

MATHEUS FREITAS DE OLIVEIRA

**ROTEIRO PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*)
COM FOCO EM MODELOS DE MATURIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Paulo Roberto Pereira Andery

Coorientador: Eduardo Marques Arantes

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

Oliveira, Matheus Freitas de, 1987-
O48r Roteiro para implementação BIM (Building Information
2022 Modeling) com foco em modelos de maturidade / Matheus
Freitas de Oliveira. – Viçosa, MG, 2022.
1 dissertação eletrônica (151 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Paulo Roberto Pereira Andery.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2022.

Referências bibliográficas: f. 143-148.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.585>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Modelagem de informação da construção - Brasil.
2. Normas técnicas (Engenharia) - Brasil. 3. Edifícios públicos -
Brasil. I. Andery, Paulo Roberto Pereira, 1963-. II. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Arquitetura e Urbanismo.
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.
III. Título.

CDD 22. ed. 690.20981

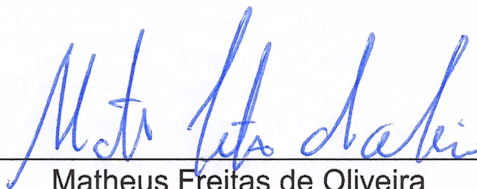
MATHEUS FREITAS DE OLIVEIRA

**ROTEIRO PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*)
COM FOCO EM MODELOS DE MATURIDADE**

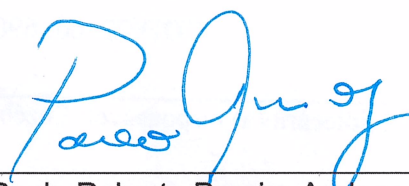
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 11 de julho de 2022.

Assentimento:



Matheus Freitas de Oliveira
Autor



Paulo Roberto Pereira Andery
Orientador

A meus pais, esposa, filho e irmãos.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A meus pais, esposa e filho, pelo incentivo, apoio e paciência.

Aos colegas de trabalho, pelo incentivo.

À Pró-Reitoria de Administração (PAD) da UFV.

Ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPG.au/UFV).

À Universidade Federal de Viçosa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (Capes)

Ao Professor Orientador Paulo Andery, pelas valiosas orientações e direcionamento.

E ao Professor Eduardo Arantes, pelas contribuições.

*“o sonho é popular
eu li isso em algum lugar
se não me engano é Ferreira Gullar
falando da arquitetura de um Oscar
o concreto paira no ar
mais aqui do que em Chandigarh”. (Humberto
Gessinger)*

RESUMO

OLIVEIRA, M. F., M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2022. **Roteiro para implementação BIM (*Building Information Modeling*) com foco em modelos de maturidade**. Orientador: Paulo Roberto Pereira Andery. Coorientador: Eduardo Marques Arantes.

Este trabalho busca apresentar um roteiro para implementação BIM (*Building Information Modeling*) em instituições universitárias públicas que possuem em sua estrutura organizacionais escritórios de projetos. Para balizar a elaboração desse roteiro, tomou-se como referencial modelos de avaliação da maturidade BIM. O objetivo foi compreender como estes modelos de maturidade podem viabilizar os processos de implementação BIM em órgãos públicos. Esta pesquisa faz uma análise dos modelos de maturidade disponíveis e correlaciona estes com processos de implementação e o decreto BIM instituídos pelo Governo federal no ano de 2020. Através de uma abordagem metodológica *Design Science Research* (DSR), a pesquisa foi delimitada por cinco etapas, respectivamente: identificação de Problemas, entendimento do problema, proposição de uma solução e avaliação da Soluções. Ao final da pesquisa, um grupo de especialistas foi consultado, com objetivo de validar o roteiro propostos. Conclui-se que a abordagem do processo de implementação, respaldado por modelos maturidade, é um método pertinente e que deve ser tratado com mais atenção pelas partes envolvidas nos processos de implementação.

Palavras-chave: *Building Information Modeling (BIM)*. *Modelo de Maturidade*. *Processos de Implementação*.

ABSTRACT

OLIVEIRA, M. F., M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2022. **Guideline for BIM implementation (Building Information Modeling) focused on maturity models.** Advisor: Paulo Roberto Pereira Andery. Co-advisor: Eduardo Marques Arantes.

This work aims to present a guideline for the implementation of BIM (Building Information Modeling) in public university institutions that have project offices in their organizational structure. To help the elaboration of this guideline, it was used BIM maturity assessment models, were used as a reference. The objective was to understand how these maturity models could enable BIM implementation processes in public agencies. This research analyzes the available maturity models and correlates them to implementation processes and the BIM decree instituted by the Federal Government in 2020. The study was elaborated through a Design Science Research (DSR) methodological approach, composed for five stages: Identifying Problems, Understanding the Problem, proposing a solution, Evaluating Solutions. At the end of the research, a group of experts was consulted in order to validate the proposed script. Finally, it was concluded that the approach to the implementation process supported by maturity models, is a relevant method that should be treated with more attention by the parties involved in the implementation processes.

Keywords: Building Information Modeling (BIM). Maturity Model. Implementation processes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Delineamento da pesquisa pela abordagem DSR.....	21
Figura 2 – Representação Gráfica das fases do processo de projeto de edificação.....	29
Figura 3 – Fases do ciclo de vida do projeto.....	30
Figura 4 – Fluxo básico de informações no processo de projeto em BIM.....	31
Figura 5 – Sobreposição dos processos de projetos, construção e operação.....	32
Figura 6 – Passos para a implementação BIM.....	34
Figura 7 – Processos & Macro fases (DNIT).....	35
Figura 8 – Ciclos de pesquisa-ação.....	37
Figura 9 – Cinco níveis de processos de maturidade.....	42
Figura 10 – Comparação das questões abordadas pelos métodos de avaliação de maturidade dentro dos cinco parâmetros propostas por (WU et al. 2017).....	46
Figura 11 – Campos BIM.....	52
Figura 12 – Estágios BIM.....	53
Figura 13 – Mapa mental do Conjunto de Competências BIM.....	57
Figura 14 – Níveis de Maturidade BIM MATURITY MATRIX.....	59
Figura 15 – Elementos de planejamento BIM.....	67
Figura 16 – Níveis de Maturidade – BIM ASSESSMENT PROFILE.....	68
Figura 17 – Estrutura organizacional da UFV.....	78
Figura 18 – Estrutura organizacional da Pró-Reitoria de Admini.....	79
Figura 19 – Organograma da Diretoria de Projetos e Obras.....	81
Figura 20 – Relação Hierárquica da Diretoria de Projetos e Obras.....	82

Figura 21 – Etapas 1, 2, 3 e 4 do processo de projeto institucional.....	84
Figura 22 – Etapa 5 do processo de projeto institucional.....	86
Figura 23 – Membros da equipe de projeto empenhada em desenvolver a implementação BIM na DPO.....	89
Figura 24 – Processo de projeto do alojamento masculino.....	90
Figura 25 – Fluxo do processo de projeto da APAC.....	91
Figura 26 – Fluxo do processo de projeto da guarita.....	91
Figura 27 – Fases estabelecidas pelo decreto BIM.....	107
Figura 28 – Fases do ciclo de vida do projeto no Estágio 1 do BIM.....	109
Figura 29 – Fases do ciclo de vida do projeto no Estágio 2 do BIM	110
Figura 30 – Fases do ciclo de vida do projeto no Estágio 3 do BIM.....	110
Figura 31 – Roteiro para implementação BIM com foco em modelos de maturidade.....	119
Figura 32 – Percentual de avaliadores e área de atuação.....	120
Figura 33 – Avaliadores que consideram pertinente a utilização de diretrizes BIM com base nos modelos de maturidade.....	121
Figura 34 – Avaliadores que julgam exequível/factível.....	122
Figura 35 – Avaliadores que julgam a proposta coerente ou não coerente.....	123
Figura 36 – Revisão do roteiro para implementação BIM com foco em modelos de maturidade.....	128
Figura 37 – Decomposição dos elementos de planejamento BIM em diretrizes.....	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise dos planos de implementação BIM.....	33
Tabela 2 – Matriz de Maturidade – Campo Tecnologia.....	93
Tabela 3 – Matriz de Maturidade – Campo Processos.....	94
Tabela 4 – Matriz de Maturidade – Campo de Políticas.....	95
Tabela 5 – Matriz de Maturidade – Estágios e Escalas.....	96
Tabela 6 – Índice de maturidade BIM na DPO.....	97
Tabela 7 – Matriz de Maturidade BIM – Estratégias.....	98
Tabela 8 – Matriz de Maturidade BIM – Usos.....	99
Tabela 9 – Matriz de Maturidade BIM – Processos.....	100
Tabela 10 – Matriz de Maturidade BIM – Informação.....	100
Tabela 11 – Matriz de Maturidade BIM – Infraestrutura.....	101
Tabela 12 – Matriz de Maturidade BIM – Recursos Humanos.....	102
Tabela 13 – Matriz de Maturidade em BIM – <i>BIM Assessment Profile</i>	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação das sequências de etapas da DSR proposta por diferentes autores	20
Quadro 2 – Fontes de evidências.....	23
Quadro 3 – Recursos BIM descritos por três categorias diferentes	28
Quadro 4 – Modelo de Maturidade BIM, ano de lançamento, país de origem, foco da avaliação e fornecedores	45
Quadro 5 – Comparação entre os modelos de maturidade BIM	48
Quadro 6 – Comparação dos modelos de maturidade BIM	50
Quadro 7 – Matriz de maturidade BIM, modelo Bim Maturity Matrix	61
Quadro 8 – Matriz de Maturidade BIM	70
Quadro 9 – Correlação entre as fases do Decreto BIM, usos e estágios de capacidades BIM.....	111
Quadro 10 – Correlação entre o Decreto BIM e o <i>Organizational BIM Assessment Profile</i>	114
Quadro 11 – Relação entre decreto BIM, Estágios BIM e Elementos de Planejamento BIM.....	117
Quadro 12– Comparação entre os elementos de planejamento BIM e abordagem de implementação BIM de diferentes grupos	132

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ABDI** – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- AEC** – Arquitetura, Engenharia, e Construção
- APAC** – Associação de Assistência aos Condenados
- AsBEA** – Associação dos Escritórios de Arquitetura
- BIM** – *Building Information Modeling*
- BIM BR** – Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling
- CAD** – Computer Aided Design
- CE-BIM** – Comitê Estratégico de Implementação Building Information Modeling
- CMM** – *Capability Maturity Model*
- COESF** – Comissão do Espaço Físico
- COESF** – Comissão do Espaço Físico
- COMAM** – Comissão de Meio Ambiente
- CONSU** – Conselho Universitário
- DNIT** – Departamento Nacional de Trânsito
- MPDFT** – Ministério Público do Distrito Federal e Territórios
- FIOCRUZ** – Fundação Oswaldo Cruz
- DPO** – Diretoria de Projetos e Obras
- DSR** – Design Science Research
- KPA** – Key Processos Áreas
- NBIMS-US** – National BIM Standart – United States
- NBR** – Norma Brasileira
- PAD** – Pró-Reitoria de Administração
- PDFA** – Plano de desenvolvimento Físico e Ambiental
- TCU** – Tribunal de Contas da União

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Problema da pesquisa.....	17
1.2	Objetivos	18
1.2.1	Objetivo geral	18
1.2.2	Objetivos específicos.....	18
1.3	Método de pesquisa	18
1.3.1	<i>Design Science Research (DSR)</i>	18
1.3.2	Etapa 1 – Identificação do problema	22
1.3.3	Etapa 2 – Entendimento do problema	22
1.3.4	Etapa 3 – Proposição de uma solução.....	23
1.3.5	Etapa 4 – Avaliação das soluções.....	24
1.3.6	Etapa 5 – Conclusões	24
1.3.7	Estudo exploratório.....	24
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	26
2.1	Definição de BIM	26
2.2	Etapas do processo de projeto.....	28
2.3	Processo de projeto baseado em BIM.....	30
2.4	Implementação BIM.....	32
2.5	Esforços do setor público para implementação BIM.....	37
2.6	Maturidade BIM	41
2.6.1	O conceito de maturidade	41
2.6.2	O conceito de maturidade atribuído ao BIM	43
2.6.3	BIM Maturity Matrix.....	50
2.6.4	<i>BIM Assessment profile</i>	66

2.6.5 Conclusão acerca de avaliação da maturidade BIM.....	76
3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	77
3.1 Estrutura organizacional da UFV.....	77
3.2 Pró-Reitoria de Administração – PAD	78
3.3 Diretoria de Projetos e Obras – DPO	80
3.4 Processo de projeto dentro da instituição.....	82
3.4.1 O fluxo do processo de projeto dentro da instituição.....	83
3.5 Rotinas administrativas da Diretoria de Projetos e Obras	86
3.6 Condicionantes e iniciativas BIM	87
3.6.1 Condicionantes.....	87
• <i>Software</i>	87
• <i>Hardware</i>	88
• <i>Redes</i>	88
3.6.2 Iniciativas BIM	89
• <i>Iniciativas BIM – 01</i>	89
• <i>Iniciativa BIM 02</i>	89
3.6.3 Considerações.....	92
3.7 Avaliação da Maturidade BIM.....	92
3.7.1 Avaliação conforme modelo <i>Bim Maturity Matrix</i>	93
3.7.1.1 Considerações	97
3.7.2 Avaliação da Maturidade BIM – <i>BIM Assessment Profile</i>	98
3.7.3 Conclusão acerca da avaliação da maturidade	104
4 ROTEIRO PARA IMPLEMENTAÇÃO	106
4.1. Direcionamento do Decreto BIM.....	106
4.2 Estágios BIM	108

4.3	Comparações entre Decreto e estágios BIM	111
4.4	Comparação entre o decreto e os elementos de planejamento BIM	113
4.5	Roteiro para implementação	115
5	AVALIAÇÃO DO ROTEIRO	120
5.1	Versão corrigida do modelo.....	126
6	DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM NA DPO	130
6.1	Etapa 1	132
6.2	Etapa 2.....	136
6.3	Etapa 3	140
7	CONCLUSÕES	141
7.1	Contribuições da pesquisa	141
7.2	Limitação da pesquisa.....	142
7.3	Recomendações para trabalhos futuros.....	142
	REFERÊNCIAS	143
	APÊNDICE A – Questionário.....	149

1 INTRODUÇÃO

Embora o BIM (*Building Information Modeling*) seja difundido em vários países e em várias organizações brasileiras, sua implementação encontra-se aquém das possibilidades. Segundo o Jornal Valor Econômico, em matéria publicada no dia 09 de dezembro de 2021, apenas 38,4% das empresas do setor declararam já ter incorporado a metodologia BIM em suas rotinas.

Por outro lado, em 2020, o Governo federal definiu a Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 10.306 de abril de 2020, que tem por objetivo disseminar e incentivar o uso da metodologia BIM. O decreto estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de Arquitetura, Engenharia e construção, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling – Estratégia BIM BR.

Uma significativa mudança em relação ao processo de projeto usual da edificação, pautado em representação gráfica, é que as interfaces entre os agentes se tornam mais eficientes no processo BIM, uma vez que ele otimiza a troca de informações e possibilita um trabalho simultâneo entre os agentes. Além de possibilitar intensa colaboração, o BIM fornece elementos para o desenvolvimento de um processo que tem maior potencial para eliminar atividades que não são diretamente agregadoras de valor. Porém, alguns trabalhos da literatura apontam para o fato de que a migração do modelo usual para um modelo BIM, dado o fator cultural, é um grande desafio, pois a prática destas atividades requer profundas mudanças na cultura organizacional, que, por vezes, não são facilmente aceitas (PEROTTI, 2015; MANZIONE, 2013).

A literatura apresenta distintos estudos justificando a relevância da implementação de processos de projeto BIM. Bernstein et al. (2014) investigaram o uso do *Building Information Modeling* em diversos países, e destacam como principais benefícios: redução de erros e omissões (41%); melhor colaboração entre proprietários e firmas de projeto (35%); melhora da imagem organizacional (32%); redução do retrabalho (31%); redução de custos (23%); melhor controle de custos (21%); e a redução da duração geral do projeto (19%). Outros benefícios são

processos mais ágeis e concisos, melhores soluções de projetos, controle de dados ambientais e custos do ciclo de vida com maior previsibilidade e compreensão, além de maior qualidade do produto como um todo e melhor atendimento ao cliente (AZHAR, 2011).

Matos (2015), relacionando o uso do BIM com o possível combate às irregularidades em obras públicas no Brasil, destaca que as incongruências mais frequentes encontradas pelo Tribunal de Contas da União (TCU) são sobre preço/superfaturamento, projetos deficientes, fiscalização omissa, atrasos injustificáveis, execução de serviço com qualidade deficiente, dentre outros. O autor ainda destaca que algumas das irregularidades podem ser mitigadas pelo uso do BIM.

Assim, embora exista uma gama de vantagens na utilização do BIM no contexto público, o seu processo de implementação é lento. O Governo federal busca incentivar a implementação através de medidas que obrigam a utilização do BIM na execução direta e indireta de obras públicas, além de incentivar nas mais diferentes esferas a discussão sobre a metodologia.

Ainda, no âmbito público, não são muitos os trabalhos que discutem as ferramentas disponíveis para implementação BIM e como esses processos podem ser controlados e gerenciados a fim de garantir um processo mais eficiente. Órgãos públicos que desenvolvem projetos, em muitos casos, ademais, carecem de apoio para orientar seus processos de implementação.

Nesse sentido, essa pesquisa busca avaliar como os modelos de maturidade BIM podem ser aplicados e como sua análise pode direcionar os processos de implementação BIM em órgãos públicos. Para isso, o presente estudo tem como cenário a Diretoria de Projetos e Obras da Universidade Federal de Viçosa, responsável por gerir e desenvolver projeto para os três *campi* da instituição, em cidades diferentes.

1.1 Problema da pesquisa

Diante do exposto, verifica-se que o problema de pesquisa deste trabalho é verificar como modelos de maturidade podem ser aplicados e contribuir para o processo de implantação do BIM em órgãos públicos. Sendo assim, esse estudo tem

como campo de aplicação a Diretoria de Projetos e Obras da Universidade Federal de Viçosa.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é subsidiar o processo de implementação BIM em órgãos públicos, tendo como respaldo as ferramentas de avaliação de maturidade.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Diagnosticar a organização e os processos de projeto no escritório da instituição, identificando o cenário atual;
- Diagnosticar o nível de maturidade BIM da instituição;
- Desenvolver e validar um roteiro para implementação BIM, tendo como referências os modelos de maturidade;
- Estabelecer diretrizes para implementação BIM na instituição.

1.3 Método de pesquisa

1.3.1 *Design Science Research (DSR)*

Tendo exposto o problema da pesquisa e seus recortes, buscou-se identificar o método de investigação mais adequado para a pesquisa. Considerando que a mesma assume uma característica exploratória e busca desenvolver um roteiro para implementação BIM, optou-se pela abordagem metodológica *Design Science Research (DSR)*. O DSR, com frequência, é utilizado quando pretende-se contribuir com o conhecimento de um problema específico e desenvolver um artefato ou constructo, que possa resultar em aplicação prática.

Dessa forma, esta estrutura de trabalho configura-se como uma forma de estudar, pesquisar e investigar o problema/objeto e seu comportamento, tanto do ponto de vista acadêmico, quanto das organizações (Lacerda et al. 2013).

Logo, a Design Science Research se constitui como um processo rigoroso para projetar mecanismos para resolver problemas, avaliar o que foi projetado, ou o que está funcionando, e comunicar os resultados obtidos.

O método DSR busca, a partir do entendimento do problema, construir e avaliar mecanismos que permitam transformar situações, alterando suas condições, para estados melhores ou desejáveis. Em resumo, o Design Science Research é um método que consiste em estudar fatos e propor hipóteses/caminhos explicativos para determinados problemas (LACERDA et al. 2013).

As formas de explicar a abordagem do DSR têm variações no entendimento de distintos autores. Caixeta (2015) apresenta a visão de alguns desses autores no Quadro 1. Vale observar que existem visões mais simples. Sobre o tema, Lacerda et al. (2013) descreve as seguintes etapas DSR como: 1º). Identifica o problema, 2º). Desenvolve artefatos, 3º). Avalia a solução e 4º). Divulga/comunica. Já outros autores apresentam as etapas de modo mais detalhados, como é o caso de Kansanem, Lukka e Siitonen (1993) e de Lukka (2003) – ambos podem ser observados no Quadro 1 abaixo, elaborado por Caixeta (2015).

Quadro 1 – Comparação das sequências de etapas da DSR proposta por diferentes autores

Autor	Kasanen, Lukka e Siitonen (1993)	March e Smith (1995)	Lukka (2003)	Hevner et al. (2004)	Vaishnavi e Kuechler (2007)
Sequência de fases da DSR proposta pelo autor	1. Encontrar um problema relevante na prática e com potencial de pesquisa	1. Criar coisas que sirvam a propósitos humanos	1. Encontrar um problema relevante na prática, com potencial de contribuição teórica	1. Identificar problemas importantes e relevantes	1. Consciência do problema
	2. Entender o tema	2. Avaliar o desempenho das coisas durante o uso	2. Examinar junto às organizações-alvo o potencial de longa colaboração de pesquisa	2. Desenvolvimento do artefato	2. Sugestão de um projeto preliminar
	3. Construir uma solução inovadora		3. Obter uma compreensão prática e teórica aprofundada na área do tema	3. Avaliação	3. Desenvolvimento e implantação do projeto preliminar
	4. Demonstrar que a solução funciona		4. Propor e desenvolver uma solução inovadora	4. Comunicação	4. Avaliação do projeto com os critérios previamente definidos
	5. Apresentar sua ligação com a teoria e a Contribuição da Pesquisa		5. Aplicar a solução e testar como funciona		5. Conclusão
	6. Avaliar o escopo de aplicação da solução		6. Ponderar o escopo de aplicabilidade da solução		
			7. Identificar e analisar a Contribuição teórica		

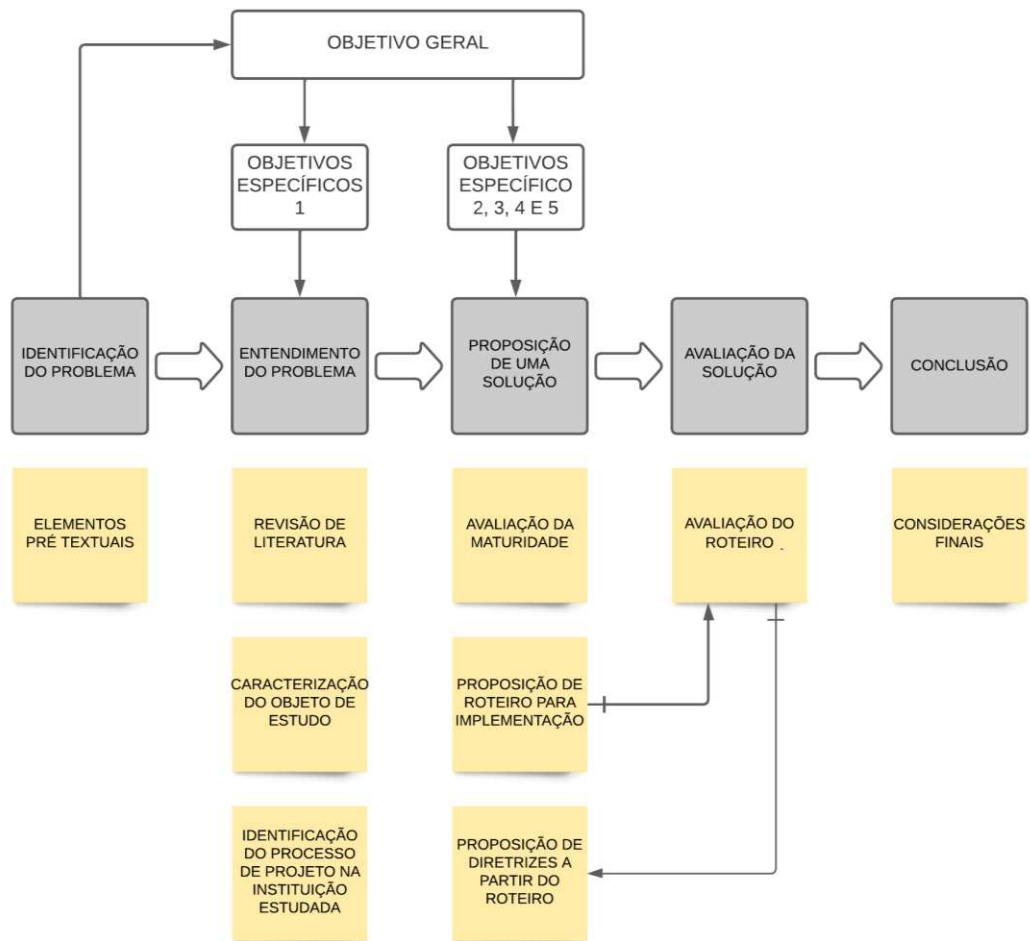
Fonte: Adaptado pelo autor (2021) de Caixeta (2015).

Observa-se, no Quadro 1, que os autores apresentam etapas bem distintas, porém, objetivo geral em si é o mesmo. Assim, como em Caixeta (2015), a presente dissertação parte da identificação de um problema real, para o qual se busca apontar possível roteiro e/ou diretrizes gerais para implementação BIM. Disto deriva a utilidade do DSR, como ressaltado acima, pois possibilita ao pesquisador identificar o problema, entender o referencial teórico que o circunda, construir soluções e avaliar as suas contribuições.

Sendo assim, as etapas desta pesquisa buscam sistematizar uma série de informações e subsidiar a transição entre práticas de projeto, através da prescrição

de soluções que visam diminuir a lacuna entre teoria e prática. Seguindo a metodologia DSR, a pesquisa deve ser delimitada por cinco etapas, respectivamente: identificação de problemas, entendimento do problema, proposição de uma solução, avaliação das soluções e conclusões. As etapas da pesquisa, conforme atreladas a abordagem DSR, podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa pela abordagem DSR



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na sequência, essas etapas serão brevemente explicadas.

1.3.2 Etapa 1 – Identificação do problema

Esta etapa buscou esclarecer a necessidade de implementação de conceitos, métodos e ferramentas de projetos em BIM em órgãos públicos. Este é um problema prático que carece de solução, tendo em vista as exigências do governo federal estabelecidas por meio do Decreto BIM. A partir desse ponto, foram desenvolvidos os objetivos gerais e específicos desta pesquisa e demais elementos pré-textuais. O objeto de estudo desta pesquisa é a Diretoria de Projeto e Obras da Universidade Federal de Viçosa. Trata-se, portanto, de um órgão executor que desenvolve projetos de Arquitetura e Engenharia para atender as demandas da universidade.

1.3.3 Etapa 2 – Entendimento do problema

O entendimento do problema é uma etapa que tem como objetivo compreender de maneira mais aprofundada o problema, a área em que o mesmo está inserido e os aspectos relacionados a uma possível solução.

A fim de aprofundar o entendimento do problema, foram desenvolvidas as seguintes ações. A primeira delas foi desenvolver uma revisão da literatura, tendo como objetivo compreender questões acerca de métodos de avaliação de maturidade e planos de implementação BIM. O segundo ponto foi caracterizar o objeto de estudo, no qual se buscou avaliar suas rotinas administrativas e estrutura organizacional. O terceiro ponto, por sua vez, foi identificar processos de projetos dentro da instituição.

Para tanto, foi feito um estudo exploratório com o objetivo entender como a Diretoria de Projetos e Obras de Universidade Federal de Viçosa organiza seus escritórios de projetos e suas rotinas administrativas. Para melhor compreender o objeto de estudo e para respaldar esse entendimento, pretende-se analisar as fontes de evidência apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Fontes de evidências

Fontes de Evidência	Forma de Coleta	Objetivos
Normas, Leis e Manuais.	Revisão Bibliográfica	Levantamento de Requisitos
Processos de Projetos Internos	Pesquisa de Campo	Identificar escopo e itens fora de escopo de projeto, partes interessadas, equipe de trabalho, justificativa, restrições e premissas do projeto.
Documentos administrativos	Pesquisa de campo	Identificar requisitos embutidos em documentos relacionados aos processos internos
Projetos	Pesquisa de Campo	Investigar desdobramentos e níveis de informação dos projetos
Observação Direta	Pesquisa de Campo	Identificar processos internos
Análise de documentos - procedimentos internos	Pesquisa de Campo	Investigar processos internos e níveis de informação dos documentos

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A revisão bibliográfica teve como fontes artigos científicos, livros, publicações, guias e manuais que tratam de modelos de maturidade BIM e planos de implementação BIM. A coleta de dados está intrinsicamente relacionada ao objeto estudado e à pesquisa de campo, na qual o pesquisador interagiu diretamente com o objeto estudado. Sendo assim, foram analisados documentos internos da instituição, projetos e processos. Além disso, outra forma de coleta de dados deste trabalho foi a observação direta, na qual este pesquisador, por ser membro da equipe do escritório de projetos estudado, mapeou os processos internos descritos no trabalho.

É válido destacar que, mais adiante, nesta pesquisa, estas informações respaldarão a elaboração da matriz de maturidade BIM da organização. Esta, por sua vez, respaldará a prospecção de diretrizes para implementação BIM na organização. Por isso, se faz necessário o entendimento do contexto institucional.

1.3.4 Etapa 3 – Proposição de uma solução

Nesta etapa, pretende-se apresentar um constructo, qual seja, um possível roteiro para a implementação BIM na instituição. Para tanto, tendo como referência as etapas anteriores, esta etapa visou apresentar um roteiro que possibilitasse ao órgão a implementar métodos BIM em suas rotinas de projeto. Porém, antes, foi preciso realizar algumas etapas, tais como: caracterização do objeto de estudo e seus processos de projetos, avaliação da maturidade BIM desta organização e, por fim,

apresentação das soluções, que são as diretrizes para implementação BIM baseadas em métodos de melhoria contínua – especificamente, os modelos de maturidade BIM.

1.3.5 Etapa 4 – Avaliação das soluções

Dada a dificuldade de testar o roteiro de implementação em uma organização real, foi proposta uma avaliação deste por um grupo de especialistas que atuam com a metodologia BIM em suas organizações. Foram, então, selecionados alguns avaliadores, com base nos seguintes critérios:

- I. Ter conhecimento em BIM;
- II. Ter conhecimento e/ou prática de implementação BIM;
- III. Disponibilidade para participar da pesquisa.

Além disso, foram triados avaliadores de três diferentes áreas:

- I. Membro da equipe de projetos de órgãos públicos;
- II. Membro de equipe de projeto de organização privadas;
- III. Pesquisadores universitários com publicações sobre o tema.

Como já mencionado, dada a dificuldade de testar as diretrizes num cenário real, esta avaliação indireta busca dar subsídios para ajustar as prospecções da pesquisa com base na avaliação de profissionais com conhecimento formalizado sobre o tema.

1.3.6 Etapa 5 – Conclusões

De posse de todas as informações dispostas por essa dissertação, do roteiro para implementação e da avaliação dos especialistas, foi possível ajustar as propostas e avaliar os resultados. Por fim, foi possível determinar as contribuições desta pesquisa no campo teórico e prático, bem como apontar caminhos para pesquisas futuras.

1.3.7 Estudo exploratório

Uma etapa fundamental da pesquisa é o estudo exploratório. O objetivo deste é explicitar o problema e identificar como a instituição pública federal pode nortear a

transição entre o modelo tradicional de projetos e o modelo pautado em BIM. Para a seleção do objeto referência do estudo exploratório, a pesquisa se respaldou nos seguintes critérios:

a) Ser uma Instituição de Ensino Superior pública, na qual exista uma estrutura administrativa responsável pelo desenvolvimento e/ou contratação de projetos institucionais, deverão possuir processos formalizados de projeto;

b) Que a organização tenha semelhança/representatividade em relação a outras organizações;

c) Que a organização tenha fontes de evidências documentadas, de fácil acesso e disponíveis para consulta.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na sequência, serão apresentados os principais conceitos que fundamentaram o desenvolvimento do trabalho.

Em primeiro lugar, será apresentada uma definição do conceito BIM conforme a visão de alguns autores. Essa informação se faz importante, pois, como o BIM é um conjunto de processos, políticas e tecnologias, seu conceito varia de acordo com a fonte consultada, tendo maior ou menor grau de abrangência – daí ser importante uma definição sobre o que se entende como BIM.

Em segundo lugar, será feita uma explanação dos processos de projeto e a interface entre os agentes envolvidos. Essa explanação envolve dois típicos processos: o processo de projeto usual, baseado em representação gráfica do edifício, e o processo de projeto pautado em BIM. Em terceiro lugar, a revisão bibliográfica discorre sobre esforços para implementação BIM no âmbito nacional e internacional.

E, por último, busca-se esclarecer questões acerca das ferramentas de medição de maturidade BIM e sua utilidade como ferramenta auxiliar na implementação BIM.

2.1 Definição de BIM

Muito se discute a respeito de uma definição do que realmente é BIM (*Building Information Modeling*). Por isso, essa pesquisa buscou abordar as definições de autores consagrados acerca do tema. Eastman et al. (2014), idealizadores do conceito, definem o BIM como uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos que possibilitam análise de modelos virtuais da edificação. Já Succar (2009) define o BIM como um conjunto de políticas, processos e tecnologias que interagem e, somados, geram uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto e da construção ao longo de todo o ciclo de vida do edifício.

O próprio Succar (2009) reconhece que existem dezenas de tentativas de delimitar o tema e, ainda, argumenta que, por se tratar de um conceito, o BIM continua se expandindo à medida que é acrescido de novas ferramentas.

Existem visões mais voltadas para o caráter tecnológico do BIM, como a do a *National BIM Standart – United States* (NBIMS-US, 2015), que define o BIM como representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação. Como

tal, serve como um recurso de conhecimento compartilhado para informações sobre uma instalação que forma uma base confiável para decisões durante o ciclo de vida da edificação.

O objetivo aqui não é fazer uma reflexão exaustiva sobre a definição do BIM, mas é, de fato, entender o BIM como um conceito embasado em tecnologia que modifica o contexto do processo de projeto, pois altera a forma como a informação da construção circula entre as partes envolvidas. Soma-se a isso, ademais, novos processos e políticas que respaldam o conceito.

Ahmad et al. (2012) comparam, em sua pesquisa, os principais planos de implementação BIM ao redor do mundo. Segundo os autores, alguns especialistas enxergam o BIM como uma ferramenta de tecnologia da informação, enquanto outros o entendem como uma combinação entre ferramentas tecnológicas e métodos de processos.

Ahmad et al. (2012), ainda, identificaram sete recursos BIM, a partir de três grupos diferentes: grupo A) fontes acadêmicas; grupo B) fornecedores de softwares, e grupo C) organizações. O Quadro 3, abaixo, destaca a abordagem destes recursos por diferentes guias e manuais BIM (AHMAD et al. 2012). Segundo os autores, as palavras "informação, modelagem e processos" foram as mais citadas nos documentos analisados. A partir disso, os autores definem BIM como: processo de uso da tecnologia da informação para compartilhamento, modelagem, avaliação, colaboração e gestão de um modelo de construção virtual dentro do ciclo de vida do edifício.

Quadro 3 – Recursos BIM descritos por três categorias diferentes

DEFINIÇÃO DE BIM POR ACADÊMICOS							
REFERÊNCIAS	Informação	Gerenciamento	Modelagem	Processos	Tecnologias	Análises	Colaboração
WEYGANT (2011)	X	X	X	X	X		X
EASTMAN ET AL. (2014)	X	X	X	X	X	X	
HARDIN (2009)	X			X			
SMITH AND TARDIFF (2009:xi)	X			X			
HOWARD AND BJORK (2008)				X			
SWEET AND SCHEIER (2008:375)	X		X		X		
DEFINIÇÃO DE BIM POR FORNECEDORES DE SOFTWARE							
BENTLEY (2011)	X	X	X	X	X	X	
NEMETSCHKE'S VECTORWORKS (2010)	X		X	X	X	X	
GRAPHISOFT (2002:5)	X		X	X	X	X	X
AUTODESK (2002:1)	X	X	X		X	X	X
DEFINIÇÃO DE BIM POR ARQUITETOS, ENGENHEIROS E AGENTES DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL							
BUILDINGSMART (2007)	X	X					
AGC (2006)	X						
ESTADO DE OHIO (2010)	X	X	X	X			X

Fonte: Ahmad et al. (2012), com tradução do autor (2021).

