanhou a anos atrás algumas cirurgias. - o curso tem que priorizar o compromisso com a técnica da arquitetura (PARTICIPANTE S- r.e. - questionário - 05/04/2023, grifo nosso).

Por outro lado, em relação à implementação BIM no ensino superior, a entrevistada Regina Ruschel ressalta o potencial do BIM para uma renovação do material didático ao colocar que:

A gente já sabe que a gente quer que o BIM promova integração de conteúdos, de conhecimentos e **ele é uma renovação de ferramental didático, ele tem essa capacidade do olhar extensionista de olhar pra comunidade**, um perfil macro, de metas, competências (...) (REGINA RUSCHEL- r.o. - entrevista - 15/05/2023).

Da mesma forma, no grupo focal, foram observados posicionamentos mais positivos em relação ao impacto do BIM, como, por exemplo, em relação a uma percepção de um contato mais próximo com as técnicas construtivas, como levantado pelo participante C,

Em RDT2 é que (se) despertou o interesse que acabou meio que dominando minha trajetória na faculdade, meu interesse por aprender o BIM e tudo mais, que é o **interesse de entender como aquilo é construído e porque aquilo funciona**. Porque é uma coisa que me incomodou demais, por exemplo no primeiro período era simplesmente a forma pela forma, fazer aquele negócio doido, muito

bonito, muito legal, mas que nunca vai ser construído, não fica de pé, não funciona. Então, acho que foi a primeira vez que eu tive um contato com uma tectônica da da coisa, sabe? (Participante C- r.e. - grupo focal I - 26/05/2023, grifo nosso).

Esta compreensão sobre o ambiente construído e sua tectônica é colocada pelo grupo focal de duas maneiras, como um demonstrativo de que seria preciso algum conhecimento sobre técnica construtiva prévia ao aprendizado da ferramenta BIM, e como um empecilho para o início do ensino do BIM, dado que esta compreensão mais ampla do projeto de arquitetura ou das técnicas é colocada como uma construção contínua durante todo o curso. Dessa forma, temos a seguir a análise da segunda categoria, que reúne justamente as reflexões sobre as possibilidades e limitações do ensino do BIM no CAU/FAU/UFJF.

#### **4.2 ENSINO DO BIM NO CAU/FAU/UFJF**

Sob a perspectiva do ensino do BIM no CAU/FAU/UFJF, os participantes do grupo focal foram convidados a refletir mais profundamente sobre os aspectos do ensino de projeto, das formas de ensino do BIM e do impacto da participação docente em uma implementação BIM. Após considerarem que toda técnica/tecnologia inevitavelmente interfere no processo de projeto em arquitetura e urbanismo, os participantes do grupo focal refletiram sobre como as metodologias de projeto atuais podem simplesmente não comportar naturalmente a implementação do BIM que evoca uma integração maior entre conhecimentos. É colocado uma ressalva sobre uma impossibilidade de abordagem de todo o conhecimento técnico existente durante uma graduação em arquitetura e urbanismo, no entanto, não são abordados pelos participantes como se dão os procedimentos de consolidação de competências, habilidades e atitudes que como explicitado por Barison e Santos (2016) compõem as dimensões necessárias para o desenvolvimento de competências BIM. Ou seja, não perpassa pelas falas dos participantes nitidamente o desenvolvimento de competências BIM, mas sim a necessidade de um desenvolvimento instrumental para uma consolidação de conhecimentos técnicos de construção civil previamente ou simultaneamente ensinados. Por outro lado, indiretamente as competências BIM são consideradas, pois em algumas colocações

são exaltados os procedimentos específicos do BIM, de forma a ser uma união entre conhecimentos, como colocado pelo participante D, que diz:

Sobre o projeto de arquitetura, o BIM está ali dentro. Ele não é uma das outras opções que você tem. Ele é a opção que existe. E não que eu estou falando que é a melhor opção nem nada do tipo. É porque a partir do momento que você faz essa separação, realmente uma aula de RDT por exemplo, ela vira uma aula exclusivamente de um software específico, até porque, se a gente fosse ensinar todos os softwares, provavelmente a gente não ia conseguir. Pra ele (o aluno) poder achar ali o que ele se adapta melhor. Quando você dá uma aula de instalação hidráulica, o BIM tem que estar ali no meio, e você tem que começar a falar mais não só de instalação, você tem que começar a falar: "isso é assim, isso se compatibiliza com o seu projeto dessa forma, vamos montar um modelinho 3D aqui disso", vamos começar a fazer sabe? Nem tudo fica nas costas da representação gráfica, **(O BIM) ele tem que ser na verdade borrifado em todas as áreas sabe? Ele tem que ser a cola de tudo (...)**.(Participante D r.e. - grupo focal I - 26/05/2023, grifo nosso).

É ressaltado, no entanto, que o ensino da ferramenta BIM desvinculado dos conhecimentos teóricos do BIM, como ocorre no CAU/FAU/UFJF segundo os participantes do grupo focal, é prejudicial a uma efetiva compreensão do propósito e dos potenciais do BIM. Os participantes apontaram para a necessidade de um conhecimento prévio para o aprendizado do BIM em sala de aula, e este conhecimento prévio diz respeito a uma mínima compreensão do objeto a ser modelado, sua materialidade e especificidades técnicas. No entanto, o BIM como inovação disruptiva altera os processos de projeto tradicional e não há na literatura uma listagem específica de conteúdos prévios mínimos para sua aceção, mas sim habilidades, competências e atitudes a serem desenvolvidas durante o aprendizado técnico para as áreas da AECO. Percebe-se uma contradição entre a compreensão dos participantes sobre o propósito de cada ferramenta BIM a ser ensinado e o propósito do BIM em si na construção civil.

A dificuldade inicial de liberdade de criação no software Autodesk Revit mencionada foi salientada pelos participantes do questionário, assim como do grupo focal, e essa percepção pode ser entendida como fruto de um contato com o BIM restrito a uma ferramenta. Como ressaltado pelo participante C,

Eu acho até que essa questão também do "engessado" (modelagem engessada) entra um pouco naquele conceito de que a pessoa acha que o BIM é só o Revit. Por exemplo, porque eu também acho que fazer a concepção de um projeto direto no Revit é um pouco engessado por causa da ferramenta. Por causa do próprio software.

Só que o BIM não é o Revit, não é só isso. **Então nada impede que a pessoa faça concepção, no SketchUp, eu ultimamente tenho feito no Rhino (Rhinoceros), e usar outro software pra passar pro Revit então cada ferramenta tem seu propósito.** Então uma ferramenta focada em modelagem teoricamente vai ser melhor pra concepção. E depois (podemos) jogar por exemplo para o Revit pra fazer a documentação, e jogar pras outras disciplinas. Então eu acho que talvez essa parte do engessado também é a pessoa entender o BIM como só um software, né? Só uma ferramenta e não como todo o escopo, todo o conjunto. (Participante C r.e. - grupo focal I - 26/05/2023, grifo nosso).

Mas, para além de uma compreensão do BIM como mais que uma ferramenta, ou seja, não somente se utilizar das vantagens de uma modelagem BIM, mas sim enxergar o potencial do modelo BIM como instrumento de comunicação e projeto, foi discutido as formas de fazer ser possível o aprendizado BIM. Nesse sentido, foi refletido qual seria a complexidade ideal de um objeto ou tipologia arquitetônica para o aprendizado do BIM na graduação. Alguns se posicionaram a favor de uma alta complexidade com várias disciplinas interseccionadas para fazer o BIM “fazer sentido”, e outros se posicionam mais no âmbito de seccionar tarefas e objetivos de um projeto que podem ser solucionadas com o BIM, podendo se ajustar à realidade temporal de um semestre letivo e à dificuldade de integração interdisciplinar.

O estágio BIM escalado como mínimo necessário da implementação BIM na graduação em arquitetura e urbanismo, pelo grupo focal, foi a modelagem 3D e da gestão da informação. Os aspectos da integração e colaboração foram colocados com algumas ressalvas, mas também tidos como essenciais. No entanto, foram citadas as várias soluções paralelas possíveis para a implementação e uso dos estágios mais avançados do BIM como, por exemplo, o uso do modelo linkado ao invés do modelo federado. A complexidade da abordagem dos estágios integrativos e colaborativos do BIM inicialmente leva a uma preocupação com as capacidades de hardware e software disponíveis nos laboratórios, assim como de organização curricular das diversas disciplinas envolvidas em um projeto. Mas, foi levantado as inúmeras possibilidades de discussão e implementação da teoria do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo, ou seja, indiretamente se referiram ao exercício das competências, habilidades e atitudes BIM necessárias para um arquiteto e urbanista que não dizem respeito a um restrito formato de operacionalização ferramental e instrumental sugerida por exemplo pelos modelos federados e o projeto em tempo

real. Estes últimos são esclarecidos durante a sessão como possibilidades extras fornecidas pelos desenvolvedores que não são indispensáveis para o aprendizado BIM.

Também foi discutida a diferença que é necessária de ser evidenciada entre o fazer arquitetura e o ensinar arquitetura, e, neste sentido, observa-se uma certa dificuldade dos membros da célula em se aprofundar na reflexão pedagógica necessária para a implementação BIM. Na mesma linha, os conhecimentos sobre a utilização do BIM, de formas variadas e “remendadas” observadas hoje no mercado, não potencializam as reflexões sobre uma implementação estruturada do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo.

Os participantes, de modo geral, compreendem não ser benéfico um momento específico e único para o ensino do BIM, e sim uma implementação estruturada e ampla do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo, ou seja, em toda a grade curricular. Dessa forma, evidencia-se a necessidade de uma capacitação específica dos docentes para essa atuação, onde seria necessário uma reorganização dos conhecimentos. Esse aspecto é tido como o principal impasse, pois percebe-se uma pouca movimentação em relação à capacitação no tema e pouca colaboração entre docentes, principalmente quando se discute uma implementação do BIM distribuída pelo curso.

### **4.3 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO CAU/FAU/UFJF**

Dentre elementos facilitadores, elementos dificultadores e grupos fomentadores, os participantes ressaltam uma série de pontos possíveis para uma implementação do BIM no CAU/FAU/UFJF. Foi colocado que a atual matriz curricular não é limitadora do ensino do BIM, mas não proporciona conexões entre os conhecimentos de forma evidente ou otimizada, ou seja, não observa-se uma ordem no conteúdo programático que otimize o ensino do BIM em estágios avançados.

A questão da infraestrutura da FAU/UFJF foi discutida, mas não houve consenso sobre estar ou não defasada tecnologicamente. Neste quesito, foram ressaltadas as dificuldades de gestão dos equipamentos, dada a rotina de segurança dos laboratórios, mas foi questionado novamente o quanto a capacidade

de hardware é realmente limitadora de uma implementação BIM, dado que existe toda a camada teórica paralela e importante de ser refletida, como o desenvolvimento de competências de gestão, planejamento e desenvolvimento em trabalhos em equipe, entre outras. Foi também observada a conformação espacial das salas de projeto, em relação a estarem mais ou menos otimizadoras da implementação BIM, e os participantes ressaltam elementos positivos de salas mais flexíveis fisicamente mas, ao mesmo tempo, refletiram sobre qual seria o real impacto de um espaço físico para atividades de grupo que são hoje em dia rotineiramente otimizadas no ambiente virtual pelos discentes.

A introdução do BIM no curso pode ser um elemento-chave na implementação BIM, mas talvez o maior empecilho, segundo os participantes do grupo focal. O arquiteto e urbanista hoje não possui uma formação técnica suficiente para o aprendizado e uso do BIM.