2.2 Etapas do processo de projeto

Os processos de projeto de edificação são modificados com a implementação BIM. Entender as etapas destes processos e como eles se organizam é fator primordial para propor alterações durante a sua implementação. Nesse sentido, este tópico se dedica a abordar os processos de projetos usuais, baseados em representação gráfica, e como a informação é transmitida entre as partes interessadas.

A NBR 13531 – “Elaboração de projeto de edificações – Atividades técnicas” (ABNT, 1995) – divide o projeto de edificações nas seguintes etapas: levantamento, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto ou pré-executivo, projeto legal, projeto básico e projeto executivo.

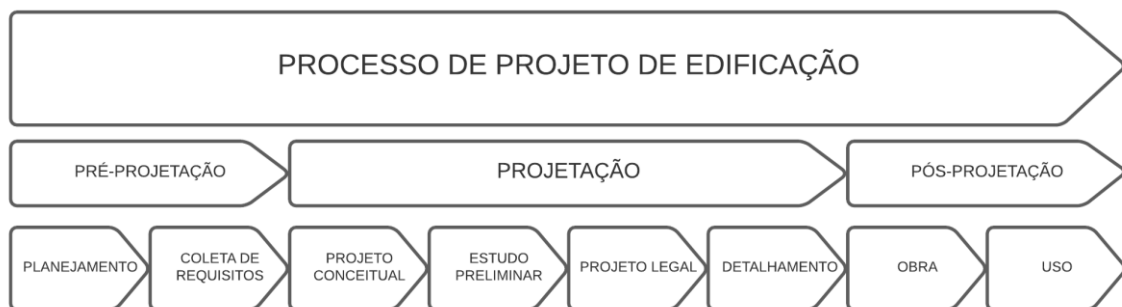
A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA, 2019) destaca, com o objetivo de subsidiar a atuação do arquiteto, por sua vez, as seguintes etapas do processo de projeto: levantamento de dados, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto de execução, detalhes de execução, caderno de especificações, compatibilização, coordenação, gerenciamento dos projetos, assistência a execução da obra e serviços adicionais.

Romano (2003), ademais, destaca em seus estudos as fases e as macros fases do processo de projeto. As macro fases são:

- Pré-projeção: corresponde a fase de planejamento do empreendimento
- Projeção: estas decompõem-se em cinco etapas/fases (projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar, projeto legal e projeto detalhado e projeto para produção).
- Pós-projeção: envolve o acompanhamento da execução e do uso da obra, além de acompanhar a retroalimentação dos projetos a partir da obra (*as-built*).

A Figura 2, abaixo, retrata as fases inscritas dentro de cada macro fase e as saídas/documentos gerados a partir de cada fase.

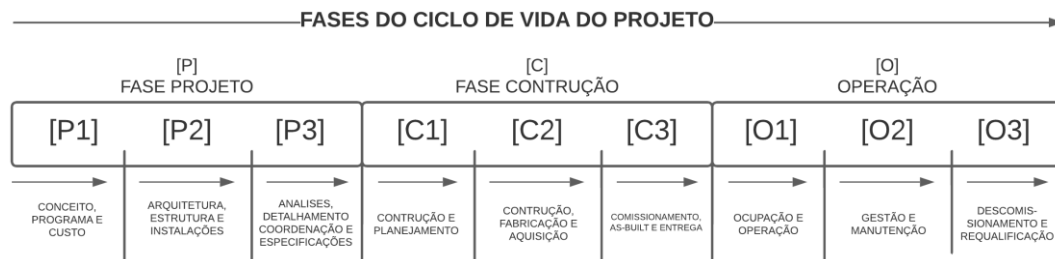
Figura 2 – Representação Gráfica das fases do processo de projeto de edificação



Fonte: Adaptado pelo autor (2021), de Romano (2003).

Succar (2009), por seu lado, destaca as fases do ciclo de vida do projeto (Figura 3) da seguinte forma: Projeto (P) Construção (C) e Operação (O). Essas fases são subdivididas em subfases e, por conseguinte, em atividades. De modo geral, o autor compartilha da mesma visão de Romano (2003). Ainda, é importante destacar que essas fases retratam um processo de projeto usual sem a utilização da Metodologia BIM.

Figura 3 – Fases do ciclo de vida do projeto



Fonte: Adaptado pelo autor (2021), de Succar (2009).

Os trabalhos de Romano (2003) e Succar (2009) destacam a característica fragmentária e linear do processo. Percebe-se, portanto, que as informações são passadas de forma linear de uma etapa para outra. Eastman et al. (2014) explica que essa fragmentação e a linearidade do processo, baseado em representação gráfica, com certa frequência promove erros e omissões, o que resulta em custos imprevistos e em atrasos.

2.3 Processo de projeto baseado em BIM

Antes de relatar os processos de projeto em BIM, é necessário destacar que a modificação do processo, certamente, muda toda a interface entre os agentes, a relação entre fases do projeto, as atividades e as tarefas (SUCCAR, 2009). Enquanto a relação entre os agentes do processo de projeto baseado em representação gráfica se dá pela troca de arquivos/projetos, a relação entre os agentes do processo de projeto em BIM se dá através de um ambiente virtual integralizado e síncrono. Para isso, se desenvolve um modelo BIM para cada uma das principais disciplinas que compõem uma edificação ou instalação, isto é, um modelo arquitetônico, outro estrutural e outros para instalações – e assim por diante (CBIC, 2016).

Embora sejam modelos distintos, os desenvolvimentos são realizados seguindo um encadeamento lógico e considerando as definições e evoluções já realizadas, ou seja, seguindo a premissa do ‘trabalho colaborativo’, no qual o esforço realizado por um participante do processo pode ser totalmente aproveitado por outro, que atuará no projeto em fases subsequentes do ciclo de vida de um empreendimento (CBIC, 2016, p. 58).

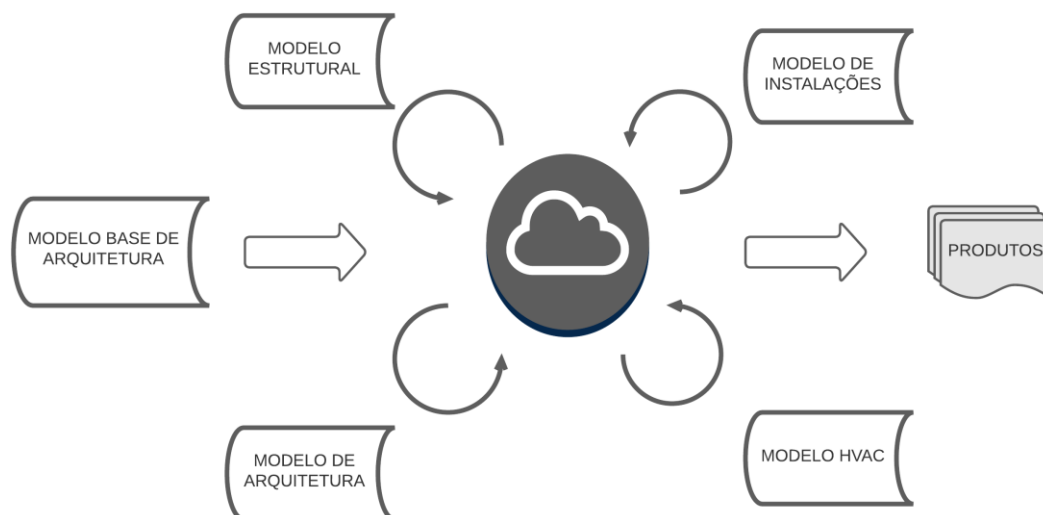
A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2017) destaca que o fluxo básico dos processos de projeto em BIM é oposto ao método de trabalho usual,

em que as interfaces de projeto ocorrem de maneira linear e unidirecional. No caso do BIM, as interfaces entre os agentes ocorrem através de um modelo virtual da construção, como mostra a Figura 4. Sendo assim, a troca de informação torna-se mais eficaz, pois reduz os conflitos entre diferentes elementos e disciplinas, além de facilitar a busca por soluções otimizadas (ABDI, 2017). Logo, a interface entre os agentes passa a ser desenvolvida de maneira coordenada, colaborativa, interoperável e síncrona, na qual qualquer agente tem acesso a informações do modelo a qualquer momento.

Neste caso, as partes envolvidas no processo têm acesso à informação do modelo assim que ele é disponibilizado ou hospedado no servidor. Isso permite o desenvolvimento de atividades e a colaboração simultânea, ao contrário do processo tradicional, que é sequencial. O intercâmbio síncrono do modelo e dos dados, baseado em rede, faz com que as fases do ciclo de vida do projeto se sobreponham extensivamente, formando um processo sem fases (SUCCAR, 2009).

Assim, o modelo de conhecimento apresentado na Figura 4 sugere que a integração baseada em rede possibilita a construção simultânea, quando todas as atividades do projeto são integradas e todos os aspectos de design, construção e operação se dão simultaneamente (SUCCAR, 2009).

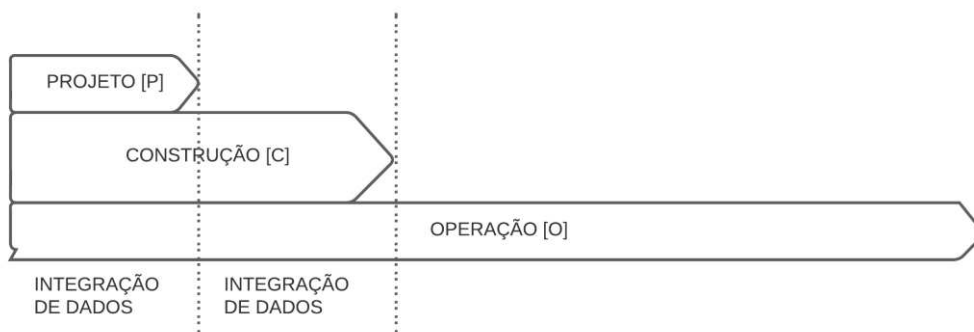
Figura 4 – Fluxo básico de informações no processo de projeto em BIM



Fonte: Adaptado pelo autor (2021), de ABDI (2017).

O BIM possibilita, portanto, um processo que articula todo o ciclo de vida do projeto, sua construção e manutenção, permitindo a integração de outros agentes, ao processo – agentes que antes eram percebidos ou incluídos ao processo, somente após o fim da etapa anterior. Por exemplo, no processo de projeto usual, o início do planejamento da obra se dá após o término do projeto; já no BIM, o início do planejamento da obra se dá imediatamente após o início do projeto. A Figura 5 retrata essa questão.

Figura 5 – Sobreposição dos processos de projetos, construção e operação



Fonte: Adaptado pelo autor (2021), de Succar (2010).

É válido explicitar, ademais, a grande ruptura com o processo de projeto tradicional e que as interfaces entre os agentes se tornam mais eficientes no BIM, uma vez que ele otimiza a troca de informações, proporciona o trabalho simultâneo entre os agentes e possibilita desenvolver um processo mais conciso e assertivo.

2.4 Implementação BIM

Existe uma gama de referências na literatura que discutem a implementação BIM. Universidades, empresas e órgãos públicos discutem o tema em publicações. Manzione (2013) destaca que não existe um consenso sobre o tema e como cada organização implementa o BIM de uma maneira.

Logo, para amparar a implementação BIM, diversas organizações ao redor do mundo produzem guias e manuais a respeito do tema. Howard e Bjork (2008) afirmam que muitos padrões relevantes existem; porém, destacam que há uma falta de

estrutura na qual eles poderiam se encaixar, uma vez que, devido às diferenças culturais, estes não são compatíveis a muitas organizações.

Por outro lado, Ahmad et al. (2012) identificaram 16 questões tratadas em 12 planos diferentes de implementação BIM. A partir daí os autores produziram uma tabela (Tabela 1), na qual são destacadas as questões abordadas por cada plano em diferentes fases do ciclo do processo de implementação. É importante dizer, ainda, que essa tabela explicita os planos propostos por três categorias: (A) fornecedores de software, (B) acadêmicos e (C) membros da indústria da construção civil.

Tabela 1 – Análise dos planos de implementação BIM

Categorias		A		B						C			
Planos de implementação BIM		Autodesk, (2010)	Dell, (2011)	Eastman et al. (2011)	Arayici et al. (2011)	Hardin, (2009)	Succar, (2009)	(Penn State) -Messner et al. (2010)	Indiana University	AGC of America, (2010)	(BuildingSmart) - Lin et al. (2005)	AIA, (2008)	BIM Road Map, (2011)
Fase Pré-BIM													
1	Definição de metas BIM	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Plano de uso do BIM	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Iniciar com uma equipe			x						x			x
4	Definir liderança	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Suporte gerencial	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	Especifica o nível de implementação	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	Envolvimento de toda a equipe	x	x				x	x	x				x
8	Identifica habilidades atuais e necessárias	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fase de implementação BIM													
9	Treinamento e desenvolvimento contínuo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	Colaboração	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	Execução e troca de informações	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	Hardware e software apropriados	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	Padronização	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fase de pós implementação													
14	Conscientização e educação BIM	x			x		x	x					
15	Implementação de uma equipe para outra	x		x									
16	Análise de desempenho	x					x	x					x

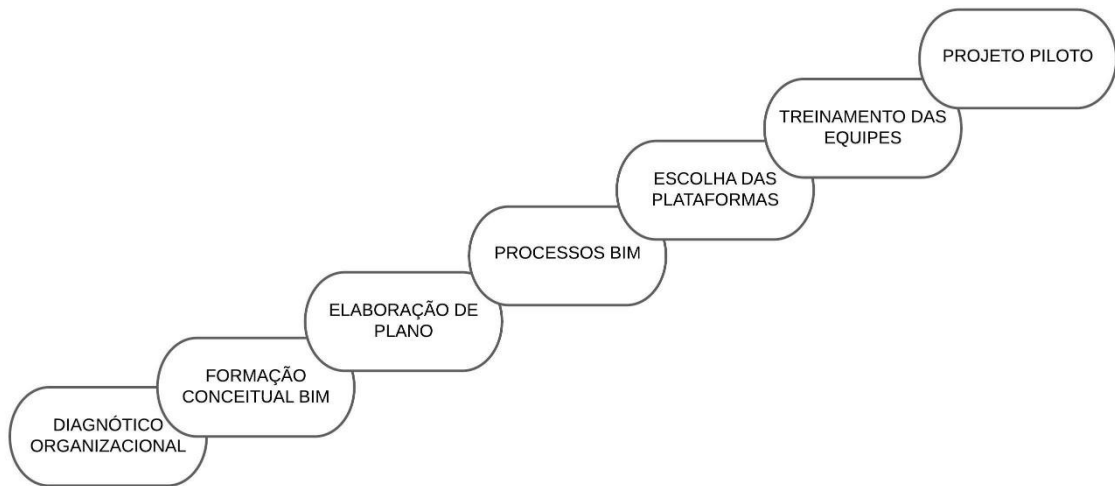
Fonte: Adaptado pelo autor (2021), de Ahmad et al. (2012).

Ahmad et al. (2012), ademais, apresentam a concordância entre os planos de implementação BIM selecionados nas fases de pré-implementação e implementação. Já na fase pós implementação, há algumas questões em desacordo entre os planos,

mas é importante ressaltar que a estrutura fundamental para a implementação BIM é preservada, e há consonância entre os planos.

Neste mesmo sentido, Arantes (2021) destrincha, em suas aulas, sete passos para a implementação BIM, sendo elas, respectivamente: diagnóstico organizacional, formação conceitual, elaboração de plano de implementação, processos BIM, escolha de plataformas, treinamento das equipes e projeto piloto. À medida em que a organização avança nos passos propostos por Arantes (2021), ela evolui no seu processo de implementação. A Figura 6 ilustra esta relação.

Figura 6 – Passos para a implementação BIM



Fonte: Adaptado pelo autor (2022), de Arantes (2021).

Outro ponto de grande relevância é o que ocorre em organizações públicas nacionais, como no Departamento Nacional de Trânsito (DNIT), no Ministério Público do Distrito Federal e na Fundação Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro. Nos três casos, houve abordagens de implementação BIM diferentes e estas não tiveram como premissas modelos de melhoria contínua. Vejamos abaixo cada caso.

Luke (2019) destaca que os principais objetivos do processo de implementação BIM no Departamento Nacional de Trânsito são:

- Sensibilização, alinhamento e engajamento dos servidores do DNIT e Terceiros (prestadores serviços) sobre os benefícios e as vantagens do uso do BIM;

- Capacitação em BIM para os servidores do DNIT e Terceiros envolvidos na realização do Projeto-piloto;
- Início do acultramento dos servidores do DNIT e Terceiros à adoção e uso do BIM;
- Adequação da Infraestrutura do DNIT para o uso do BIM no Projeto;
- Definição de um mecanismo/solução para retenção do conhecimento desenvolvido.

Ainda segundo Luke (2019), a implementação BIM no DNIT foi dividida em cinco macro fases, respectivamente: diagnóstico, planejamento, comunicação, implementação, testes/avaliação e, em paralelo, as macro fases treinamento e capacitação. A Figura 7 representa as macro fases.

FIGURA 7 – PROCESSOS & MACRO FASES (DNIT)



Fonte: Luke (2019).

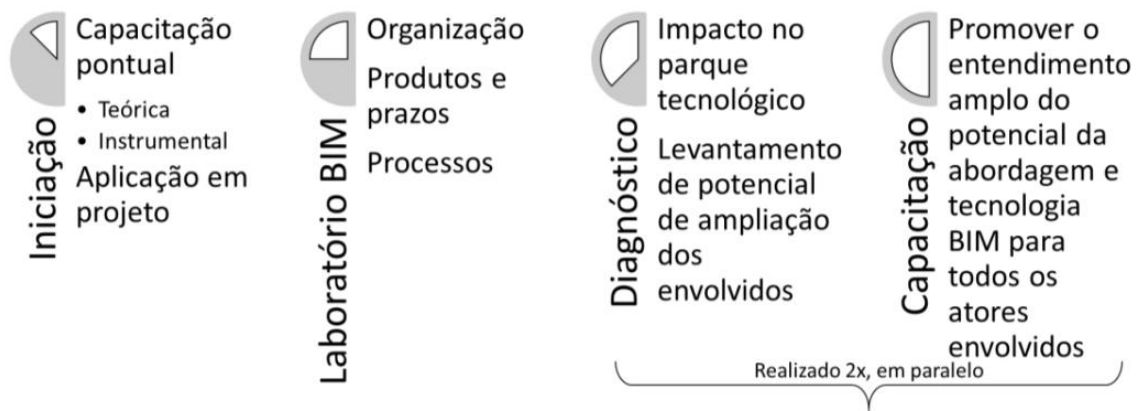
O Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT), por sua feita, teve uma orientação um pouco diferente das que foram apresentadas até o momento. O MPDFT teve como escopo de trabalho as seguintes atividades:

- Análise de cenário do órgão (atividades desenvolvidas, qualificação do corpo técnico, necessidades e objetivos);
- Diagnóstico do processo BIM adotado até o momento, caso exista;
- Definição do gestor BIM;
- Definição do líder/gestor BIM;
- Formação de equipe interna responsável pela implementação do plano;
- Definição das aplicações BIM para cada área de projeto;

- Estudo de dissertações, artigos acadêmicos e manuais BIM para adaptar ou desenvolver novos processos;
- Realização de treinamentos internos;
- Treinamento de equipes para a utilização dos softwares de projeto;
- Capacitação nos processos BIM para as equipes de gestão, coordenação e elaboração de projeto, e para as equipes de fiscalização de obra e de manutenção;
- Capacitação de equipe para desenvolvimento dos modelos 6D e 7D;
- Elaboração de projeto piloto para desenvolvimento dos “templates” de cada área;
- Criação de biblioteca de famílias e a videoteca;
- Criação de rotinas Dynamo e tabelas diretamente nos softwares para auxiliarem no dimensionamento.
- Definição de um “*workflow*”;
- Mudança de paradigma CAD x BIM;
- Ajuste da quantificação/orçamentação junto a equipe ou ao setor de Orçamentos;
- Elaboração de manuais BIM de processos e requisitos de projeto;
- Fixação e compartilhamento das competências BIM nas áreas de projeto, tecnologia, processos e políticas do órgão;
- Disseminação dos conceitos básicos e necessários ao correto entendimento dos processos em BIM;
- Consolidação de boas práticas;
- Análise e adaptação contínua dos processos e das atividades.

Já a Fundação Oswaldo Cruz partiu de outro olhar, no qual estrutura sua abordagem em quatro ciclos denominados de pesquisa-ação. Estes foram divididos da seguinte forma: Iniciação, que defini a capacitação teórica, instrumental e aplicação em projeto; Laboratório BIM, que envolve produtos, prazos e processos; diagnóstico, que envolve um diagnóstico institucional e dos recursos humanos; e, por fim, Capacitação, que visa promover um entendimento amplo do potencial da abordagem tecnológica BIM para todos os envolvidos. A Figura 8, abaixo, representa estas ações.

Figura 8 – Ciclos de pesquisa-ação



Fonte: Pereira; Correia (2019).

Enfim, pode-se perceber que os planos de implementação funcionam como ferramenta de orientação para a implementação BIM, uma vez que direcionam os recursos das organizações em pontos específicos. Porém, outra leitura que se destaca é a de que, embora existam planos padronizados, as organizações vêm atravessando este processo de implementação de formas diferentes, a exemplo dos três casos expostos. Ainda assim, é válido notar que, embora os processos sejam diferentes, existem semelhanças entre as atividades – desde os planos de implementação aos processos desenvolvidos pelas organizações.

Outro fato, mais relevante, e em consonância com esta pesquisa, é o fato de muitas dessas etapas, destacadas por autores da área (AHMAD et al. 2012; ARANTES, 2021; LUKE, 2019; PEREIRA; CORREIA, 2019) e pelo MPDFT, estarem presentes nas ferramentas de medição de maturidade BIM. Estas ferramentas serão abordadas mais adiante ainda nesta revisão de literatura.

2.5 Esforços do setor público para implementação BIM

O setor público desempenha um papel vital na orientação da indústria à adoção do BIM (CHENG; LU, 2015). Nos últimos anos, as implementações do BIM continuam a aumentar intensamente, à medida que os mais diferentes governos passam a adotar o BIM em seus projetos e obras. Órgãos governamentais ao redor do mundo têm realizado ações para incentivar a adoção do BIM. Cheng e Lu (2015) listaram em sua

pesquisa os esforços do setor público para a adoção de BIM em 14 países diferentes, espalhados em quatro continentes.

Os Estados Unidos é um dos países pioneiros no uso do BIM. Em 2015, 47 padrões BIM desenvolvidos pelo setor público nos EUA estavam disponíveis publicamente. Entre eles, 17 eram de órgãos governamentais e trinta eram de organizações sem fins lucrativos (CHENG; LU, 2015). Essa é uma tendência crescente, tendo em vista que o governo exige em suas obras a utilização da metodologia.

No Brasil, os esforços governamentais para incentivar a implementação BIM na cadeia da indústria da construção civil andam muito aquém das expectativas, principalmente se comparado a outros países. Porém, é válido destacar os principais passos dados nessa direção. Em 2017, o Governo federal criou o Comitê Estratégico de Implementação Building Information Modeling – CE-BIM, composto por representantes de nove ministérios:

- Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços;
- Casa Civil da Presidência da República;
- Ministério da Defesa;
- Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão;
- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações;
- Ministério das Cidades;
- Secretaria Geral da Presidência da República;
- Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil;
- Ministério da Saúde.

Em 2018, o Governo Federal instituiu o Decreto 9.377, que trata da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil – Estratégia BIM BR, que visa promover um ambiente propício para o desenvolvimento do BIM (BRASIL, 2018). Entre as metas visadas pela Estratégia BIM BR, estão:

- Difundir o BIM e seus benefícios;
- Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;

- Estimular a capacitação em BIM;
- Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM;
- Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

Em agosto de 2019, foi publicado o Decreto Lei 9.983, que atualiza as disposições sobre a Estratégia Nacional BIM BR e também institui o Comitê Gestor da Estratégia BIM BR (BRASIL, 2019). Em abril de 2020, foi publicado o Decreto 10.306/2020, que estabelece a utilização do Building Information Modeling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades de administração pública federal (BRASIL, 2020). O Decreto abrange a execução dos serviços e obras nos imóveis que estão sob jurisdição do Exército, da Marinha e da Força Aérea Brasileira, os investimentos em aeroportos regionais, e as obras realizadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Assim, este Decreto, basicamente, sinaliza a passagem da teoria à prática e estabelece o seguinte:

“Primeira fase - a partir de 1º de janeiro de 2021, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de Arquitetura e Engenharia e abrangerá, no mínimo” (BRASIL, 2020, s.p.):

- A elaboração dos modelos de Arquitetura e dos modelos de Engenharia referentes às demais disciplinas;
- A detecção de interferências físicas e funcionais entre as diversas disciplinas, e a revisão dos modelos de arquitetura e Engenharia, de modo a compatibilizá-los entre si;

- Extração de quantitativos;
- A geração de documentação gráfica, extraída dos modelos a que se

refere este inciso;

“Segunda Fase – a partir de 1º de janeiro de 2024, o BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de projetos de Arquitetura e Engenharia e na gestão de obras e abrangerá, no mínimo: ” (BRASIL, 2020, s.p.).

- Os usos previstos na primeira fase;
- A orçamentação, planejamento e o controle da execução de obras;
- A atualização do modelo e de suas informações como construído (*As built*) para obras cujos projetos de Arquitetura e Engenharia tenham sido realizados ou executados com aplicação do BIM.

“Terceira fase: a partir de 1º de janeiro de 2028, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de Arquitetura e Engenharia e na gestão de obras referentes a novas construções, reformas, ampliações e abrangerá, no mínimo: ” (BRASIL, 2020, s.p.).

- Os usos previstos na primeira e na segunda fase;
- O gerenciamento e a manutenção do empreendimento após a sua construção, cujos projetos de Arquitetura e Engenharia e cujas obras tenham sido desenvolvidos ou executados com aplicação do BIM.

Outra medida que incentiva a utilização do BIM está presente na nova lei de licitações, Lei de nº14.133 de 1º de abril de 2021, que promove a preferência para contratação de projetos em BIM (BRASIL, 2021). Destaca-se dela a seguinte passagem, presente no § 3º do art. 19 do Substitutivo:

Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling – BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la (BRASIL, 2021, p. 5).

Além disso, alguns estados da federação também vêm somando esforços nesse sentido. Em 2013, o governo de Santa Catarina publicou o Caderno de Especificações de projetos BIM, que aborda os procedimentos adotados nas licitações para a contratação de projetos e *As-built* em BIM, que deverão ser utilizados pelos prestadores de serviços ao estado. Desde 2014, o estado do Paraná vem trabalhando

num Plano de Fomento ao BIM, que tem por objetivo promover a implantação do BIM para a melhoria da qualidade de projetos e de obras públicas de edificações e infraestrutura rodoviária. Em 2021, o estado de Minas Gerais publicou o decreto nº 48.146/2021, que tem como objetivo incentivar a adoção do BIM no estado de forma gradual.

Enfim, nota-se que, no Brasil, medidas de cunho público são tomadas para incentivar tanto o serviço público quanto a iniciativa privada na adoção do BIM, e é válido observar a característica gradual das exigências. O objetivo, depreende-se, é que, ao longo dos anos, essas exigências cresçam e se desenvolva o nível de capacidade BIM de profissionais e organizações.

2.6 Maturidade BIM

O objetivo deste tópico é abordar o conceito de maturidade, seus níveis e a aplicabilidade deste nos processos BIM, além de apresentar as principais ferramentas de medição de maturidade BIM.

2.6.1 O conceito de maturidade

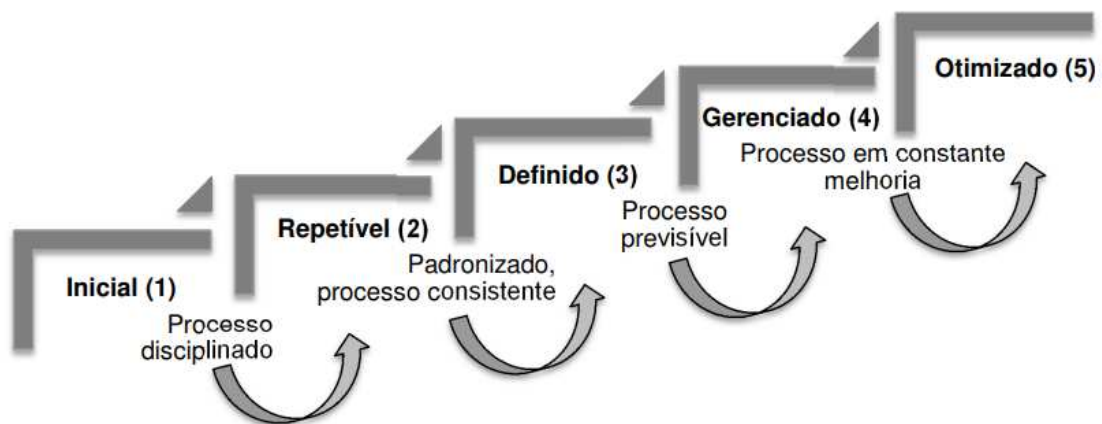
Maturidade é a habilidade no desempenho de uma tarefa ou na entrega de um serviço/produto (Succar, 2010). O termo, maturidade, sugere que um processo seja avaliado, gerenciado, medido e controlado. Para Viana e Carvalho (2021), maturidade refere-se à qualidade, repetitividade e grau de excelência dos processos e entregáveis.

Os atuais modelos de maturidade e capacidade tiveram sua origem a partir do *Capability Maturity Model* (CMM), desenvolvido no final dos anos 1980, em benefício do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. O CMM é uma estrutura de melhoria de processos, originalmente concebida como uma ferramenta para avaliar a capacidade de contratados do governo norte-americano para desenvolver projetos de softwares (HUTCHINSON & FINNEMORE, 1999).

A organização dos modelos de maturidade baseado no *Capability Maturity Model* é, normalmente, dividida em cinco níveis: Inicial, Repetível, Definido, Gerenciado e Otimizado. Paulk et al. (1993) destaca os passos evolutivos de cada uma das etapas do processo de maturidade:

1. Inicial: poucos processos estão disponíveis e o sucesso do projeto depende de esforços individuais;
2. Repetível: processos básicos de gerenciamento de projetos são definidos;
3. Definido: evidencia a existência de processos para as atividades de projeto e gerenciamento;
4. Gerenciado: tanto o processo quanto o produto são quantitativamente controlados;
5. Otimizado: a melhoria contínua de processos é possibilitada pelo *feedback* quantitativo, além do desenvolvimento de ideias e das tecnologias inovadoras.

Figura 9 – Cinco níveis de processos de maturidade



Fonte: Paulk et al. (1993).

Os modelos *Capability Maturity Model* (CMM) são baseados no conceito *Key Process Areas* (KPA), no qual é identificado um conjunto de atividades relacionadas, que, quando desenvolvidas coletivamente, atingem um conjunto de metas, consideradas importantes para estimular a capacidade de determinada organização entregar um produto ou serviço (PAULK, et al. 1993). Além disso, os modelos de maturidade podem ter distintas funções de prescrição, descritiva ou de comparação (KLIMKO, 2001; PÖPPELBUSS e RÖGLINGER, 2011), descritas a seguir:

- Função descritiva: quando usado como ferramenta de diagnóstico;

- Função prescritiva: quando usadas para identificar os níveis de maturidade desejáveis, e propulsora de ações de planejamento;
- Função comparativa: quando permitem um *benchmarking* interno ou externo, no qual os dados históricos internos e/ou externos podem ser confrontados em vistas de ações de planejamento e melhorias.

Em resumo, o conceito de maturidade possibilita determinar, através de uma avaliação, a capacidade gerencial de determinada organização e o grau de excelência de seus entregáveis. O conceito reúne, ainda, um grupo de ferramentas, cujo objetivo é medir o nível de maturidade e, mais adiante, promover a orientação de processos organizacionais, com o fim de obter uma evolução contínua na gestão organizacional.

Tendo a visão de alguns pesquisadores (KLIMKO, 2001; PÖPPELBUß; RÖGLINGER, 2011) como pressuposto, soma-se o fato de os modelos serem utilizados, muitas vezes, para embasar e direcionar o processo de implementação, no qual os usuários devem primeiro avaliar as condições atuais da organização para, depois, identificar os caminhos mais apropriados e que melhor correspondem a características e objetivos pretendidos (VIANA; CARVALHO, 2021). Ainda, baseando-se nos níveis de maturidade apresentados, dirigentes podem determinar quais investimentos devem ser priorizados a fim de galgar próximos níveis (GIEL; ISSA, 2013). Portanto, considera-se que modelos de maturidade podem ser utilizados como guias de implementação uma vez que direciona os processos e a alocação de recursos. Logo, modelos de maturidade, além de serem utilizados como processo de melhoria contínua, podem ser utilizados como uma ferramenta que embasa e sistematiza o processo de implementação, uma vez que deixa explícito em que ponto a organização se encontra e quais são os passos futuros para implementação.

2.6.2 O conceito de maturidade atribuído ao BIM

O objetivo principal visado neste tópico é revisar e comparar as principais ferramentas de medição de maturidade BIM existente e, com isso, facilitar a escolha mais adequada ao usuário e/ou ao emprego. Desde que o BIM começou a ser difundido, diversos pesquisadores começaram a desenvolver métodos de melhoria contínua atribuídos ao BIM (GIEL; ISSA, 2013). O objetivo, aqui, por conseguinte, é

abordar como os modelos de maturidades disponíveis visão dar suporte aos processos de melhoria contínua relacionados ao BIM.

Atualmente, existem algumas ferramentas de medição de maturidade, porém, estas foram desenvolvidas levando em conta determinados contextos culturais, regulamentos e estratégias de implementação BIM em países diferentes (WU et al. 2017), o que dificulta a usabilidade em outros contextos. WU et al. (2017) sintetizaram e avaliaram em sua pesquisa os modelos mais recorrentes da literatura sobre o assunto. Succar (2010), por sua vez, destaca como os modelos existentes são semelhantes em estrutura e objetivos, ainda que difiram em profundidade conceitual, foco, terminologia e público-alvo.

Embora existam diferentes modelos de avaliação de maturidade BIM, não existe um consenso quanto aos seus usos e objetivos. As diferentes definições variam de acordo com a perspectiva do autor (AZZOUZ et al. 2016). Sendo assim, cada método foca em um objetivo específico, que pode ser projetos, organizações, indivíduos ou equipes (LIMA, 2021). Os objetivos para o desenvolvimento de tais ferramentas variam em aplicabilidade e cenário e sua aplicação fora de contextos específicos pode ser limitada (MAHAMADU, 2016).

Existem diferentes formas de mensurar a maturidade BIM das organizações, sendo que modelos de maturidades distintos apresentam parâmetros diferentes. Para tanto, Wu et al. (2017a) reclassificaram e padronizaram os parâmetros de maturidade BIM em cinco categorias: Processo, Tecnologia, Organização, Padrões e Partes interessadas. Tais categorias são, por sua feita, caracterizadas da seguinte forma:

Processo: avalia o gerenciamento e os processos de documentação de trabalhos, entregas e interações relacionados ao BIM.

Tecnologia: avalia a proficiência das ferramentas BIM e as qualidades de software, hardware e resultados relevantes.

Organização: concentra-se no planejamento BIM do ponto de vista organizacional, ou seja, no nível de definições estratégicas e definição de responsabilidades e fluxos de trabalho.

Partes interessadas: aborda questões relacionadas a capacidades, habilidades e treinamentos da equipe que atuará com os processos relacionados ao BIM.

Padrão: mede a implementação de padrões, diretrizes, especificações e contratos.

WU et al. (2017) estabelecem, portanto, parâmetros que os próprios autores julgam ser os pontos essenciais a serem abordados, ao se avaliar a maturidade BIM. Isto é corroborado, inclusive, aos pesquisadores salientarem que uma matriz de maturidade deve se embasar nestes pontos.

Logo, para avaliar as diferentes ferramentas de medição de maturidade BIM, assim como nos trabalhos de Lima (2021), e de fornecer uma visão panorâmica dos modelos de maturidade, foram selecionados os oito principais modelos de avaliação de maturidade, apontados no Quadro 4. Esta seleção teve como base os cinco parâmetros estabelecidos por WU et al. (2017); assim, o Quadro 4 contempla modelos que abordam os cinco parâmetros.

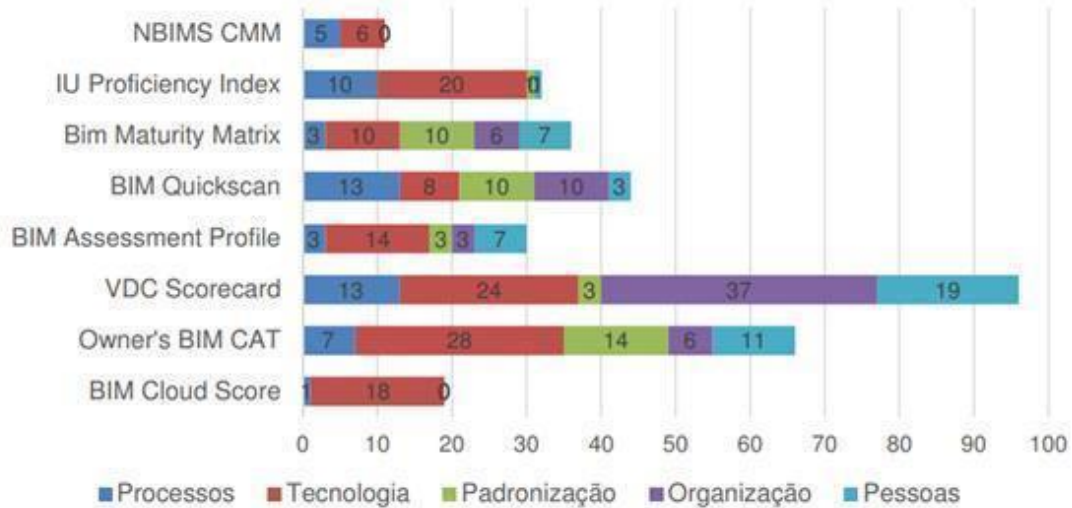
Quadro 4 – Modelo de Maturidade BIM, ano de lançamento, país de origem, foco da avaliação e fornecedores

Item	Modelo	Ano	País	Desenvolvido por
1	NBIMS CMM	2017	EUA	Instituição de Pesquisa
2	BIM Proficiency Matrix	2009	EUA	Instituição de Pesquisa
3	BIM Maturity Matrix	2009	Austrália	Acadêmico
4	BIM QuickScan®	2010	Holanda	Organizações comerciais
5	BIM Assessment Profile	2013	EUA	Instituição de Pesquisa
6	VDC Scorecard	2013	EUA	Instituição de Pesquisa
7	BIM CAT	2014	EUA	Instituição de Pesquisa
8	BIM CS	2014	EUA	Acadêmico

Fonte: Adaptado pelo autor (2021), de Lima (2021) e Wu et al. (2017a).

Tendo feito a seleção dos oito modelos propostos com base nos cinco parâmetros estabelecidos por (WU et al. 2017), os autores demonstram, na Figura 10, a quantidade de vezes que cada um dos cinco parâmetros é abordado em cada uma das diferentes ferramentas de avaliação de maturidade.

Figura 10 – Comparação das questões abordadas pelos métodos de avaliação de maturidade dentro dos cinco parâmetros propostas por (WU et al., 2017)



Fonte: Lima (2021), adaptado de Wu et al. (2017).

Lima (2021) cita a importância de destacar as informações apresentadas na imagem anterior. Segundo a autora, nota-se que cada método tem seu olhar voltado para uma área específica, por exemplo:

- NBIMS CMM: possui 11 questões distribuídas em duas áreas, processos e pessoas;
- BIM Proficiency Matrix: assim como o modelo anterior, tem suas questões voltadas somente a processos e tecnologias;
- BIM Maturity Matrix: possui uma distribuição de questões mais uniforme dentre as áreas;
- BIM QuickScan®: a distribuição das questões é semelhante ao do modelo anterior;
- VDC Scorecard: a maioria das questões tem foco em aspectos tecnológicos e organizacionais;
- BIM CAT: tem seu olhar voltado às ferramentas tecnológicas;

- BIM CS: avalia aspectos tecnológicos, contendo 18 questões relacionadas à tecnologia.

Outra comparação entre os modelos é descrita no Quadro 5, que apresenta uma visão geral dos modelos proposto por Wu et al. (2017) e por Mahamadu (2016) e adaptado por Lima (2021). O objetivo desse quadro foi confrontar os dados técnicos, os propósitos da avaliação, além dos pontos fortes e fracos de cada modelo.

Quadro 5 – Comparação entre os modelos de maturidade BIM

Método Avaliativo	NBIMS CMM	IU Proficiency Index	BIM Maturity Matrix	BIM QuickScan	BIM Assessment Profile	VDC Scorecard	Owner's BIM CAT	BIM Cloud Score
Referência / Ano	(NIBS, 2007)	UI – University of Indiana, USA	(SUCCAR, 2009)	(SEBASTIAN; VAN BERLO, 2010)	(CIC, 2013)	(KAM et al. 2013 e 2016)	(GIEL e ISSA, 2014 e 2016)	(DU et al. 2014).
Desenvolvido por	National Institute of Building Science (NIBS)	(UI, 2009)	Publicações acadêmicas e estrutura conceitual de Bilal Succar	TNO – The Netherlands Organisation for Applied Scientific Research	Pennsylvania State University	CIFE - Centre for Integrated Facility Engineering- Stanford University	PHD Research - Rinker School of Construction Management, University of Florida (USA)	Publicação acadêmicas: (DU; LIU; ISSA, 2014)
País de origem	Estados Unidos	Estados Unidos	Austrália	Holanda	Estados Unidos	Estados Unidos	Estados Unidos	Estados Unidos
Foco da Avaliação	Modelo.	Modelo e processo.	Processo e modelo.	Processo e pessoas.	Modelo, processo e pessoas.	Modelo, processo e pessoas.	Processo e pessoas.	Modelo.
O que avalia?	Projetos.	Projetos e processo.	Organizações.	Organizações.	Modelo, processo e pessoas	Projetos.	Organização.	Processos e Projetos
Como apresenta os resultados	Certificação: Mínimo BIM, prata, ouro ou platinum.	BIM certificado, Silver, Gold, Ideal.	Planilha de pontuações dividida em 5 níveis de maturidade; e uma representação gráfica dos conjuntos de competências.	Gráfico Radar.	Gráfico Radar.	Escala de nível de práticas: convencional, típica, avançada, melhor, inovativa.	Níveis de competência: não existente, iniciante, gerenciável, definido, quantitativamente gerenciável, otimizado.	Análise e monitoramento realizado por software instalado no computador.
Descrição Geral	CMM capaz de avaliar a maturidade do processo da empresa no desenvolvimento de projetos em BIM.	Avalia a capacidade de projetistas e construtores em desenvolver projetos, serviços e atividades utilizando tecnologia BIM.	Medição e melhoria de desempenho em BIM.	Ferramenta de avaliação comparativa (<i>benchmarking</i>) do BIM	Auto avaliação que fornece orientações ao proprietário da empresa ao implantar BIM.	Avaliação de projetos BIM e <i>benchmarking</i> das práticas do setor.	Avalia o nível de competência BIM de proprietários / clientes de projetos de edifícios.	Análise e monitoramento realizado por software instalado no computador.
Metodologia Avaliativa	Ferramenta auto avaliativa.	Planilhas baseadas na avaliação da matriz de maturidade.	Ferramenta auto avaliativa.	Avaliação feita por consultor especializado ou auto avaliação online.	Ferramenta auto avaliativa.	Auto avaliação através de plataforma online ou guiada por consultor especializado.	Ferramenta auto avaliativa.	Análise e monitoramento realizado por software instalado no computador.
Pontos Fortes	Poucas questões; fácil de implementar; é flexível, os pesos das questões podem ser ajustáveis pelo usuário.	O número de perguntas é relativamente pequeno; a estrutura é simples; fácil de implementar; propõe um conceito de benchmarking.	Fácil de implementar; combina conceitos do BIM e de estratégias organizacionais da organização boa descrição das questões; estrutura flexível e ajustável para diversas áreas da AEC.	Comparação do resultado com a base de dados nacional (<i>benchmarking</i>); métricas quantitativas; validação da ferramenta com testes práticos.	Auto explicativo, fácil de aplicar; relaciona o BIM com planos estratégicos da organização Ajuda na transição de maturidades do BIM ao fornecer caminhos a seguir auxilia a implantação do BIM	Maioria de métricas quantitativas Utiliza o "nível de confiança", elevando a qualidade do resultado; o escopo de métricas é bastante abrangente; resultado pode ser utilizado para benchmarking.	Modelo compilado de outras ferramentas avaliativas; conjunto de métricas abrangente; diferencial de ser personalizado para o proprietário.	Coleta automática de dados, evita intervenção humana; número pequeno de questões; comparação do resultado com uma base de dados nacional (EUA).
Pontos Fracos	Métricas pouco quantitativas e muito subjetivas; poucas instruções para responder às questões; não possui função de benchmarking; foco no desenvolvimento do modelo BIM ao invés de processos da organização; utiliza o conceito Mínimo BIM, sendo aplicável a empresas que já apresentem este nível mínimo de maturidade.	A quantificação da avaliação é baixa; todas as medidas têm o mesmo peso, sem distinção; nenhum guia do usuário e descrições de perguntas são pouco claras; escopo limitado aos aspectos técnicos do BIM; Método de avaliação único e altamente subjetivo; baixa flexibilidade.	Devido ao nível de granularidade, aumenta a complexidade e o número de questões; falta de coleta de dados práticos para validação e otimização.	Para uma avaliação confiável é necessário contratar consultoria especializada, exige investimento financeiro; a base de dados para avaliação comparativa é europeia, não sendo comparável às organizações brasileiras Autoavaliação difícil e pouco confiável.	Auto explicativo, fácil de aplicar; relaciona o BIM com planos estratégicos da organização; ajuda na transição de maturidades do BIM ao fornecer caminhos a seguir auxilia a implantação do BIM.	Exige base de dados extensa e atualizada; aplicação do modelo express leva 4 horas, grande quantidade de questões; avaliação sem consultor especializado pode levar a resultados imprecisos.	Grande quantidade de perguntas; falta de instruções para responder as questões; por ser extenso, pouca confiabilidade na qualidade das respostas.	Necessita de pré instalação no computador; pouca flexibilidade; resultados puramente quantitativos; ferramenta específica para benchmarking; falta validação e aplicações práticas.

Fonte: Wu et al. (2017), Mahamadu, (2016), adaptado por Lima (2021).

Lima (2021) lançou mão de outro sistema de classificação, embasado nos estudos de Khoshgoftar e Osman, (2009) e nos de Wu et al. (2017b), no qual identificou as principais características e os critérios que auxiliaram num sistema de pontuação para a escolha dos modelos mais apropriados. Sendo assim, Lima (2021) comparou os modelos de maturidades com base nos seis critérios descritos abaixo:

1. Guia explicativo: existem manuais, guias ou páginas na internet explicativos para auxiliar na aplicação do modelo de maturidade;
2. Auto aplicação: pode ser aplicado pelo proprietário da própria empresa ou por qualquer pessoa em posição de gerência e que possua conhecimentos em BIM, sem ser necessário a contratação de um consultor;
3. Disponibilidade: disponível gratuitamente via web;
4. Autoavaliação: objetiva a autoavaliação da organização ou do projeto. O *benchmarking* é um resultado secundário;
5. Abrangência: envolve os cinco aspectos de medição de maturidade definidos por Wu et al. (2017), processos, tecnologia, padronização, organização e pessoal;
6. Adaptável: a ferramenta pode ser adaptada a diferentes contextos como tipos de organizações do setor de AEC ou diferentes países e localidades.

Ao confrontar os critérios de maturidade descritos acima e as informações levantadas por Wu et al. (2017) com os modelos de planos de implementação, Lima (2021) aponta quais modelos de maturidade BIM são mais abrangentes (Quadro 6) e conclui que os modelos do *BIM Maturity Matrix* e o *BIM Assessment Profile* são os dois modelos que atendem o maior número de questões exigidas.

Quadro 6 – Comparação dos modelos de maturidade BIM

Método Avaliativo	Modelos de maturidade							
	NBIMS CMM	IU Proficiency Index	BIM Maturity Matrix	BIM QuickScan	BIM Assessment Profile	VDC Scorecard	Owner's BIM CAT	BIM Cloud Score
Guia Explicativo	■		■		■	■		
Auto aplicação	■	■	■	■	■		■	■
Disponibilidade	■	■	■		■	■		■
Autoavaliação	■	■	■	■	■	■		■
Abrangência			■	■	■	■		■
Adaptável			■		■	■		

Fonte: Adaptado pelo autor (2021), de Lima (2021).

Em função dos comentários acima, dois modelos de maturidade foram escolhidos para serem detalhados, e possivelmente utilizados no âmbito dessa pesquisa: o *BIM Maturity Matrix* e o *BIM Assessment Profile*.

O *BIM Maturity Matrix* é flexível, pois pode ser aplicado a partir de uma autoavaliação com análise simples da organização/funcionário que adota o BIM. Além disso, possibilita a avaliação mais detalhada e isenta, através de consultoria.

Já o *BIM Assessment Profile* é uma avaliação da maturidade BIM que faz parte do guia “*BIM Planning Guide for Facility Owners*”. O *BIM Assessment Profile* apresenta uma estrutura pautada em três procedimentos de planejamentos, esplanada a seguir:

- Planejamento Estratégico: avalia as condições da organização existente;
- Planejamento de Implantação: desenvolve um plano de implantação;
- Planejamento de Aquisições: identifica os principais problemas a serem considerados, ao criar os requisitos do contrato BIM.

Na sequência, esses modelos serão melhor detalhados.

2.6.3 BIM Maturity Matrix

A *BIM Maturity Matrix*, ou Matriz de Maturidade BIM, foi desenvolvida em 2010 por Succar, que buscou, em seu trabalho, identificar toda a estrutura conceitual do BIM e discriminar seus aspectos. Trata-se de uma matriz composta por um conjunto de Capacidades BIM, Estágios BIM e Níveis de Maturidade.

Os pontos trabalhados por Succar (2010) para desenvolver a matriz de maturidade BIM são, respectivamente:

1. Estágio de Capacidade BIM: representa as balizas transformacionais ao longo do ciclo contínuo de implantação BIM;
2. Nível de Maturidade BIM: representa a qualidade, a previsibilidade e a variabilidade dentro do estágio BIM;
3. Competências BIM: representam a progressão incremental em direção a melhorias dentro dos Estágios BIM;
4. Escalas Organizacionais: representam a diversidade de mercados, disciplinas e tamanhos de empresas;
5. Nível de Granularidade: permite executar uma análise com alta precisão sem perder a flexibilidade, variando de uma Autoavaliação informal à de auditorias externas.

Antes de realizar uma abordagem sobre os cinco componentes do nível de maturidade BIM proposto por Succar (2010), é preciso entender o olhar do autor sobre o conceito BIM. O mesmo afirma que *Building Information Modeling* é um conjunto de políticas, processos e tecnologias (campos BIM) que interagem, gerando uma metodologia para gerenciar os dados essenciais ao projeto, em formato digital, ao longo do ciclo de vida do edifício (SUCCAR, 2010). Ainda, os campos se organizam da seguinte forma:

- Campo Tecnologia: fornecedores de softwares, hardware, equipamentos e sistemas de rede;
- Campo Processos: arquitetos, engenheiros, construtores e outras partes envolvidas na cadeia da Arquitetura, Engenharia, construção e manutenção da edificação;
- Campo Política: atores do processo envolvidos em normatização, pesquisas, manuais e leis.

A Figura 11 retrata os campos BIM propostos por Succar e a relação entre eles:

Figura 11 – Campos BIM



Fonte: Manenti (2018), adaptado de Succar (2010).

2.6.3.1 Escala organizacional

A matriz do professor Succar avalia diversos olhares e escalas organizacionais, sendo possível aplicá-la sob qualquer setor da construção civil e pode ter como foco equipes, processos e/ou projetos. Para isso, um dos fatores analisados por Succar (2010) foi a escala organizacional. Assim, as seguintes escalas organizacionais foram definidas por Succar (2010): macro, meso e micro. De acordo com Santos (2016), a escala macro pode ser definida como o contexto de mercado, a escala meso está relacionada aos projetos e às suas equipes, e a escala micro está relacionada ao grupo “organização, equipes e membros”.

Para o contexto deste trabalho, definiu-se a abordagem sobre a escala micro, uma vez que tem como um dos focos a avaliação da maturidade BIM na Diretoria de Projetos e Obras da UFV.

2.6.3.2 Estágio BIM

O Estágio BIM, componente número um da Matriz de Maturidade BIM, é, de acordo com Succar (2010), a habilidade básica para realizar uma tarefa, entregar um serviço ou gerar um produto. É, ademais, o elemento que define os principais marcos

a serem alcançados por equipes e/ou organizações, à medida que adotam tecnologias e conceitos BIM.

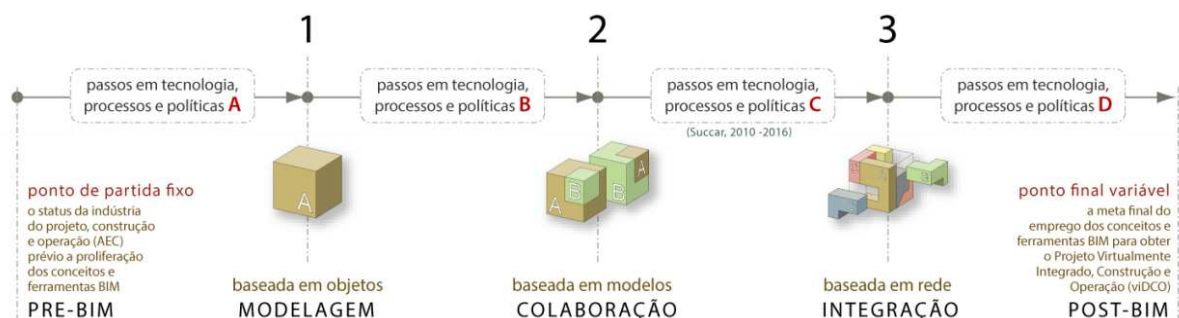
Os estágios BIM estão divididos em três:

- Estágio 1: Modelagem baseada em modelo;
- Estágio 2: Colaboração baseada em modelo;
- Estágio 3: Integração baseada em rede.

Os Estágios BIM são definidos por seus requisitos mínimos (Succar 2010), por exemplo: para que uma organização seja considerada no Estágio 1, ela precisa ter implantado uma ferramenta de software de modelagem baseada em objeto. Da mesma forma, para ser considerada no Estágio 2, a organização precisa que parte do processo de um projeto seja colaborativo, baseado em modelo e multidisciplinar. Para ser considerada no Estágio 3, uma organização deve estar usando uma solução baseada em rede ou nuvem, com a qual os usuários colaboram e interagem através destes meios. Existem, ainda, dois estágios: o Pré-BIM, que antecede os Estágios BIM, e o IPD (Entrega integrada de projeto), que sucede os Estágios BIM. O primeiro representa um ponto de partida antes da implementação e o segundo representa um futuro não definido, a depender do surgimento de novas tecnologias.

A Figura 12 retrata a evolução dos estágios BIM de acordo com o modelo do Succar.

Figura 12 – Estágios BIM



Fonte: Succar (2010).

- *Estágio Pré-BIM*

O estágio Pré-BIM se caracteriza pela utilização de ferramentas baseadas em CAD (Desenho auxiliado por computador), sendo o objetivo retratar as informações num plano 2D. Quando há a utilização de um modelo 3D, este não é parametrizado e suas informações são meramente volumétricas; ou seja, o modelo, em si, é somente uma maquete 3D da edificação com fins meramente ilustrativos. Informações construtivas dependem de documentações e detalhes bidimensionais para sua correta interpretação (SANTOS, 2016). Este estágio representa as práticas tradicionais de construção antes da implantação BIM. As interações entre os agentes não são priorizadas e o fluxo de trabalho é linear e assíncrono (SUCCAR, 2010). Além disso, informações como estimativas de custo e especificações não derivaram do modelo.

- *Estágio 1 BIM*

No Estágio 1, a implementação é iniciada através da utilização de um software de modelagem da informação, como Archicad, Revit e Tekla e tem como base o modelo da edificação. Os usuários geram modelos para cada disciplina e estes são usados, principalmente, para automatizar a geração de documentação bidimensional e visualização tridimensional. Santos (2016) destaca que, neste estágio, ainda não existe uma colaboração efetiva. Os agentes trocam informações de maneira unidirecional e a comunicação é assíncrona.

- *Estágio 2 BIM*

No Estágio 2, a habilidade mínima definidora é a colaboração baseada no modelo virtual da edificação, no qual os agentes trabalham compartilhando informações em disciplinas diferentes. Essa colaboração pode ocorrer em uma ou entre duas fases do ciclo de vida do projeto. Exemplo disso é o intercâmbio de informações entre Projeto-Projeto (arquitetura e estrutura), Projeto-Construção e Projeto-Operação (SUCCAR, 2010). Neste estágio, os modelos concebidos em BIM podem conter informações relativas a tempo e custo que geram informações para a fase de planejamento da obra, também chamado de BIM 4D e 5D. O início da troca de informações entre os modelos permite o desenvolvimento de compatibilização, simulações, cronogramas e levantamento de quantitativos (SUCCAR, 2010).

A colaboração, por sua vez, exigirá mudança nos processos e políticas internas, o que impactará em novos processos, fluxos e espaços de trabalho (SANTOS, 2016). Além disso, ela aumenta o nível de granularidade da informação, pois os modelos tendem a se tornar mais complexos. O termo granularidade será discutido adiante neste capítulo.

- *BIM Estágio 3*

O Estágio 3 é a soma dos Estágios 1 e 2, assim, soma-se o trabalho baseado no modelo com trabalho colaborativo e integrado. No Estágio 3, acontece uma efetiva integração dos processos: o compartilhamento de informação ocorre em tempo real e o trabalho é altamente complementar entre as disciplinas (SUCCAR, 2010).

Neste estágio, as entregas do modelo vão além das propriedades do objeto e passa a incluir princípios de construção enxuta, políticas verdes e custo de todo o ciclo de vida da construção. O trabalho colaborativo e interativo gira em torno de um modelo de dados extenso, unificado e compartilhável. De uma perspectiva de processo, o intercâmbio de modelo de forma síncrona faz com que as fases do ciclo de vida do projeto se sobreponham extensivamente, formando um processo sem fases (SUCCAR, 2010).

Ainda, é notório que, no Estágio 3, os custos operacionais são altos devido à demanda de softwares e de rede de alta capacidade. Ambos precisam dar sustentação aos processos de compartilhamento integrado de dados, num processo em que as fases ocorrem de maneira síncrona. Nesse Estágio, é importante uma reconsideração entre as relações contratuais, modelos de alocação de riscos e fluxos de procedimentos bem definidos para assegurar o bom funcionamento do estágio (SUCCAR, 2010).

- *Pós-BIM – Estágio 4*

O Pós-BIM é a etapa final, definido por Succar (2010) como um termo que reúne uma gama de estados futuros dos campos BIM (processos, políticas e tecnologias), no qual já se domina todas as competências BIM e já se alcançou todos os níveis de maturidade. Este estágio estende os limites de possibilidades do BIM que são conhecidos até o momento.

2.6.3.3 Competência BIM

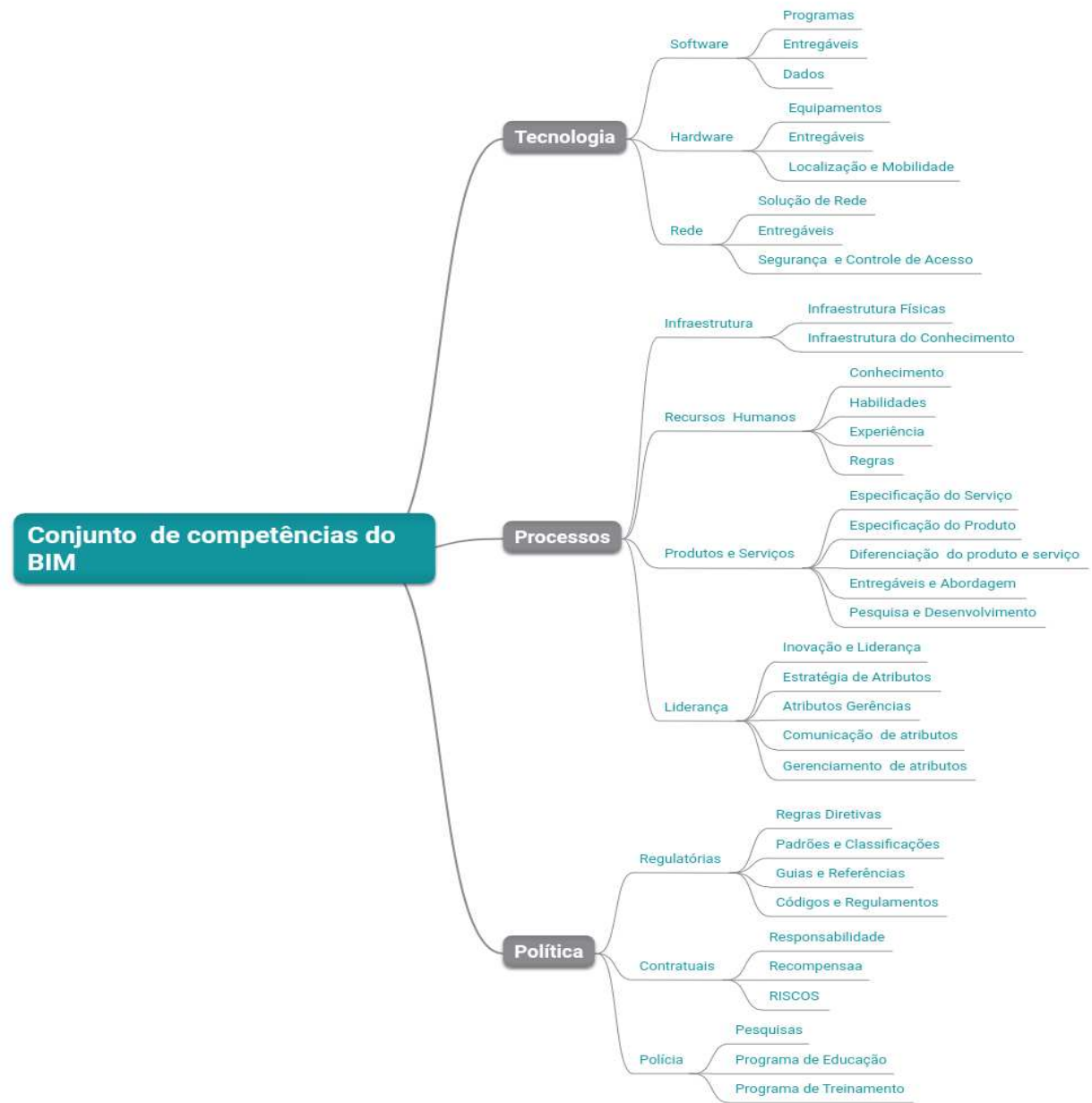
A competência BIM representa a habilidade de um agente BIM satisfazer um requisito BIM ou gerar um entregável BIM (SUCCAR, 2010).

Os Conjuntos de Competências BIM seguem o mesmo direcionamento dos Campos BIM. Sendo assim Rodrigues (2018) explica da seguinte forma a competência BIM:

- Tecnologia: resume o domínio do agente BIM, com relação a software, hardwares e redes.
- Processos: são aspectos ligados à modelagem do objeto e à relação entre os agentes BIM. Consistem em lideranças, infraestrutura, recursos humanos, produtos e serviços, como, por exemplo, os processos de colaboração e as habilidades de compartilhamento de banco de dados que são necessários para permitir a colaboração baseada em modelos (SUCCAR, 2010), por exemplo: postura de liderança, recursos humanos, definição das fases do projeto, intercâmbio de informação/arquivo, interoperabilidade e o que mais for ligado ao tema.
- Política: os conjuntos de políticas compõem os contratos, regulamentos e pesquisa/educação, como, por exemplo, os acordos contratuais baseados em alianças e compartilhamento de riscos. As políticas estão relacionadas com a habilidade dos agentes em organizar e legalizar sua atuação no mercado da construção civil. Dizem respeito, ademais, à habilidade de se enquadrar em padrões, ou normas, e aspectos como política de entrega de dados e propriedade de informação.

De acordo com Succar (2010), os campos e subcampos do mapa mental, Figura 13, se desdobram em outros itens, a depender do nível de granularidade avaliado.

Figura 13 – Mapa mental do Conjunto de Competências BIM



Fonte: Adaptado pelo autor (2021), de Succar (2010).

2.6.3.4 Nível de granularidade

De acordo com Rodrigues (2018), o objetivo do nível de granularidade é determinar a qualidade da matriz e indicadores, como: amplitude da avaliação, detalhes de pontuação, formalidade e especialização do avaliado. Em síntese, a avaliação da maturidade, através do modelo proposto por Succar (2010), pode ser

realizada com poucos detalhes, feita de maneira informal, auto administrada ou realizada de maneira formal com alto nível de detalhes, e conduzida por especialistas.

São quatro os níveis de granularidade, respectivamente:

1. Descoberta: avaliação de baixo detalhe usada para descoberta básica e semiformal de capacidade e maturidade BIM. Descobertas as avaliações, geram uma pontuação numérica básica.

2. Avaliação: avaliação mais detalhada da capacidade e maturidade BIM. As avaliações produzem uma pontuação numérica detalhada.

3. Certificação: avaliação altamente detalhada dessas áreas de competência, aplicável a todas as disciplinas, mercados e setores.

4. Auditoria: avalia a competência detalhada por áreas, incluindo aquelas específicas de um mercado, disciplina ou setor, além de competências cobertas por certificação.

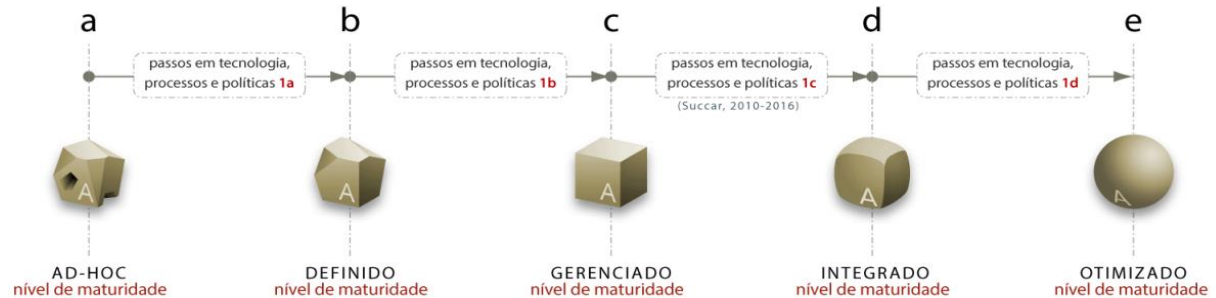
A Figura 8, apresentada na seção anterior, destaca o nível de capacidade BIM, que está diretamente relacionado ao nível de granularidade. Em síntese, quanto mais avançado o nível de granularidade, maior será o avanço na raiz do mapa mental apresentado. Neste caso, a Figura 12 apresenta competências compatíveis com o nível de granularidade, correspondente à avaliação.

2.6.3.5 Níveis da maturidade BIM – modelo *Bim Maturity Matrix*

Succar (2010) define níveis de maturidade BIM para cada estágio de capacidade. Sendo assim, os níveis de maturidade abordados são divididos em cinco pontos: AD-HOC, Definido, Gerenciado, Integrado e Otimizado. Os intervalos entre os níveis são chamados de passos BIM, conforme demonstrado na Figura 14. A

característica de cada um dos níveis de maturidade pode ser descrita na matriz de maturidade e será apresentada mais adiante nesta pesquisa.

Figura 14 – Níveis de Maturidade Bim *Maturity Matrix*



Fonte: Succar (2010).

2.6.3.6 A matriz de maturidade BIM - modelo *Bim Maturity Matrix*

Continuando a explanação, Succar (2010) afirma que a matriz de maturidade deve ter uma ampla aplicabilidade, por isso, ela foi desenvolvida tendo como suporte uma série de princípios, sendo assim, segundo o autor ela deve ser: específica, informática, mensurável, granular, atingível, gradual, acumulativa, aplicável, flexível, neutra, atual e relevante. A seguir, uma explanação panorâmica dos conceitos:

- **Específico:** a matriz é composta por um conjunto de estágios de capacidade BIM interligados, etapas, escalas organizacionais, áreas de maturidade e níveis. Todos os componentes são bem definidos, complementares e servem a propósitos específicos na avaliação da capacidade e maturidade BIM;
- **Atingível:** todos os estágios de capacidade e níveis de maturidade BIM podem ser alcançados por meio de um acúmulo de ações definidas;
- **Aplicável:** a matriz de maturidade pode ser igualmente utilizada por todas as partes interessadas da indústria da construção civil, em todas as fases do ciclo de vida do projeto;
- **Flexível:** avaliações de capacidade e maturidade podem ser realizadas em escalas organizacionais;
- **Gradual:** a Matriz reflete e incentiva a progressão suave para uma capacidade e/ou maturidade cada vez mais alta;
- **Cumulativa:** os estágios de capacidade do BIM e os níveis de maturidade, os dois componentes principais da Matriz, são progressões lógicas. As

entregas de um estágio de capacidade ou nível de maturidade são pré-requisitos para o próximo estágio ou nível;

- **Atual:** o Matrix é projetado em torno de tecnologias atuais e emergentes. Além disso, seu formato, dependências e terminologia foram selecionados para minimizar a necessidade de mudanças estruturais frequentes;
- **Informativo:** a matriz fornece informação e orienta para os próximos passos;
- **Mensurável:** as avaliações de maturidade estão vinculadas aos estágios de capacidade e escalas organizacionais. Isso permite comparações semelhantes sem comprometer as unidades de medida;
- **Granular:** avaliações de maturidade podem ser conduzidas em vários níveis de granularidade, fornecendo uma gama escalonada de pontuações e relatórios;
- **Neutro:** a Matriz de Maturidade BIM não prejudica soluções / esquemas proprietários, não proprietários, fechados, abertos, livres ou comerciais. Pode ser empregado pelas partes interessadas, independentemente de sua convicção técnica;
- **Relevante:** a Matriz e seus conceitos subjacentes são relevantes para a indústria e a academia. Isso deve encorajar sua adoção e desenvolvimento, respectivamente.

No Quadro 7, consta a representação da matriz de maturidade proposta por Succar (2010). Em resumo, a matriz possui dois eixos:

- **Eixo horizontal:** este estabelece notas para os índices de maturidade.
- **Eixo Vertical:** este avalia as competências BIM dentro dos Campos BIM, Estágio BIM e Escalas Organizacionais.