A gente começou falando que a matriz não tem nenhum problema. Mas a gente já detectou que tem. Então assim a gente teria que inverter pelo menos as ordens de conteúdos. Talvez pra gente poder introduzir o projeto BIM, com uma discussão maior da parte técnica e aí a gente poderia caminhar. Depois tem essa visão da história do curso também. **Embora o nosso curso tenha sido formado, né, dentro da faculdade de engenharia**, ele poderia ter uma pegada mais técnica porque ele não vem de uma escola de belas artes por exemplo, mas **a formação dos professores quase sempre já se deu nas ciências sociais aplicadas, humanas**. Então a gente não carregou essa história pra gente de ensino. (...)na faculdade de arquitetura mesmo não se admite outra formação que não seja arquitetura e urbanismo. Então você vê o corpo docente que é a massa maior ali de projeto, não ter uma discussão técnica, porque(...) não tem essa formação (Participante B r.e. - grupo focal II - 29/05/2023, grifo nosso).

Uma priorização de conhecimentos técnicos mais no início do curso foi proposta e novamente percebeu-se uma predominância na visão do BIM como facilitador do aprendizado de conhecimentos técnicos e da materialidade do ambiente construído e não necessariamente ou prioritariamente como reorganizador de conhecimentos e otimizador da informação da construção civil através de competências adquiridas.

Para uma implementação BIM no ensino de arquitetura e urbanismo, salientou-se a investigação de alguma métrica que possibilite que o atual docente visualize numericamente ganhos substanciais em objetivos já atualmente trabalhados. A métrica proposta por Succar (2010) não é citada ou considerada, e

para este objetivo citado acima não atenderia. O BIM, como qualquer inovação disruptiva, não é compreendido por padrões e métricas para alcance de objetivos anteriores a ele, pois inova exatamente a ponto de demandar suas próprias formas de avaliação com seus próprios objetivos.

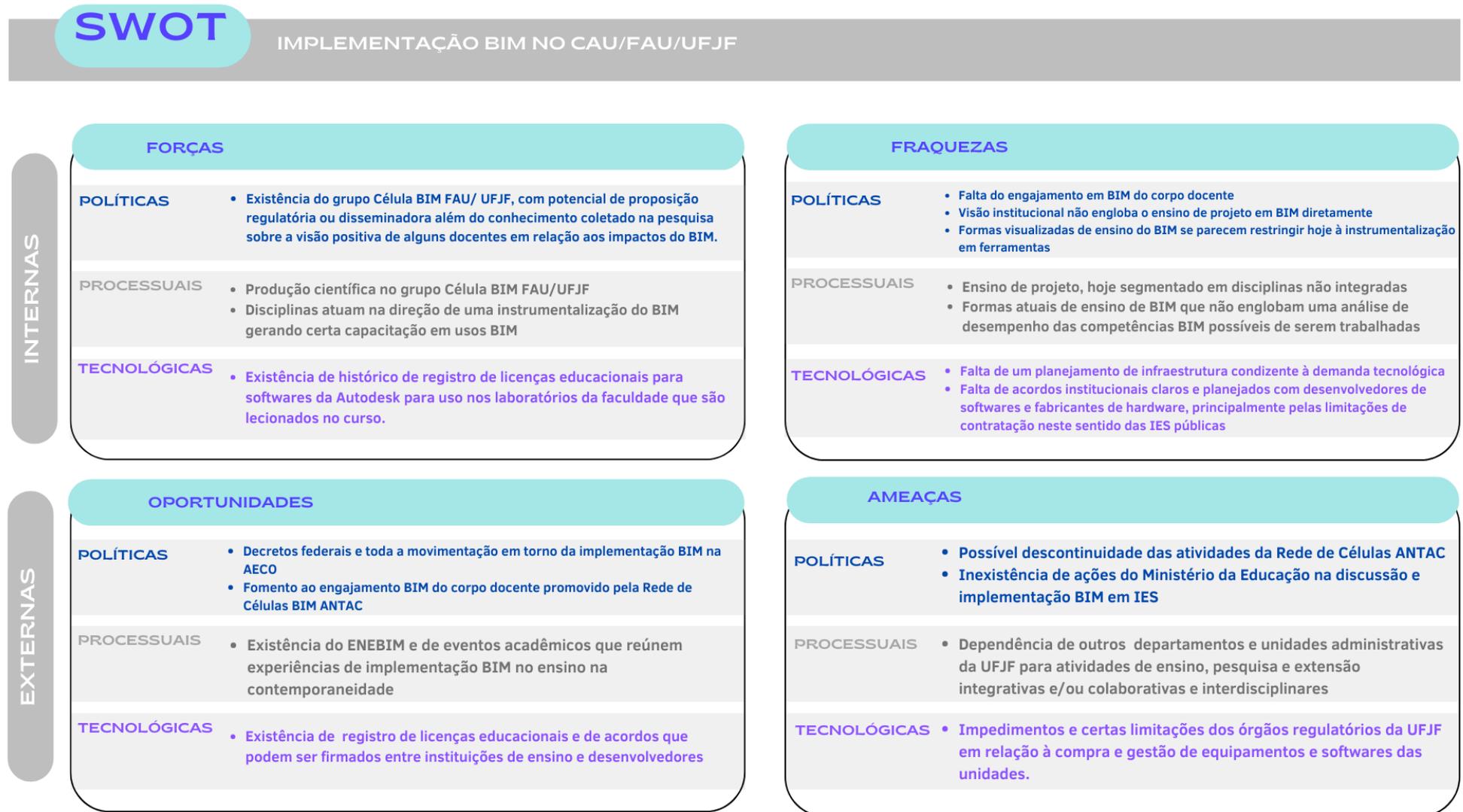
Por fim, foi ressaltado o impacto que a Célula BIM FAU/UFJF pode exercer sobre a difusão do BIM no curso. Ações de capacitação e conscientização podem ser o primeiro passo para que seja possível uma aclimatação do tema juntos aos docentes. Para uma capacitação dos docentes, inclusive, foi refletido o formato ideal, que poderia ser de uma instrumentalização em algum software BIM como primeiro contato para posteriormente uma iniciação teórica do BIM. Dessa forma, seria possível disponibilizar para os professores um repertório que os faça se ambientar e se aproximar do BIM.

#### **4.4 QUADRO SWOT DA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO CAU/FAU/UFJF**

Para a compreensão do cenário atual das possibilidades e limitações através da pesquisa empírica realizada na FAU/UFJF, pôde-se construir um resumo dos itens registrados na análise de conteúdo, de forma a buscar classificá-los através da estrutura triaxial proposta por Böes, Barros Neto e Lima (2021) para a análise das instituições de ensino superior com as considerações políticas, processuais e tecnológicas.

De forma a classificar em possibilidades e limitações de natureza interna e externa, a matriz SWOT proporciona uma leitura geral dos resultados da pesquisa, traz uma visualização sobre onde existem mais campos de ação e onde não existem muitas mudanças. Por exemplo, os aspectos de natureza externa influenciam a realidade do curso, mas possuem dinâmicas diferentes e complexas para serem alterados. Em contrapartida, os aspectos de natureza interna, fruto de campos políticos, processuais e tecnológicos, podem ser analisados em profundidade e alvo de ação do grupo Célula BIM FAU/UFJF.

Quadro 19 - Matriz SWOT da Implementação BIM no CAU/FAU/UFJF



Fonte: da Autora

Os elementos de força política interna, que dizem respeito às iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM, são correspondidos então pela existência do grupo Célula BIM FAU/ UFJF, voltado exclusivamente para a reflexão da implementação BIM no ensino do CAU/FAU/UFJF, com potencial de proposição regulatória ou disseminadora além do conhecimento coletado na pesquisa sobre a visão positiva de alguns docentes em relação aos impactos do BIM. Os elementos de força processual interna, que dizem respeito ao desempenho do ensino, pesquisa e extensão em BIM, são correspondidos ao fato de que existe uma produção científica no grupo Célula BIM FAU/UFJF e algumas disciplinas atuam na direção de uma instrumentalização do BIM gerando uma capacitação em usos BIM.

Os elementos de fraquezas políticas internas, correspondem a alguns elementos dificultadores apontados, como falta do engajamento em BIM do corpo docente, a visão institucional não engloba o ensino de projeto em BIM diretamente e as formas visualizadas de ensino do BIM se parecem restringir hoje à instrumentalização em ferramentas. As fraquezas processuais internas interpretadas foram em relação ao próprio ensino de projeto, hoje segmentado, e as formas atuais de ensino de BIM, que não englobam uma análise de desempenho das competências BIM possíveis de serem trabalhadas. As fraquezas tecnológicas internas são constituídas pela falta de um planejamento de infraestrutura condizente à demanda tecnológica e falta de acordos institucionais claros e planejados com desenvolvedores de softwares e fabricantes de hardware, principalmente pelas limitações de contratação neste sentido das IES públicas.

As oportunidades políticas externas são referentes aos decretos federais e toda a movimentação em torno do fomento ao engajamento BIM do corpo docente promovido pela Rede de Células BIM ANTAC. As oportunidades processuais externas são representadas pela difusão do BIM promovido por eventos acadêmicos com enfoque específico para o ensino do BIM como o Encontro Nacional de Ensino do BIM (ENE BIM). As ameaças políticas externas são referidas à continuidade das atividades do próprio grupo de Rede de Células ANTAC, ainda não definida como revelado pela entrevista com a coordenadora. As ameaças processuais externas são referentes ao desempenho do ensino, pesquisa e extensão que dependem de elementos externos ao CAU/FAU/UFJF como, por exemplo, a colaboração com outros departamentos e unidades administrativas da UFJF. As ameaças tecnológicas

externas são exatamente os impedimentos dos órgãos regulatórios da UFJF em relação à compra e gestão de equipamentos e softwares das unidades.

Dessa forma, observa-se um complexo cenário para uma implementação a curto prazo do BIM, por mais que importantes forças e oportunidades tenham surgido nos últimos anos. A implementação do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo do CAU/FAU/UFJF pode hoje ser enquadrada no nível primário. O nível primário é descrito por Turk e Starcic (2020) como o nível onde existe uma modernização do ensino do CAD através do ensino BIM. No entanto, para além do cenário geral, existem importantes aspectos a serem observados, como a última atualização da matriz curricular realizada em 2023 englobando mais horas destinadas a atividades extensionistas.

Observou-se que os grupos fomentadores de uma implementação BIM no CAU/FAU/UFJF, a Rede de Células e a própria Célula BIM da unidade, correspondem a consideráveis elementos impulsionadores para a transformação do ensino do BIM no referido curso, dado que o atual ensino do BIM é restrito a uma instrumentalização em ferramentas BIM, formando modeladores, mas sem um desenvolvimento específico de competências BIM em um nível integrador dos conhecimentos. No entanto, a atuação destes grupos é recente e a Célula BIM FAU/UFJF não possui um número considerável de docentes engajados.

As possibilidades de um ensino voltado para uma integração de conteúdos ampla e formadora de um profissional com caráter generalista através do BIM no CAU/FAU/UFJF ainda possui muitos entraves e desafios. A reflexão sobre uma matriz curricular com uma permeabilidade ao BIM promovida pela Rede de Células BIM ANTAC, e discutida no âmbito da Célula BIM FAU/UFJF, proporcionou uma visão sobre as diversas possibilidades de implementação BIM e pode ser instrumento de debate junto aos departamentos. Através da coleta pelos questionários, da visão dos docentes sobre uma implementação BIM, foi possível observar uma dissonância entre os conceitos mundialmente trabalhados a respeito do BIM e sua funcionalidade com os conceitos e interpretações dos docentes. Ainda há pouca exploração e discussão em nível interno, e uma percepção do BIM como mais uma ferramenta digital.