Quadro 7 – Matriz de maturidade BIM, modelo *Bim Maturity Matrix*

Áreas – Chave de Maturidade Nível de Granularidade 1		a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (pts. 10)	c GERENCIADO (pts. 20)	d INTEGRADO (pts. 30)	e OTIMIZADO (max pts. 40)
TEC NOLOGIAS baseadas no conjunto de capacidades	Software: aplicações, entregáveis e dados.	O uso de softwares não é monitorado e regulamentado. Os modelos 3D são utilizados principalmente para gerar representações precisas em 2D. O uso de dados, armazenamento e trocas não são definidas dentro das organizações ou das equipes de projeto. As trocas sofrem de uma grande falta de interoperabilidade.	O uso e a introdução de software são unificados dentro da organização ou das equipes de projeto. Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis em 2D, bem como em 3D. O uso de dados, armazenamento e trocas são bem definidos dentro da organização e das equipes de projeto. A interoperabilidade é definida e priorizada.	A seleção e o uso de softwares são gerenciados e controlados de acordo com o tipo de entregáveis definidos. Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações e estudos analíticos. O uso de dados, armazenamento e as trocas são monitorados e controlados. O fluxo de dados é documentado e bem gerenciado. A interoperabilidade é obrigatória e monitorada de perto.	A seleção e a implantação de softwares seguem os objetivos estratégicos da empresa e não somente os requisitos operacionais. O processo de modelagem e seus entregáveis são bem sincronizados através dos projetos e firmemente integrados com os processos do negócio. O uso de dados interoperáveis, o armazenamento e as trocas são regulamentados e executados como parte global da organização, ou como estratégia de uma equipe de projetos.	A seleção e o uso de ferramentas de software são continuamente revistos para aumentar a produtividade e alinhar com os objetivos estratégicos. Os entregáveis do processo de modelagem BIM são otimizados e revisados ciclicamente para se beneficiarem de novas funcionalidades dos softwares e suas extensões disponíveis. Todos os assuntos relacionados a armazenamento, uso e troca de dados interoperáveis são documentados, controlados, refletidos e proativamente reforçados.
	Hardware: equipamento, localização, mobilidade.	Os equipamentos para uso do BIM são inadequados; as especificações técnicas existentes são muito baixas para a organização. A troca ou atualização dos equipamentos são tratados como itens de custo e realizados apenas quando são inevitáveis.	As especificações dos equipamentos – apropriadas para a entrega de produtos e serviços em BIM – são definidas, orçadas e normalizadas em toda a organização. As atualizações e substituições de hardware são itens de custo bem definidos.	Existe uma estratégia estabelecida para documentar, gerenciar e manter o equipamento para uso do BIM. O investimento em hardware é bem orientado para melhorar a mobilidade do pessoal (quando necessário) e aumentar a produtividade do BIM	As implantações de equipamentos são tratadas como viabilizadoras do BIM. O investimento em equipamentos é integrado firmemente com os planos financeiros, as estratégias de negócios e com os objetivos de desempenho.	Os equipamentos existentes e as soluções inovadoras são continuamente testadas, atualizadas e implantadas. O hardware torna-se parte da vantagem competitiva da organização ou da equipe do projeto.
	Rede: soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso.	As soluções de rede são inexistentes ou provisórias. Indivíduos, organizações (único local / dispersos) e equipes de projeto usam qualquer que seja a ferramenta para se encontrar, comunicar e compartilhar dados. As partes interessadas não têm a infraestrutura de rede necessária para coletar, armazenar e compartilhar conhecimento.	As soluções para compartilhamento de informações e controle de acesso são identificadas dentro e entre organizações. No projeto, as partes identificam as suas necessidades de compartilhamento de dados/informações. As organizações e as equipes de são conectadas por meio de conexões de banda relativamente baixas.	As soluções de rede para a coleta, armazenamento e compartilhamento do conhecimento dentro e entre as organizações são geridas através de plataformas comuns. As ferramentas de gerenciamento de conteúdo e de ativos são implantadas para regular os dados através de conexões de banda larga.	As soluções de rede permitem múltiplas facetas do processo BIM para ser integrado através do compartilhamento em tempo real de dados, informações e conhecimento. As soluções incluem redes/portais de projeto específicos que permitem o intercâmbio de dados intensivos (troca interoperável) entre as partes interessadas.	As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas últimas inovações testadas. As redes facilitam a aquisição de conhecimento, armazenamento e compartilhamento entre todas as partes interessadas. A otimização dos canais de dados, processos e comunicações integradas é rígida.

[Continua na próxima página]

	Áreas- Chave de Maturidade Nível de Granularidade 1	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (pts. 10)	c GERENCIADO (pts. 20)	d INTEGRADO (pts. 30)	e OTIMIZADO (max pts. 40)
PROCESSOS baseados no conjunto de capacidades	Recursos Infraestrutura Física e de Conhecimento.	O ambiente de trabalho não é reconhecido como fator de satisfação pessoal ou pode não ser favorável à produtividade. O conhecimento não é reconhecido como um ativo. O conhecimento em BIM é compartilhado informalmente entre pessoal (através de dicas, técnicas e lições aprendidas).	As ferramentas de trabalho, o ambiente e o local de trabalho são identificados como fatores que afetam a motivação e a produtividade. O conhecimento é reconhecido como um ativo compartilhado, recolhido, documentado e assim transferido de tácito para explícito.	O ambiente de trabalho é controlado, modificado e seus critérios são gerenciados para aumentar a produtividade, a satisfação e a motivação do pessoal. O conhecimento é documentado e adequadamente armazenado.	Os fatores ambientais internos e externos são integrados em estratégias de desempenho. O conhecimento é integrado em sistemas organizacionais, é acessível e facilmente recuperável	Os fatores físicos no local de trabalho são revisados para garantir a satisfação pessoal e um ambiente propício à produtividade. As estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, representação e divulgação são revistas e reforçadas sistemicamente.
	Atividades & Fluxo de trabalho Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes.	Ausência de processos definidos; as funções são ambíguas, as estruturas/dinâmicas das equipes são inconsistentes. O desempenho é imprevisível e a produtividade depende do heroísmo individual. Uma mentalidade de "dar voltas" ocorre na organização.	As funções são informalmente definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A competência é identificada e o heroísmo se dilui conforme aumenta a competência, mas a produtividade é ainda imprevisível.	Aumenta a cooperação interna dentro da organização e são disponibilizadas ferramentas de comunicação para projetos transversais. O fluxo de informação é estabilizado; as funções em BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma mais consistente.	As funções e os objetivos de competência fazem parte dos valores da organização. As equipes tradicionais são trocadas por equipes orientadas ao BIM, na medida em que os novos processos se tornam parte da cultura. A produtividade é consistente e previsível.	Os objetivos de competência são continuamente atualizados para corresponder com os avanços tecnológicos e alinhar com os objetivos organizacionais. As práticas em relação ao RH são revisadas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda às necessidades dos processos.
	Produtos & Serviços Especificação, diferenciação e P&D.	As entregas de modelos 3D (um produto BIM) apresentam níveis inconsistentes de detalhe e desenvolvimento.	Existem diretrizes para a quebra dos modelos e nível de detalhes. Passa a existir preocupação em se manter a coerência comercial com a técnica.	Adoção de produtos e serviços de forma similar ao Modelo de Progressão de Especificações (AIA 2012) ou similares. A inovação passa a ser um valor a ser perseguido como diferencial.	Os produtos e os serviços são especificados e diferenciados de acordo com o Modelo de Progressão de Especificações. A inovação é incorporada nas ações estratégicas e de marketing da organização.	Os produtos em BIM são constantemente avaliados e os ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. A empresa passa a ser reconhecida como padrão de referência de mercado.
	Liderança & Gerenciamento Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação.	Líderes sêniores e gerentes têm visões variadas a respeito do BIM. A implementação BIM é conduzida sem uma estratégia e através de "tentativa e erro". O BIM é tratado como uma tecnologia; a inovação não é reconhecida como um valor.	Líderes sêniores e gerentes adotam uma visão comum sobre BIM. A implementação BIM sofre por falta de detalhes. O BIM é tratado como uma mudança de processos baseada em tecnologia.	A visão para a implementação BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação BIM é casada com planos de ações detalhados e com um regime de monitoramento.	A visão é compartilhada através de toda a equipe da organização e pelos parceiros externos de projetos. A implementação BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados à estratégia.	Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação BIM é continuamente revista e realinhada a outras estratégias.

[Continua na próxima página]

	Áreas- Chave de Maturidade Nível de Granularidade 1	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (pts. 10)	c GERENCIADO (pts. 20)	d INTEGRADO (pts. 30)	e OTIMIZADO (max pts. 40)
POLÍTICAS baseadas no conjunto de capacidades	Preparatória: pesquisa, programas de treinamento educacional.	Muito pouco ou nenhum treinamento disponível ao pessoal do BIM. Os meios para a educação e formação não são adequados para alcançar os resultados buscados.	Os requisitos de treinamento são definidos e fornecidos quando necessários, além de serem variados, permitindo flexibilidade na entrega do conteúdo.	Os requisitos de treinamento são definidos e fornecidos quando necessários. Os treinamentos são variados, permitindo flexibilidade na entrega do conteúdo.	O treinamento é integrado às estratégias organizacionais e metas de desempenho. O treinamento é tipicamente baseado nas funções e seus respectivos objetivos de competência. Os meios de treinamento são incorporados ao conhecimento e aos canais de comunicação	O treinamento é continuamente avaliado e melhorado. A disponibilidade de treinamento e seus métodos de entrega são adaptados para permitir o aprendizado contínuo e multimodal.
	Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (<i>benchmarks</i>).	Não existem diretrizes para o BIM; documentação de protocolos ou padrões de modelagem. Há uma ausência de documentação e padrões de modelagem. O controle de qualidade não existe ou é informal; nem para modelos 3D, nem para a documentação. Não há nenhum valor de referência de desempenho dos processos, produtos ou serviços.	As diretrizes básicas do BIM estão disponíveis (ex.: manual de treinamento e padrões de entrega do BIM). Os padrões de modelagem e documentação estão bem definidos de acordo com os padrões aceitos no mercado. As metas de qualidade e as avaliações de desempenho estão definidas.	As linhas-guia detalhadas do BIM estão disponíveis (treinamento, padrões, fluxo de trabalho). A modelagem, a representação, a quantificação, as especificações e as propriedades analíticas dos modelos 3D são gerenciadas através de planos de qualidade e padrões de modelagem detalhados. O desempenho em relação aos valores de referência é rigidamente monitorado e controlado.	As diretrizes do BIM são integradas nas políticas e estratégias de negócios. Os padrões em BIM e os critérios de desempenho são incorporados em sistemas de melhoria de gestão da qualidade.	As linhas-guia do BIM são continua e proativamente refinadas para refletir as lições aprendidas e as práticas recomendadas do setor. A melhoria da qualidade e a adesão aos regulamentos e aos códigos são continuamente alinhados e refinados. Os valores de referência são revistos repetidamente para garantir a melhor qualidade possível em processos, produtos e serviços.
	Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos.	Os contratos seguem os modelos convencionais pré BIM. Os riscos relacionados com base em modelos de colaboração não são reconhecidos ou são ignorados.	Os requisitos do BIM são reconhecidos. Definindo a responsabilidade de cada interessado em relação à gestão de informação.	Há um mecanismo para gerenciar a propriedade intelectual compartilhada do BIM e existe um sistema de resolução de conflitos do BIM.	A organização está alinhada através de confiança e dependência mútua, indo além das barreiras contratuais.	As responsabilidades, os riscos e as recompensas são continuamente revistos e realinhados. Os modelos contratuais são modificados para conseguirem as melhores práticas e o maior valor a todas as partes interessadas.

[Continua na próxima página]

Áreas – Chave de Maturidade Nível de Granularidade 1		a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (pts. 10)	c GERENCIADO (pts. 20)	d INTEGRADO (pts. 30)	e OTIMIZADO (max pts. 40)	
ESTÁGIOS	ESTÁGIO 1	Modelagem baseada em objetos: simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida.	Implementação de uma ferramenta de modelagem baseada em objetos. Nenhuma alteração de processo ou política identificada para acompanhar essa implementação.	Os projetos-piloto são concluídos. São identificados os requisitos de processo e política do BIM. São preparados planos detalhados e sua estratégia de implementação.	Os processos e as políticas em BIM são estimulados, padronizados e controlados.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são integrados na estratégia organizacional e nos objetivos do negócio.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são revistas continuamente para se beneficiarem da inovação e adquirir alvos de alto desempenho.
	ESTÁGIO 2	Colaboração baseada na modelagem: multidisciplinar, intercâmbio acelerado de modelos.	A colaboração em BIM acontece para um fim específico; as capacidades de colaboração internas à empresa são incompatíveis com os parceiros de projeto. Pode haver falta de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração em BIM está bem definida, mas ainda é reativa. Existem sinais identificáveis de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração é proativa e multidisciplinar; os protocolos são bem documentados e gerenciados. Há confiança mútua, respeito e partilha de riscos e recompensas entre os participantes do projeto.	A colaboração de vários segmentos inclui agentes à jusante do processo. Caracteriza-se pelo envolvimento dos principais participantes durante as primeiras fases do ciclo de vida dos projetos.	A equipe multidisciplinar inclui todos os agentes-chave em um ambiente caracterizado pela boa vontade, confiança e respeito.
	ESTÁGIO 3	Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos nD através das fases do ciclo de vida da edificação.	Os modelos integrados são gerados por um conjunto limitado de agentes interessados do projeto – possivelmente por trás dos firewalls corporativos. A integração ocorre com pouco ou nenhum processo pré-definido, normas ou protocolos de intercâmbio. Não há nenhuma resolução formal dos papéis e responsabilidades dos agentes envolvidos.	Modelos integrados são gerados por um grande subconjunto dos agentes envolvidos no projeto. A integração segue guias de processo predefinidas, padrões e protocolos de intercâmbio. As responsabilidades são distribuídas e o riscos são atenuados através de mecanismos contratuais.	Os modelos integrados (ou partes) são gerados e gerenciados pela maioria dos agentes envolvidos no projeto. As responsabilidades são claras dentro de alianças temporárias do projeto ou parcerias de longo prazo. Os riscos e as recompensas são ativamente gerenciados e distribuídos.	Os modelos integrados são gerados e gerenciados por todos os agentes envolvidos no projeto. A integração baseada em rede é a norma e o foco não é mais sobre como integrar modelos e fluxos de trabalho, mas proativamente detectando e resolvendo a tecnologia, os processos e os desalinhamentos das políticas.	A integração dos modelos e dos fluxos de trabalho é continuamente revista e otimizada. As novas eficiências, os alinhamentos e os resultados são ativamente perseguidos por uma equipe de projeto interdisciplinar firmemente unida. Os modelos integrados contribuem para muitos agentes envolvidos ao longo da cadeia produtiva.

[Continua na próxima página]

Áreas – Chave de Maturidade Nível de Granularidade 1			a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (pts. 10)	c GERENCIADO (pts. 20)	d INTEGRADO (pts. 30)	e OTIMIZADO (max pts. 40)
ESCALA	MICRO	Organizações: Dinâmicas e entregáveis em BIM.	A liderança no processo BIM não existe e a implementação depende de “campeões” da tecnologia.	A liderança no processo BIM é formalizada; os diferentes papéis são definidos dentro da implementação.	As funções pré-definidas no processo BIM se complementam na gestão do processo de implementação.	As funções no processo BIM são integradas em estruturas de liderança da organização.	A liderança no processo BIM se alterna continuamente para permitir novas tecnologias, processos e resultados.
	MESO	Equipes de projeto (múltiplas organizações): dinâmicas Inter organizacionais e entregáveis em BIM.	Cada projeto é executado de forma independente. Não existe acordo entre as partes interessadas para colaborar além do seu projeto atual em comum.	As partes interessadas pensam além de um único projeto. Os protocolos de colaboração entre os participantes do projeto são definidos e documentados.	A colaboração entre várias organizações ao longo de vários projetos é gerenciada através de alianças temporárias entre as partes interessadas.	Os projetos colaborativos são realizados por organizações interdisciplinares ou equipes de projeto multidisciplinar; uma aliança de muitos agentes-chave	Os projetos colaborativos são realizados pelas equipes de projeto interdisciplinar e inclui a maioria das partes interessadas.
	MACRO	Markets: dinâmicas e entregáveis em BIM (Aplique esse tópico apenas assessorado por um consultor).	Muitos poucos fornecedores de componentes gerados pelo BIM (bibliotecas virtuais de componentes e materiais). A maioria dos componentes são preparadas pelos usuários finais e os desenvolvedores de software.	Os componentes BIM gerados por fornecedores estão cada vez mais disponíveis bem como os fabricantes e fornecedores identificam os benefícios do negócio.	Os componentes BIM gerados por fornecedores estão cada vez mais disponíveis bem como os fabricantes e fornecedores identificam os benefícios do negócio.	Os acessos aos repositórios de componentes são integrados aos softwares de modelagem BIM. Os componentes são interativamente ligados aos bancos de dados de origem (por preço, disponibilidade, etc.).	O intercâmbio de componentes BIM é dinâmico, de vários caminhos entre todos os agentes envolvidos através de repositórios centrais ou mesclados.

Fonte: Succar (2010), com tradução de Succar (2016).

O Quadro 7 foi desenvolvido por Succar (2010) para avaliar uma organização, equipe, setor ou projeto, sendo que o nível de granularidade deste Quadro corresponde ao Nível 01 (descoberta). Assim, o quadro considera aspectos relacionados ao conjunto de competências BIM (processos, políticas e tecnologias).

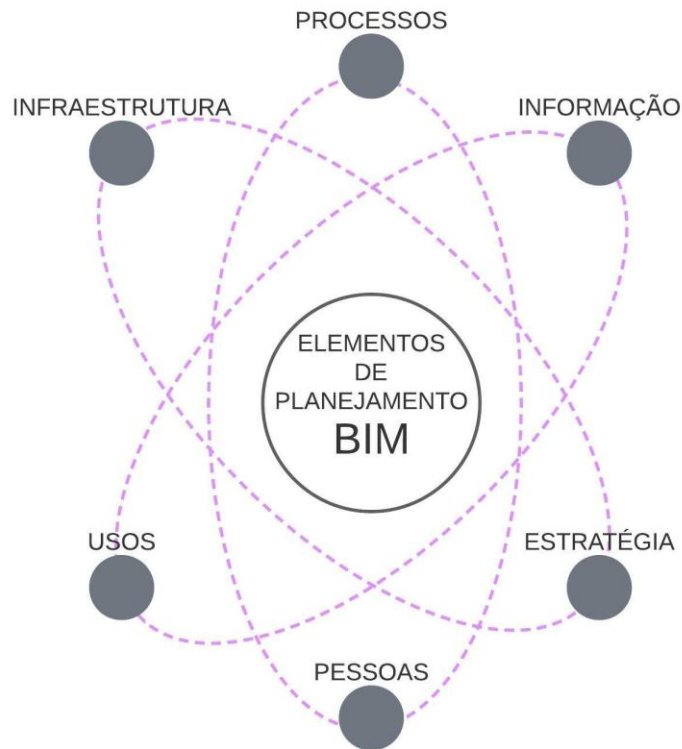
De acordo com SANTOS (2016), para cada uma das três áreas de competências, considerando a escala organizacional e o estágio de capacidade, pontua-se conforme o nível de maturidade que a organização se encontra. A escala de pontuação é progressiva e cumulativa, portanto, só se alcança um nível de maturidade superior tendo cumprido todos os quesitos da etapa anterior. A escala de pontuação estabelecida por Succar (2010) é de 10, 20, 30, 40 e 50 pontos, respectivamente, para os níveis de maturidade – Inicial, Definido, Gerenciado, Integrado e Otimizado.

2.6.4 BIM Assessment profile

O *Organizational BIM Assessment Profile*, ou Perfil de Avaliação Organizacional BIM, faz parte do *BIM Planning Guide for Facility Owners*, um guia desenvolvido pela *Pennsylvania State University*. Esse guia tem o propósito de auxiliar incorporadores da indústria da construção civil no desenvolvimento de planos estratégicos, de implementação e de aquisição para integração do BIM nas organizações (CIC, 2013).

CIC (2013) estabelece seis elementos centrais que devem ser considerados para a avaliação da maturidade e do planejamento de implantação BIM. Estes elementos são descritos como *BIM Planning Elements* ou, em português, Elementos de planejamentos BIM, e correspondem, respectivamente, a: estratégias, usos, processos, informação, infraestrutura e pessoas.

Figura 15 – Elementos de planejamento BIM



Fonte: Adaptado pelo autor (2022), de CIC (2013).

Cada um destes elementos é caracterizado por:

- Estratégia: define as metas e objetivos do BIM; avalia a prontidão para mudanças; gerencia e dá suporte aos recursos;
- Usos: identifica os métodos em que o BIM será implementado, ou Usos BIM, para gerar, processar, comunicar, executar e gerenciar informações sobre as instalações do proprietário;
- Processos: descreve os meios para realizar os Usos BIM, documentando os processos atuais, projetando novos processos BIM e desenvolvendo processos de transição;
- Informação: define as necessidades de informações da organização, incluindo a divisão do elemento do modelo, nível de desenvolvimento e dados das instalações;
- Infraestrutura: determina a infraestrutura de tecnologia para oferecer suporte a BIM, incluindo software de computador, hardware, redes e espaços de trabalho físicos;

- Pessoas: estabelece as funções, responsabilidades, educação e treinamento dos participantes ativos no processo BIM.

O *Organizational BIM Assessment Profile* estabelece um planejamento estratégico para implementação BIM, e uma das etapas deste planejamento estratégico é justamente a avaliação da maturidade BIM. A matriz apresenta uma descrição básica para cada um dos níveis de maturidade identificados nos elementos de planejamento. Semelhante a outras estruturas, essa matriz é dividida em dois eixos. O Eixo vertical aborda elementos referentes aos “Elementos de Planejamentos BIM”, já mencionado e proposto por CIC (2013), enquanto o eixo horizontal estabelece em qual nível de maturidade os elementos do outro horizontal se encontram. Esses são divididos em seis níveis, ilustrados na Figura 16.

Figura 16 – Níveis de Maturidade – *Bim Assessment Profile*

Grau de Maturidade				
1 Inicial	2 Gerenciado	3 Definido	4 Gerenciado Quantitativamente	5 Otimizado

Fonte: CIC (2013).

Ao deslocar a pontuação para um nível superior, representa-se uma evolução no nível de maturidade da organização. Ao usar o perfil de avaliação, a organização pode documentar rapidamente o status de implementação de cada categoria (CIC, 2013).

Ao avaliar o nível de maturidade da organização, é possível também identificar indicadores-chave de desempenho que ajudarão a determinar quais aspectos da organização requerem melhorias (CIC, 2013). Além de identificar o status, as medidas de desempenho são avaliadas para controlar o comportamento em relação ao objetivo pretendido; informar as partes interessadas externas sobre os requisitos de informação; e capacitar a tomada de decisões. As organizações podem, ainda, comparar seu desempenho com outras organizações para determinar as oportunidades de melhorar seus processos.

Ao mapear a situação dos elementos de planejamento dentro da organização, os níveis desejados devem ser identificados no perfil de maturidade. Esses níveis

desejados devem ser as áreas que precisam ser alcançadas para atingir os Objetivos do BIM. Diferentemente da matriz apresentada por Succar (2010), na qual os dados são tabulados diretamente no papel, a matriz do *Organizational BIM Assessment Profile* está disponível em planilha eletrônica, o que facilita o seu uso e a interpretação dos dados.

2.6.4.1 Avaliação da maturidade BIM com base no modelo Organizational BIM Assessment Profile

A Matriz de maturidade apresentada por CIC (2013) avalia o nível de maturidade nas seis áreas que compõem os Elementos de Planejamento BIM. Assim como na proposta de Succar (2010), a escala de pontuação é progressiva e cumulativa, portanto, só se alcança um nível de maturidade superior tendo cumprido todos os quesitos da etapa anterior. A escala estabelecida por CIC (2013) é de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 pontos, respectivamente do nível zero ao otimizado.

Uma questão relevante apresentada pela matriz é o fato de que, ao preenchê-la, o indivíduo estabelece o nível de maturidade presente da organização e o nível desejado, ficando fácil utilizá-la como elemento de política e desenvolvimento organizacional. Os resultados também são apresentados em gráficos em forma de estrela, o que facilita no entendimento.

Seguindo, abaixo está apresentada a matriz de avaliação da maturidade disponibilizada por CIC (2013).

Quadro 8 – Matriz de Maturidade BIM

Elemento de Planejamento	Descrição	Grau de Maturidade						Nível atual	Nível alvo	Total Possível
		0 Não Existente	1 Inicial	2 Gerenciado	3 Definido	4 Gerenciado Quantitativamente	5 Otimizando			
Estratégia	Missão, Visão, Metas e Objetivos, juntamente com o suporte de gestão, Campeões BIM e Comitê de Planejamento BIM.							11	17	25
Missão Organizacional e Metas	Uma missão é o propósito fundamental para a existência de uma organização. Metas são objetivos específicos que a organização que se deseja alcançar.	Sem missão ou objetivos organizacionais.	Missão organizacional básica estabelecida.	Objetivos organizacionais básicos estabelecidos.	Missão da organização que abordou propósito, serviços e valores (no mínimo).	As metas são específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e oportunas.	Missão e metas são regularmente revisadas, mantidas e atualizadas (conforme necessário).	1	3	5
Visão e Objetivos BIM	Uma visão é uma imagem do que uma organização está se esforçando para se tornar. Objetivos são tarefas ou etapas específicas que, quando realizadas, movem a organização em direção a seus objetivos.	Nenhuma visão ou objetivos BIM definidos.	Visão BIM básica é estabelecida.	Objetivos BIM básicos estabelecidos.	Visão BIM aborda missão, estratégia e cultura.	Os objetivos do BIM são específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e oportunos.	Visão e objetivos são regularmente revisados, mantidos e atualizados (conforme necessário).	2	3	5
Suporte de gestão	Em que nível a gestão apoia o processo de planejamento BIM.	Sem suporte de gestão.	Suporte limitado para estudo de viabilidade.	Suporte total para implementação BIM com algum comprometimento de recursos.	Suporte total para implementação BIM com comprometimento de recursos apropriado.	Suporte limitado para esforços contínuos com um orçamento limitado.	Suporte total de esforços contínuos.	3	4	5
Campeão BIM	Um campeão de BIM é uma pessoa que é tecnicamente qualificada e motivada para orientar uma organização para melhorar seus processos, impulsionando a adoção, gerenciando a resistência à mudança e garantindo a implementação BIM.	Nenhum campeão BIM.	Campeão BIM identificado, mas com tempo limitado comprometido com a iniciativa BIM.	Campeão BIM com comprometimento de tempo adequado.	Vários campeões BIM com cada grupo de trabalho.	Campeão de Suporte BIM de Nível Executivo com compromisso de tempo limite.	Campeão de BIM de nível executivo trabalhando em estreita colaboração com o campeão do grupo de trabalho.	3	4	5
Comitê de Planejamento BIM	O Comitê de Planejamento BIM é responsável por desenvolver a estratégia BIM da organização.	Nenhum Comitê de Planejamento BIM estabelecido.	Pequeno Comitê Ad-hoc apenas com os interessados em BIM.	O Comitê BIM é formalizado, mas não inclui todas as unidades operacionais.	Comitê multidisciplinar de planejamento BIM estabelecido com membros de todas as unidades operacionais.	O Comitê de Planejamento inclui membros de todos os níveis da organização, incluindo os executivos.	As decisões de planejamento BIM são integradas ao planejamento estratégico organizacional.	2	3	5

[Continua na próxima página]

Elemento de Planejamento	Descrição	Grau de Maturidade						Nível atual	Nível alvo	Total Possível
		0 Não Existente	1 Inicial	2 Gerenciado	3 Definido	4 Gerenciado Quantitativamente	5 Otimizando			
Usos BIM	Os métodos específicos de implementação de BIM							2	5	10
Usos de projeto	Os métodos específicos de implementação de BIM em projetos.	Nenhum uso BIM para projetos identificados.	Requisitos mínimos de proprietário para BIM.	Usos mínimos de BIM necessários.	Uso extensivo de BIM com compartilhamento limitado entre as partes.	Uso extensivo do BIM com compartilhamento entre as partes na fase do projeto.	Compartilhamento aberto de dados BIM em todas as partes e fases do projeto.	1	3	5
Usos Operacionais	Os métodos específicos de implementação de BIM dentro da organização.	Nenhum uso BIM para operações identificado.	Modelo BIM de registro (<i>as-built</i>) recebido pelas operações.	Registre dados BIM importados ou referenciados para usos operacionais.	Dados BIM mantidos manualmente para usos operacionais.	Os dados BIM são integrados diretamente aos sistemas operacionais.	Dados BIM mantidos com sistemas operacionais em tempo real.	1	2	5

[Continua na próxima página]

Elemento de Planejamento	Descrição	Grau de Maturidade						Nível atual	Nível alvo	Total Possível
		0 Não Existente	1 Inicial	2 Gerenciado	3 Definido	4 Gerenciado Quantitativamente	5 Otimizando			
Processo	Os meios pelos quais os usos BIM são realizados							2	3	15
Processos de Projeto	A documentação dos Processos BIM do Projeto Externo.	Nenhum processo BIM de projeto externo documentado.	Processo BIM de alto nível documentado para cada parte.	Processo BIM integrado de alto nível documentado.	Processo BIM detalhado documentado para usos BIM primários.	Processo BIM detalhado documentado para todos os usos BIM.	Processo BIM detalhado documentado e regularmente mantido e atualizado.	1	1	10
Processos Organizacionais	A documentação dos Processos BIM Organizacionais Internos.	Nenhum processo BIM organizacional interno documentado.	Processo BIM de alto nível documentado para cada unidade operacional.	Processo organizacional integrado de alto nível documentado.	Processo BIM detalhado documentado para usos organizacionais primários.	Processo BIM detalhado documentado para todos os usos BIM.	Processo BIM detalhado documentado e regularmente mantido e atualizado.	1	2	5

[Continua na próxima página]

Elemento de Planejamento	Descrição	Grau de Maturidade						Nível atual	Nível alvo	Total Possível
		0 Não Existente	1 Inicial	2 Gerenciado	3 Definido	4 Gerenciado Quantitativa mente	5 Otimizando			
Informação	As necessidades de informação referem-se ao nível de desenvolvimento do modelo e requisitos de dados de instalação							0	0	15
Discriminação do elemento do modelo (MEB)	Estrutura de decomposição do elemento do modelo são identificadores atribuídos a cada elemento físico ou funcional na divisão do modelo da instalação.	Nenhuma divisão consistente do elemento do modelo organizacional.	Discriminação do elemento do modelo organizacional definida, mas não uniforme em toda a organização.	A divisão do elemento do modelo organizacional é uniforme dentro da organização.	Detalhamento do elemento do modelo organizacional alinhado aos padrões da indústria.	Detalhamento do elemento do modelo organizacional atualizado junto com os padrões da indústria.	Modificações organizacionais para quebra de elemento de modelo padrão da indústria são votadas para inclusão nos padrões da indústria.	0	0	5
Nível de desenvolvimento (LOD)	O Nível de Desenvolvimento (LOD) descreve o nível de completude para o qual um Elemento do Modelo foi desenvolvido.	Nenhum nível de desenvolvimento.	LOD definido, mas não padronizado em toda a organização.	LOD padronizado dentro da organização.	Padrões organizacionais de LOD alinhados aos padrões da indústria.	Definições de visualização de modelo e manuais de entrega de informações são usados para definir LOD.	Modificações organizacionais para MVDs e IDMs são votadas para inclusão nos padrões da indústria.	0	0	5
Dados de instalação	Dados de instalação são informações não gráficas que podem ser anexadas a objetos dentro do modelo que definem várias características do objeto.	Nenhum requisito de dados de instalação.	Dados de instalações definidos, mas não padronizados internamente.	Dados de instalações definidos e padronizados dentro da organização	Atributos de dados de instalações organizacionais alinhados aos padrões da indústria.	Atributos de dados de instalações alinhados com padrões abertos.	Atributos de dados de instalações atualizados com padrões abertos.	0	0	5

[Continua na próxima página]

Elemento de Planejamento	Descrição	Grau de Maturidade						Nível atual	Nível alvo	Total Possível
		0 Não Existente	1 Inicial	2 Gerenciado	3 Definido	4 Gerenciado Quantitativamente	5 Otimizando			
A infraestrutura	Sistemas tecnológicos e físicos necessários para o funcionamento do BIM com a organização.							0	0	15
Programas	Os programas e outras informações operacionais usadas por um computador para implementar BIM.	Sem software BIM.	Software capaz de aceitar dados BIM.	Sistemas de software BIM básicos.	Sistemas de software BIM avançados.	Todos os sistemas de software disponíveis para todo o pessoal.	Programa estabelecido para atualização contínua de sistemas de software BIM.	0	0	5
Hardware	Interconexões físicas e dispositivos necessários para armazenar e executar (ou executar) software BIM.	Nenhum hardware capaz de executar software BIM.	Algum hardware capaz de executar software BIM básico.	Todo o hardware é capaz de executar o software BIM básico.	Alguns sistemas de hardware avançados com a organização.	Todo o hardware da organização é capaz de executar software BIM avançado.	Programa estabelecido para atualização contínua de sistemas de hardware BIM.	0	0	5
Espaços Físicos	Áreas funcionais dentro de uma instalação usadas para implementar corretamente o BIM dentro da organização.	Sem espaço BIM dedicado.	Estação de trabalho única para visualização de dados BIM.	Pequeno espaço de trabalho para colaboração com uma tela grande o suficiente para vários visualizadores.	Sala BIM para colaboração com capacidade de visualização em tela grande.	Vários espaços de trabalho colaborativos dentro do espaço de trabalho regular.	Programa estabelecido para atualização contínua dos espaços BIM.	0	0	5

[Continua na próxima página]

Elemento de Planejamento	Descrição	Grau de Maturidade						Nível atual	Nível alvo	Total Possível
		0 Não Existente	1 Inicial	2 Gerenciado	3 Definido	4 Gerenciado Quantitativamente	5 Otimizando			
Pessoal	Recursos humanos de uma organização							9	4	25
Papéis e responsabilidades	As funções são as funções principais assumidas por uma pessoa dentro da organização e as responsabilidades são as tarefas ou obrigações que a pessoa deve realizar como parte dessa função.	Sem funções e responsabilidades documentadas.	BIM é responsabilidade e do campeão BIM.	BIM é responsabilidade e do Grupo BIM interdisciplinar.	A responsabilidade do BIM é de cada unidade operacional.	A responsabilidade do BIM é de cada pessoa.	As responsabilidades do BIM são revisadas regularmente para garantir que sejam devidamente distribuídas.	3	4	5
Hierarquia Organizacional	Um arranjo de pessoal e grupo em grupos funcionais dentro da organização.	Hierarquia organizacional não aborda BIM.	Campeão BIM fora da hierarquia organizacional típica.	Pequena equipe de implementação de BIM fora da hierarquia típica da organização.	Grande grupo interdisciplinar BIM criado.	Campeão BIM definido dentro de cada unidade operacional.	A equipe de implementação BIM apoia o uso do BIM nas unidades operacionais.	3	0	5
Educação	Educação é instruir formalmente sobre um assunto.	Nenhum programa de educação.	Educação ad hoc conforme necessário.	Apresentações formais sobre o que é BIM e os benefícios que tem para a organização.	Sessões de educação de funcionários conduzidas regularmente.	Programa de educação sob demanda estabelecido para a organização.	A educação é aparentemente melhorada por meio das lições aprendidas na organização.	1	0	5
Treinamento	Treinar é ensinar de forma a torná-lo apto, qualificado ou proficiente em uma tarefa ou processo específico.	Nenhum programa de treinamento.	Programa de treinamento executado por fornecedores – apenas para o pessoal necessário.	Programa de treinamento interno para todo o pessoal que pode interagir com o BIM.	Programas de treinamento regularmente conduzidos e de rotina.	Programa de treinamento sob demanda estabelecido para a organização.	O treinamento é aparentemente melhorado por meio de lições aprendidas dentro da organização.	2	0	5
Preparação para mudanças	A vontade e o estado de preparação de uma organização para integrar o BIM	Conscientização sobre prontidão para mudanças	Necessidade estabelecida para BIM	Compromisso da alta administração.	Compra da unidade operacional.	Todos os indivíduos aderem.	A vontade de mudar faz parte da cultura da organização.	0	0	5
Totais	Este é o total para todas as categorias. Observe que isso reflete a maturidade em todas as seções. Embora a organização possa ter uma pontuação alta, pode haver algumas áreas-chave não implementadas que podem atrapalhar a implementação do BIM da organização.							24	29	105

Fonte: CIC (2013), com tradução do autor (2021).

2.6.5 Conclusão acerca de avaliação da maturidade BIM

Foi visto que existe uma gama de métodos de avaliação de maturidade disponíveis e alguns autores já trabalharam na qualificação e quantificação destes. Os métodos *Bim Maturity Matrix* e *Organizational BIM Assessment Profile* são os mais bem avaliados por outros pesquisadores e, embora abrangentes, diferem em seus direcionamentos. O primeiro apresenta uma estrutura conceitual abrangente sobre o tema e é focado em avaliação, enquanto o segundo é mais direto nas questões relacionadas planejamento de implementação e é mais estratégico.

3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A fim de respaldar a avaliação da maturidade BIM da organização, este capítulo caracteriza o cenário da Universidade Federal de Viçosa e seus processos de projeto, com ênfase na Diretoria de Projetos e Obras – DPO, pertencente à Pró-Reitoria de Administração – PAD. A estrutura organizacional está representada através de organogramas coletados nos sites da universidade por meio da observação do funcionário da DPO, autor dessa pesquisa.

Os processos de projetos, abordados neste estudo, são baseados na experiência vivida pelo autor da pesquisa e tem como respaldo o trabalho de Fontes (2012) e Marques (2013), que diagnosticaram o processo de projeto institucional.

3.1 Estrutura organizacional da UFV

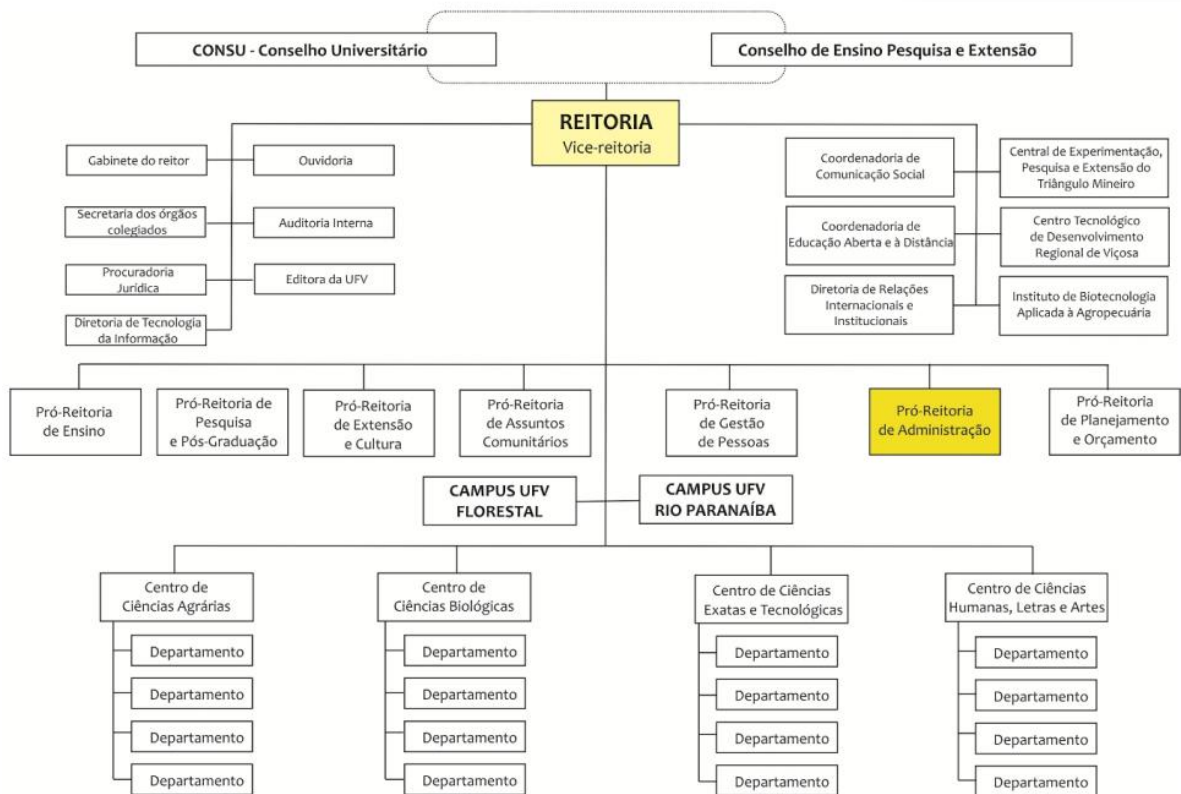
A UFV possui uma estrutura organizacional tipicamente funcional, onde o Reitor ocupa papel central na estrutura (FONTES, 2012). Respalhando as atividades da Reitoria, estão alguns órgãos que auxiliam o Reitor na tomada de decisão, tais como: Ouvidoria, Secretaria de Órgãos e Colegiados, Procuradoria, Auditoria Interna, Diretoria de Comunicação Institucional, Diretoria de Relações Internacionais, Coordenadoria de Educação Aberta e a Distância, e Centro de Tecnologia de Desenvolvimento Regional de Viçosa.

Acima da Reitoria, estão o Conselho Universitário que é um órgão superior de administração, com funções consultivas e deliberativas e o Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão que é o órgão superior de coordenação e supervisão das atividades de ensino, pesquisa e extensão no plano didático-científico. Abaixo da Reitoria, estão as Pró-reitorias que possuem atividades bem definidas e distintas entre elas, cuja função é dar suporte à administração nas diversas áreas. As Pró-reitorias são: Pró-Reitoria de Ensino, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Pró-Reitoria de Extensão e Cultura, Pró-Reitoria de Assuntos Comunitários, Pró-Reitoria Gestão de Pessoas, Pró-Reitoria de Administração, e Pró-Reitoria Planejamento e Orçamento.

Ainda, abaixo da Reitoria, no organograma funcional, estão os Centros de Ciência, que são divididos em quatro: Centro de Ciências Agrárias, Centro de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, e Centro de Ciências

Humanas, Letras e Artes. Vinculados aos centros estão todos os departamentos, cada qual de acordo com sua respectiva área.

Figura 17 – Estrutura organizacional da UFV



Fonte: Fontes (2012).

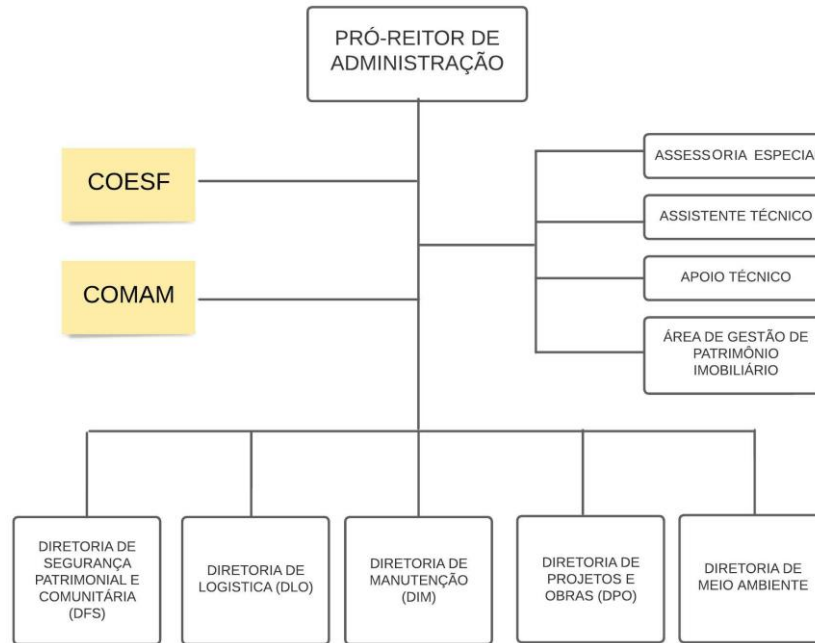
A Diretoria de Projetos e Obras, nosso objeto de estudo, situa-se dentro da estrutura administrativa da Pró-Reitoria de Administração (PAD) e, por esse motivo, será apresentado um tópico com breve apresentação da estrutura administrativa do órgão.

3.2 Pró-Reitoria de Administração – PAD

A Pró-Reitoria de Administração (PAD) é órgão da Universidade Federal de Viçosa, vinculado à Reitoria, e tem por finalidade coordenar as ações relacionadas à infraestrutura da UFV, promovendo a organização e o controle da expansão e da manutenção das condições de transporte, a segurança patrimonial e a infraestrutura de obras e serviços relacionados a elementos físico-territoriais e de meio ambiente. A

Pró-Reitoria de Administração tem a estrutura organizacional estruturada conforme a Figura 18.

Figura 18 – Estrutura organizacional da Pró-Reitoria de Administração



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A figura do pró-reitor é o posto central da PAD, por ser uma estrutura funcional. Abaixo do pró-reitor, estão: o assessor especial, o assistente técnico, o apoio técnico e a área de gestão de patrimônio imobiliário. A função destes é dar suporte pró-reitor em suas atividades. Ademais, ligadas à estrutura da PAD, estão as seguintes diretorias: Diretoria de Segurança Patrimonial e Comunitária, Diretoria de Logística, Diretoria de Manutenção, Diretoria de Projetos e Obras, e Diretoria de Meio Ambiente.

Ainda, ligadas à PAD, a Comissão do Espaço Físico (COESF) e a Comissão de Meio Ambiente (COMAM) são duas instâncias superiores que tratam de assuntos específicos, cada qual de acordo com sua área. As decisões tomadas durante as reuniões são soberanas sobre a PAD.

Sendo a comissão do Espaço Físico (COESF) instituída pela Resolução nº 14/2008/CONSU (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2008), esta tem a função de assessorar, fiscalizar e emitir pareceres no âmbito das atribuições estabelecidas

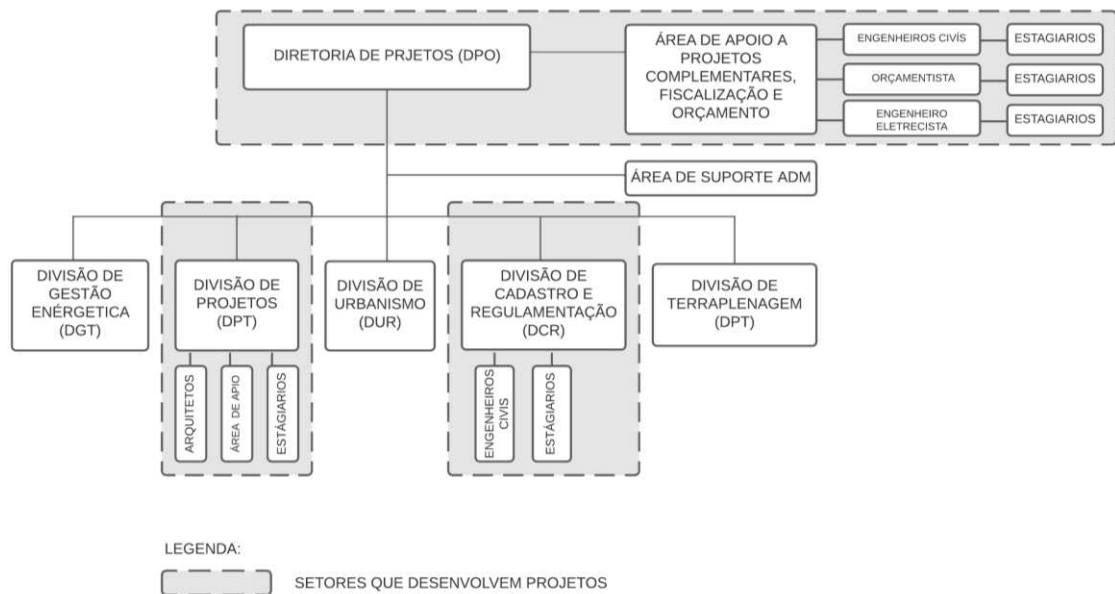
no Regimento Interno, conforme Resolução nº 09/2009/CONSU (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2008). Além disso, a comissão visa deliberar sobre a expansão física da Universidade e a utilização de seus espaços.

A Comissão de Meio Ambiente (COMAM), instituída pela Resolução nº 14/2008/CONSU (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2008), por sua vez, tem função de assessorar, fiscalizar e emitir pareceres sobre a política ambiental no âmbito das atribuições estabelecidas no Regimento Interno próprio, conforme Resolução nº 17/2009/CONSU (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2009).

3.3 Diretoria de Projetos e Obras – DPO

A Diretoria de Projetos e Obras (DPO/PAD) é responsável pela elaboração de projetos nas áreas de Arquitetura e Engenharia, acompanhamento e fiscalização de obras que ocorrem nos três campi da instituição. De acordo com o regimento interno do órgão (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2020), o mesmo tem por finalidade dar suporte às ações de ensino, pesquisa e extensão da UFV, gerenciando e executando políticas relacionadas ao planejamento e ao gerenciamento das obras civis, arquitetônicas e urbanísticas, ocupando-se da execução e da manutenção da infraestrutura física e do cadastro e regularização de imóveis. No organograma da DPO, a figura do diretor é peça central na estrutura e tem o apoio das divisões, e da equipe de apoio a projetos e orçamentos e de suporte administrativo. A Diretoria de Projetos e Obras, assim, tem a seguinte estrutura organizacional:

Figura 19 – Organograma da Diretoria de Projetos e Obras



Fonte: Universidade Federal de Viçosa (2020).

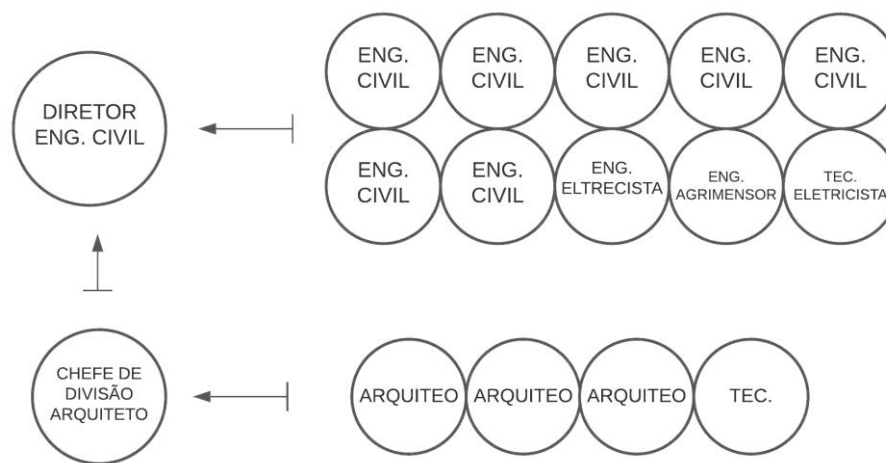
O organograma apresentado pelo regimento interno do setor retrata uma estrutura organizacional funcional, porém, como pode-se perceber através de observações in-loco, a estrutura se assemelha a uma estrutura matricial, pois a uma mescla de membros de diferentes setores trabalhando em atividades de projetos, conforme indicado na Figura 19.

Quando se trata de projeto, o relacionamento entre os setores é intenso, uma vez que profissionais da Divisão de Projetos, Divisão de Cadastro e Regulamentação e área de Apoio a Projetos complementares discutem intensamente questões acerca do projeto.

São nesses três grupos que se desenvolvem os processos de projeto dentro da instituição. A Divisão de Projetos, por conseguinte, é responsável por projetos de Arquitetura e Urbanismo, já a Divisão de Cadastro é responsável pelo cadastro das edificações e regulamentação junto aos órgãos públicos e, por fim, a Área de Apoio é responsável por desenvolver os projetos complementares, como os estruturais, as instalações, os de combate a incêndio e pânico, dentre outros. Porém, cabe destacar que a troca de informações acontece de maneira assíncrona, o que é diferente dos processos em BIM.

No ano de 2022, a Diretoria de Projeto contava com quatro arquitetos e um técnico em edificações, responsável por projetos de Arquitetura – estes, lotados na Divisão de Projetos - além de oito engenheiros civis, um engenheiro eletricitista, um engenheiro agrimensor e um técnico em eletricidade – lotados na área de Apoio a Projetos. Cada uma destas duas áreas possui seus líderes, conforme demonstra a Figura 20.

Figura 20 – Relação hierárquica da Diretoria de Projetos e Obras



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A Diretoria de Projetos e Obras, ademais, é responsável pelo desenvolvimento dos projetos institucionais e, em casos raros, é realizada a contratação de projetos. Quando isso acontece, o setor é responsável por todo o processo de licitação e fiscalização.

3.4 Processo de projeto dentro da instituição

Como o presente trabalho se restringe à aplicação do BIM em projetos de Arquitetura e Engenharia, os fluxos, aqui detalhados, se restringem às seguintes etapas: Estudo Preliminar, Projeto Básico e Projeto Executivo, respectivamente. Para mapear os processos, foram utilizadas três fontes de informações: a pesquisa de Fontes (2012) e a de Marques (2013), que mapearam os processos de projeto da instituição sob a ótica do gerenciamento de projetos. A terceira fonte resultou do

trabalho de observação participativa do autor desta pesquisa, membro integrante da equipe de projetos da DPO.

3.4.1 O fluxo do processo de projeto dentro da instituição

Para facilitar o entendimento, primeiro será apresentado o processo de projeto em sua escala macro, no qual as etapas correspondem aos seguintes responsáveis:

- Etapa 01 – Requerente;
- Etapa 02 – Pró-Reitoria de Administração;
- Etapa 03 – Diretoria de Projetos e Obras;
- Etapa 04 – Diretoria de Projetos e Obras e Requerente;
- Etapa 05 – Diretoria de Projetos e Obras: Pré-Projeto, Estudo Preliminar, Projeto Básico e Projeto Executivo.

Fontes (2012) identifica em sua pesquisa que o processo se inicia (Etapa 1) a partir de uma demanda identificada por algum membro (professores, departamentos, centros, Pró-Reitoria ou demandas da comunidade universitária. Essa demanda pode ser referente a construção, reforma, recuperação ou ampliação de determinados espaços.

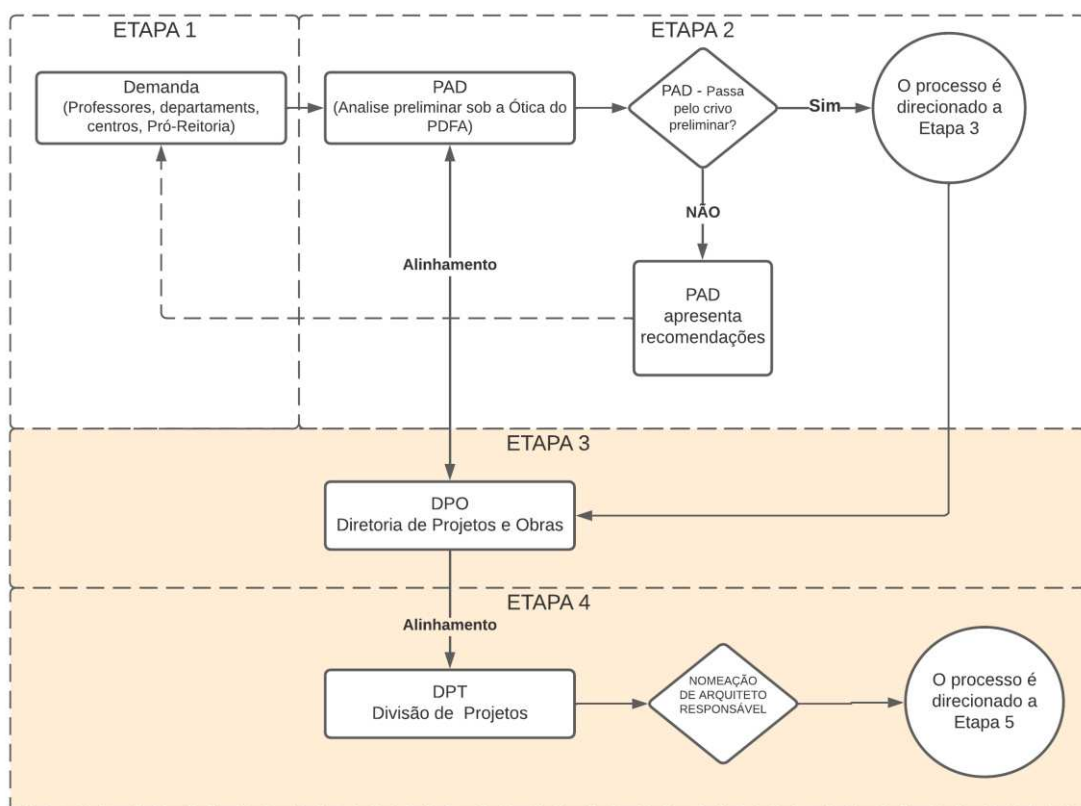
O processo, então, é encaminhado à PAD, mas, antes disso, ele deve passar pela aprovação do departamento e centro que são partes interessadas do processo. Porém, segundo Fontes (2012), muitas vezes os pedidos chegam à PAD sem a ciência das partes interessadas – e este fato só se torna conhecido quando posto em vista das instâncias superiores.

A Etapa 2, por sua vez, tem seu início com a chegada do processo à PAD, quando a mesma analisa a proposta, verificando se as diretrizes institucionais foram atendidas. Existindo alguma inconsistência, a proposta é devolvida ao emissor para adequação e, quando aprovado pela PAD, segue para a etapa seguinte.

Após a aprovação da demanda, a PAD encaminha o processo, na Etapa 3, à Diretoria de Projetos e Obras da instituição, setor responsável pelos desenvolvimentos de projetos e fiscalização das obras Institucionais. Nesse momento, a PAD e a DPO alinham o nível de prioridade do projeto, de acordo com o interesse institucional, e, posteriormente, o documento é encaminhado à Divisão de Projetos de Arquitetura.

Na Divisão de Projetos, o chefe da divisão designa o arquiteto responsável para assumir o desenvolvimento do projeto – Etapa 4. A partir daí, iniciam-se as coletas de requisitos entre a parte interessada e o arquiteto responsável, para realizar os projetos técnicos – Etapa 5. A Figura 21 retrata o processo das etapas, respectivamente. O arquiteto designado entra em contato com a parte interessada e juntos dão início as coletas de requisitos para o desenvolvimento da Etapa 5 que é referente aos processos de projetos.

Figura 21 – Etapas 1, 2, 3 e 4 do processo de projeto institucional



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A Etapa 5 é a mais complexa, pois envolve o desenvolvimento de Pré-Projeto, Estudo Preliminar, Projeto Básico e Projeto Executivo. Ainda, ela é caracterizada por gerar um maior quantitativo de documentos e arquivos de projeto. Além disso, nessa fase, ocorre as validações dos projetos pelas partes interessadas.

Na sequência, as fases são detalhadas:

Pré-Projeto: o arquiteto nomeado como responsável pelo projeto inicia as primeiras tratativas com as partes interessadas, a fim de coletar requisitos para desenvolvimento do Projeto Preliminar. Estes requisitos consistem em levantamento topográfico, físicos e, principalmente, um programa de necessidades. Outras informações levantadas, também importantes, são consultas em guias, manuais, normas, legislações específicas para cada projeto e, principalmente, o Plano de Desenvolvimento Físico (PDFA) da universidade.

Projeto Preliminar: de posse das informações coletadas na fase anterior o arquiteto desenvolve a primeira versão do projeto e busca traduzir os requisitos levantados em soluções arquitetônicas. A depender da relevância do projeto, neste ponto ainda há um estudo de viabilidade financeira do mesmo. Além disso, são necessárias validações do estudo preliminar, sendo a primeira validação dada pelo requerente, através da aprovação do projeto. A depender da importância e impacto do projeto, este ainda deve ser aprovado pela COESF e, em casos específicos, nos quais há grandes acréscimos de área, pelo Conselho Universitário. Caso não seja aprovado, o projeto volta à fase de estudo preliminar para adequações.

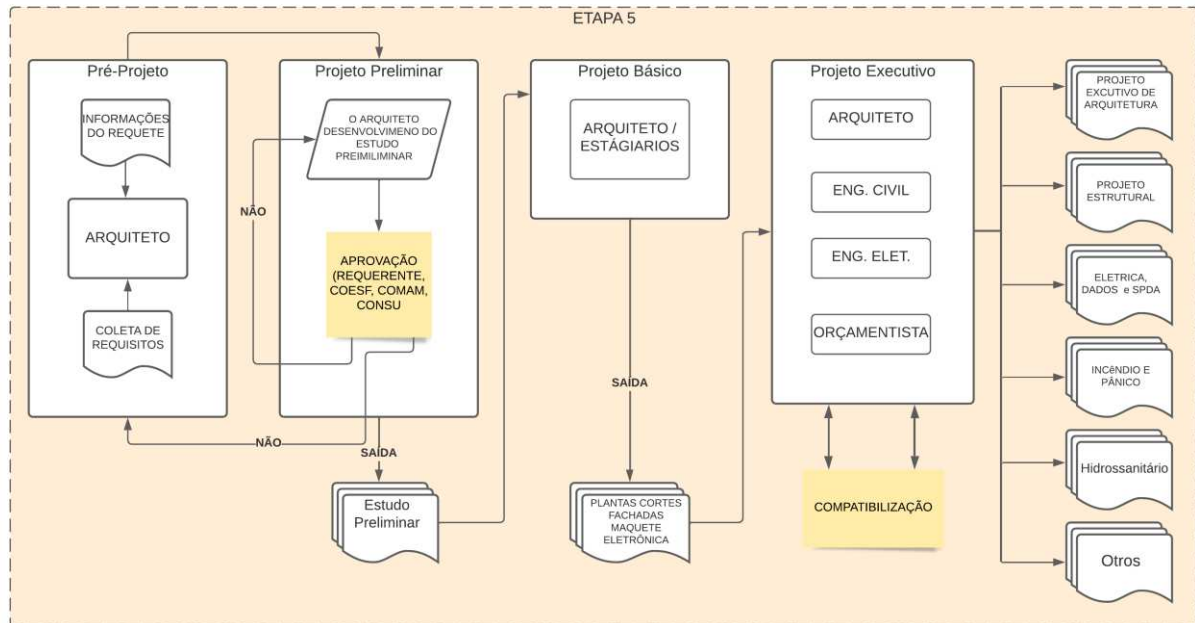
Projeto Básico: diante das aprovações, o arquiteto dá início ao detalhamento da Arquitetura, para que as outras áreas de conhecimento possam começar os projetos complementares. O Projeto Básico é voltado para a integralização do projeto arquitetônico, quando o arquiteto apresenta os desenhos técnicos (cortes fachadas, situação, implantação e planta de cobertura), e a maquete eletrônica, também apresentada, é somente ilustrativa.

Projeto Executivo: após a conclusão do Projeto Básico, dá-se início a etapa de Projeto Executivo, na qual o projeto é passado à Diretoria de Projetos e Obras, onde os projetos complementares são desenvolvidos no nível executivo, juntamente com o orçamento, caderno de encargos e outros documentos que fizerem necessário à composição do processo licitatório. Ainda, nessa fase, são recorrentes as reuniões de compatibilização entre as diferentes disciplinas. Ao término das etapas e fases, o processo segue para a licitação.

Vale destacar, aqui, que o processo se desenvolve de maneira linear, conforme apresentado por Romano (2003). Porém, no processo interno da UFV, as fases são

modificadas para atender às peculiaridades da instituição. A Figura 22, abaixo, é a representação da Etapa 5 do processo e suas saídas.

Figura 22 – Etapa 5 do processo de projeto institucional



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3.5 Rotinas administrativas da Diretoria de Projetos e Obras

A fim de contribuir com o entendimento dos processos de projetos organizacionais, serão destacadas a seguir algumas informações que completam as rotinas administrativas e os processos de projetos.

- **Fluxo de informação:** o fluxo de informação entre as partes envolvidas se dá através de processo eletrônico, no qual as decisões e as aprovações são documentadas. Outros meios também são utilizados para troca de informações e dados, como e-mails e aplicativos de mensagens. Porém, a depender da importância da informação, esta é registrada no processo eletrônico;

- **Validações:** a depender da expressão do projeto, existem três fases às quais são necessárias as validações. A primeira é o crivo inicial entre o requerente e a PAD, na qual são avaliados aspectos relacionados ao interesse institucional e à disponibilidade de recursos. A segunda é a aprovação do programa de necessidades entre o requerente e a divisão de projetos. A Terceira é a validação do estudo

preliminar por parte da Divisão de projetos e comissões e/ou conselho universitário. Após as validações, o projeto segue para a fase de compatibilização e para o projeto executivo. Caso o projeto seja menos expressivo, este não necessita da última validação;

- Padronizações: como constatado na pesquisa de Fontes (2012), ainda não foi instituída uma padronização dos projetos desenvolvidos pela DPO. São vários agentes envolvidos nesse processo e cada um desenvolve/representa os projetos de uma maneira. Esta informação é a mesma, ainda em 2022. Algumas iniciativas buscaram criar padrões de pranchas, *layers* e nomenclatura de arquivos, sem serem, porém, implementados com sucesso.

- Ferramentas de controle de qualidade de projeto: não foi observada dentro da organização a utilização de ferramentas de controle de qualidade de projeto, como checklists ou revisões de projeto por terceiros;

- Projetos terceirizados: são raros os casos de realização de projetos por terceiros. Nesse caso, podem ser contratados por dispensa de licitação ou ser licitados. Em ambos os casos, os processos ocorrem de modo semelhante ao relatado até aqui, porém, com a intermediação de um fiscal que é membro da DPO. É válido ressaltar que esta pesquisa tem como recorte os processos de projetos desenvolvidos na instituição. Por este motivo, este ponto não será abordado com mais detalhes.

3.6 Condicionantes e iniciativas BIM

3.6.1 Condicionantes

- *Software*

Atualmente, a DPO conta com uma série de softwares utilizados para o desenvolvimento dos projetos. A área de apoio a projetos utiliza softwares compatíveis com o conceito BIM, mas o potencial destes softwares é pouco explorado. Na maioria das vezes, eles são utilizados apenas para geração de documentação gráfica, dimensionamento e extração de quantitativos.

Já a divisão de projetos de Arquitetura é um pouco mais limitada quanto ao uso de softwares compatíveis ao BIM. A mesma trabalha com softwares de CAD e modelagem 3D e os produtos desses projetos são, na maioria das vezes, somente as

peças gráficas. Porém, em janeiro de 2020, foram adquiridas algumas licenças de software BIM para o setor e disponibilizado um breve treinamento de uso, a fim de implementar o BIM. Assim, alguns dos softwares, atualmente, utilizados pela DPO são: Archicad (Graphsoft), TQS (TQS), Eberick (Altoqi), Qibilder (Altoqi), Sketchup (Trinble), Autocad (Autodesk) e, por último, foram testados o Qicloud e o Qivisus (Altoqi), com o objetivo de desenvolver modelos de edifício e gerenciar a informação destes.

Em paralelo à aquisição dos softwares, foram disponibilizados treinamento sobre softwares BIM aos membros da equipe de projeto. Porém, o treinamento não foi disponível em nível avançado e a equipe não dispunha de tempo para prática nos softwares BIM, em função das demandas do setor, isto, em muitos casos, aumenta o tempo de aprendizagem e dificulta a implementação dos conceitos no processo de projeto.

- *Hardware*

Os computadores possuem desempenho aquém das necessidades, até mesmo para softwares CAD. Por se tratar de órgão público, a aquisição destes muitas vezes se dá por registro de preço ou licitação, o que é um dificultador na especificação das máquinas. A maioria dos computadores tem processador Core i5, 8Gb de memória RAM e placa de vídeo dedicada de 1Gb. Todos os computadores possuem dois monitores. Sob a justificativa da implantação do BIM, o setor vem tentando adquirir novas máquinas, mais condizentes com as necessidades.

- *Redes*

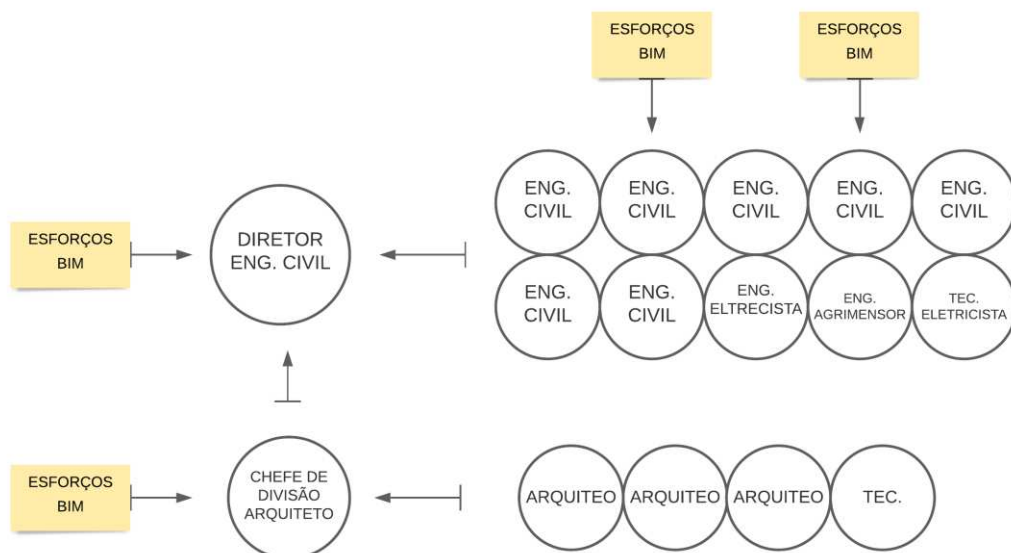
Sobre rede e armazenamento de dados, a Diretoria tem uma estrutura limitada, tendo em vista que o servidor em questão é o mesmo computador utilizado pelo diretor e este não possui back-up automatizado. Contudo, existe a possibilidade de a Diretoria de Tecnologia de Informação Institucional sanar essa questão, absorvendo essa demanda.

3.6.2 Iniciativas BIM

- *Iniciativas BIM – 01*

Com a finalidade de acompanhar as exigências do Decreto nº 10.306 de abril de 2020, conhecido como decreto BIM, alguns membros da equipe da DPO iniciaram esforços para se qualificarem em programa de pós-graduação, no qual se desenvolvem pesquisas acerca do BIM. Nesse sentido, eles podem ser entendidos, de acordo com Succar (2010), por campeões BIM, uma vez que movimentam esforços sem apoio institucional. Uma vantagem dessa iniciativa é que entre os membros, dois profissionais são líderes de equipes. O primeiro é o diretor de projeto, o segundo o chefe da divisão de projetos e outros dois membros são da área de apoio a projeto.

Figura 23 – Membros da equipe de projeto empenhada em desenvolver a implementação BIM na DPO



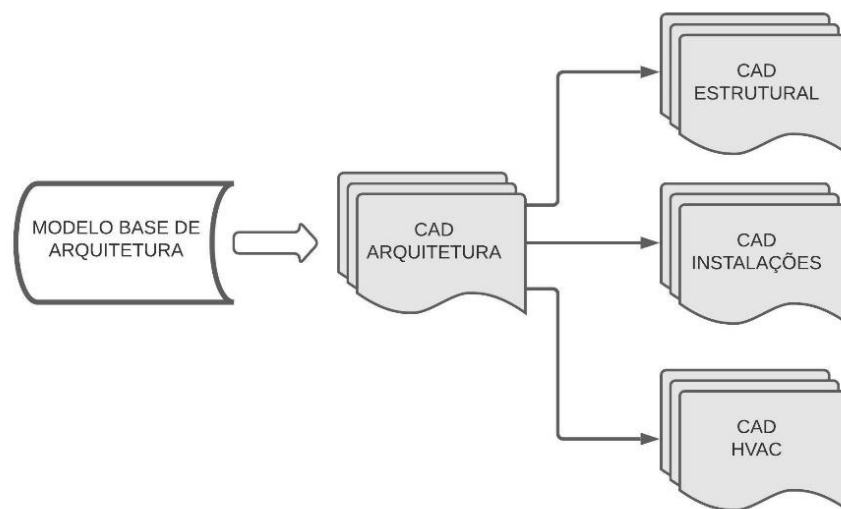
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

- *Iniciativa BIM 02*

De posse das ferramentas apresentadas e com o engajamento de alguns membros da equipe, foram desenvolvidos alguns projetos pilotos, a fim de gerar modelos virtuais de alguns projetos do setor. Os modelos são os seguintes: projeto de reforma do térreo do alojamento masculino; projeto da Associação de Assistência aos Condenados – APAC; e guarita de segurança na entrada do campus universitário.

O projeto do térreo do alojamento masculino refere-se a uma reforma do pavimento térreo de três edificações. Neste projeto, o modelo gerado foi apenas o da disciplina Arquitetura e a única potencialidade utilizada foi referente à extração dos desenhos técnicos. A partir da representação gráfica em 2D do projeto arquitetônico, foram desenvolvidos os outros projetos, também em CAD. Foram desenvolvidos, ademais, o estudo preliminar e o projeto básico de Arquitetura. A Figura 24 ilustra o processo.