Através da entrevista com a coordenadora da Rede de Células BIM, foi possível observar o impacto nacional do fomento à implementação BIM nas IES, e o nível de discussão voltado para uma experimentação docente em BIM através do

desenvolvimento de competências BIM e de uma exploração dos potenciais do BIM na extensão e na pesquisa dentro das disciplinas da AECO. No entanto, foi ressaltado que o maior impedimento, recorrente em outras células, é a cultura e a barreira temporal dos docentes para se capacitarem no campo. Tal barreira foi constantemente relatada nas discussões do grupo focal com os membros da Célula BIM FAU/UFJF. Para além de uma falta de adesão, percebe-se uma dificuldade entre os membros de desenhar caminhos possíveis para uma implementação BIM sem a exploração da integração e a colaboração BIM, ou seja, não são claras as possibilidades de uma implementação ou um plano de implementação BIM que alcance objetivos menos desafiadores e disruptores em um primeiro momento para a longo prazo conseguir alcançar outras transformações.

Três categorias de análise emergiram da investigação empírica: (a) a visão sobre o BIM; (b) o ensino do BIM e (c) a implementação do BIM. Através desses três eixos de análise, foram sistematizados os apontamentos dos participantes de forma a evidenciar as possíveis inferências e interpretações.

As observações a respeito da visão sobre o BIM destacaram posições quase opostas no que diz respeito ao potencial e objetivo do BIM, o que reforça o entendimento da grande barreira cultural a ser superada pelos docentes. As observações do ensino do BIM elencaram diversas possibilidades, como, por exemplo, a utilização de modelos linkados para um trabalho colaborativo e a possibilidade de uma pulverização dos conceitos BIM ao longo de todo o curso, indo contra a ideia de uma disciplina específica para o BIM, ou seja, de acordo com as discussões pedagógicas de Hjelseth (2017). As observações da implementação BIM, proporcionaram o reconhecimento do impacto e papel da Célula BIM neste processo, além de dar luz à discussão sobre o real impacto de um layout físico específico para o ensino do BIM e de qual seria o real impedimento de um laboratório com baixo ou alto desempenho tecnológico em uma implementação BIM que deveria em um primeiro momento se preocupar com a inclusão de conceitos e da teoria por trás do BIM, que diz respeito ao desenvolvimento das competências BIM seja as de Succar, Sher e Williams. (2013), seja as de Barison e Santos (2016).

Contudo, observa-se um cenário complexo para a implementação do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo no CAU/FAU/UFJF a curto prazo, devido à fraquezas e ameaças nos campos políticos, processuais e tecnológicos como demonstrado pela matriz SWOT. A conformação de um ensino que proporcione uma

integração de conhecimentos e desenvolvimento de competências BIM exige uma ultrapassagem da barreira cultural que depende de fatores ainda subjetivos e sem métricas substanciais, que traduzem, de forma clara e de fácil entendimento para a comunidade acadêmica, o objetivo de uma implementação BIM.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal da pesquisa consistiu em responder quais são as possibilidades e limitações da implementação do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo do CAU/FAU/UFJF. A resposta permeia o entendimento fruto da investigação por meio de uma revisão bibliográfica sobre o ensino do BIM e sua conceituação e uma pesquisa descritiva sobre os grupos Rede de Células BIM ANTAC e Células BIM FAU/UFJF e empírica junto a esses núcleos e os docentes do CAU/FAU/UFJF. A montagem de uma matriz SWOT reuniu as possibilidades e limitações atuais de implementação BIM no CAU/FAU/UFJF, distribuídas em aspectos políticos, processuais e tecnológicos.

Observou-se um extenso e profundo desenvolvimento conceitual do BIM na literatura, onde a tecnologia é enxergada como uma inovação disruptiva no âmbito da construção civil. No entanto, foram relatados inúmeros desafios para um reatamento dessa inovação no ambiente acadêmico. O desenvolvimento de competências BIM, que, segundo Succar, Sher e Williams (2013), formam base a uma gestão da aprendizagem BIM, é uma possibilidade relevante para a implementação BIM e as competências são consideradas nos diagnósticos de permeabilidade BIM e maturidade BIM propostos pela Rede de Células BIM ANTAC.

A Rede de Células BIM ANTAC consiste em um importante elemento impulsionador para a reflexão sobre o ensino do BIM nas IES, por reunir docentes de várias instituições, trocando experiências. Com a entrevista com a coordenadora da rede, foi possível observar um cenário otimista com a instalação de Células BIM nas unidades de ensino nacionais, o que poderá proporcionar a renovação e atualização dos materiais didáticos voltados para um ensino do BIM. Ressalta-se que o contexto de implementação BIM em IES federais possui uma especificidade em comparação com implementações em redes privadas ou no mercado, pois a lógica de funcionamento de uma autarquia federal não comporta uma atitude de tomada de decisão de cima para baixo no que se refere ao BIM.

No entanto, apesar de os diagnósticos aplicados pela Célula BIM FAU/UFJF demonstrarem que a matriz curricular do CAU/FAU/UFJF possui média maturidade BIM e consideráveis permeabilidades de conteúdo BIM, o grupo precisará refletir,

com mais ênfase, sobre como superar a barreira cultural observada como maior impasse para uma implementação BIM.

Portanto, ressalta-se que o conhecimento sobre o BIM ainda não é homogêneo no CAU/FAU/UFJF e a difusão do BIM na AECO não possui amplo respaldo de vários órgãos de ensino em arquitetura e urbanismo - somente de outras categorias como o Ministério da Economia e a ANTAC - consiste em um maior desafio para uma implementação BIM a curto prazo no CAU/FAU/UFJF. Mas, a existência da Célula BIM FAU/UFJF consiste em um importante grupo fomentador de ações de capacitação e difusão interna do BIM, dado que a maior limitação observada é a barreira cultural docente.

A pesquisa contou com as limitações em relação à participação não total dos docentes ao questionário, e à baixa participação dos membros da célula BIM no grupo focal. No entanto, esses desafios não se demonstraram impeditivos de um registro importante e considerável das opiniões e posicionamentos da comunidade acadêmica sobre o tema.

Observou-se que a matriz SWOT, sintetizando as forças, fraquezas, ameaças e oportunidades da implementação BIM no CAU/FAU/UFJF junto com a classificação de Bões, Barros Neto, Lima (2021) dos eixos de implementação: Político; Tecnológico e Processual, trouxe uma leitura mais sucinta e objetiva das interpretações a respeito das possibilidades e limitações da implementação BIM na unidade. O instrumento se revelará de grande impacto na discussão do PIB proposto pela Célula BIM FAU/UFJF e pode ser reproduzido para outras células BIM.

Como desdobramentos da pesquisa, espera-se que a matriz alimente as discussões e a montagem do Plano de Implementação BIM a ser promovido pela Célula BIM FAU/UFJF, e promover uma ampliação deste método com outras células em outras IES para análises comparativas.

Por fim, a respeito de futuras pesquisas, entende-se que seria enriquecedor a busca de uma análise aprofundada destas limitações e possibilidades em outras IES. Também enxerga-se enriquecedor a compreensão de como a matriz SWOT pôde ou não contribuir para a proposta de um PIB com diretrizes palpáveis. Para além disso, é possível explorar como tornar compreensível o desenvolvimento das competências, habilidades e atitudes para os arquitetos e urbanistas dentro das IES brasileiras. Uma questão adicional poderia abordar como constituir uma ampla formação em BIM dos atuais docentes das IES federais brasileiras.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. L. V. X. D.; RUSCHEL, R. C.; MOREIRA, D. D. C. O processo e os métodos. In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K., *et al.* **O processo de projeto em arquitetura**: da teoria à tecnologia. Campinas: Oficina de Textos, 2011. Cap. 4, p. 80 - 100.

ANDRADE, R. A. de. **Implementação do BIM no ensino**: adequação de matrizes curriculares de cursos de arquitetura através da identificação de permeabilidades de conteúdo. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído, Faculdade de Engenharia, 2018, 198 f. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/8231>. Acesso em: 28 abr. 2022.

BARBOSA, M. A. C.; SANTOS, J. M. L. D.; MATOS, F. R. N.; ALMEIDA, A. M. B. Nem só de debates epistemológicos vive o pesquisador em Administração: alguns apontamentos sobre disputas entre paradigmas e campo científico. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 11, n. 4, p. 636- 636, 2013.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 103-120, jan./jun. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.102708>.

BATISTELLO, Paula; BALZAN, Katiane Laura; PEREIRA, Alice Theresinha Cybis. BIM no ensino das competências em arquitetura e urbanismo: transformação curricular. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019019, abr. 2019. ISSN 1980-6809. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653989>. Acesso em: 27 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653989>.

BAUER, M. W.; Aarts, B. A construção do corpus: um princípio para a coleta de dados qualitativos. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Eds.), **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. Petrópolis: Vozes, 2022. p. 39-63.

BERNSTEIN, P. Integrated Practice: It's not just about the technology. **AIA**, 2005. Disponível em: [http://www.aia.org/aiarchitect/thisweek05/tw0930/tw0930bp\\_notjusttech.cfm](http://www.aia.org/aiarchitect/thisweek05/tw0930/tw0930bp_notjusttech.cfm). Acesso em: 08 set. 2023.

BIM Excellence. **200 series**. Disponível em: <https://bimexcellence.org/resources/200series/201in/>. Acesso em 18 set. 2022.

BIM FORUM BRASIL. **Lançamento do Projeto Construa Brasil. BIM Forum Brasil**. Disponível em: <https://www.bimforum.org.br/post/lançamento-do-projeto-construa-brasil>. Acesso em 18 set. 2022.

BIM FORUM BRASIL. **Site BIM FORUM BRASIL**, 2023. BuildingSmart International. Disponível em: <https://www.bimforum.org.br/buildingsmart>. Acesso em: 7 mai.2023.

BÖES, Jeferson Spiering; BARROS NETO, José de Paula; LIMA, Mariana Monteiro Xavier de. BIM maturity model for higher education institutions. **Ambiente Construído**, Porto Alegre , v. 21, n. 2, p. 131-150, Apr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1678-8621202>.

BRASIL, Ministério da Economia. **EDITAL Nº 3/2019 TERMO DE COLABORAÇÃO PARA EXECUÇÃO DE AÇÕES PARA PROMOVER GANHO DE PRODUTIVIDADE E COMPETITIVIDADE DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/aceso-a-informacao/licitacoes-e-contratos/doacoes/chamamentos-publicos/2019/construcao-civil/edital>. Acesso em: 27 abr. 2022.

BRASIL. Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 02 de 17 de Junho de 2010**. Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Diário Oficial da República do Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional da Educação. Brasília, DF, 18 jun. 2010. Seção 1, p. 37-38.

BRASIL. **Decreto n. Nº 10.306**, de 02 de abril de 2020 Institui a Estratégia de Disseminação do Building Information Modelling. Diário Oficial da União, Brasília, | Edição: 65 | Seção: 1 | Página: 5, abril 2020. Atos do Poder Executivo. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>. Acesso em: 27 abr. 2022.

BRASIL. **Decreto n. Nº 9.983**, de 23 de ago de 2019. Institui a Estratégia de Disseminação do Building Information Modelling. Diário Oficial da União, Brasília, Edição 163, Seção 1 ISSN 1677-7042, ago 2019. Atos do Poder Executivo. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15). Acesso em: 27 abr. 2022.

BRASIL. **Lei 12.378**, de 31 de Dezembro de 2010. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. Diário Oficial da República do Brasil. Casa Civil. Brasília, DF, 24 dez. 1966.