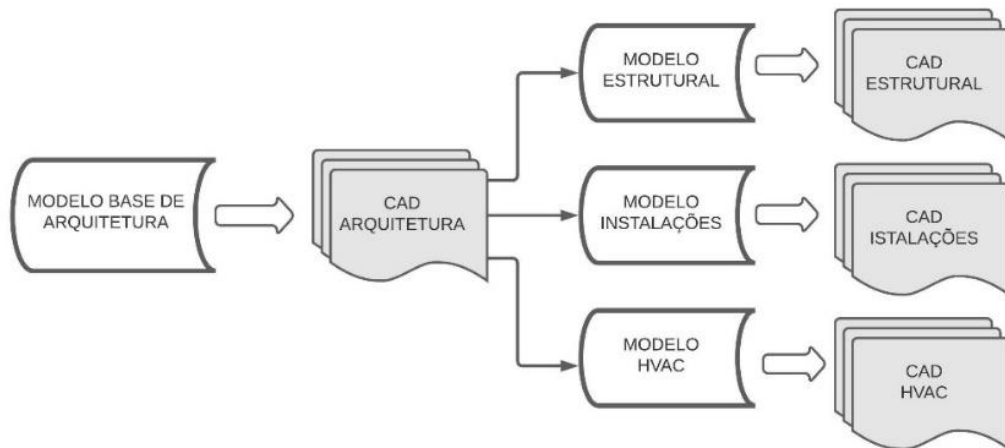
Figura 24 – Processo de projeto do alojamento masculino



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

O projeto da APAC foi um projeto doado pela Universidade à APAC. Neste projeto, foram envolvidas todas as disciplinas que contemplam os projetos de uma edificação, sendo que cada uma das disciplinas gerou seu próprio modelo. Foram extraídas as peças gráficas dos projetos e os quantitativos de materiais, o que embasou a fase de planejamento e o orçamento. Porém, por falta de experiência com o BIM, a equipe não obteve sucesso ao compatibilizar os modelos em nuvem. Este projeto foi desenvolvido utilizando metodologia BIM desde seu estudo preliminar. Contudo, os modelos que decorrem da Arquitetura foram projetados a partir de uma base CAD, extraída do modelo arquitetônico, o que dificultou a junção dos modelos em vias de compatibilização. A Figura 25 ilustra o processo.

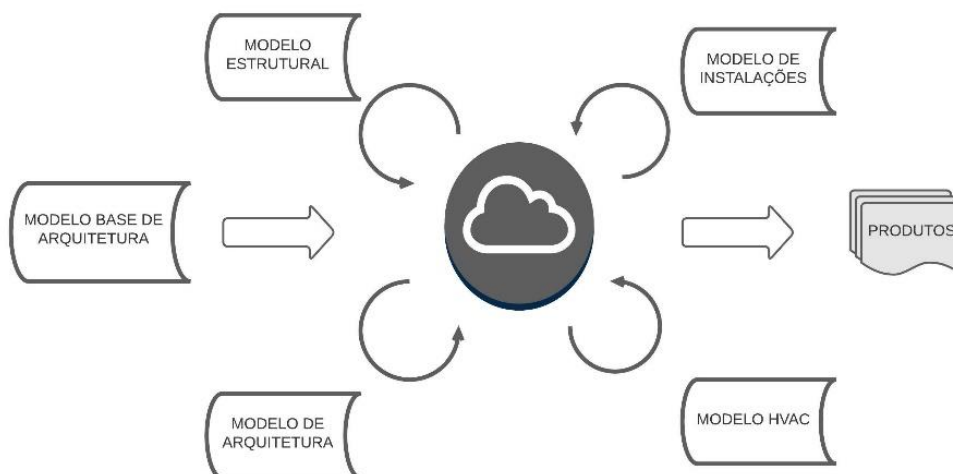
Figura 25 – Fluxo do processo de projeto da APAC



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

O terceiro projeto piloto foi uma obra mais modesta, uma guarita que envolveu as seguintes disciplinas: Arquitetura, Estrutura, Elétrica, Dados, Hidráulica, Esgoto e Orçamento. No estudo, os profissionais envolvidos geraram os modelos e compatibilizaram o mesmo antes de extraírem as informações. O modelo foi compartilhado entre as equipes em um ambiente em nuvem, porém não simultâneo, e, a partir daí, foram feitas as compatibilizações. A Figura 26 ilustra o processo.

Figura 26 – Fluxo do processo de projeto da guarita



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3.6.3 Considerações

A partir do texto anterior e das imagens que ilustram as iniciativas da Diretoria de Projetos e Obras (DPO), é possível observar uma evolução nos processos BIM dentro da organização, ainda que esta seja modesta.

Logo, embora a DPO tenha realizado alguns esforços a fim de prospectar o seu desenvolvimento utilizando o conceito BIM, cabe levantar a hipótese de que haja falta de coerência em seus processos, uma vez que não se possui domínio sobre os fatores que integram o BIM, tais como tecnologia e processos.

Ademais, com o objetivo de nortear os processos e criar um ambiente propício para a utilização do BIM, é importante abordar a questão à luz das pesquisas de Succar (2009) e CIC (2013), correlacionando-as ao decreto nº 10.306 de abril de 2020 (BRASIL, 2020).

3.7 Avaliação da Maturidade BIM

Com o objetivo de cumprir um dos objetivos desta pesquisa, este capítulo busca avaliar a maturidade BIM da Diretoria de Projetos e Obras. Como parte do recorte da pesquisa, a avaliação levará em conta a escala organizacional e as avaliações serão voltadas para as atividades de projeto e planejamento, não considerando as etapas de execução de obra.

Para realizar uma correta avaliação da maturidade, inicialmente, é preciso que o avaliador tenha o domínio das informações referentes ao objeto avaliado. A *Bim Maturity Matrix* avalia critérios relacionados aos campos BIM propostos por Succar (2010), que são: Políticas, Processos e Tecnologias. Do mesmo modo, o modelo estabelecido por CIC (2013) avalia critérios relacionados aos elementos de planejamento BIM que, por sua vez, são: Estratégias, Usos, Processos, Informação, Infraestrutura e Pessoas.

Estes pontos avaliados pelos modelos se desdobram em subtemas que compõem a matriz de maturidade. A caracterização da organização, do processo de projeto e das condicionantes tem como objetivo subsidiar o avaliador de informações para, posteriormente, preencher a matriz de maturidade. Notadamente, observa-se que muitos pontos diagnosticados da organização são pontos presentes nos modelos de maturidade, como processos, tecnologias, dentre outros.

Em síntese, antes de preencher uma matriz de maturidade, independentemente do modelo escolhido, o avaliador deve realizar um diagnóstico referente à organização e seus processos de projeto. Porém, a depender do nível de maturidade em que a organização se encontra e do planejamento que a mesma tenha traçado, alguns itens presentes na matriz de maturidade estarão ausentes do diagnóstico organizacional, uma vez que a organização ainda não aborda determinado tema em suas rotinas. Ao decorrer deste capítulo, este ponto ficará mais claro, auxiliando a compreender a questão. O presente trabalho parte do princípio de que a matriz irá direcionar o processo de implementação, sendo a organização a responsável por aplicar seus recursos, frente ao resultado da avaliação.

3.7.1 Avaliação conforme modelo *Bim Maturity Matrix*

A seguir, será apresentada a avaliação da maturidade BIM de acordo com o *BIM Maturity Matrix*. Para facilitar a visualização, foi feita uma adaptação da matriz em quatro diferentes tabelas (Tabela 2 à Tabela 5). As três primeiras correspondem aos campos BIM e a última corresponde aos estágios BIM e às escalas organizacionais. Conforme exposto na revisão de bibliografia, são atribuídas notas para cada um dos itens. Estas notas são progressivas, de acordo com o nível de maturidade. Posteriormente, é apresentada uma justificativa da pontuação de cada um dos itens.

Tabela 2 – Matriz de Maturidade – Campo Tecnologia.

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS					
CONJUNTO DE CAPACIDADES – TECNOLOGIA					
Áreas chave de maturidade	A – INICIAL (pts.10)	B – DEFINIDO (20 pts.)	C – GERENCIADO (30 pts.)	D – INTEGRADO (40 pts.)	E – OTIMIZADO (50 pts.)
Software		20			
Hardware	10				
Rede		20			

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Item 1 – Software: aplicações, entregáveis e dados – o nível definido foi considerado em maturidade parcialmente atingida, dado que o uso do software foi unificado no setor e os modelos são produzidos para gerar entregáveis 2D e 3D. Porém, em se tratando de BIM, o armazenamento e a troca de informações ainda não

estão bem definidos dentro da organização e das equipes de projetos. Não existe ferramenta formal que possibilite o projeto simultâneo e interoperável, o que se configura como um fator limitante.

Item 2 – Hardware: equipamento, entregáveis, localização e mobilidade – embora a organização entenda que os equipamentos são importantes, a mesma ainda não dá a devida importância para o item, os equipamentos são inadequados para os usos e as trocas (e as atualizações) só são feitas quando inevitáveis.

Item 03 – Rede: soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso – o nível de maturidade foi considerado definido, pois a organização iniciou o processo de implementação de uma ferramenta de compartilhamento de projeto em nuvem, no qual os modelos virtuais do edifício e outros produtos são hospedados em ambiente virtual; porém, o arquivo base de cada uma das disciplinas ainda fica sob os cuidados do autor de cada projeto.

Tabela 3 – Matriz de Maturidade – Campo Processos

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS					
CONJUNTO DE CAPACIDADES - POCESSOS					
Áreas chave de maturidade	A - INICIAL (pts.10)	B - DEFINIDO (20 pts.)	C - GERENCIADO (30 pts.)	D - INTEGRADO (40 pts.)	E - OTIMIZADO (50 pts.)
Recursos	10				
Atividade e Fluxos de Trabalho	10				
Produtos e serviços	10				
Liderança e Gerenciamento	10				

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Item 4 – Recursos: infraestrutura física e de conhecimento – foi considerado nível inicial, pois a organização tem feito esforços para melhorar as ferramentas do ambiente de trabalho e o conhecimento é reconhecido como ativo; porém, não é documentado. Isso se justifica com base no que já foi relatado sobre a aquisição de softwares e a qualificação dos membros da equipe.

Item 5 – Atividades & Fluxo de trabalho: conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes – esse ponto foi considerado inicial, pois a organização ainda não decidiu formalmente as funções dos agentes e a

produtividade é imprevisível. Como visto, os processos caminham no sentido da adoção do BIM, mas ainda é com base em tentativa e erro.

Item 6 – Produtos e Serviços: especificação, diferenciação e P&D – considerado nível inicial, pois as entregas são imprevisíveis e o nível de informação e detalhe dos modelos não são padronizados. Essa justificativa pode ser observada no item que trata das iniciativas BIM do capítulo três desta dissertação.

Item 7 – Liderança & Gerenciamento: organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação – entende-se que a organização se encontra em nível inicial. Isso porque os líderes compartilham de uma visão comum e tratam o BIM como uma mudança de processo baseado em tecnologia. Outro fator limitante é que a liderança BIM e os processos de implementação não são formalizados e nem reconhecidos pela administração superior.

Tabela 4 – Matriz de Maturidade – Campo de Políticas

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS					
CONJUNTO DE CAPACIDADES - POLITICA					
Áreas chave de maturidade	A - INICIAL (pts.10)	B - DEFINIDO (20 pts.)	C - GERENCIADO (30 pts.)	D - INTEGRADO (40 pts.)	E - OTIMIZADO (50 pts.)
Preparatória	10				
Regulatória	10				
Contratual	10				

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Item 8 – Preparatória: pesquisa, programas de treinamento educacional – considerado inicial. Como exposto no Capítulo 3, foi disponibilizado treinamento para a equipe e outros membros, por iniciativa própria, se qualificam em programas de pós-graduação. Porém, estes treinamentos e qualificações não são formalmente incentivados e não fazem parte da política institucional.

Item 9 – Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (*benchmarks*) – considerado inicial, pois não existem diretrizes para utilização de BIM. Documentos com instruções, protocolos e padrões de modelagem e o controle de qualidade não existem e o nível de detalhe dos projetos varia conforme a importância dada pela instituição ao mesmo.

Item 10 – Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos – também considerado em nível inicial, pois os contratos com terceiros seguem os modelos convencionais pré-BIM.

Tabela 5 – Matriz de Maturidade – Estágios e Escalas

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS					
CONJUNTO DE CAPACIDADES - ESTÁGIOS E ESCALAS					
Áreas chave de maturidade	A - INICIAL (pts.10)	B - DEFINIDO (20 pts.)	C - GERENCIADO (30 pts.)	D - INTEGRADO (40 pts.)	E - OTIMIZADO (50 pts.)
Estágio 01	10				
Estágio 02	10				
Estágio 03					
Meso	10				

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Item 11 – Estágio 01: modelagem baseada em objetos. Este estágio foi atingido, porém com nível de maturidade ainda inicial. Como visto no Capítulo 3, os projetos piloto utilizam modelagem baseados no objeto e são identificados os requisitos de processos e políticas BIM. Porém, não são documentados e nem mesmo preparados planos e estratégias de implementação.

Item 12 – Estágio 02: modelagem baseado em colaboração. Este estágio foi atingido, porém com nível de maturidade ainda inicial, uma vez que a organização começou a trabalhar com ferramentas de compartilhamento do modelo.

Item 13 – Estágio 03: Integração baseado em rede. Este estágio ainda não foi iniciado.

Item 14 – Escala: Equipes de Projetos. Considerado em nível inicial, já que os projetos são executados de forma independente. Ademais, não existem processos definidos entre as partes interessadas na colaboração em BIM.

A Tabela 6 apresenta a soma da pontuação levantada, referente ao índice de maturidade BIM, de acordo com a metodologia proposta por Succar (2010).

Tabela 6 – Índice de maturidade BIM na DPO

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DPO						
Avaliação na Granularidade (nível1)		inicial	definido	gerenciado	integrado	otimizado
		10	20	30	40	50
Tecnologia	Softwares		20			
	Hardwares	10				
	Rede		20			
Processos	Recursos	10				
	Atividades & Fluxo de trabalho	10				
	Produtos e Serviços	10				
	Liderança e Gerenciamento	10				
Política	Contratual	10				
	Regulatória	10				
	Preparatória	10				
Estágio 01		10				
Estágio 02		10				
Estágio 03						
Escala	Meso	10				
Subtotal		110	40	00	0	0
Total de pontos						140
Grau de Maturidade (total relativo às 14 áreas)						10,71
Índice de Maturidade (percentual do grau de maturidade relativo a 50 pontos)						21,42%
NÍVEL DE MATURIDADE						Definido

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3.7.1.1 Considerações

De acordo com a avaliação da maturidade BIM, baseada no método avaliativo proposto por Succar, podemos entender que a Diretoria de Projetos e Obras se encontra no nível de maturidade “Definido”, e iniciou processos nos estágios 1 e 2. Porém, percebe-se que, ao se analisar os aspectos do modelo de maturidade, a Diretoria se encontra em níveis diferentes para cada um dos campos. Outra leitura que se destaca é a de que a Diretoria vem evoluindo no domínio do tema, já que entende, se preocupa com a questão e conhece, principalmente, as dificuldades existentes para atingir os níveis mais elevados de maturidade.

É necessário, portanto, nesse momento, lembrar que o Decreto BIM exige o uso do BIM pelas organizações e, ao se confrontar estes usos com os estágios BIM e

nível de maturidade, nota-se que, para atender as exigências de cada uma das fases estabelecidas pelo documento, a organização deve galgar alguns passos em seus níveis de maturidade BIM. A partir da análise, assim, é possível traçar um planejamento dos próximos passos a serem galgados, a fim de atingir níveis de maturidade BIM mais altos, e, com isso, melhorar a qualidade de seus entregáveis e atender, conseqüentemente, as demandas do decreto.

3.7.2 Avaliação da Maturidade BIM – BIM Assessment Profile

A seguir, será apresentada a avaliação da maturidade BIM, de acordo com *BIM Assessment Profile*. Para facilitar a comparação com o modelo de Succar, foi feita uma adaptação da matriz nas tabelas (Tabela 7 à Tabela 12), sendo que cada uma corresponde a um dos elementos de planejamento BIM. Após o preenchimento da tabela, diga-se, será feita uma análise justificando a pontuação da mesma.

Tabela 7 – Matriz de Maturidade BIM – Estratégias

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS						
ELEMENTOS DE PLANEJAMENTOS BIM - ESTRATÉGIAS						
ESTRATÉGIAS	NÃO EXISTE (pts. 0)	INICIAL (1 pts.)	GERENCIADO (2pts.)	DEFINIDO (3 pts.)	GERENCIADO QUANTATIVAMEN TE (4 pts.)	OTIMIZADO (5 pts.)
Missão Organizacional e Metas		1				
Visão e Objetivos BIM		1				
Suporte de gestão			2			
Campeão BIM		1				
Comitê de Planejamento BIM		1				
Pontuação máxima						25
Somatório da pontuação						5

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Item 01 – Missão organizacional e metas: ao confrontar este item com o cenário ao qual o setor se encontra e com as exigências do Decreto BIM, entende-se que o setor tem o propósito e a missão bem definidos, balizados pelo decreto BIM e com propósito organizacional; porém, os objetivos acerca do BIM ainda estão sendo explorados, descobertos e experimentados.

Item 02 – Visão e Objetivos BIM: a visão BIM é definida, tendo em vista que o decreto do governo direciona a instituição a usar a ferramenta. Contudo, os objetivos, as estratégias e os cronogramas ainda não foram traçados.

Item 03 – Suporte de Gestão: a organização tem suporte da Diretoria para implementação BIM, o que pode ser observado no Capítulo 3, quando foram caracterizados a organização e os esforços na implementação BIM. Porém, o comprometimento das instâncias superiores com o aporte de recursos e o reconhecimento é insuficiente para a demanda.

Item 04 – Campeões BIM: como relatado por Succar (2009), campeões BIM são membros da equipe que se destacam e iniciam de alguma forma a implementação BIM, mesmo sem apoio institucional. Na DPO, alguns campeões BIM se destacam conforme dito no item 3.2.6, mas, infelizmente, com pouco tempo disponível, devido ao comprometimento com outras atividades, não conseguem desenvolver mais o tema.

Item 05 – Comitê de Planejamento BIM: alguns membros da equipe interessados no assunto formam um grupo que discutem sobre o BIM e desenvolvem alguns projetos pilotos, conforme destacado no item 3.2.6 dessa dissertação. Contudo, estes esforços não são formalizados e não recebem apoio institucional.

Tabela 8 – Matriz de Maturidade BIM – Usos

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS						
ELEMENTOS DE PLANEJAMENTOS BIM - USOS						
Usos	NÃO EXISTE (pts. 0)	INICIAL (1 pts.)	GERENCIADO (2pts.)	DEFINIDO (3 pts.)	GERENCIADO QUANTATIVAM ENTE (4 pts.)	OTIMIZADO (5 pts.)
Usos de projeto			2			
Usos Operacionais	0					
Pontuação máxima						10
Somatório da pontuação						2

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Item 06 – Usos de Projeto: os usos do BIM definidos pela unidade são balizados pelo o Decreto BIM, mas a organização ainda não tem capacidade de explorá-los.

Item07 – Usos Operacionais: embora a organização saiba do potencial do BIM, a mesma ainda não definiu os usos para a operação, uma vez que se encontra em estágio inicial de implementação.

Tabela 9 – Matriz de Maturidade BIM – Processos

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS						
ELEMENTOS DE PLANEJAMENTOS BIM - PROCESSOS						
Processos	NÃO EXISTE (pts. 0)	INICIAL (1 pts.)	GERENCIADO (2pts.)	DEFINIDO (3 pts.)	GERENCIADO QUANTATIVAMEN TE (4 pts.)	OTIMIZADO (5 pts.)
Processos de Projeto	0					
Processos Organizacionais	0					
Pontuação máxima						10
Somatório da pontuação						0

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Item 08 – Processos de Projeto: não há planejamento a respeito de processos BIM.

Item 09 – Processos organizacionais: não há planejamento documentado nesse quesito.

Tabela 10 – Matriz de Maturidade BIM – Informação

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS						
ELEMENTOS DE PLANEJAMENTOS BIM - Informação						
Informação	NÃO EXISTE (pts. 0)	INICIAL (1 pts.)	GERENCIADO (2pts.)	DEFINIDO (3 pts.)	GERENCIADO QUANTATIVAMEN TE (4 pts.)	OTIMIZADO (5 pts.)
Discriminação do elemento do modelo (MEB)	0					
Nível de desenvolvimento (LOD)		1				
Dados de instalação	0					
Pontuação máxima						15
Somatório da pontuação						1

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Item 10 – Discriminação do elemento do modelo: não existe padronização acerca dos elementos dos modelos.

Item 11 – Nível de desenvolvimento: os modelos ainda são gerados com poucas informações referentes à construção. Nos projetos piloto desenvolvidos pela organização, as informações dos modelos foram basicamente referentes a materiais de construção. Além disso, as informações não são compartilhadas entre as disciplinas e o nível de desenvolvimento não é compreendido dentro no grupo da organização.

Item 12 – Dados de instalações: não existem requisitos de dados de instalações para os projetos. Estes são inseridos cada qual em sua disciplina correspondente.

Tabela 11 – Matriz de Maturidade BIM – Infraestrutura

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS						
ELEMENTOS DE PLANEJAMENTOS BIM – Infraestrutura						
Infraestrutura	NÃO EXISTE (pts. 0)	INICIAL (1 pts.)	GERENCIADO (2pts.)	DEFINIDO (3 pts.)	GERENCIADO QUANTATIVAMEN TE (4 pts.)	OTIMIZADO (5 pts.)
Programas				3		
Hardware		1				
Espaços Físicos				3		
Pontuação máxima						15
Somatório da pontuação						7

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Item 13 – Programas: conforme destacado no Capítulo 3, a organização possui programas capazes de serem utilizados em um processo BIM, mas a organização não possui domínio sobre estes – principalmente, a divisão de projetos de Arquitetura.

Item 14 – Hardware: Conforme exposto no item 3.6.1, os hardwares encontram-se aquém das necessidades, o que já é um fator limitante para a implementação de processos BIM. Atualmente, com o desempenho do hardware, não é possível atender às exigências da Fase 1 do Decreto BIM.

Item 15 – Espaço físico: o espaço físico da organização passou por reforma em 2021 e proporciona um ambiente colaborativo de trabalho.

Tabela 12 – Matriz de Maturidade BIM – Recursos Humanos

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS						
ELEMENTOS DE PLANEJAMENTOS BIM – Recursos Humanos						
Recursos Humanos	NÃO EXISTE (pts. 0)	INICIAL (1 pts.)	GERENCIADO (2pts.)	DEFINIDO (3 pts.)	GERENCIADO QUANTATIVAMENTE (4 pts.)	OTIMIZADO (5 pts.)
Papéis e responsabilidade		1				
Hierarquia Organizacional	0					
Educação	0					
Treinamento		1				
Preparação para mudanças		1				
Pontuação máxima						25
Somatório da pontuação						5

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Item 16 – Papéis e responsabilidades: os papéis e as responsabilidades não são formalizados na Diretoria. Sendo assim, as pessoas que se destacam na organização assumem as reponsabilidades acerca do BIM. Em resumo, cada pessoa, que tem alguma habilidade sobre o tema, é acionada quando necessário.

Item 17 - Hierarquia Organizacional: a hierarquia organizacional precisa ser alterada para atender às demandas de implementação. Os cargos e os papéis dos membros da equipe continuam inalterados.

Item 18 – Educação: não existe programa de educação que visa a conscientização e o engajamento da equipe.

Item 19 – Treinamento: há membros da equipe desenvolvendo pesquisas acadêmica sobre o BIM, mas estes agem por iniciativa própria, sem incentivo da organização. Outras iniciativas, como treinamento para uso de softwares, são disponibilizadas somente quando necessário.

Item 20 – Preparação para mudança: a preparação para a mudança se dá unicamente por causa do Decreto lei e não há compromisso formal da alta administração.

Abaixo, a Tabela 13 apresenta o resumo relativo à pontuação atingida pela Diretoria de Projetos e Obras, sob a ótica da matriz de maturidade proposta por CIC (2013). A matriz em si não estabelece um nível de maturidade para a organização em

geral, ela estabelece níveis de maturidade para cada um dos elementos de planejamento BIM.

Tabela 13 – Matriz de Maturidade em BIM – *BIM Assessment Profile*

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM – DPO							
Avaliação na Granularidade		Não existe	Inicial	Gerenciado	Definido	Gerenciado	otimizado
		0	1	2	3	4	5
Estratégia	Missão e Metas		1				
	Visão e Objetivos		1				
	Suporte de gestão			2			
	Campeões BIM		1				
	Comitê de Planejamento		1				
Usos	Usos em Projeto			2			
	Usos Operacionais	0					
Processos	Processos de Projeto	0					
	Processos Operacionais	0					
Informação	Discriminação do modelo	0					
	Nível de desenvolvimento do modelo	0	1				
	Dados de informação	0					
Infraestrutura	Programas				3		
	Hardware		1				
	Espaço Físico				3		
Recursos Humanos	Papéis e responsabilidades		1				
	Hierarquia Organizacional	1					
	Educação	0					
	Treinamento		1				
	Preparação para mudanças		1				
Subtotal		1	9	4	6		
Total de pontos							20
Total de pontos possíveis							105
Este é o total para todas as categorias. Observe que isso reflete a maturidade em todas as seções. Embora a organização possa ter uma pontuação alta, pode haver algumas áreas-chave não implementadas.							

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Assim como na análise anterior, voltada para o método de Succar, essa avaliação de maturidade apresenta aspectos semelhantes, pois podemos perceber que a DPO possui um baixo nível de maturidade. Observa-se, ademais, que, ao

analisar os elementos de planejamento BIM, a Diretoria encontra-se em níveis diferentes para cada um dos itens.

Fica explícito no modelo analisado, portanto, quais são os passos futuros de planejamento, a fim de galgar níveis de maturidade mais elevados, e quais áreas carecem de mais atenção. A exemplo disto, na Tabela 12 não há pontuação em algumas áreas, logo, a organização deve voltar seus esforços para estes itens elencados.

3.7.3 Conclusão acerca da avaliação da maturidade

Ao desenvolver a matriz de maturidade, o avaliador percebe que, embora Succar (2010) tenha abordado a fundo o conceito BIM para desenvolver a *BIM Maturity Matrix*, essa é voltada para avaliação descritiva, com o objetivo de estabelecer comparações de estados diferentes de uma mesma organização, ou comparação entre organizações diferentes. Já o *Bim Assessment Profile* é uma ferramenta que integra o processo de planejamento e de implementação BIM, e aborda uma visão tanto descritiva quanto prescritiva. Cabe, por conseguinte, levantar a hipótese de que esse segundo modelo cumpre melhor esse papel, tendo em vista que aborda itens como usos e estratégias.

Logo, os resultados apresentados, referentes à Diretoria de Projetos e Obras, sob a ótica das duas avaliações realizadas, destacam que a organização se encontra em baixo nível de maturidade e carece de uma ação estratégica para cumprir os requisitos estabelecidos pelo Decreto BIM.

A partir da avaliação/diagnóstico institucional, nota-se que os principais pontos a serem desenvolvidos pela organização são:

- Definir metas e objetivos;
- Criar um comitê de planejamento;
- Definir usos;
- Definir processos;
- Adquirir equipamentos e software compatíveis com os usos;
- Criar um programa de treinamento e educação acerca do BIM.

Os próximos passos desta pesquisa, apresentados a seguir, visa correlacionar os elementos que compõem os dois modelos de maturidade BIM com as fases do Decreto BIM e, a partir deste ponto, estabelecer um roteiro para implementação BIM na Diretoria de Projetos e Obras da UFV, tendo como foco os modelos de maturidades abordados. Posteriormente, serão definidas diretrizes com o objetivo de nortear a organização em suas ações.

4 ROTEIRO PARA IMPLEMENTAÇÃO

O Capítulo 4 visa apresentar o roteiro para implementação BIM com base nos dois modelos de maturidade destacados até o momento. Para tanto, foram estabelecidas duas comparações. A primeira é entre o decreto BIM e o modelo de maturidade *BIM Maturity Matrix* e a segunda é entre o decreto e o modelo de maturidade *BIM Assessment Profile*. O objetivo desta comparação é que ela respalde, ao fim do trabalho, o roteiro para implementação BIM.

4.1. Direcionamento do Decreto BIM

Tendo como referência os modelos de maturidade BIM, a primeira comparação a ser realizada tem como objetivo definir as diretrizes para a implementação BIM na Diretoria de Projetos e Obras da Universidade Federal de Viçosa, estabelecendo uma relação entre os modelos BIM *Maturity Matrix*, *BIM Assessment Profile* e o Decreto N° 10.306, de 2 de abril de 2020, que institui a utilização do *Building Information Modeling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizadas pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal.

Como já exposto neste trabalho, o decreto BIM estipula as seguintes fases, datas e usos:

Primeira fase a partir de 1º de janeiro de 2021, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de Arquitetura e Engenharia e abrangerá, no mínimo:

- A elaboração dos modelos de arquitetura e dos modelos de engenharia referentes às demais disciplinas.
- A detecção de interferências físicas e funcionais entre as diversas disciplinas e a revisão dos modelos de Arquitetura e Engenharia, de modo a compatibilizá-los entre si.
- A extração de quantitativos.
- A geração de documentação gráfica, extraída dos modelos a que se refere este inciso.

Segunda Fase: a partir de 1º de janeiro de 2024, o BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de projetos de Arquitetura e Engenharia e na gestão de obras e abrangerá, no mínimo:

- Os usos previstos na primeira fase.

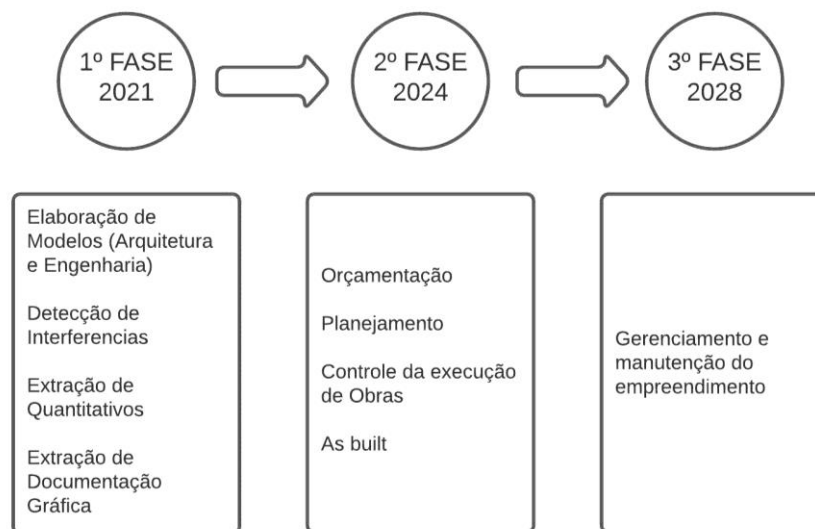
- A orçamentação, o planejamento e o controle da execução de obras.
- A atualização do modelo e de suas informações como construído (*As built*), para obras cujos projetos de Arquitetura e Engenharia tenham sido realizados ou executados com aplicação do BIM.

Terceira fase: a partir de 1º de janeiro de 2028, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de Arquitetura e Engenharia e na gestão de obras referentes a novas construções, reformas, ampliações e abrangerá, no mínimo:

- Os usos previstos na primeira e na segunda fase.
- O gerenciamento e a manutenção do empreendimento após a sua construção, cujos projetos de Arquitetura e Engenharia e cujas obras tenham sido desenvolvidos, ou executados, com a aplicação do BIM.

A Figura 27, a seguir, é a representação esquemática de cada uma das fases, datas e metas alvejados pelo decreto.

Figura 27 – Fases estabelecidas pelo decreto BIM



Fonte: Brasil (2020).

O decreto define o BIM como Modelagem da Informação da Construção – conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da

construção. Logo, parte-se da premissa de que os usos definidos em cada uma das fases se desenrolaram de forma integrada e colaborativa, alinhando o decreto com a visão de alguns autores, relatada neste trabalho, acerca do BIM.

O Decreto, ademais, obriga a utilização do BIM, mas não destaca a utilização do BIM em sua essência, o que pode acarretar o desenvolvimento de modelos nos quais se aplicam novas tecnologias, mas não se aplicam processos de cunho colaborativo, integrado e simultâneo. Isto, por sua vez, desconfiguraria a metodologia BIM entendida em toda sua potencialidade. Neste ponto, os processos de implementação baseados em modelos de maturidade podem contribuir para uma implementação completa, na qual se aplica novas tecnologias, processos e se estabelecem critérios concisos acerca do BIM.

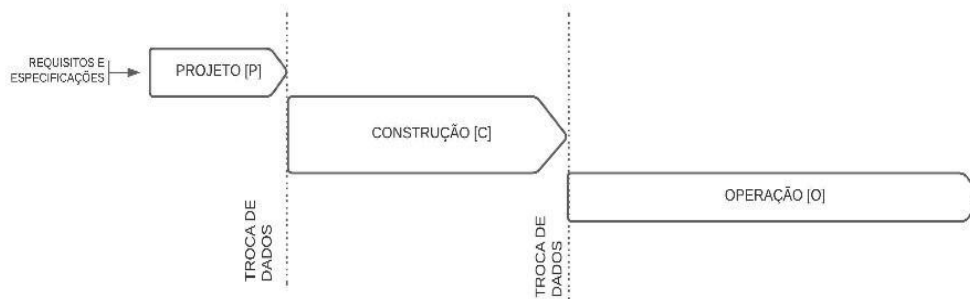
4.2 Estágios BIM

Antes de discutir a abordagem do modelo frente ao Decreto, é preciso resgatar uma visão de Succar (2009), já abordada na revisão de bibliografia, na qual ele destaca relações entre as fases do processo de projeto em cada um dos estágios BIM conceituados pelo autor.

- BIM Estágio 1: Modelagem Baseada em Objetos

No Estágio 1, a implementação é iniciada através da utilização de um software de modelagem da informação, onde os usuários geram modelos de cada disciplina. Esses modelos são usados principalmente para automatizar a geração e a coordenação de documentação 2D, visualizações 3D e exportações de dados básicos como quantitativos (SUCCAR, 2009). Neste estágio, as fases ainda ocorrem de maneira sequencial, conforme destacado na Figura 28.

Figura 28 – Fases do ciclo de vida do projeto no Estágio 1 do BIM – processo linear.



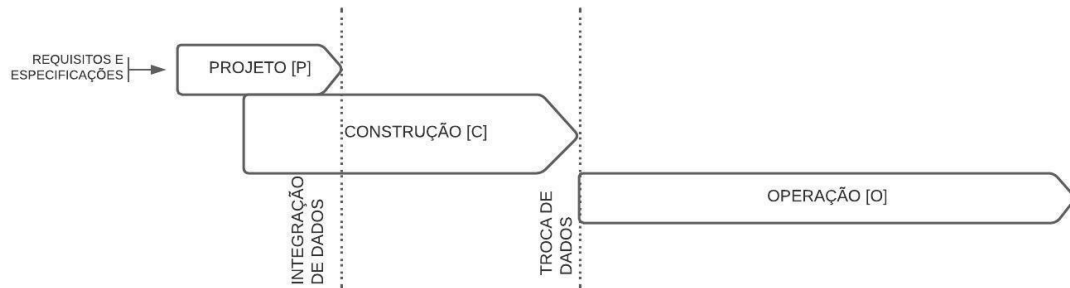
Fonte: Adaptado pelo autor (2021), de Succar (2010).

- BIM Estágio 2: Colaboração baseada em modelo

No Estágio 2, a habilidade mínima definidora é a colaboração baseada em modelo, no qual os agentes trabalham compartilhando informações em disciplinas diferentes. A colaboração baseada em modelo pode ocorrer em uma ou entre duas fases do ciclo de vida do projeto. Exemplos disso incluem o intercâmbio de informações de diferentes disciplinas, Arquitetura e Engenharia, entre projeto e construção e projeto e operações (SUCCAR, 2009).

Nesse estágio (Figura 29), existe uma sobreposição das fases, na qual as partes interessadas, na fase de projetos, alimentam o modelo de informações referente a construção e aquisição, o que gera dados que auxiliam no planejamento e controle da obra e na manutenção da edificação.

Figura 29 – Fases do ciclo de vida do projeto no Estágio 2 do BIM – processo linear



Fonte: Adaptado pelo autor (2021), de Succar (2009).