CAU/FAU/UFJF. **A Rede de Células BIM ANTAC**. 2022 Disponível em: <https://www.ufjf.br/arquitetura/oportunidades/celula-bim-fauufjf/>. Acesso em: 18 set. 2022.

CHECCUCCI, É.de S.; AMORIM, A. L. de. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e o BIM. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 5, n. 1, p. 6–17, 2014. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v5i1.8634540>.

CHEN Y. *et al.* Adoption of building information modeling in Chinese construction industry. **Engineering Construction & Architectural Management**. v. 26, n. 9, 2019 p. 1878-1898.

CHRISTENSEN, C.M; OVERDORF,M. Meeting the Challenge of Disruptive Change. **Harvard Business Review**, v.78, n.2, 2000, p.66-75.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Trad. de Magda Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CWIC.**The Building Technology and Construction Industry Technology Roadmap**. Melbourne: Collaborative Working In Consortium, 2004

DELATORRE,V.Potencialidades e limites do BIM no ensino de arquitetura: uma proposta de implementação. 2014.293f. **Dissertação** (Mestrado em arquitetura e urbanismo)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

DURAND, T. Forms of Incompetence. In: SANCHEZ, R.; HEENE, A. (Eds.). **Theory development for competence-based management**, Geenwich: JAI Press, 2000. Disponível em:<http://www.cmi-strategies.com/wp-content/uploads/2012/05/Thomas-Durand-2000-Forms-of-Incompetence.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2022.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual De Bim: Um Guia De Modelagem Da Informação Da Construção Para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores E Incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FANTIN, N. R.; PAULA, F. B. R. de. BIM applied to the teaching of architecture and urbanism design: an overview of pedagogical practices. **PARC Pesq. em Arquit. e Constr.**, Campinas, SP, v. 14, 2023. p.e023019, 2023. DOI:<https://doi.org/10.20396/parc.v14i00.8668863>.

FAU UFJF, **Sobre**. Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo/ Célula BIM FAU/UFJF. 2022. Disponível em: <https://www.ufjf.br/arquitetura/oportunidades/celula-bim-fauufjf/sobre>. Acesso em: 29 jul. 2023.

IMPLANTAR. In: DICIO, **Dicionário Online de Português**. Porto: 7Graus, 2023. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/implantar/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

IMPLEMENTAR. In: DICIO, **Dicionário Online de Português**. Porto: 7Graus, 2023. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/implementar/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

HAMPSON, K.; BRANDON, P. Construction 2020: A Vision of Australia's Property and Construction Industry. **Construction Innovation**, Australia, CRC, 2004.

ISO 29481-1:2010.Building information models - Information delivery manual - Part 3: Data schema. **International Standards Organisation**.

JOVANOVICHS, C. T. ; MOUNZER, E. C. Evolução tecnológica do desenvolvimento de projetos nos setores de engenharia civil e arquitetura. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.8, 2021, p. 77089-77111, Aug. 2021.

KREIDER, R. G.; MESSNER, J. I. **The Model Uses Ontology**.CIB W78 Conference.October 27-29, 2015. Eindhoven, The Netherlands, 2015.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2005.

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

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. Tese de Doutorado. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013, 325 p.

MÉTODO de identificação da interface com BIM na matriz curricular. Érica de Sousa Checcucci. 2021. **1 vídeo (27:58 min)**. Publicado pelo canal do Youtube GT TIC ANTAC. Playlist Células BIM. 7 mai. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8i32NV4PLjc&list=PLkL20v6GBV3yEjceOKS8WpQd4xxemV6A2&index=2>. Acesso em: 18 ago. 2023.

MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista de. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, [s. l.], ano 2011, v. 18, ed. 22, p. 153-171, 2011. Disponível em: [file:///C:/Users/ALMEE/Downloads/3363-Texto%20do%20artigo-13698-1-10-20120516%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ALMEE/Downloads/3363-Texto%20do%20artigo-13698-1-10-20120516%20(1).pdf). Acesso em: 5 set. 2022.

MIZUMOTO, J.; OLIVEIRA, F. BIM educação, uma revisão bibliográfica estruturada. In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE BUILDING INFORMATION MODELLING, 3. **Proceedings...** Porto: eCAADe, 2020.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES - NBIS. **NBIMS National Building Information Modeling Standards** Version 1, Part 1: overview, principles and methodologies. Washington: NBIS, 2007. Disponível em: [http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMsv1\\_p1.pdf](http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMsv1_p1.pdf). Acesso em: 01 out. 2023.

NIST Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry. **National Institute of Standards and Technology**. Gallaher, M. P. O. C., A. C.; Dettbarn, J. L., Jr.; Gilday, L. T. 2004.

PENTTILÄ, H. **Describing changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression**, ITCON 11. Special Issue The effects of CAD on building form and design quality. 2006, p. 395–408.

PPC DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Coordenação de Arquitetura e Urbanismo**. Campus Universitário Martelos, Juiz de Fora, 2021.

RECEPETI, Rede Catarinense de Inovação. **INFORME** – Em cumprimento ao art.11, incisos I a VI da Lei Federal nº 13.019 de 2014. Disponível em: <http://recepti.org.br/2020/06/12/informe-recepti-firma-termo-de-colaboracao-.A>. Acesso em: 18 set. 2022.

RODRIGUES, A. M. M. Por uma filosofia da tecnologia. In: Grinspun, M.P.S.Z.(org.). **Educação Tecnológica - Desafios e Perspectivas**. São Paulo: Cortez, 2001: 75-129.

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de Conteúdo: Exemplo de Aplicação da Técnica para Análise de Dados Qualitativos. **IV Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e Contabilidade** - ENEPO. Brasília – DF, 03 a 05 de 2013. Disponível em: [http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnEPQ/enepq\\_2013/2013\\_EnEPQ1](http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnEPQ/enepq_2013/2013_EnEPQ1). Acesso em: 18 set. 2022.

SIMAS, T. B., SILVA, J. L. A., & CARVALHO, C. M. de. Uma análise dos softwares CAD e BIM nos projetos pedagógicos dos cursos de Arquitetura em instituições públicas brasileiras. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 7 n. 1, 2021, p.12304–01. DOI: <https://doi.org/10.18540/jcecvl7iss1pp12304-01-12e>

SUCCAR, B. Building Information Modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. University of Newcastle, Australia RMIT University / **Automation in Construction** **18**. 2009, p. 357–375.

SUCCAR, B. Building Information Modelling maturity matrix. In J. Underwood & U. Isikdag (Eds.), **Handbook of research on Building Information Modelling and construction informatics: concepts and technologies**. 2010, pp. 65-103, IGI Publishing. Disponível em: <http://bit.ly/BIMPaperA3>. Acesso em: 18 set. 2022.

SUCCAR, B., SHER, W., & WILLIAMS, A. . An integrated approach to BIM competency acquisition, assessment and application. **Automation in Construction**. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.016>.

SUCCAR, B., SALEEB, N., SHER, W. . Model Uses: Foundations for a Modular Requirements Clarification Language, Australasian Universities Building Education **AUBEA2016**, Cairns, Australia, July 6-8, 2016. Disponível em: <http://bit.ly/BIMPaperA10>. Acesso em: 04 jun. 2023.

SUCCAR, B., POIRIER, E. Lifecycle information transformation and exchange for delivering and managing digital and physical assets, **Automation in Construction**, **112**. 2020. Disponível em: <http://bit.ly/PaperA11>. Acesso em: 04 jun. 2023.

TURK, Z.; STARCIC, A. I. Towards deep impacts of BIM on education. **Frontiers of Engineering Management** v.7, 2020, p. 81-88. DOI:<https://doi.org/10.1007/s42524-019-0035-2>.

UFJF. Graduação em Arquitetura e Urbanismo, **Matriz Curricular 2.2016**. Disponível em: <http://www.ufjf.br/arquitetura/>. Acesso em: 04 jul. 2023.

VERASZTO, E. V.; SILVA, D. da; MIRANDA, N.A.; SIMON, F. O.. O. Tecnologia: buscando uma definição para o conceito. **Prisma.com**, Portugal, n. 8, 2009, p. 19-46. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/66904>. Acesso em: 04 jun. 2023.

WONG, A.K.D.; WONG, F.K.W.; NADEEM, A. Atributos das Informações do Edifício: Implementação de Modelagem em vários países. **Architectural Engineering And Design Management**. 2010. v.6, p.288–302. DOI:10.3763/aedm.2010.IDDS6ª2010. Earthscan. ISSN: 1745-2007 (impresso), 1752-7589 (online) Disponível em: [www.earthscan.co.uk/journals/aedm](http://www.earthscan.co.uk/journals/aedm). Acesso em: 12 out. 2023.

ZARDO, P.; MUSSI, A. Q.; RIBEIRO, L. A. BIM: Potencialidades Para A Concepção Projetual. IMED, Mostra de Iniciação Científica e Extensão Comunitária v.12.: 2018: Passo Fundo, RS. **Anais [...]**, 7 a 9 de ago. 2018.

## APÊNDICE A - Questionário

### **BIM no ensino de arquitetura e urbanismo da FAU/UFJF**

Este questionário enquadra-se numa investigação no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Ambiente Construído, do Programa de Pós Graduação em Ambiente Construído da Faculdade de Engenharia da UFJF. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins acadêmicos (dissertação de Mestrado), sendo realçado que as respostas dos participantes representam apenas a sua opinião individual. O questionário é anônimo e composto por 10 questões onde a maioria é de múltipla escolha. As quatro primeiras perguntas dizem respeito ao ensino de projeto de arquitetura e urbanismo auxiliado por modelos tridimensionais digitais ou o BIM. Em seguida, três perguntas sobre a capacitação em BIM realizada ou não. Duas perguntas sobre o cenário de inserção do BIM nacionalmente. Três perguntas sobre o BIM como recurso pedagógico. Quatro perguntas sobre atualização profissional. Uma pergunta sobre o BIM no CAU/FAU/UFJF e uma pergunta sobre o BIM no ensino de arquitetura e urbanismo de forma geral.

Minha pesquisa objetiva evidenciar os limites e potencialidades da abordagem da Modelagem da Informação da Construção (BIM) na FAU/UFJF discutidos e levantados com a criação da Célula BIM, formada por docentes e discentes, no curso de Arquitetura e Urbanismo. Para fins de esclarecimentos, é sabido que o BIM é de alguma forma abordado atualmente no curso, no entanto, o intuito principal desta pesquisa é explorar as limitações e os campos de exploração possíveis do BIM para os alunos e alunas da FAU/UFJF. Sendo assim, deliberou-se o uso do termo "Implementação BIM" para designar um conjunto de ações mais integradas, planejadas e de acordo com as discussões atuais a respeito do ensino do BIM.

Nesta investigação junto ao corpo docente da FAU/UFJF, espera-se coletar a visão de todos os professores independente do departamento vinculado ou área de atuação através deste questionário de 10 perguntas.

Obrigada pela participação!

\* Indica uma pergunta obrigatória

---

1. **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** \*

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “Os desafios da abordagem do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo da FAU/UFJF”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a implantação da tecnologia BIM nos diversos campos do mercado de trabalho da construção civil, no contexto mundial e brasileiro, que nos leva à uma revisão do modo de ensino de tecnologias nos cursos de arquitetura engenharia e construção civil (AECO), assim como das possíveis mudanças mais profundas sobre a compreensão do impacto e papel que o BIM pode obter. Sendo assim, nesta pesquisa pretendemos compreender os limites e possibilidades da implementação do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Caso você concorde em participar, vamos realizar um questionário com você. Esta pesquisa tem alguns riscos, no que se refere à possibilidade de identificação das participantes pois após a finalização dos questionários Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, os dados serão administrados através de uma revisão detalhada, com a substituição dos nomes por letras quando manipulados e trabalhados na análise. A pesquisa pode ajudar com a construção da real possibilidade de implementação do BIM pelo grupo acadêmico pertencente à FAU/UFJF.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano causado nas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se digitalizado. E só é possível prosseguir para a marcação das respostas e participação na pesquisa com sua confirmação de consentimento. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução N° 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Para caso de dúvidas, sinta-se a vontade para entrar em contato com a pesquisadora.

**Natália Rosa Fantin**

**Contato: (31) 987383165**

**E-mail: [rosa.fantin@arquitetura.ufjf.br](mailto:rosa.fantin@arquitetura.ufjf.br)**

**Campus Universitário da UFJF**

**Programa de Pós Graduação em Ambiente Construído - Faculdade de Engenharia**

**CEP: 36036-900**

**E-mail: [mestrado.aconstruido@ufjf.edu.br](mailto:mestrado.aconstruido@ufjf.edu.br)**

*Marcar apenas uma oval.*

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

O ensino de projeto de arquitetura e urbanismo

2. Indique abaixo, a frequência que utilizou **modelos tridimensionais DIGITAIS** durante o ensino de projeto de arquitetura e urbanismo, seja por iniciativa dos alunos, seja por sua própria iniciativa, nas disciplinas lecionadas dos últimos 5 anos. \*

Exemplos: Visualização do interior de uma catedral gótica; Apresentação de Projeto Final de Arquitetura e Urbanismo; Visualização de seção de via em Projeto Urbanístico e Paisagístico; Discussão de partido e conceito arquitetônico; Experimentação de operações formais entre outros.

*Marcar apenas uma oval.*

Muito frequente (em todas as aulas)

Frequentemente (em todos trabalhos finais)

Eventualmente (em orientações eventuais)

Raramente (em poucas orientações ou trabalhos finais)

Nunca (em nenhum momento das aulas)

## 3. Na sua opinião qual a importância da utilização da modelagem 3D nos dias atuais para atingir os objetivos a seguir: \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Muito Importante	Importante	Mediana	Às vezes é importante	Não é nada importante
<p>Documentação 2D - uso de um modelo 3D para gerar uma planta baixa ou vista de seção e desta forma representar ortogonalmente todas as informações documentais de um projeto a nível básico ou executivo, exemplo: uma planta baixa com cotas e níveis ou um corte com detalhamento dos elementos construtivos.</p>	<input type="radio"/>				
<p>Comunicação Visual de um Projeto Arquitetônico - para apresentação de proposta formal e conceitual de um projeto arquitetônico.</p>	<input type="radio"/>				
<p>Análises de desempenho do projeto, como por exemplo de conforto térmico, acústico e luminoso</p>	<input type="radio"/>				
<p>Compatibilização de Projetos Complementares</p>	<input type="radio"/>				
<p>Montagem do quadro quantitativo de um projeto arquitetônico para fins de orçamentação.</p>	<input type="radio"/>				
<p>Documentação As-built, como por exemplo: o levantamento físico de uma edificação histórica ou o levantamento físico de um apartamento existente a ser reformado</p>	<input type="radio"/>				

4. Você leciona alguma disciplina em que você utiliza na sala de aula alguma ferramenta baseada na tecnologia BIM? (Por exemplo: Autodesk Revit, Grafisoft ArchiCAD) \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não  
 Não sei responder

5. Você leciona alguma disciplina em que os alunos conhecidamente utilizam alguma ferramenta baseada na tecnologia BIM? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não  
 Não sei responder

6. Sobre a Modelagem da Informação da Construção (BIM), você já realizou alguma capacitação a respeito? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Pular para a pergunta 7*  
 Não *Pular para a pergunta 9*  
 Não sei responder

Capacitação

7. Qual tipo de capacitação em BIM você já realizou? \*

Marcar apenas uma oval.

- curso  
 workshop  
 palestra  
 pós-graduação  
 outros

8. Qual a duração total ou aproximada da sua capacitação em BIM?

\_\_\_\_\_

BIM no cenário nacional

9. Com a publicação do Decreto presidencial 10.306, de 2 de abril de 2020 que estabelece a utilização do BIM na "execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal" (BRASIL, 2020), no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* (Estratégia BIM BR), instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, a atuação de vários profissionais da área da construção civil se voltou para uma capacitação em BIM em seguida de uma implementação efetiva do BIM no mercado. Você concorda com este conjunto de iniciativas do governo federal? \*

Marcar apenas uma oval.

- Concordo Totalmente  
 Concordo  
 Não concordo nem discordo  
 Discordo  
 Discordo Totalmente  
 Prefiro não opinar

10. Sobre a pergunta anterior, gostaria de comentar algo que justificasse sua opinião?

---

BIM como recurso pedagógico

11. Você considera a utilização do BIM como recurso pedagógico para o ensino de projeto de arquitetura e urbanismo uma possibilidade **relevante**? \*

Por exemplo: utilizar uma ferramenta BIM para modelagem paramétrica com opções de projeto para experimentar layouts de uma Habitação de Interesse Social que acompanhe o crescimento de uma unidade familiar. Neste exemplo o foco principal está no desenvolvimento da compreensão do espaço interior de uma habitação e na experimentação formal facilitada pela modelagem paramétrica da ferramenta BIM.

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não  
 Não sei responder

12. Você utiliza alguma metodologia didática que trabalhe competências de comunicação e trabalho em grupo ou colaborativo entre os alunos? \*

Por exemplo, aprendizagem baseada em projetos ou em problemas

Marcar apenas uma oval.

- Sim *Pular para a pergunta 13*  
 Não *Pular para a pergunta 14*  
 Não sei responder

13. Qual metodologia didática ? \*

---

Atualização Profissional

14. Você possui planos para se atualizar profissionalmente? Por exemplo, realizar alguma pós-graduação ou capacitação em temáticas relacionadas à sua atuação como docente do curso de Arquitetura e Urbanismo.

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim *Pular para a pergunta 15*  
 Não *Pular para a pergunta 18*  
 Não sei responder

#### Atualização Profissional

15. Se sim, qual seria a(as) próxima(s)? \*

---

16. Através de quais plataformas ou instituições? \*

---

17. Em qual área? \*

---

18. Você acredita que o curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFJF conseguiria implementar o BIM, de forma a integrar suas potencialidades quando necessárias, durante toda a matriz curricular? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Não Sei Opinar  
 Prefiro Não Opinar

19. O que você gostaria de acrescentar sobre sua visão a respeito da utilização do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo?

---

---

---

---

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

## APÊNDICE B - TCLE Entrevistas



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa "Os desafios na abordagem da Modelagem da Informação da Construção no ensino de arquitetura e urbanismo da FAU/UFJF". O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a implantação da tecnologia Modelagem da Informação da Construção - BIM, nos diversos campos do mercado de trabalho da construção civil, no contexto mundial e brasileiro, que nos leva à uma revisão do modo de ensino de tecnologias nos cursos de arquitetura engenharia e construção civil (AECO), assim como das possíveis mudanças mais profundas sobre a compreensão do impacto e papel que o BIM pode obter. Sendo assim, nesta pesquisa pretendemos compreender os limites e possibilidades da implementação do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Caso você concorde em participar, vamos realizar uma entrevista semiestruturada com você. Esta pesquisa apresenta o risco mínimo de constrangimento em relação às perguntas, mas todas elas foram formuladas de forma a preservar a individualidade e opinião pessoal do participante. A pesquisa pode ajudar com a construção da real possibilidade de implementação do BIM pelo grupo acadêmico pertencente à FAU/UFJF.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano causado nas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a).

Este termo de consentimento encontra-se digitalizado e será enviado por e-mail. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) Pesquisador (a)

**Natália Rosa Fantin**  
Campus Universitário da UFJF  
Programa de Pós Graduação em Ambiente Construído - Faculdade de Engenharia  
CEP: 36036-900  
Fone: (31)987383165  
E-mail: [mestrado.aconstruido@ufjf.edu.br](mailto:mestrado.aconstruido@ufjf.edu.br)

Rubrica do Participante de pesquisa ou responsável: \_\_\_\_\_  
Rubrica do pesquisador: \_\_\_\_\_

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do

Brasil. **Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF  
Campus Universitário da UFJF  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: [cep.propp@ufjf.br](mailto:cep.propp@ufjf.br)

## APÊNDICE C - TCLE Grupo Focal

### PARTICIPAÇÃO NO GRUPO FOCAL - TCLE

Este formulário é dedicado à confirmação da presença nos dois dias de sessão do Grupo Focal e assinatura do Termo de consentimento livre e esclarecido dos membros da célula BIM interessados a participarem desta investigação no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Ambiente Construído, do Programa de Pós Graduação em Ambiente Construído da Faculdade de Engenharia da UFJF. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins acadêmicos (dissertação de Mestrado).

\* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail \*

\_\_\_\_\_

2. **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** \*

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “Os desafios na abordagem da Modelagem da Informação da Construção no ensino de arquitetura e urbanismo da FAU/UFJF”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a implantação da tecnologia da Modelagem da Informação da Construção - BIM, nos diversos campos do mercado de trabalho da construção civil, no contexto mundial e brasileiro, que nos leva à uma revisão do modo de ensino de tecnologias nos cursos de arquitetura engenharia e construção civil (AECO), assim como das possíveis mudanças mais profundas sobre a compreensão do impacto e papel que o BIM pode obter. Sendo assim, nesta pesquisa pretendemos compreender os limites e possibilidades da implementação do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Caso você concorde em participar, vamos realizar um grupo focal com você junto aos membros atuais da Célula BIM FAU/UFJF. Esta pesquisa tem alguns riscos, no que se refere a um constrangimento durante a sessão do grupo focal. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, diante de uma notificação de constrangimento de algum participante, ele poderá se desligar da pesquisa. A pesquisa pode ajudar com a construção do plano de implementação do BIM pelo grupo acadêmico pertencente à FAU/UFJF. As atividades do grupo focal consistirão em debates em grupo divididos em dois encontros online pela plataforma google meet ou zoom nos dias 26/05/2023 e 29/05/2023 a partir das 18h.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano causado nas atividades que fizemos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se digitalizado, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será enviada a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução N° 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

**Natália Rosa Fantin**

**Campus Universitário da UFJF - Programa de Pós Graduação em Ambiente Construído - Faculdade de Engenharia**

telefone: (31) 987383165

E-mail: [rosa.fantin@arquitetura.ufjf.br](mailto:rosa.fantin@arquitetura.ufjf.br)

Marcar apenas uma oval.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

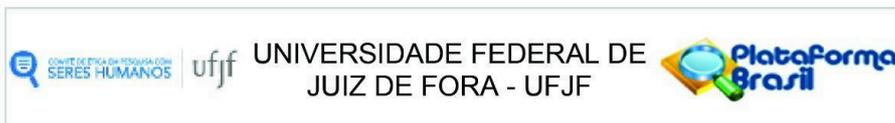
Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

**APÊNDICE D - Questões do roteiro para a entrevista semiestruturada**

- 1) Após aproximadamente um ano das células BIM nas universidades, qual sua opinião sobre a profundidade e disseminação dos objetivos propostos. quais são expectativas de vocês como gestores da rede para as ações das células?
- 2) Quais são as principais barreiras que você, como coordenadora da Rede Célula BIM ANTAC vê para as ações das células BIM?
- 3) Quais são as principais atitudes e ferramentas que observaram serem aplicadas de forma efetiva na direção de uma implementação BIM nas IES?
- 4) Quais são as principais conquistas ou possibilidades levantadas para uma implementação BIM nas IES?