- BIM Estágio 3: Integração baseada em rede

Neste estágio, os modelos são integrados, compartilhados e colaborativos. Esta integração pode ser alcançada através de tecnologias de servidores, bancos de dados únicos e/ou soluções baseadas em softwares. Do ponto de vista do processo, o intercâmbio síncrono de modelo e os dados baseados em rede fazem com que as fases do ciclo de vida do projeto se sobreponham, formando um processo sem fases. A Figura 30, a seguir, descreve como a integração baseada em rede integra todos os aspectos de projeto, construção e operação.

Figura 30 – Fases do ciclo de vida do projeto no Estágio 3 do BIM – processo linear



Fonte: Adaptado pelo autor (2021), de Succar (2009).

Dado o exposto na pesquisa de Succar (2009), entende-se que, para uma organização atingir determinado Estágio BIM, ela precisa somente utilizar uma ferramenta que a proporcione isto. Succar (2010), ademais, esclarece que os estágios BIM são definidos por seus requisitos mínimos. A exemplo, para considerar uma organização no Estágio 1, a mesma precisa ter iniciado a utilização de uma ferramenta de modelagem e o seu nível de maturidade relata qual a expertise da organização em determinado estágio. O mesmo é válido para os estágios 2 e 3, resguardando as devidas ferramentas e os processos característicos de cada estágio.

4.3 Comparações entre Decreto e estágios BIM

Tendo exposto as características do Decreto BIM e os Estágios BIM abordados por Succar (2009), podemos estabelecer uma comparação entre ambos, na qual se avalia em qual estágio a organização deve estar, à luz da pesquisa de Succar, para atender às exigências do Decreto BIM. O Quadro 9, abaixo, demonstra quais estágios BIM atendem aos requisitos do Decreto N° 10.306.

Quadro 9 – Correlação entre as fases do Decreto BIM, usos e estágios de capacidades BIM

Fases do Decreto BIM	Usos estabelecidos pelo Decreto	Estágios de Capacidades BIM
1º Fase 2021 a 2024	Elaboração de modelos (Arquitetura e Engenharia)	BIM – Estágio 1
	Detecção de Interferências	BIM – Estágio 2
	Extração de documentação gráfica e quantitativos	BIM – Estágio 1
2º Fase 2024 a 2028	Orçamento	BIM – Estágio 2
	Planejamento	BIM – Estágio 2
	Controle e execução de obras	BIM – Estágio 2
	<i>As built</i>	BIM – Estágio 2
3º Fase a partir de 2028	Gerenciamento e manutenção do empreendimento	BIM – Estágio 3

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao correlacionar o Decreto BIM com os estágios BIM propostos pelo Succar (2009), observa-se alguns pontos. Succar (2009) discorre sobre os estágios BIM de maneira sequencial, ou seja, à medida que uma organização desenvolve seu potencial da utilização da metodologia BIM, ela implementa novas ferramentas e,

consequentemente, evolui nos estágios. De maneira semelhante, o Decreto BIM vislumbra uma implementação/usos de forma gradual, à medida que divide as exigências em fases, nas quais aumentam igualmente gradativamente o nível de exigências dos usos pretendidos.

Porém, Succar (2010) esclarece que os estágios BIM são definidos por seus requisitos mínimos, conforme destacado no item 4.2 deste trabalho. Nota-se, a partir daí, que as fases do Decreto não precisam estar alinhadas com o estágio proposto por Succar, mas é possível correlacioná-las conforme apresentado no Quadro 9 e explanado até aqui.

A Fase 1 do Decreto determina os seguintes usos: a elaboração dos modelos de arquitetura e dos modelos de engenharia, a detecção de interferências, a extração de quantitativos e a geração de documentação gráfica. Enquanto o Estágio 1, proposto pelo Succar (2009), diz que os usos nesse estágio são, principalmente, para automatizar a geração e a coordenação de documentação 2D, visualizações 3D e exportações de dados básicos como quantitativos. Em suma, a fase é bem alinhada com o Estágio 1, com exceção do item detecção de conflitos, que está relacionado à colaboração, baseado em modelo ponto inserido num estágio BIM mais avançado – o Estágio 2.

A Fase 2 do Decreto determina os seguintes usos: orçamentação, controle e execução de obras, planejamento e *as-built*. Enquanto o Estágio 2 ressalta que, nesse estágio, existe um intercâmbio de informações de diferentes disciplinas, a Arquitetura e a Engenharia, entre projeto/construção e projeto/operações, o que atende os usos da Fase 2 do Decreto.

A Fase 3 do Decreto, por sua vez, determina que, além dos usos previstos nas fases anteriores, são acrescentados o gerenciamento e a manutenção do empreendimento. Nesse ponto, se destaca que a utilização do BIM já deve estar em um grau de maturidade avançado na instituição, no qual os membros das equipes e organizações parceiras devem dominar as ferramentas de modelagem de informação, colaboração e, principalmente, entender os processos relacionados.

No Estágio BIM 3, há uma sobreposição dos processos e os modelos integrados são objeto central das atividades de projeto, execução, controle e manutenção da edificação.

4.4 Comparação entre o decreto e os elementos de planejamento BIM

Os elementos de planejamento BIM são utilizados nesta pesquisa a partir de seu olhar prescritivo. Após as observações realizadas na revisão de bibliografia desta pesquisa, é possível perceber semelhanças entre o conteúdo apresentado por Ahmad et al. (2012), Arantes (2021), Luke (2019) e por Pereira e Correia (2019), uma vez que todos os autores destacam as atividades que os próprios julgam importantes num processo de implementação. Nota-se, também, a presença destas atividades de forma implícita nos elementos de planejamento BIM, presente na matriz de maturidade *Organizational BIM Assessment Profile*.

Como visto na revisão da literatura, os elementos de planejamento BIM fazem parte dos modelos de maturidade *Organizational BIM Assessment Profile*. Logo, este tópico tem como objetivo correlacionar estes modelos com as exigências do Decreto. Ou seja, objetiva-se avaliar em qual nível de maturidade BIM, estabelecido pelo modelo, a Diretoria de Projeto e Obras deve estar para atender as demandas do Decreto BIM.

Ainda, foi visto que a organização se encontra em um nível de maturidade muito aquém das expectativas e dos usos indiretamente estipulados pelo Decreto BIM. A organização, de um modo geral, encontra-se num nível de maturidade inicial. Porém, ao comparar as exigências do governo com o modelo de maturidade *Organizational BIM Assessment Profile*, temos a seguinte visão, representada no Quadro 10:

Quadro 10 – Correlação entre o Decreto BIM e o *Organizational BIM Assessment Profile*

Fases do Decreto BIM	Usos estabelecidos pelo Decreto	Elementos de Planejamento BIM	Grau de Maturidade
1º Fase 2021 a 2024	Elaboração de modelos (Arquitetura e Engenharia) Detecção de Interferências Extração de quantitativos Extração de documentação gráfica	Estratégia	Gerenciado
		Usos do BIM	Definido
		Processos	Definido
		Informação	Gerenciado
		Infraestrutura	Gerenciado
2º Fase 2024 a 2028	Orçamento Planejamento Controle e execução de obras <i>As built</i>	Estratégia	Gerenciado
		Usos do BIM	Otimizado
		Processos	Gerenciado Quant.
		Informação	Definido
		Infraestrutura	Definido
3º Fase a partir de 2028	Gerenciamento e manutenção do empreendimento	Pessoal	Definido
		Estratégia	Gerenciado
		Usos do BIM	Definido
		Processos	Gerenciado Quant.
		Informação	Definido
		Infraestrutura	Gerenciado Quant.
		Pessoal	Gerenciado Quant.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Foi visto, na revisão bibliográfica, que os níveis de maturidade do modelo *Organizational BIM Assessment Profile* são: Inicial, Gerenciado, Definido, Gerenciado Quantitativamente e Otimizado, e estes representam uma progressão no nível de maturidade da organização. Tendo isto em vista, é possível que uma organização esteja em níveis de maturidade diferentes para cada um dos elementos do planejamento BIM. Observa-se, portanto, no Quadro 12, que, numa mesma fase do decreto BIM, temos exigências de maturidade diferentes para cada um dos elementos de planejamento BIM. Uma informação que merece destaque é que, para atender as exigências da Fase 1 do Decreto, a organização já deve ter certa expertise em BIM.

Ao correlacionar o Decreto BIM com os elementos de planejamento BIM do *Organizational BIM Assessment Profile*, entende-se que se pode fazer a seguinte leitura: nota-se que, para atender as demandas da primeira fase do Decreto, a organização já deve estar num nível de maturidade BIM “Gerenciado e definido para processos e usos”. Isto é, o estágio de maturidade inicial que a organização se encontra ainda é insuficiente para dizer que ela pratica o BIM.

Já na segunda fase do Decreto, um pouco mais complexa, por envolver compatibilização de modelo e intercâmbio de informações, a organização deve evoluir

em seu nível de maturidade, e deve existir domínio das questões relacionadas ao BIM, como intercâmbio de informações entre as disciplinas de Arquitetura e Engenharia, entre Projeto e Construção e Projeto e Operações – o que atende os usos da Fase 2 do Decreto. A organização deve, por conseguinte, ter seus elementos de planejamento BIM bem definidos e gerenciados, além de domínios de softwares e processos.

A Fase 3 do Decreto, por sua vez, determina que, além dos usos previstos em fases anteriores, são acrescentados o de gerenciamento e o de manutenção do empreendimento. Sendo assim, na terceira fase do Decreto, a organização deve estar mais inclinada a gerenciar os processos e ter domínio de todas as atividades BIM, haja vista a necessidade de se praticar um BIM Estágio 3.

4.5 Roteiro para implementação

Relacionado as fases os Estágios BIM propostos Por Succar (2010) com o Decreto BIM podemos dar um passo adiante, que é estabelecer um roteiro para implementação do Decreto, atendendo as suas exigências. Antes disso, torna-se oportuno resgatar algumas informações que irão contribuir com a questão:

- Foi avaliado que a organização se encontra em baixo nível de maturidade para ambos os modelos, e, em nenhum dos casos, a organização é capaz de atender a Fase 1 do Decreto BIM.
- O trabalho de Succar (2009) define Estágio BIM como a habilidade básica para realizar uma tarefa, entregar um serviço ou gerar um produto. É o elemento que define os principais marcos a serem alcançados por equipes e/ou organizações, à medida que adotam tecnologias e conceitos BIM.
- O BIM *Maturity Matrix* é uma matriz focada em avaliação da maturidade e processos de melhoria contínua e, de acordo com Succar (2010), pode ser usada como diretriz de implementação. Ainda assim, sua principal característica é descritiva.
- O modelo de maturidade *Organizational BIM Assessment Profile* faz parte do *BIM Planning Guide for Facility Owners*, um guia desenvolvido pela *Pennsylvania State University*. Esse guia tem o propósito de auxiliar incorporadores da indústria da construção civil no desenvolvimento de planos estratégicos, de

implementação e de aquisição, para a integração do BIM nas organizações (CIC, 2013).

- O Decreto BIM estabelece datas e usos do BIM para organizações públicas.

Logo, a fim de estabelecer um processo de implementação com viés de melhoria contínua, embasado no BIM *Maturity Matrix* e no modelo *Organizational BIM Assessment Profile* e balizado pelo Decreto BIM, o que foi almejado para a instituição será descrito abaixo.

Parte-se dos seguintes pressupostos:

a) O processo é definido em três etapas, sendo essas balizadas pelo Decreto BIM;

b) O BIM *Maturity Matrix* define os estágios BIM organizacional e tem o propósito de validar a capacidade da organização de desenvolver determinada tarefa para o uso pretendido;

c) O *Organizational BIM Assessment Profile* tem o propósito de auxiliar a implementação e a integração do BIM nas organizações. Ele, portanto, será utilizado, nesta pesquisa, como guia, pois este modelo tem visão alinhada ao conteúdo abordado pelos planos de implementação, conforme visto no item 2.6 dessa dissertação.

Em resumo, conforme apresentado no Quadro 11, observa-se que as funções prescritivas do *Organizational BIM Assessment Profile* estão relacionadas aos elementos de planejamento BIM, enquanto as funções descritivas do BIM *Maturity Matrix* relacionam-se com os estágios BIM. Por fim, o Decreto BIM estabelece metas de desempenho a serem atingidas durante a implementação.

Quadro 11 – Relação entre decreto BIM, Estágios BIM e Elementos de Planejamento BIM

Meta de Desempenho		Funções Descritivas	Funções Prescritivas	
Fases do Decreto BIM	Usos estabelecidos pelo Decreto	Estágios BIM	Elementos de Planejamento BIM	Grau de Maturidade
1º Fase 2021 a 2024	Elaboração de modelos (Arquitetura e Engenharia)	BIM – Estágio 1	Estratégia	Gerenciado
			Usos do BIM	Definido
	Detecção de Interferências	BIM – Estágio 2	Processos	Definido
			Informação	Gerenciado
Extração de documentação gráfica e quantitativos	BIM – Estágio 1	Infraestrutura	Gerenciado	
		Pessoal	Gerenciado	
2º Fase 2024 a 2028	Orçamento	BIM – Estágio 2	Estratégia	Gerenciado
			Usos do BIM	Otimizado
	Planejamento	BIM – Estágio 2	Processos	Gerenciado Quant.
			Informação	Definido
Controle e execução de obras <i>As built</i>	BIM – Estágio 2	Infraestrutura	Definido	
		Pessoal	Definido	
3º Fase a partir de 2028	Gerenciamento e manutenção do empreendimento	BIM – Estágio 3	Estratégia	Gerenciado
			Usos do BIM	Definido
			Processos	Gerenciado Quant.
			Informação	Definido
			Infraestrutura	Gerenciado Quant.
Pessoal	Gerenciado Quant.			

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Dado o exposto até o momento, foi elaborado um roteiro para a implementação BIM dividido em etapas e em passos, conforme exposto na Figura 31 e descrito a seguir.

As etapas representam um planejamento a longo prazo, no qual devem ser estimados os usos pretendidos e o tempo de implementação. Já os passos representam as ações do roteiro de implementação, que devem ser repetidas a cada etapa de planejamento. Para a elaboração do roteiro, foi utilizado o modelo de maturidade *BIM Maturity Matrix*, com a finalidade de avaliar se a organização atendeu os quesitos estabelecidos (função descritiva) e o *Organizational BIM Assessment Profile*, para determinar as diretrizes do processo (função prescritiva). Por último, o Decreto BIM serve como elemento de planejamento que estipula as metas e objetivos a serem atingidos.

O primeiro passo do roteiro é definir um período de tempo para a implementação. Este período deve ser dividido em três etapas. No caso desta pesquisa, o período é balizado pelo Decreto BIM, conforme apresentado no

Quadro 11. O segundo passo do roteiro é definir os usos de interesse organizacional; no nosso caso, os usos são estabelecidos pelo decreto BIM (Quadro 11).

O terceiro passo do roteiro é definir em qual estágio BIM, de acordo com o trabalho de Succar (2009), a organização deve se encontrar para atender aos usos pretendidos.

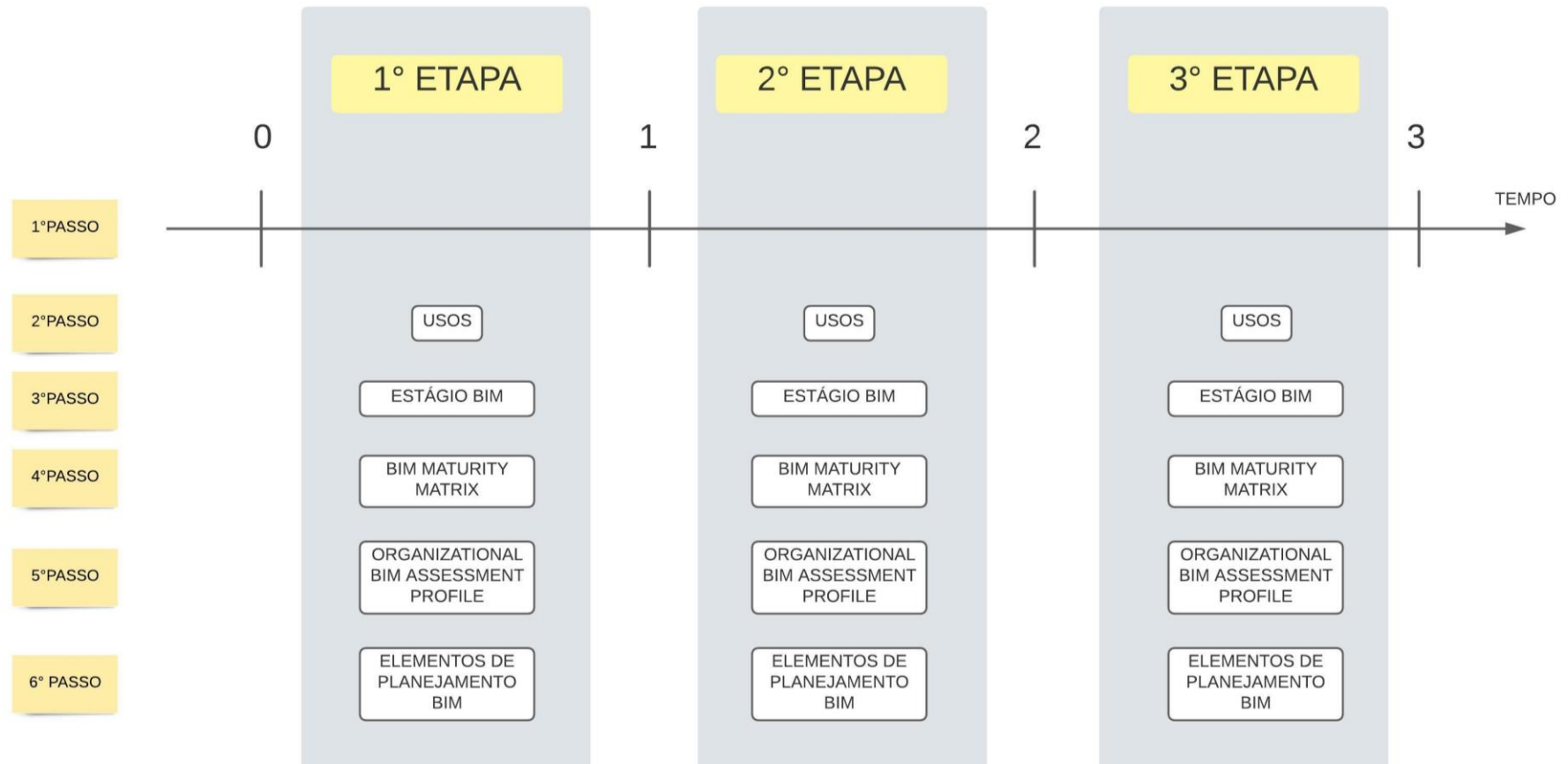
O quarto passo é avaliar a maturidade BIM com base no *BIM Maturity Model*, para visualizar se a organização está, ou não, madura em determinado estágio e, conseqüentemente, se é capaz de atender determinado uso.

O quinto passo do roteiro é avaliar a maturidade BIM com base no *Organizational BIM Assessment Profile* para, posteriormente, traçar um planejamento de implementação.

O sexto passo é utilizar os elementos de planejamentos BIM para traçar as diretrizes de implementação BIM. Estas diretrizes devem ser consoantes com o que foi visto no item 2.4. Ou seja, o sexto passo desdobra-se nas atividades propostas por pelos autores já mencionados (AHMAD et al. 2012; ARANTES, 2021; LUKE, 2019; MPDFT, 2020; PEREIRA; CORREIA, 2019).

Ao fim de cada ciclo estabelecido, a organização deve realizar nova avaliação de maturidade, a fim de ajustar os processos de implementação e, assim, corrigir possíveis desvios.

Figura 31 – Roteiro para implementação BIM com foco em modelos de maturidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

5 AVALIAÇÃO DO ROTEIRO

A etapa de avaliação tem como objetivo validar o roteiro proposto, pautado em métodos de melhoria contínua, e sua aplicação no cenário exposto. Além disso, possibilita aprimorá-las com base nas críticas dos avaliadores. Tendo isto em vista, foi solicitado que cada um dos avaliadores respondesse um questionário (Apêndice I), para ser obtida essa avaliação. Os resultados obtidos serão expostos a seguir.

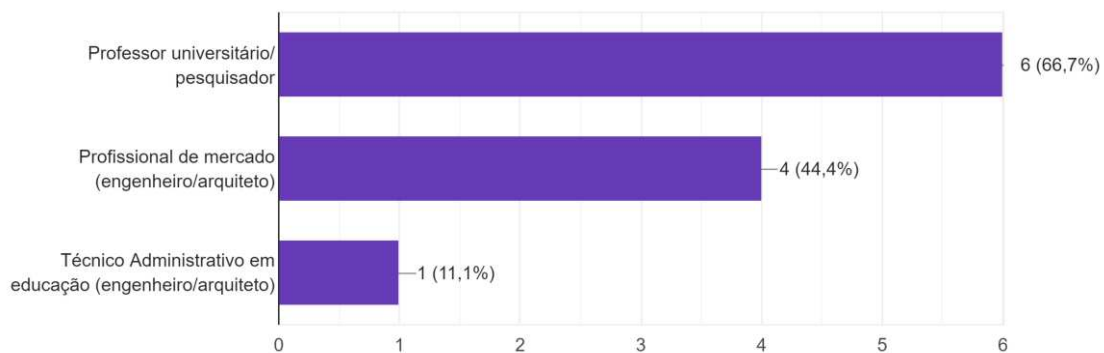
Embora o questionário tenha sido enviado a 25 pesquisadores, professores e especialistas, os que efetivamente contribuíram com a pesquisa foram nove pessoas, dos quais se destacam os professores universitários/pesquisadores.

Os avaliadores que contribuíram com a pesquisa são representados dentro dos seguintes grupos:

- Quatro professores/pesquisadores;
- Dois professores/pesquisadores e profissionais do mercado;
- Dois profissionais de mercado;
- Um técnico administrativo em educação (arquiteto/engenheiro)

A Figura 32 exprime essa relação:

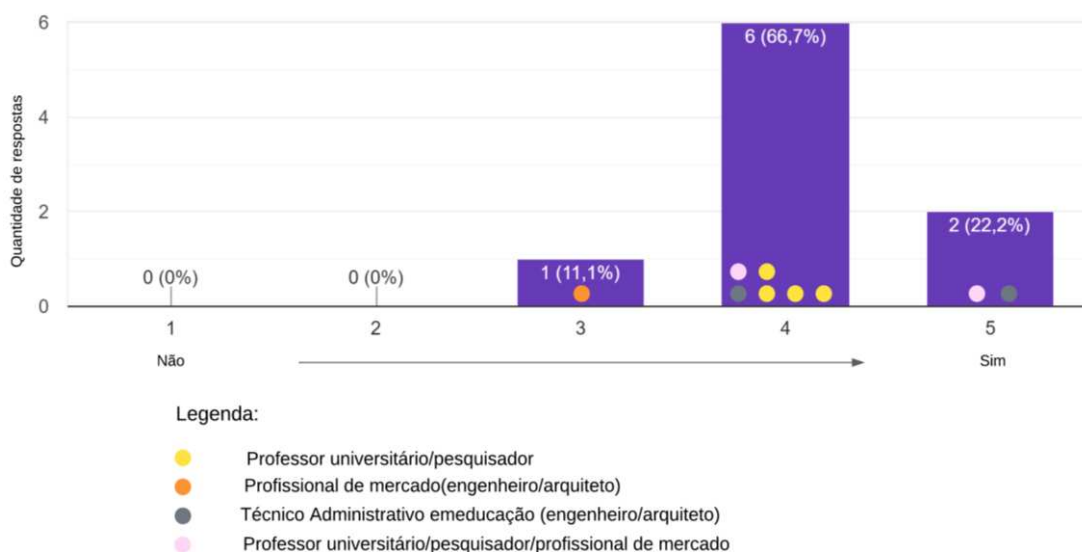
Figura 32 – Percentual de avaliadores e área de atuação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em primeiro lugar, uma das questões do questionário busca compreender se os avaliadores julgam pertinente a utilização de diretrizes de implementação BIM com base nos modelos de maturidade BIM. O resulta, apresentado na Figura 33, expressa que 89,9% dos avaliadores julgaram que, sim, é pertinente.

Figura 33 – Avaliadores que consideram pertinente a utilização de diretrizes BIM com base nos modelos de maturidade

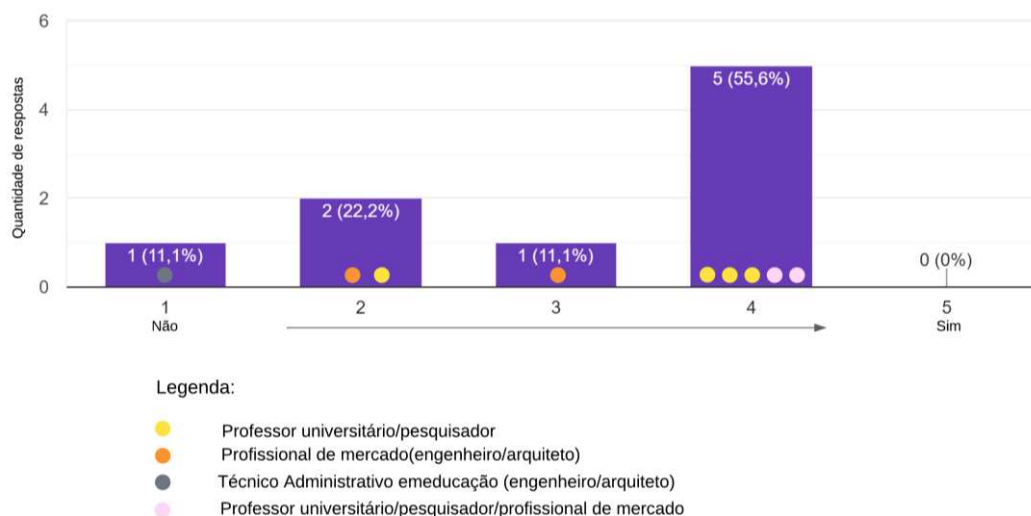


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao responder desta forma, a maioria dos avaliadores demonstram observar nos processos de implementação baseados em modelos de maturidade o mesmo observado por Viana e Carvalho (2021). Isto porque estes autores destacam a possibilidade de controlar a qualidade, repetitividade e grau de excelência dos processos e entregáveis.

Quando questionados se consideram o roteiro exequível, observou-se uma concentração maior das respostas dos professores universitários a favor do roteiro, sendo que cinco deles atribuíram nota quatro para “sim, considero exequível/factível”. Desta forma, com base nessas respostas, podemos considerar o roteiro factível, tendo em vista que 55,6% dos avaliadores concordam com o mesmo e, nestes grupos, estão membros detentores de notório conhecimento sobre o tema. A Figura 34 representa o percentual das repostas e agrupa os avaliadores por concordância na avaliação.

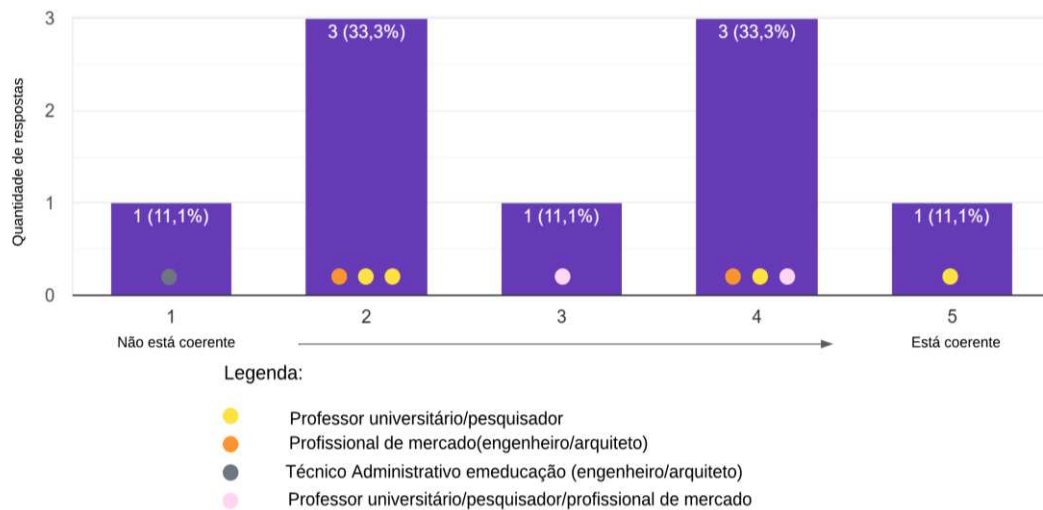
Figura 34 – Avaliadores que julgam exequível/factível



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Outra pergunta realizada aos avaliadores era se, conceitualmente, o roteiro proposto para a implementação estava coerente ou não, e os avaliadores atribuíram notas de 1 a 5, sendo que 1 significava “não está coerente” e 5 representava “está completamente coerente”. Observou-se que não houve padrão nas repostas. Portanto, a Figura 35 ficou equilibrada, dado que parte dos avaliadores considera coerente e outra parte não considera coerente. Ao nos determos nas expertises dos avaliadores, esta falta de padrão das respostas se confirma – os professores universitários/pesquisadores por exemplo, tiveram suas respostas difusas e sem padrão.

Figura 35 – Avaliadores que julgam a proposta coerente ou não coerente



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Por outro lado, ao serem questionados se fariam alguma alteração nos modelos, alguns dos avaliadores destacaram questões que podem contribuir para esclarecer alguns pontos e para o redesenho do modelo. As propostas de alteração são:

- Questão 01: O fluxograma não é autoexplicativo;
- Questão 02: Não há distinção entre os passos e as etapas;
- Questão 03: Incorporar ao diagrama a fase inicial do diagnóstico (caracterização organizacional);
 - Questão 04: Incorporar em um mesmo passo os Estágios BIM e a Maturidade BIM, pois são conceitos complementares;
 - Questão 05: Criar marcos de validações;
 - Questão 06: Para uma instituição pública, é importante ressaltar a necessidade de um modelo para cada autarquia, pois existentes diferenças nos usos e a necessidade de maturidade para cada abordagem dos usos;
 - Questão 07: A abordagem está fundamentalmente restrita a uma estratégia de implementação “*top-down*”. Faltam estratégias, táticas técnicas “*bottom-up*” para solidificação de uma cultura organizacional forte, que esteja engajada com a prática BIM;

- Questão 08: Os modelos apresentados são generalistas e em nenhum deles observa-se a questão regional. Seria importante que fosse abordada a interferência do meio, local de implantação e a maturidade dos contratantes e fornecedores de serviços regionais;

- Questão 09: O Decreto é um instrumento normativo que pode ser revogado a qualquer momento. Por isso, parece haver uma insegurança jurídica para a implantação em diversos setores da administração pública.

Os avaliadores fizeram suas observações em pontos distintos do modelo, dado que alguns sugeriram alterações na estrutura do modelo, enquanto outros questionaram questões conceituais, relacionadas às propostas. Todos os pontos levantados foram relevantes para a conceituação e a estruturação do modelo final. Com base nos questionamentos, as alterações e a discussão de cada uma das questões serão discutidas a seguir.

- Resposta à questão 01: De fato, o modelo proposto é complexo e, para o seu entendimento, é necessário um material de apoio. Com a intenção de facilitar o entendimento do modelo, este foi revisado com o objetivo de transparecer melhor sua intenção, seus passos e suas etapas;

- Resposta à questão 02: Assim como na questão anterior, a revisão do modelo visa facilitar o entendimento e, com isso, distinguir claramente as etapas dos passos;

- Resposta à questão 03: O diagnóstico institucional é, inclusive, um item da abordagem metodológica DSR, que compreende o entendimento do problema, e sua inserção no modelo é algo pertinente;

- Resposta à questão 04: Succar (2010), quando conceitua os estágios BIM, deixa explícito que, para cada estágio BIM, existe uma maturidade BIM e, no modelo proposto, estas etapas estão em sequência justamente por causa da sua interligação. Ao revisar o modelo, houve a tentativa de esclarecer essa questão de forma mais didática;

- Resposta à questão 05: Os marcos de validação, na visão deste pesquisador e da proposta em questão, são as etapas quatro e cinco, uma vez que,

ao atingir o nível de maturidade otimizado dentro do estágio em questão, a organização está validando a sua competência BIM e a capacidade de entregar um produto ou serviço;

- Resposta à questão 06: De fato, dentro da estrutura organizacional da Universidade, existem diferentes níveis hierárquicos envolvidos nos processos BIM – que, por sua vez, demandam níveis de envolvimento e entendimento diferentes. Porém, dentro da organização, a Diretoria de Projetos e Obras é o órgão que demandará a maior expertise em BIM e, por isso, essa pesquisa manteve seu foco nele;

- Resposta à questão 07: Ao observar os elementos de planejamento BIM e seus desdobramentos, utilizados a seguir para nortear as diretrizes, percebe-se a intenção de uma implementação BIM em todo o contexto universitário, uma vez que existe o provimento de ações voltadas aos agentes participantes das duas pontas da pirâmide de implementação *top-down/bottom-up*;

- Resposta à questão 08: Dada a dificuldade de abordar os níveis de maturidade de fornecedores, e pelo fato de a organização desenvolver seus projetos, na maioria dos casos, com sua própria equipe e sem contratação de serviços externos, esta pesquisa se limitou ao universo organizacional e aos processos de projetos. Afirma-se com convicção, contudo, que, para um Estágio BIM mais elevado, é necessária a participação de outros agentes e estes devem ter níveis de maturidade compatíveis;

- Resposta à questão 09: Embora o Decreto seja um instrumento normativo, podendo ser revogado a qualquer momento, existem inúmeras vantagens de se trabalhar a partir da metodologia BIM – algo que já foi argumentado e justificado por diversos autores. Logo, caso o Decreto seja revogado, nada impede que a organização implemente tal método. Por este motivo, após revisão, embora ainda se considere o Decreto, o modelo não está mais amarrado a ele como antes.

5.1 Versão corrigida do modelo

Com base nas questões e discussões apresentadas anteriormente nesse trabalho, o modelo foi revisto, com o fim de facilitar seu entendimento e aprimoramento. Sua versão final está disposta na Figura 36.

O primeiro modelo foi dividido em dois eixos, o horizontal, que descrevia os passos, e o vertical, que dizia respeito às etapas. Contudo, os avaliadores questionaram o entendimento do modelo, devido a esta organização (cf. Questão 01 e Questão 02). A fim de sanar esta questão, a versão final do modelo traz um redesenho do mesmo, no qual são contemplados passos no eixo vertical. Portanto, entende-se que esta é uma forma mais apropriada de apresentação.

Outra questão levantada pelos avaliadores foi o fato da caracterização do objeto de estudo não estar inserida no modelo. Após revisão do mesmo, esta questão foi inserida como primeiros passos, no qual se busca uma aproximação e o entendimento da organização para, posteriormente, preencher as matrizes de maturidade.

Um outro aspecto acrescentado no modelo foi a função de cada um dos passos. Sendo assim, observa-se o seguinte:

- Passo 1: caracteriza a organização;
- Passos 2 e 3 passos: contemplam o planejamento da organização no que diz respeito à usos (aplicações BIM e cronograma);
- Passos 4 e 5: objetivam alcançar a função descritiva da matriz de maturidade BIM de Succar (2010), que descreve se a organização atingiu determinado nível de excelência no estágio correspondente. Portanto, funciona como ferramenta de validação (função descritiva);
- Passos 6 e 7: Têm como função prescrever/planejar as diretrizes com bases no modelo proposto por CIC (2013).