## ANEXO A - Parecer consubstanciado do CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Os desafios na abordagem da Modelagem da Informação da Construção no ensino de arquitetura e urbanismo da FAU/UFJF

**Pesquisador:** NATALIA ROSA FANTIN

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 67099523.6.0000.5147

**Instituição Proponente:** Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.901.044

#### Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa.

Conforme o projeto o "trabalho tem como objetivo evidenciar os limites e potencialidades da abordagem do BIM na FAU/UFJF discutidos e levantados com a implantação da Célula BIM, formada por docentes e discentes, no curso de Arquitetura e Urbanismo. O campo do ensino da Arquitetura e Urbanismo possui um desafio nos dias atuais em relação ao nível de proximidade e integração com as novas tecnologias. A tecnologia de modelagem da informação da construção (BIM) é compreendida como uma atividade que envolve um conjunto de ações para planejamento, análise e manipulação de modelos digitais da construção civil. Para o universo do ensino de formação de arquitetos e urbanistas brasileiros, ainda há um vasto campo a ser debatido, dado o caráter ainda muito genérico da Diretriz Curricular Nacional em relação ao papel e impacto das novas tecnologias. Serão levantados os discursos de três grupos a respeito do que se espera de uma inserção do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo. O primeiro grupo será composto pelos coordenadores da rede, o segundo os docentes da fau/ufjf e o terceiro, os participantes da Célula bim fau/ufjf e para cada um será aplicada uma técnica de coleta de dados diferente. Dessa forma, serão delineados os limites e as potencialidades no que diz respeito à implementação do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo da FAU-UFJF."

**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N

**Bairro:** SAO PEDRO

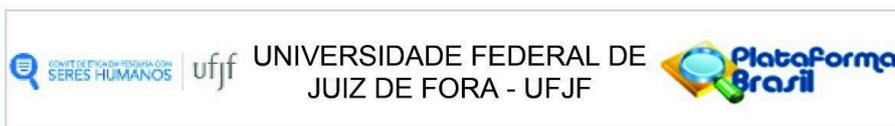
**CEP:** 36.036-900

**UF:** MG

**Município:** JUIZ DE FORA

**Telefone:** (32)2102-3788

**E-mail:** cep.propp@ufjf.br



Continuação do Parecer: 5.901.044

**Objetivo da Pesquisa:**

"Objetivo Primário: O objetivo geral consiste em evidenciar os limites e as potencialidades da implementação do BIM no curso de arquitetura e urbanismo da faculdade de arquitetura e urbanismo da UFJF.

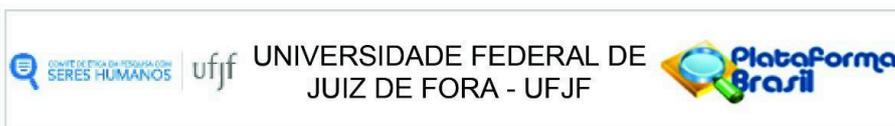
Objetivo Secundário: Para alcance do objetivo geral, são delineados os seguintes objetivos secundários: Compreender o estado da implementação BIM através da rede de células BIM. Compreender o que os professores de Arquitetura e Urbanismo do Curso de Arquitetura e Urbanismo compreendem sobre o uso do BIM para o ensino de Arquitetura e Urbanismo no contexto da FAU/UFJF. Compreender o que os componentes da Célula BIM FAU/UFJF podem elaborar sobre os limites e possibilidades da implementação do BIM na FAU/UFJF."

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

"Riscos: A pesquisa apresenta um risco mínimo que se refere à possibilidade de identificação das participantes para os participantes do grupo focal e dos questionários. No entanto, após a finalização dos questionários, e do grupo focal será feita a extração dos dados para uma ferramenta física, que ficará sobre a guarda do laboratório a que a pesquisa está vinculada, Laboratório de Estudos das Linguagens e Expressões na Arquitetura no Urbanismo e no Design da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da Universidade Federal de Juiz de Fora. Para os participantes da entrevista, há o risco mínimo de constrangimento em relação às perguntas, mas todas elas foram formuladas de forma a preservar a individualidade e opinião pessoal do participante e o participante poderá também interromper a entrevista a qualquer momento. O risco da identificação também será administrado através de uma revisão detalhada, com a substituição dos nomes por letras quando manipulados e trabalhados na análise. Existe o risco de constrangimento durante a sessão do grupo focal, mas diante de uma notificação de constrangimento de algum participante, ele poderá se desligar da pesquisa"

"Benefícios: Os benefícios para os participantes acontecerão de forma indireta, uma vez que através dos resultados, será alcançada a noção do entendimento do BIM compreendido pelo grupo acadêmico pertencente à FAU/UFJF. Os participantes da Célula BIM FAU/UFJF se beneficiarão pela leitura mais abrangente do cenário atual do entendimento do BIM do CAU/FAU/UFJF que os favorece na criação do Plano de Implementação BIM; os participantes da Rede de Células BIM ANTAC se beneficiarão pelo entendimento específico dos limites e possibilidades reais da implementação BIM de um curso de arquitetura e urbanismo de uma instituição de ensino superior federal; e os docentes do CAU/FAU/UFJF se beneficiarão pela noção do entendimento do BIM do grupo ao qual pertencem para refletirem sobre um possível implementação do BIM em sua prática

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N  
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900  
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
 Telefone: (32)2102-3788 E-mail: cep.propp@uff.br



Continuação do Parecer: 5.901.044

acadêmica."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional N° 001/2013 CNS.

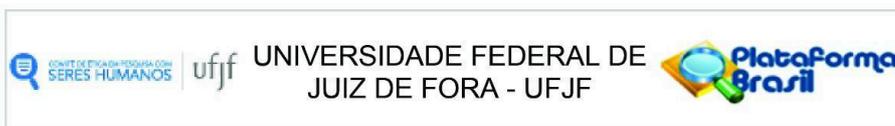
**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CEPs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Merece registro a qualidade do material apresentado, no que diz respeito à clareza dos documentos, e cuidados éticos. Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional N° 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: 30/04/2023.

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N  
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900  
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
 Telefone: (32)2102-3788 E-mail: cep.propp@uff.br



Continuação do Parecer: 5.901.044

**Considerações Finais a critério do CEP:**

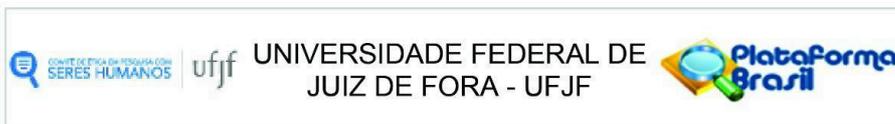
Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional N°001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2085596.pdf	06/02/2023 18:46:23		Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	06/02/2023 18:45:07	NATALIA ROSA FANTIN	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_questionarios.pdf	06/02/2023 18:43:58	NATALIA ROSA FANTIN	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_grupo_focal.pdf	06/02/2023 18:43:48	NATALIA ROSA FANTIN	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_entrevistas.pdf	06/02/2023 18:43:36	NATALIA ROSA FANTIN	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa.pdf	06/02/2023 18:40:41	NATALIA ROSA FANTIN	Aceito
Outros	Questionario_Formularios_Google.pdf	06/02/2023 15:01:13	NATALIA ROSA FANTIN	Aceito
Outros	Instrumentos_de_Pesquisa.pdf	06/02/2023 15:00:31	NATALIA ROSA FANTIN	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Frederico_Braida.pdf	06/02/2023 14:58:51	NATALIA ROSA FANTIN	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Natalia_Fantin.pdf	06/02/2023 14:58:37	NATALIA ROSA FANTIN	Aceito

**Situação do Parecer:**

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N  
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900  
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
 Telefone: (32)2102-3788 E-mail: cep.propp@ufjf.br



Continuação do Parecer: 5.901.044

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

JUIZ DE FORA, 16 de Fevereiro de 2023

---

**Assinado por:**  
**Jubel Barreto**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N  
**Bairro:** SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900  
**UF:** MG **Município:** JUIZ DE FORA  
**Telefone:** (32)2102-3788 **E-mail:** cep.propp@uff.br

## ANEXO B - Tabela de Competências



**BIM**  
INITIATIVE

bimexcellence.org

**assess  
learn  
implement**

**201in** Competency Table v2.1

<http://doi.org/10.5281/zenodo.2550442>

### I. Introduction

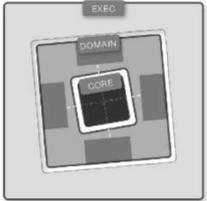
BIM Excellence is a unique *research-based* approach to digital innovation in the construction industry. It provides an integrated methodology and a modular language for performance assessment, learning and process optimisation. The BIME Initiative is *not-for-profit effort* based on the BIM Excellence approach and is guided by a set of [Principles](#). The Initiative is undertaken by volunteer researchers and is supported by in-kind contributions, commercial services, and institutional/corporate [sponsorship](#).

*This document must be read in conjunction with [101in BIME Initiative Explainer](#), [102in BIME Knowledge Structures](#), and [103in BIME Initiative Projects](#) (refer to list of [publications](#)). The BIM Excellence approach and the BIME Initiative are based on the published research of [Dr. Bilal Succar](#) and a growing cohort of esteemed international collaborators.*

### II. How to use this document

The Competency Table can be used to *organise* Competency Items – whether developed by the BIME Initiative or by others – and to *provide a structure* for:

- Developing *assessment modules* for evaluating and comparing the abilities of individuals, groups and whole organisations;
- Developing *competency-based certification regimes* and accreditation programmes;
- Developing learning units and *competency-based educational programmes*; and
- Identifying *competency profiles* of varied roles across markets and disciplines.



The Competency Table is structured according to the published [Competency Hierarchy](#) which includes 3 Competency Tiers: [Core Tier](#), [Domain Tier](#) and [Execution Tier](#). This document focuses on the [Domain Tier](#)<sup>1</sup> and its 8 [Competency Sets](#) and 55 *standard* [Competency Topics](#). Each of the *standard*<sup>2</sup> topics includes 10s or 100s of [Competency Items](#), a Competency Item is a 'phrase/sentence' representing an *ability, activity* or *outcome* that can be *assessed, learned* or *applied*. Each Competency Item belongs to a specific Competency Topic (e.g. Collaboration) within a specific Competency Set (e.g. Functional Set). Below are three sample Competency Items:

- prepare a 3D model for [Construction Scheduling](#)
- facilitate [Model-based Collaboration](#) between a team of structural engineers on a bridge project
- maintain [BIModels](#) generated using standardised [Protocols](#)

Competency Items are applicable at specific [Organizational Scales](#) and [Granularity Levels](#)<sup>3</sup>, and are used to populate *assessment modules* and *training lessons*. They can also be collated into *checklist/task list templates* and *modular project workflows* ([see example](#)).

<sup>1</sup> Refer to the Competency Tiers model on the BIM Framework blog: <http://bit.ly/Competency-Tiers>.

<sup>2</sup> Standard competency topics apply within the BIM domain and vary across other domains (e.g. PLM or GIS). The taxonomy allows for non-standard topics provided these do not overlap or contradict with Standard Topics.

<sup>3</sup> Refer to OScales and GLLevels within Paper A3: *Building Information Modelling Maturity Matrix* (Succar, 2010 - <http://bit.ly/BIMPaperA3>) or directly through the BIM Framework blog: <http://bit.ly/Org-Hierarchy>.

For Public Sharing  
[BIME License | Use It](#)  
[BIME Privacy Policy](#)  
[BIME Terms of Service](#)

BIM Excellence by Change Agents AEC o/rl  
Melbourne, Australia | Phone: +61 (0) 412 556 571  
[ChangeAgents.com.au](http://ChangeAgents.com.au) | [info@ChangeAgents.com.au](mailto:info@ChangeAgents.com.au)  
201in Competency Table.docx | Page 1 of 7

### III. Competency Item

A **Competency Item** is a 'phrase/sentence' representing an *ability, activity or outcome* that can be *assessed, learned, or applied*. Each Competency Item belongs to a specific Competency Topic (e.g. Collaboration) within a specific Competency Set (e.g. Functional Set). Below are a few sample Competency Items:

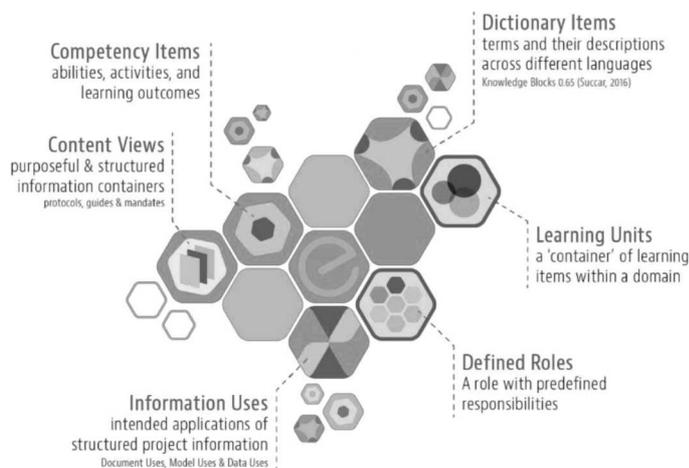


**Syntax** - do you have the ability to:

- prepare a 3D model for Construction Scheduling
- facilitate Model-based Collaboration between a team of structural engineers on a bridge project
- maintain BIModels generated using standardised Protocols
- use a Federated Model to conduct Egress and Ingress simulations
- use BIModels to monitor Building Performance and control its systems and equipment

Competency Items are used to populate *assessment modules* and *training lessons*. They can also be collated into *checklist/task list templates* and *modular project workflows* (see [example](#)).

Competency Items are a type of Knowledge Block used to build larger knowledge structures. As a *mid-sized* block, a Competency Item can host *smaller* blocks (e.g. Dictionary Items - as shown in the sample items above) and get collated into *larger* blocks, similar to Defined Roles, and Information Uses.



Knowledge Blocks are interconnected through a common BIM Ontology and a semantic web engine. Formulated as simple/small knowledge structures, they collectively form a *modular language* for defining project *requirements* (input), measuring project *deliverables* (output) and clarifying project *processes*.

## IV. Competency Sets and Topics

Competency Items are identified using a specialized *Competency Flow Diagram*<sup>4</sup>, collated into an expanding *Competency Inventory*<sup>5</sup>, and organised under four *primary* competency sets - Managerial, Functional, Technical, and Supportive - and four *secondary* competency sets - Administration, Operation, Implementation, and Research & Development. All these competency sets, and the *majority* of their topics are *applicable across multiple domains* (e.g. construction, geospatial and manufacturing) and their respective *information systems* (e.g. BIM, GIS and PLM).

The tables below provide a summary of the 8 Competency Sets and 56 Competency Topics. The short descriptions are derived from the *BIM Dictionary*<sup>6</sup>:



### Managerial Set

**Summary:** the decision-making abilities which drive the selection/adoption of long-term strategies and initiatives. Managerial competencies include leadership, strategic planning, and organizational management.

CODE	COMPETENCY TOPIC	DESCRIPTION
M01	General Management	Defining and communicating overall managerial goals from adopting new systems and workflows
M02	Leadership	Leading and guiding others throughout the process of implementing new systems and workflows
M03	Strategic Planning	Identifying strategic objectives and developing implementation strategies
M04	Organizational Management	Identifying the organizational changes necessary for instigating, monitoring, and improving <i>BIM Adoption</i>
M05	Business Development and Client Management	Maximizing the value achieved by the organization and its clients from BIM tools and workflows
M06	Partnership and Alliancing	Initiating partnerships and alliances with other organizations based on <i>BIM Deliverables</i> and workflows

<sup>4</sup> Refer to "Competency flow: from identification to multiple use", Figure 5 within Succar, B., Sher, W., & Williams, A. (2013). *An integrated approach to BIM competency acquisition, assessment and application. Automation in Construction*. <http://bit.ly/BIMPaperA6>

<sup>5</sup> The BIM Excellence platform (<http://BIMexcellence.com>) collates thousands of competency items across all sets and topics. These are used to conduct corporate assessments and not-for-profit, international benchmarking activities.

<sup>6</sup> The naming of competency sets/topics is based on published research and have been calibrated through hundreds of assessments and user feedback. However, topics descriptions are *not static* but are continuously updated to reflect new research and additional user feedback. Unless a very recent version of this document is available (check *Change Log*), please refer to the online BIM Dictionary for all descriptions (e.g. M03 Strategic Planning > <http://BIMdictionary.com/strategic-planning>)



## Administration Set

Summary: the day-to-day organizational activities required to meet and maintain strategic objectives. Administration competencies include tendering and procurement, contract management, and human resource management.

CODE	COMPETENCY TOPIC	DESCRIPTION
A01	Administration, Policies and Procedures	Developing managerial initiatives into policies and procedures to facilitate the adoption of BIM tools and workflows
A02	Finance, Accounting and Budgeting	Planning, allocating and monitoring the costs associated with <u>BIM Adoption</u>
A03	Performance Management	Assessing organizational BIM capability/maturity, <u>Individual Competency</u> and project performance using standardized metrics
A04	Human Resource Management	Planning, developing, and managing human resources as to align staff competencies to organizational BIM goals
A05	Marketing	Promoting an organization's <u>BIM Capability</u> to its clients and business partners
A06	Tendering and Procurement	Developing the necessary specifications and documents to pre-qualify, recommend, or procure BIM products and services
A07	Contract Management	Administering the contractual documentation underlying <u>Collaborative BIM Projects</u> and workflows
A08	Risk Management	Managing the risks associated with using BIM tools and collaborative workflows
A09	Quality Management	Establishing, managing and controlling the quality of models, documentation and other <u>Project Deliverables</u>



## Functional Set

Summary: the non-technical, overall abilities required to initiate, manage and deliver projects. Functional competencies include collaboration, facilitation and project management.

CODE	COMPETENCY TOPIC	DESCRIPTION
F01	Functional Basics	Identifying the basic requirements and main deliverables expected from using BIM tools and workflows
F02	Collaboration	Preparing the documentation necessary to enable <u>Model-based Collaboration between Project Participants</u>
F03	Facilitation	Facilitating the process of BIM collaboration between <u>Project Participants</u>
F04	Project Management	Managing projects where <u>BIM Workflows</u> are used, and <u>BIM deliverables</u> are specified
F05	Team and Workflow Management	Managing teams involved in the delivery of <u>BIM Projects</u>



## Operation Set

Summary: the daily, hands-on individual efforts required to deliver a project or part/aspect of a project. Operational competencies include designing, simulating, and quantifying.

CODE	COMPETENCY TOPIC	DESCRIPTION
o01	General Modelling	Using software tools to model project requirements and generate <u>Model-based Deliverables</u> across industries, information systems and knowledge domains
o02	Capturing and Representing	Using software tools and specialized equipment to capture and represent physical spaces and environments
o03	Planning and Designing	Using software tools for conceptualization, planning and design
o04	Simulating and Quantifying	Using software tools to conduct various types of model-based simulations and estimations
o05	Constructing and Fabricating	Using <u>BIModels</u> for the specific purposes of construction and fabrication
o06	Operating and Maintaining	Using models to operate, manage and maintain a <u>Facility</u>
o07	Monitoring and Controlling	Using models to monitor <u>Building Performance</u> or control its spaces, systems and equipment
o08	Linking and Extending	Linking <u>BIModels</u> and their components to other databases
o09	Custom Modelling	Using software tools to deliver a custom combination of <u>Model-based Deliverables</u> reflecting a variety of <u>Model Uses</u>



## Technical Set

Summary: the abilities required to generate Project Deliverables across disciplines and specialties. Technical competencies include modelling, drafting and model management.

CODE	COMPETENCY TOPIC	DESCRIPTION
T01	General IT	Designing, installing, managing, maintaining, and ensuring the security of Information and Communication Technology (ICT) infrastructure including databases, servers, and networks
T02	Software Systems	Selecting, deploying, and maintaining software systems in a multi-user environment
T03	Hardware and Equipment	Specifying, recommending, or procuring computer hardware and equipment
T04	Modelling	Generating <u>BIModels</u> based on pre-defined <u>Modelling Standards</u> and protocols
T05	Documentation	Generating drawings and construction documents using standardized details and workflows
T06	Presentation and Animation	Generating professional-quality renderings or 3D animations using <u>Specialized Software Tools</u>
T07	Model Management	Managing and maintaining <u>BIModels</u> generated using standardized processes, protocols, and specifications

CODE	COMPETENCY TOPIC	DESCRIPTION
T08	Document Management	Using <a href="#">Document Management Systems</a> or similar to store, manage and share files and <a href="#">BIM Models</a>
T09	Data Management	Managing data flows – speed, volume, quality, and security - across project, asset, and information lifecycles



### Implementation Set

Summary: the activities required to introduce BIM concepts, tools and workflows into an organization. Implementation competencies include component development, standardization, and technical training.

CODE	COMPETENCY TOPIC	DESCRIPTION
I01	Implementation Fundamentals	Identifying and managing issues associated with <a href="#">BIM implementation</a>
I02	Component Development	Implementing a structured approach for developing or customizing <a href="#">Model Components</a> using documented <a href="#">Modelling Standards</a>
I03	Library Management	Developing or managing component libraries as required for the standardized delivery of <a href="#">BIM Projects</a>
I04	Standardization and Templates	Generating standardized templates, item lists and workflows for initiating, checking or delivering <a href="#">BIM Projects</a>
I05	Technical Training	Developing a <a href="#">BIM Training Plan</a> or maintaining a <a href="#">Skill Register</a> to track staff training and their acquired skills
I06	System and Process Testing	Assessing the capability/compatibility of systems and the suitability of workflows and procedures
I07	Guides and Manuals	Developing guides, manuals or educational material covering <a href="#">Model-based Workflows</a>



### Supportive Set

Summary: the abilities needed to maintain information technology and communication systems. Supportive competencies include data and network support, equipment support and software troubleshooting.

CODE	COMPETENCY TOPIC	DESCRIPTION
S01	General IT Support	Troubleshooting software issues and supporting staff in resolving technical problems
S02	Data and Network Support	Managing and maintaining the storage of data, documents, <a href="#">2D Drawings</a> and <a href="#">BIM Models</a>
S03	Equipment Support	Developing specifications for <a href="#">BIM Hardware</a> and <a href="#">BIM Hardware Deployment Programmes</a>
S04	Software Support	Addressing issues related to <a href="#">BIM Software Tools</a> , fulfilling relevant <a href="#">Support Tasks</a> and managing the relationship with software vendors/resellers
S05	Software and Web Development	Developing extensions for <a href="#">BIM Software Tools</a> , productivity software or web portals to improve <a href="#">BIM Deliverables</a>



## Research and Development

**Summary:** the abilities required to evaluate existing processes, investigate new solutions and facilitate their adoption - within the organization or by the larger industry. R&D competencies include change management, knowledge engineering and industry engagement.

CODE	COMPETENCY TOPIC	DESCRIPTION
R01	General Research and Development	Conducting general or BIM-specific research and development activities
R02	Strategy Development and Planning	Developing a <a href="#">BIM Implementation Strategy</a> or a <a href="#">BIM Implementation Plan</a> to guide <a href="#">BIM Adoption</a>
R03	Teaching and Coaching	Developing BIM training material to educate staff and facilitate the <a href="#">BIM Adoption</a> process
R04	Knowledge Management and Engineering	Developing a <a href="#">Knowledge Management Strategy</a> and capturing/representing the BIM-specific knowledge of staff
R05	Change Management	Developing a <a href="#">Change Management</a> strategy that accompanies/supports the <a href="#">BIM Implementation</a> process
R06	Research and Analysis	Participating in and/or publishing academic research focused on BIM innovation or collaboration
R07	Industry Engagement and Knowledge Sharing	Sharing BIM knowledge and experience with the wider industry through formal/informal workshops, seminars, and presentations

## V. Change Log

VERSION	DATE	DESCRIPTION
0.1-0.9	Jan 2013 - July 2014	Test Distribution as part of beta testing and research validation
1.0-1.3	Aug 2014 - May 2016	Limited Direct Distribution through private channels
1.4	May 23, 2016	First Public Release through social media
2.0	Dec 13, 2016	Text simplification - removal of discussion covering <a href="#">Knowledge Blocks</a>
2.1	Jan 27, 2019	Added new Technical Topic (T09 Data Management) - modified text for T01

## VI. License to Use

Permission is hereby granted to anyone who wishes to use the contents of this document for research and non-commercial activity under a **Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 3.0 Unported License** ([more info](#)).

## VII. Contact Info

If you found this document beneficial and would like to contribute to the BIMe Initiative, please [contact us](#). You can also follow the BIMe Initiative's on Twitter ([@bimexcellence](#)) and [LinkedIn](#); thank you.



## Disciplinas Analisadas - Núcleo de Fundamentação.

	<b>DISCIPLINAS</b>
1	Estudo da Forma
2	Expressão Manual Artística I
3	Expressão Manual Artística II
4	Representação Manual Técnica I
5	Representação Manual Técnica II
6	História da Arte I
7	História da Arte II
8	Vida Urbana, Globaliz. e Est. Sociais
9	Fundamentos em Arquitetura e Urbanismo I
10	O indivíduo e o espaço
11	Estudos Ambientais
12	Maquetes e Modelos
13	Geometria Descritiva Aplicada

Fonte: Célula BIM, 2022.

## Disciplinas Analisadas - Núcleo Profissionalizante.

	<b>DISCIPLINAS</b>
1	Expressão Digital Artística I
2	Expressão Digital Artística II
3	Representação Digital Técnica I
4	Representação Digital Técnica II
5	Modelagem Digital e Prototipagem
6	História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo I
7	História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo II
8	História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo III
9	História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo IV
10	História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo V
11	História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo VI
12	História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo VII
13	Planejamento Urbano e Regional
14	Projeto de Arquitetura e Urbanismo I
15	Projeto de Arquitetura e Urbanismo II
16	Projeto de Arquitetura e Urbanismo III
17	Projeto de Arquitetura e Urbanismo IV
18	Projeto de Arquitetura e Urbanismo V
19	Projeto de Arquitetura e Urbanismo VI
20	Projeto de Arquitetura e Urbanismo VII
21	Projeto de Arquitetura e Urbanismo VIII
22	Projeto Paisagístico I
23	Projeto Paisagístico II
24	Estruturas I: Modelos
25	Estruturas II: estat. e resistência dos materiais
26	Estruturas III: est. de concr. armado
27	Estruturas III: est. de aço e madeira
28	Estruturas V: Fundações e Contensões
29	Estruturas VI: Complementos de Projeto

30	Tecnologia I: Materiais
31	Tecnologia II: Téc. Construtivas
32	Tecnologia III: Instalações Hidráulicas
33	Tecnologia V: Infraestrutura Urbana
34	Tecnologia VI: Saneamento Ambiental
35	Tecnologia VI: Instalações Elétricas
36	Topografia
37	Conforto I
38	Conforto II
39	Conforto III
40	Introdução à Arq. e Urb.
41	Sistemas Arquitetônicos Contemporâneos
42	Acessibilidade no Amb. Construído
43	Tópicos de Renderização Digital
44	Arquitetura Contemp. no Brasil
45	Arquitetura e Cidade vista pelo Cinema
46	Projeto de Arq. de Interiores
47	Croquis Urbanos
48	Arquitetura Brasileira
49	Projeto Executivo e Detalhamento
50	Reforma Urbana no Brasil
51	Esp. Teatral cenografia e paisagem urbana
52	Paisagem Urbana
53	Projeto Arquitetônico IV
54	Loteamentos Urbanos
55	Paisagem. Cidade e Arquitetura através da Fotografia
56	Projeto e Mobilidade Urbana
57	Técnicas Construtiva Não Convencionais
58	Teoria e Crítica da atuação do Arq. e urb.
59	Oficina de Escrita
60	Gestão de Proj. de Arq. e Urb.
61	Integração dos princípios de sustentabilidade
62	Viagens de estudos arq. e urb
63	Plantas Ornamentais
64	Projeto Paisagístico III
65	Ateliê
66	Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo
67	Conservação da Paisagem
68	Metodologia de Pesquisa para Projeto
69	Tópicos de Hist. da Arq. e Urb. p/ TCC
70	Teoria do Proj. de Arq. e Urb. para TCC

Fonte: Célula BIM, 2022.

## ANEXO D - Matriz Curricular de 2016 do CAU/FAU/UFJF

MATRIZ CURRICULAR 2016										Total de hrs/aula	Área do curso
Ciclo de fundamentação			Ciclo profissionalizante				Trabalho final de curso				
1º período 435h/aula	2º período 420h/aula	3º período 405h/aula	4º período 240h/aula	5º período 360h/aula	6º período 315h/aula	7º período 180h/aula	8º período 75h/aula	9º período 300h/aula	10º período 300h/aula		
Estudo da forma (AUR077) 45h/aula	Expressão Manual Artística I (AUR078) 45h/aula	Expressão Manual Artística II (AUR082) 45h/aula								375	Representação e Expressão
Represent. Manual Técnica I (AUR079) 45h/aula	Represent. Manual Técnica II (AUR083) 45h/aula										
Expressão Digital Artística I (PRT000) 30h/aula	Expressão Digital Artística II (PRT014) 30h/aula										
Represent. Digital Técnica I (PRT001) 30h/aula	Represent. Digital Técnica II (PRT002) 30h/aula	Modelagem Digital e Protótipa (PRT009) 30h/aula									
Hist. e Teor. da Arq. e do Urb. I (PHT014/PHT15) 60h/aula	Hist. e Teor. da Arq. e do Urb. II (PHT012/PHT13) 60h/aula	Hist. e Teor. da Arq. e do Urb. III (PHT013/PHT14) 60h/aula	Hist. e Teor. da Arq. e do Urb. IV (PHT014/PHT15) 60h/aula	Hist. e Teor. da Arq. e do Urb. V (PHT015/PHT16) 60h/aula	Hist. e Teor. da Arq. e do Urb. VI (PHT016/PHT17) 60h/aula					630	História e Teoria
História da Arte I (HIS04) 45h/aula	História da Arte II (HIS05) 45h/aula	Vida urb. globaliz. e mudan. soc (CSO10) 60h/aula	Planejam. Urbano e Regional (AUR021) 60h/aula	Hist. e Teor. da Arq. e do Urb. VII (PHT017/PHT18) 60h/aula							
Proj. de Arq. e Urb. I (PRT004) 75h/aula	Proj. de Arq. e Urb. II (PRT005) 75h/aula	Proj. de Arq. e Urb. III (PRT006) 75h/aula	Proj. de Arq. e Urb. IV (PRT007) 75h/aula	Proj. de Arq. e Urb. V (PRT008) 75h/aula	Proj. de Arq. e Urb. VI (PRT009) 75h/aula	Proj. de Arq. e Urb. VII (PRT010) 75h/aula	Proj. de Arq. e Urb. VIII (PRT011) 75h/aula			675	Projeto
Fundam. em Arq. e Urb. (PHT003) 30h/aula	O indivíduo e o espaço (PHT009) 30h/aula	Estudos Ambientais (ECO14) 30h/aula	Projeto Paisagis. I (PRT009) 45h/aula	Projeto Paisagis. II (PRT010) 45h/aula							
Estruturas I modelos (ETU085) 30h/aula	Estrut. II: estrat. e resis. dos materiais (ETU086) 60h/aula	Estrut. III: estr. de concr. arm. (ETU087) 30h/aula	Estrut. IV: estr. de aço e madeira (ETU088) 30h/aula	Estrut. V: fundações e contenções (ETU089) 30h/aula	Estrut. VI: complm. de projeto (ETU090) 30h/aula					765	Tecnologia
	Tecnologia I: materiais (CCO39) 60h/aula	Tecno. II: técnicas construtivas (CCO40) 60h/aula	Tecno. III: instalações hidráulicas (ESK427) 45h/aula	Tecno. V: infraestrutura urbana (PHT017) 45h/aula	Tecno. VI: saneamento ambiental (ESK428) 60h/aula						
	Topografia (PHT046) 60h/aula		Tecno. IV: instalações elétricas (ENE071) 60h/aula								
	Conforto I (PRT010) 45h/aula	Conforto II (AUR119) 30h/aula	Conforto III (AUR087) 30h/aula								
								TCC I (PHT001) 300h/aula	TCC II (PHT001) 300h/aula	600	
Eletivas (disciplinas da grade do curso)*											180
Optativas (disciplinas fora da grade do curso)*										120	
Atividades Complementares / Extracurriculares										75	
Estágio Obrigatório (AUR117)										180	
Total de horas/aula										<b>3600</b>	

\* Até 60 h/aula excedentes das atividades complementares poderão ser contabilizadas para disciplinas eletivas ou optativas.

**LEGENDA:** ..... Pré-requisito

**Sugestões por período:**

			Proj. de Arq. e Urb. IV (PRT006) 75h/aula
			Projeto Paisagis. III (PRT010) 45h/aula
			Ateliê (PRT015) 45h/aula

**Pré-requisitos de disciplinas eletivas:**

- 1 PRT005      5 PRT014
- 2 PHT015      6 AUR082
- 3 PHT007      7 PHT014
- 4 PRT002

**Demais disciplinas eletivas:**

Maquetes e Modelos (AUR138) 45h/aula	Tópicos de renderiz. digital (AUR102) 45h/aula	Croquis Urbanos (PRT011) 45h/aula	Geometria Descritiva Aplicada (PHT012) 45h/aula	Língua Brasileira de Sinais (SOU088) 60h/aula
Introd. à Arq. e Urb. (AUR080) 45h/aula	Arquitetura Contemp. no Brasil (AUR091) 45h/aula	Arquitetura Brasileira (AUR090) 45h/aula	Reforma Urbana no Brasil (AUR103) 45h/aula	
Sistemas arquitet. contemp. (AUR124) 45h/aula	Arq. e cid. vista pelo cinema (AUR122) 45h/aula	Antropologia da Arquitetura (AUR121) 45h/aula	Esp. teatral, cenografia e paisag. urb. (AUR127) 45h/aula	
Acessib. no ambiente construído (AUR101) 45h/aula	Projeto de Interiores (AUR094) 45h/aula	Projeto executivo e detalham. (AUR097) 45h/aula	Paisagem Urbana (AUR106) 45h/aula	Projeto e mobilidade urbana (PRT016/PRT016) 45h/aula
			Paisagem Pós-ocup. (PRT017) 30h/aula	Plantas ornamentais (AUR096) 45h/aula
				Técnicas constr. não convencion. (AUR095) 45h/aula
				Gestão de projetos de arq. e urb. (AUR101) 45h/aula

**Currículo**

**Disciplinas obrigatórias/área do curso**