Logo, o roteiro foi redesenhado a partir do exposto e está representado na Figura 36. Os passos do roteiro, por sua vez, foram agrupados em quatro grupos, assim descritos:

- Diagnóstico: neste grupo, a organização deve preparar um diagnóstico organizacional com o objetivo de caracterizar a infraestrutura, o corpo técnico, os processos e as partes envolvidas nos processos institucionais. Este passo se faz importante, pois subsidia as respostas dos modelos de maturidade;

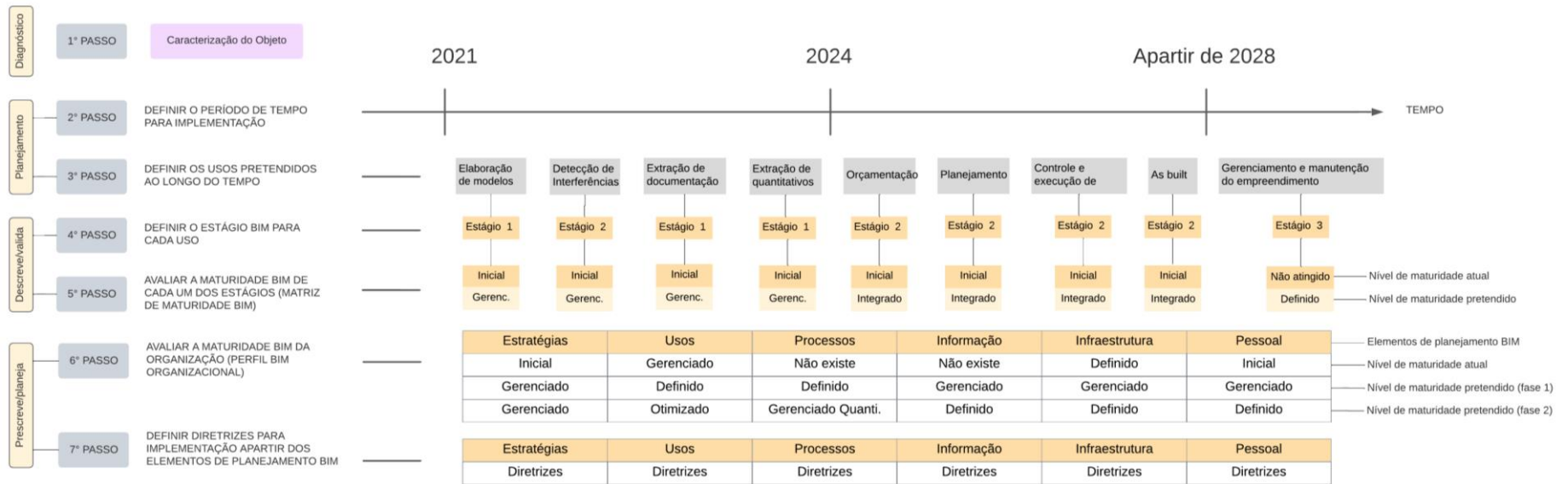
- Planejamento: neste grupo, estão inscritos os passos 2 e 3, que definem, respectivamente, o período de tempo para a implementação e os usos almejados pela organização. Para efeito deste estudo, foi utilizado o Decreto BIM, como balizador de tempo e definidor os usos;

- Descreve/valida: neste grupo, estão inscritos os passos 4 e 5, que resgatam o estudo do Succar (2010) para traçar uma abordagem descritiva de cada uso e, posteriormente, validar a capacidade da organização de operar suas atividades em determinado estágio/uso.

- Prescreve/planeja: neste grupo, estão os passos 6 e 7, que têm como objetivo avaliar a maturidade da organização conforme os elementos de planejamento BIM e, a partir desta avaliação, traçar as diretrizes de implementação BIM para a organização. Estas diretrizes devem ser consoantes com o que foi visto no item 2.4.

Tendo realizados todas as etapas, e em períodos de tempo programados, a organização deve visitar o roteiro, com a finalidade de reajustar o processo de implementação, conforme aumentar seu nível de maturidade.

Figura 36 – Revisão do roteiro para implementação BIM com foco em modelos de maturidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nota-se, portanto, que a abordagem, após a revisão do modelo, é embasada nos mesmos elementos tratados até aqui, que são, respectivamente, o Decreto BIM, o *BIM Maturity Model* e *Organizational BIM Assessment Profile*. Espera-se, portanto, que o roteiro funcione como uma ferramenta que possibilite controlar o processo de implementação.

6 DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM NA DPO

As diretrizes apresentadas nesta pesquisa têm como objetivo explicar o que deve ser feito pela organização e não como deve ser feito. Entende-se que esta abordagem, o como deve ser feito, pode ser uma proposição de trabalhos futuros, sendo assim abordada com mais detalhes.

Dito isso, foram realizados os seguintes passos do roteiro de implementação:

Passo 1: caracterização/ diagnóstico do objeto;

Passo 2: definição do período de tempo para implementação que é balizado pelo decreto BIM;

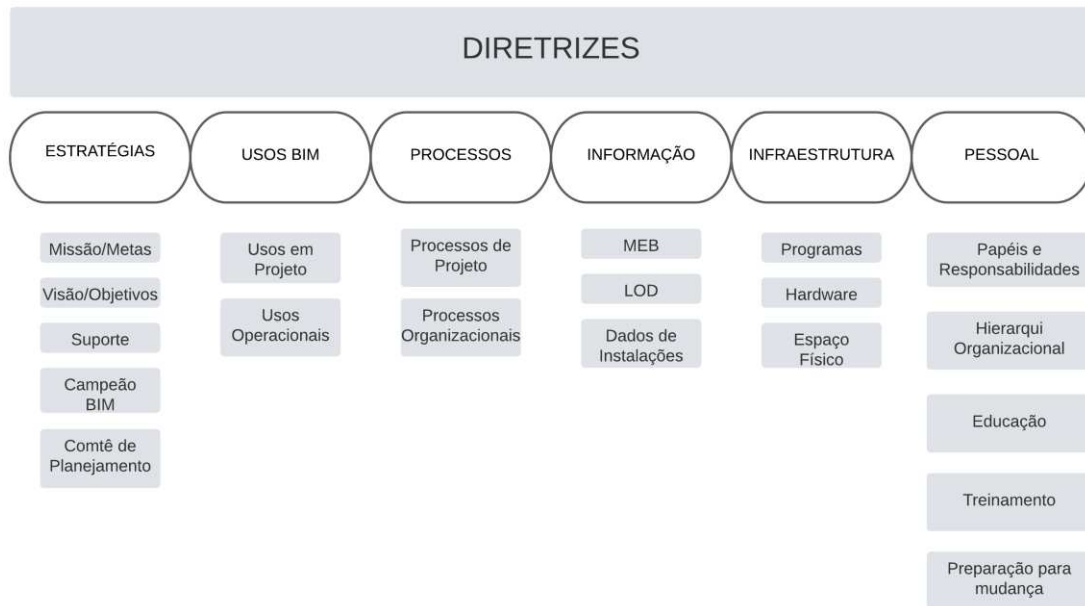
Passo 3: definição dos usos;

Passo 4: definição dos estágios BIM para cada um dos usos (Quadro 11).

Passo 5: avaliação da maturidade BIM com base no BIM Maturity Matrix (Tabela 5);

Passo 6: avaliação da maturidade BIM com base no *BIM Assessment Profile* (Tabela 12) e apresentação, a partir dos elementos de planejamento BIM, das diretrizes para a implementação BIM para Diretoria de Projetos e Obras. A FIGURA 37 ilustra a decomposição dos elementos de planejamento BIM em diretrizes.

Figura 37 – Decomposição dos elementos de planejamento BIM em diretrizes



Fonte: Adaptado pelo autor (2022), de CIC (2013).

Antes de estabelecer as diretrizes para implementação BIM para a DPO, torna-se oportuno correlacionar os elementos de planejamento BIM com a visão de alguns autores e organizações (AHMAD et al. 2012; ARANTES, 2021; LUKE, 2019; MPDFT, 2020; PEREIRA; CORREIA, 2019) que, de fato, pesquisam e implementarão o BIM em suas rotinas. Para tanto, o Quadro 12 apresenta, em 20 linhas, os elementos de planejamento BIM decompostos e os correlacionam com a abordagem dos autores presentes nas colunas A, B, C, D, e E.

Foi marcado um X na célula que apresenta uma concordância entre os elementos de planejamento BIM e a abordagem dos trabalhos visitados. Nota-se a grande abrangência dos elementos de planejamento BIM uma vez que existe concordância na maioria dos itens presentes embora as abordagens sejam diferentes dentre os casos.

Quadro 12– Comparação entre os elementos de planejamento BIM e abordagem de implementação BIM de diferentes grupos

Elementos de Planejamento BIM			A	B	C	D	E
			AHMAD et al. (2012)	Arantes, (2021)	Luke, (2019)	MPDFT, (2020)	Pereira, S. M. S. De A.; Correia, M. C, (2019)
Estratégias	1	Missão/Metas	x	x	x	x	x
	2	Visão/Objetivos	x	x	x	x	x
	3	Suporte	x				
	4	Campeão BIM				x	
	5	Comitê de Planejamento			x	x	x
Usos BIM	6	Usos em Projeto	x	x	x	x	x
	7	Usos Operacionais	x	x	x	x	x
Processos	8	Processos de Projeto	x	x	x	x	x
	9	Processos Operacionais	x	x	x	x	x
Informação	10	MEB	x			x	
	11	LOD	x			x	
	12	Dados de Instalações	x			x	
Infraestrutura	13	Programas	x	x	x	x	x
	14	Hardware	x	x	x	x	x
	15	Espaço Físico			x		
Pessoal	16	Papéis e Responsabilidades		x			x
	17	Hierarquia Organizacional		x		x	x
	18	Educação	x	x	x	x	x
	19	Treinamento	x	x	x	x	x
	20	Preparação para mudança		x	x	x	x

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Portanto, parte-se da premissa que os elementos de planejamento BIM estabelecem uma visão estratégica sobre a implementação, além de abrangerem a maioria dos aspectos que são tratados em processos de implementação.

Para esta pesquisa, o Decreto BIM foi utilizado como referência e balizador de planejamento de tempo e aplicação. Mas, nada impede de outra organização utilizar o mesmo roteiro, porém, sem as delimitações do decreto.

Nesse sentido, as diretrizes para implementação foram divididas em três etapas semelhantes ao proposto pelo Decreto.

6.1 Etapa 1

A partir de 2021, o Governo federal passou a exigir de determinados órgãos que seus projetos e obras sejam desenvolvidos utilizando métodos embasados em BIM. A fim de atender as exigências do Decreto, é preciso estabelecer algumas

diretrizes, para que o órgão possa traçar suas políticas e processos. Sendo assim, estão dispostas abaixo as diretrizes para a implementação BIM para a Diretoria de Projetos e Obras da Universidade Federal de Viçosa, que é o objeto de estudo desta pesquisa.

➤ *Estratégia*

- *Missão Organizacional e Metas* – Estabelecer, por meio de políticas internas, missão e metas para utilizar a metodologia BIM. Observa-se que estes são direcionados pelo Decreto BIM e pela própria conjuntura institucional.
- *Visão e Objetivos BIM* – Estabelecer visão de longo prazo. Assim como no item anterior, este ponto é direcionado pelo Decreto.
- *Suporte de Gestão* – Buscar suporte da administração superior, que deve estar em nível de maturidade gerenciado, uma vez que deve respaldar a equipe e empreender recursos financeiros para amparar no fator tecnológico e educacional. Neste ponto, a organização deve buscar apoio e empenho das instâncias superiores, Reitoria e Pró-Reitoria, a fim de prover recursos para implementação.
- *Campeão BIM* – Reconhecer o campeão BIM. Assim como na proposta de Succar (2010), o campeão BIM é um líder que se destaca em sua utilização. Para nível de maturidade gerenciado, que deve ser alcançado pela organização, este deve ter comprometimento de tempo adequado e ser reconhecido pelas chefias.
- *Comitê de Planejamento* – Criar formalmente um comitê de planejamento BIM. No nível de maturidade Gerenciado, a organização deve ter um comitê BIM formalizado e reconhecido pelas chefias – no caso, pela pró-reitor e pelo diretor. O Comitê, em si, deve, no mínimo, ter um representante de cada divisão da Diretoria de Projetos e Obras.
- A consolidação do item anterior é fator crucial para um planejamento adequado para a implementação BIM na organização, uma vez que reconhece a implementação BIM, além de formalizá-la na instituição. Os tópicos abordados referentes ao elemento estratégias fazem, indiretamente, alusão ao campo das políticas estabelecidas por Succar (2010) em seu trabalho – além de serem ações voltadas aos agentes participantes das duas pontas da pirâmide de implementação “*top-down/bottom-up*”.

➤ *Usos BIM*

- *Usos de Projeto* – Buscar treinamento nas ferramentas de modelagem para atender aos usos atribuídos. Tendo em vista que o Decreto BIM estabelece, na primeira fase, a elaboração de modelos, a compatibilização de projetos, a extração de quantitativos e a documentação gráfica, entende-se que, nesse momento, a organização deva ter os usos bem definidos. Por este motivo, ela deve estar no grau de maturidade Definido;

- *Usos Operacionais* – Embora essa pesquisa tenha como recorte as fases de projeto, os usos operacionais devem acompanhar os usos de projeto e, num nível definido, deve existir a inserção de dados referente à edificação, existente no modelo, de maneira manual, a fim de subsidiar quesitos de manutenção da edificação.

➤ *Processos*

Como visto na avaliação de maturidade da organização, a mesma não possui maturidade para os itens abaixo. Por isso, a equipe de planejamento deve galgar, ainda, alguns passos, para então atingir os níveis que se correlacionam com as atividades da Fase 1 do Decreto.

- *Processos de Projeto* – A organização deve estabelecer/atingir um nível definido para processos de projeto, no qual os processos devem ser detalhados e documentados para usos BIM primários;

- *Processos Organizacionais* – Estabelecer/atingir um nível de maturidade considerado definido, no qual as atividades são detalhadas e documentadas para cada uso previsto.

➤ *Informação*

- *Discriminação do elemento do modelo* – Buscar o entendimento sobre o tema, com o objetivo de atingir o nível de maturidade Gerenciado. Para tanto, a organização deve criar dois níveis de discriminação de elementos, nos quais exista componentes genéricos e componentes prioritários, para, posteriormente, comporem o modelo da edificação;

- *Nível de desenvolvimento (LOD)* – A organização deve buscar critérios de padronização do LOD. Estes critérios devem balizar o nível de desenvolvimento com as fases do projeto, seja ela a de estudo preliminar ou a de projeto executivo. Atualmente, a organização não possui maturidade no que diz respeito ao LOD do modelo;

- *Dados de instalação* – A organização não possui maturidade para o item. Mas, para atender as demandas do Decreto BIM, deve buscar atingir um nível de maturidade Gerenciado. Sendo assim, a organização deve definir e padronizar os dados de instalações e alinhá-los aos elementos do modelo.

➤ *Infraestrutura*

Nesse quesito, Infraestrutura, a organização tem se destacado, pois recebeu alguns aportes para potencializar a adoção do BIM.

- *Programas* – De acordo com a avaliação de maturidade realizada, a organização possui um grau de maturidade Definido, que atende as expectativas da Fase 1 do Decreto BIM. Sendo assim, para este quesito a organização atende ao necessário;

- *Hardware* – A organização deve buscar atualizar seus hardwares, para que eles possam suportar o processamento de informações. Por isso, encontra-se em nível de maturidade Inicial.

- *Espaço Físico* – O espaço físico foi reformado recentemente e os membros da equipe trabalham num ambiente que proporciona a comunicação. Logo, foi considerado em nível de maturidade Definido, o que está adequado para as prospecções da organização.

➤ *Pessoal*

- *Papéis e Responsabilidades* – A fim de galgar os primeiros passos da implementação e as exigências do Decreto a organização deve aspirar, para papéis e responsabilidade, o nível de maturidade gerenciado, no qual admite responsabilidade para um grupo BIM multidisciplinar;

- *Hierarquia Organizacional* – Assim como no item anterior, e respaldado aos principais guias de implementação, vistos na revisão bibliografia, deve-se definir

uma equipe de implementação, que operacionalizará os primeiros processos e estabelecerá o nível de maturidade gerenciado. Esta equipe de implementação deve ser composta por, no mínimo, um representante de cada disciplina de projeto e um gestor, que será o responsável por coordenar o processo;

- *Educação* – Com o objetivo de conscientizar a equipe sobre as mudanças culturais, o comitê de planejamento BIM deve estabelecer programas de educação formais e, assim, atingir o nível de maturidade Gerenciado para Educação. Este programa deve contar com seminários acerca do BIM, buscando conscientizar a equipe sobre os processos e as possíveis vantagens do método;

- *Treinamento* – Deve ser definido um programa de treinamento para todas as partes que interagem com o BIM. O objetivo do treinamento é desenvolver a capacidade dos membros de interagirem com os softwares de suas disciplinas.

- *Preparação para mudança* – Tendo as necessidades estabelecidas, deve-se buscar o compromisso da administração superior, com o objetivo de apoiar os processos, além de custearem e apoiarem o programa de educação.

Em paralelo às atividades relacionadas aos elementos de planejamento BIM, o comitê BIM deve aplicar a avaliação de maturidade BIM, estabelecida por Succar, em períodos regulares previamente definidos, para, então, medir a evolução institucional e, posteriormente, determinar onde alocar seus recursos. Realizando a avaliação de maturidade a organização conseguirá mapear sua evolução dentro de cada estágio BIM e, conseqüentemente, atender as exigências do Decreto BIM.

6.2 Etapa 2

O segundo marco de implementação BIM exigido pelo Decreto iniciar-se-á a partir de janeiro de 2024 e as exigências – orçamentação, planejamento, controle e execução e *As-built* – estão intrinsecamente relacionadas com o Estágio 2 BIM. As características desses estágios já foram discutidas nesse trabalho, mas é bom lembrar que eles tratam de uma colaboração baseada em modelo e as demandas do Decreto exigem a inclusão de novas ferramentas em meio ao processo, proporcionando atividades não previstas na fase anterior.

Neste momento, o planejamento das atividades é semelhante ao da etapa anterior. Por conseguinte, os elementos aqui resgatados que objetivam atender a

competências BIM são, basicamente, os mesmos expostos na etapa anterior, com ênfase, porém, no projeto colaborativo e integrado. Sendo assim, o comitê BIM deve buscar atuar nos campos políticas, processos e tecnologias, para que desenvolva a maturidade BIM do Estágio 2 e, assim, conseguir atender as demandas do Decreto.

Para a Fase 2 do Decreto, os usos previstos são os mesmos da fase anterior, acrescidos de orçamento, planejamento e controle, execução de obra e *As-built*. Isto porque, como visto na revisão de bibliográfica, as atividades de planejamento da obra começam a se sobrepor às atividades de projetos e, com isso, a organização deve revisar os elementos do planejamento BIM. Sendo assim, temos o exposto abaixo.

➤ *Estratégias*

- *Missão organizacional e metas* – A organização deve galgar mais um nível de maturidade, o Definido. Nesse sentido, deve ser definida a missão organizacional;
- *Visão e Objetivos BIM* – Elementos como visão e objetivos devem estar definidos para consolidar e direcionar as políticas;
- *Suporte de gestão* – A administração superior deve dar suporte à implementação BIM, com comprometimento dos recursos adequados para desenvolver as atividades, tendo em vista o acréscimo de novos softwares e processos;
- *Campeão BIM* – Nesse momento, deve haver o comprometimento de vários membros da equipe. Tendo em vista que foi iniciada a Fase 1 do programa de Educação, pressupõem-se que despontem novos campeões BIM;
- *Comitê de Planejamento BIM* – Nesta fase, o comitê de planejamento, que antes era único, deve se desdobrar em comitês multidisciplinares. Além disso, a criação destes comitês deve ser formalizada.

➤ *Usos do BIM*

- *Usos em projeto* – Para atender as demandas da Fase 2 do Decreto BIM, no qual existe um intercâmbio de informação maior entre as fases do processo, a organização deve atingir os níveis de maturidade Gerenciado e Quantitativo, no qual

o uso do BIM é extensivo a várias equipes e fases do processo de projeto da edificação;

- *Usos operacionais* – Como já mencionado, essa pesquisa tem como recorte a fase Projeto, mas os usos operacionais devem acompanhar o nível de maturidade dos usos de projeto.

➤ *Processos*

- *Processo de Projeto* – Como o Decreto BIM exige a utilização do BIM na fase Planejamento e Controle de obra, a organização precisa atender a um nível de maturidade mais elevado quanto o quesito é projeto. Assim, os processos devem ser detalhados e documentados para todos os usos ou usuários do BIM. Portanto, o nível de maturidade compatível deve ser gerenciado quantitativamente para fazer frente às exigências do Decreto;

- *Processos Organizacionais* – Como nesta etapa existe a integração dos elementos da fase Pós-projeção, há a inclusão de atores responsáveis pelas fases de Planejamento e Execução. Com isso, os processos se tornam mais complexos, tornando necessário gerenciar essas informações – o que é compatível com nível de maturidade gerenciado quantitativamente.

➤ *Informação*

- *Discriminação do elemento do modelo* – Os elementos modelos devem ser bem discriminados e devem estar alinhados com os padrões da indústria, pois envolveram atividades de orçamento, planejamento e monitoramento de obras. Por isso, o nível de maturidade deve ser definido;

- *Nível de desenvolvimento (LOD)* – Alinhar os níveis de detalhamento com os padrões da indústria. Assim como no item anterior, o nível de maturidade deve ser definido;

- *Dados de instalações* – Os dados de instalações, tal qual no item anterior, devem estar alinhados com os padrões da indústria. Isto irá proporcionar maior precisão nas fases de Projeto e Orçamento.

➤ *Infraestrutura*

- *Programas* – Como a demanda estabelecida pelo Decreto envolve planejamento, orçamento e execução, faz-se necessário avançar ao nível definido de Maturidade, no qual softwares BIM são mais avançados. Nesse ponto, é necessário incluir de novos softwares, capazes de suprir essas necessidades.

- *Hardware* – No quesito hardware, o mesmo se repete: a organização deve buscar expandir sua capacidade de processamento e armazenamento, dado o crescente aumento do fluxo de informações entre os envolvidos;

- *Espaço Físico* – A organização deve buscar uma estrutura capaz de proporcionar um ambiente BIM colaborativo.

➤ *Pessoal*

- *Papéis e responsabilidades* – Para atender a demandas do Decreto BIM, é preciso atribuir responsabilidades a grupos diferentes, por exemplo: grupos de projeto, orçamento e planejamento e controle.

- *Hierarquia Organizacional* – A fim de evoluir no nível de Maturidade e relacionado ao item anterior, a organização deve criar um grupo multidisciplinar integrado à estrutura organizacional, uma vez que as partes e envolvem muito além da equipe de projeto.

- *Educação* – Para conscientizar cada vez mais a equipe, deve-se incluir os membros de outras fases (Projeto, Obra, Operação) nos programas de educação, sendo estes devem ser planejados com frequência;

- *Treinamento* – Os programas de treinamento devem ser regularmente conduzidos e de rotina para todas as partes da envolvidas;

- *Preparação para mudança* – Os membros do comitê de planejamento e os líderes BIM assimilam a mudança cultural e de processos de projeto, e, conseqüentemente, devem incentivar os outros membros da equipe a participarem dos processos.

Assim como na Fase 1, o líder BIM deve aplicar a avaliação de maturidade BIM em períodos regulares, previamente definidos no intuito de medir a evolução institucional para o estágio BIM adequado e, assim, determinar a alocação de seus recursos.

6.3 Etapa 3

Como já mencionado no decorrer desta pesquisa, este trabalho tem alguns recortes que limitam o seu universo. O primeiro é a implementação BIM na Diretoria de Projetos e Obras e o segundo é limitar essa implementação à fase de Projeto e Planejamento. Ademais, o gerenciamento e a manutenção da edificação, na universidade, competem a outro setor. Sendo assim, as diretrizes previstas até o momento limitam-se ao recorte desta pesquisa.

7 CONCLUSÕES

O problema desta pesquisa surge a partir da constatação da lacuna existente entre o Decreto BIM e os processos de implementação BIM em órgãos públicos. A partir deste problema, a pesquisa buscou abordar a utilização dos modelos de maturidade BIM e orientar seus usos no processo de implementação, a fim de utilizá-los como ferramenta de planejamento e controle para estes processos. Consequentemente, espera-se contribuir com a diminuição da lacuna existente entre o Decreto e a implementação BIM em diversos órgãos.

Ainda, com a identificação do problema, optou-se pela abordagem metodológica DSR, que foi considerada apropriada para a pesquisa, pois, ao mesmo tempo que investiga problemas reais, contribui para um cenário prático e para um cenário teórico. Portanto, a partir das fontes visitadas – revisão bibliográfica, caracterização do objeto de estudo e avaliação da maturidade da organização –, foi proposto um roteiro conceitual, no qual se buscou utilizar modelos de maturidade para contribuir com os processos de implementação. Posteriormente, este roteiro foi avaliado por um grupo de especialistas com notório conhecimento sobre o tema e, com base na avaliação destes especialistas, o roteiro foi aprimorado, sendo sua versão final apresentada nesta dissertação. Após a apresentação do roteiro, foram elaborado um conjunto de diretrizes para nortear a implementação BIM na Diretoria de Projetos da Universidade de Viçosa.

7.1 Contribuições da pesquisa

O problema desta pesquisa é observado pela lacuna existente entre o Decreto BIM e a necessidade de implementação BIM dos órgãos públicos brasileiros. A partir deste ponto, a pesquisa traz algumas contribuições teóricas que visam aproximar o pesquisador do problema investigado, abordando uma revisão bibliográfica que busca relacionar os planos de implementação BIM com os modelos de maturidade e seu potencial como ferramenta de implementação BIM, o que permite planejar e controlar tais processo.

Do ponto de vista prático, esta pesquisa utiliza as informações acerca do problema, do entendimento do problema e do objeto de estudo, correlacionando-as para chegar a uma solução que preencha a lacuna existente entre o Decreto BIM e a

necessidade de implementação BIM dos órgãos públicos. Por fim, o pesquisador apresentou uma ferramenta que busca contribuir para o cenário prático, desenvolvendo um roteiro para auxiliar o processo de implementação BIM em órgãos públicos.

7.2 Limitação da pesquisa

Como principais limitações desta pesquisa, destaca-se, aqui, a impossibilidade de testar o roteiro apresentado em um caso real, uma vez que o processo de implementação BIM é um planejamento a longo prazo. Dada esta dificuldade, optou-se por uma validação indireta através de consulta a especialistas, que apontaram os pontos fortes e fracos do mesmo, possibilitando a elaboração de um redesenho do roteiro, com o objetivo de torná-lo mais intuitivo.

Por outro lado, a validação indireta do roteiro mostrou-se como outra limitação da pesquisa, tendo em vista que a aderência dos avaliadores foi baixa. Foram iniciados contatos com vários professores universitários/pesquisadores, profissionais do mercado e técnicos administrativos em educação ao longo do desenvolvimento da pesquisa, mas grande parte não se interessou em contribuir.

7.3 Recomendações para trabalhos futuros

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se aprofundar os estudos em modelos de maturidade, com o objetivo de desenvolver um modelo próprio para instituições públicas que permitam nortear de maneira mais concisas seus processos de implementação. Uma outra sugestão, alinhada com a anterior, é desenvolver um modelo de maturidade que possibilite aos órgãos públicos avaliar a maturidade de fornecedores (projetos e serviços), com o objetivo de nortear a contratação de fornecedores com níveis de maturidade adequados. Outro ponto de grande relevância é abordar as diretrizes em forma de atividades, a serem desenvolvidas para traçar um planejamento para implementação. Ainda como sugestão para trabalhos futuros, dada a dificuldade da validação destes roteiros/modelos, sugere-se desenvolver um método mais ágil para validá-los.

REFERÊNCIAS

- ARANTES, E. M. (2021). **Tecnologia da Informação para a Construção Civil BIM (Building Information Modeling)**. PowerPoint de apoio à disciplina EMC815 - Gestão de Projetos na Construção Civil, Lecionada no Departamento de Engenharia de Materiais e Construção Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2021.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Guia 1 - Processo de Projeto BIM**. 1º ed. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Indústria, 2017.
- AHMAD, A. M.; DEMIAN, P.; PRICE, A. D. F. BIM implementation plans: A comparative analysis. **Association of Researchers in Construction Management, ARCOM 2012 – Proceedings of the 28th Annual Conference**, Reino Unido, v. 1, n. september, p. 33-42, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (ASBEA). **Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Arquitetura e Usbanismo**. 3º ed. São Paulo: AsBEA, 2019.
- AZHAR, S. Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. **Leadership and Management in Engineering**, Reston, v. 11, n. 3, p. 241-252, 2011.
- AZZOUZ, A. COPPING, A. SHYPHERD, A. DUCAN, A. Using the Arup BIM maturity measure to demonstrate bim implementation in practice. **Proceedings of the 32nd Annual ARCOM Conference**, ARCOM 2016, Claverton Down, v. 1, n. September, p. 25–34, 2016.
- BERNSTEIN, H. M. S. A. J. While Building Information Modeling (BIM) is rapidly expanding around the globe, there are significant differences between construction companies' experience with and business benefits from BIM in various regions. **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets**, p. 4-5, 2014.
- BRASIL. **Decreto n. 10.306**, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modeling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling – Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm Acesso em: 20 mar. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 9377**, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9377-17-maio-2018-786731-publicacaooriginal-155623-pe.html> Acesso em: 20 mar. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 9983**, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modeling. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=9983&ano=2019&ato=0f2MzZU9keZpWT946> Acesso em: 20 mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.133**, de 1º de abril de 2021. Dispõe sobre normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/nllc#:~:text=A%20Lei%20n%C2%BA%2014.133%2C%20de,Distrito%20Federal%20e%20dos%20Munic%C3%ADpios>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CAIXETA, M. C. B. F. **O usuário e o processo de projeto: co-design em edifícios de saúde**. 2015. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, Brasília, 2016.

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION (CIC) Research Program. (2013). **BIM Planning Guide for Facility Owners**. Version 2.0, June, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. Disponível em: <http://bim.psu.edu>. Acesso em: 10 maio 2020.

EASTMAN, C. SACKS, R. TEICHOLZ, P. LEE, G. **Manual de BIM**. Um Guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros e gerentes, contrutores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman Editora, 2014.

FONTES, M. F. C. **Gerenciamento de projetos e obras públicas**: Um estudo de caso na Universidade Federal de Viçosa-MG. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

GIEL, B.; ISSA, R. R. A. Quality and Maturity of BIM Implementation in the AECO Industry. **Applied Mechanics and Materials**, v. 438-439, p. 1621-1627, out. 2013.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. **Caderno de especificações de projetos em BIM – Termo de Referência de Apresentação das Diretrizes Projetuais**. v. 2, Florianópolis, SC, 2018.

GOVERNO DO PARANÁ. **Plano de implantação da Metodologia BIM Paraná cidade – Modelagem da Informação da Construção**. Curitiba, PR, 2020.

HOWARD, R.; BJÖRK, B. C. Building Information Modelling - Experts' views on standardisation and industry deployment. **Advanced Engineering Informatics**, Helsinki, v. 22, n. 2, p. 271-280, 2008.

HUTCHINSON, A.; FINNEMORE, M. Standardized process improvement for construction enterprises. **Total Quality Management**, Salford, v. 10, p. 576-583, 1999.

KANSANEM, E.; LUKKA, K.; SIITONEM, A. . The constructive approach in management accounting. *Journal of Management Accounting Research*. **Journal of Management Accounting Research**, Helsinki, v. 5, p. 243-264, 1993.

KHOSHGOFTAR, M.; OSMAN, O. **Comparison of maturity models**. International Conference on Computer Science and Information Technology. Sains Islam: IEEE, 2009. p. 297-301.

KLIMKO, G. knowledge management and maturity models building common understanding. **European Conference on Knowledge Management**, p. 259–278, 2001.

LACERDA, D. P. Dresch, A. Proença, A. Antunes .J. A. V. Design Science Research: A research method to production engineering. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013.

LIMA, L. DE O. **Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do Building Information Modeling (BIM)**. 2021. . Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paran, Curitiba, 2012.

LUKE, W. (2019). **O USO ESTRATÉGICO DO BIM NO DNIT**. PowerPoint apresentado no 2º Seminário Internacional: A ERA BIM. São Paulo, SP, 2019.

LUKKA, K. The constructive research approach. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration. In: OJALA, L; HILMOLA, O-P. **Case study research in logistics** (pp.83-101) Turun yliopisto: Publications of the Turku School of Economics and Business Administration Editors:, 2003. p. 83-101.

MAHAMADU, A. M. **Development of a decision support framework to aid selection of construction supply chain organisations for BIM – enabled projects**. 2016. Thesis (Doctor of Philosophy) – Faculty of Environment and Technology, University of the West of England, Bristol, 2016.

MANENTI, Eloisa Marcon. **Diretrizes para elaboração do plano de execução BIM para contratos de projetos de edificações**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

MARQUES, Nayara Rodrigues. **Diretrizes para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de projetos de arquitetura, engenharia e construção de obras públicas: o Caso da Universidade Federal de Viçosa**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

MATOS, C. R. DE. **Uso Do Bim No Combate Às Irregularidades Em Obras. Encontro Técnico Nacional de Auditoria de Obras Públicas**, Campo Grande, p. 1-9, 2015

MINAS GERAIS. **Decreto nº 48.146/2021**, de 2º de março de 2021. Dispõe sobre a Estratégia estadual de disseminação do Building Information Modelling – Estratégia BIM-MG e institui o Comitê Gestor da Estratégia BIM-MG. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=410247> Acesso em: 20 mar. 2021.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS (MPDFT). **Caderno de Projetos e Gestão de Edificações em BIM**. 1ªed. Brasília, 2020.

NIMBS COMMITTEE. National Building Information Modeling Standard. **Nbim**. Estados Unidos, p. 183, 2007.

PAULK, M. C. WEBER, C. V. GARCIA, S. M., CHRISSIS, M. B. BUSH, M. **Key practices of the capability maturity model, version 1.1**. Pittsburgh: Carnegie-Mellon Univ Pittsburgh Pa Software Engineering Inst, 1993.

PAULK, M.C. CURTIS, B. I. L. L. CHRISSIS, M. B. WEBER, C. V. CAPABILITY MATURITY FOR SOFTWARE DEVELOPMENT. In: WORLD SCIENTIFIC. **Handbook Of Software Engineering And Knowledge Engineering**, 1993. p. 85-118.

PEREIRA, S. M. S. DE A.; CORREIA, M. C. Implementação da abordagem e tecnologia BIM no processo de gestão na FIOCRUZ. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. e019014, 2019.

PEROTTI, L. **Engenharia simultânea: adaptação da metodologia para a indústria de pré-fabricados de concreto**. Monografia (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Engenharia Civil, Programa De Pós-Graduação Em Engenharia De Produção Engenharia De Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

PÖPPELBUSS, J.; RÖGLINGER, M. What makes a useful maturity model? A framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management. **19th European Conference on Information Systems**, ECIS 2011, Helsink, p. 1-12, jun. 2011.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**.2003. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianopoli, 2003.

SUCCAR, B. Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, Newcastle, 2009.

SANTOS, W. R. DOS. **Estudos de Caso de Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Microescritórios de Arquitetura**. 2016. Dissertação (Mestrado em Habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2016.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Maturity Matrix. **Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies**, Newcastle, p. 65–103, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Conselho Universitário. **RESOLUÇÃO Nº 16/2020, de 04 de novembro de 2020**, que aprova o regimento interno da Pró-Reitoria de Administração e órgãos a ela vinculados: Diretoria de Segurança Patrimonial e Comunitária, Diretoria de Logística, Diretoria de Manutenção de Edificações, Diretoria de Projetos e Obras e Diretoria de Meio Ambiente. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Conselho Universitário. **RESOLUÇÃO Nº 14/2008, de 21 de outubro de 2008**, que aprovar o Plano de Desenvolvimento Físico e Ambiental do Campus UFV-Viçosa – PDFA (2008-2017). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Conselho Universitário. **Resolução nº 17/2009, de 14 de outubro de 2009**, que aprovar o Regimento Interno da Comissão de Meio Ambiente – COMAM. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

VALOR ECONOMICO. **Uso do BIM na construção identifica 80% dos problemas antes do início da obra**. Disponível em: <<https://valor.globo.com/patrocinado/imoveis-de-valor/noticia/2021/12/09>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

VIANA, V.; CARVALHO, M. Avaliação da Maturidade da Implementação BIM no Contexto de Órgãos Públicos Brasileiros. *Ptbim 2020 – 3º Congresso Português de Building Information Modeling*. n. 1,p. 831–846,Porto, 2020.

WU, C. XU, B. MAO, C. LI, X. Overview of BIM maturity measurement tools. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 22, n. 3, p. 34-62, 2017.

CHENG, Jack CP; LU, Qiqi. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 20, n. 27, p. 442-478, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário

Validação de roteiro e diretrizes para implementação BIM

A fim de cumprir uma das etapas da pesquisa de Mestrado e da abordagem metodológica *Design Science Research*, encaminho o presente formulário.

Trata-se de uma avaliação de roteiro e diretrizes propostas para implementação BIM, pautada em dois modelos de maturidade distintos: o BIM *Maturity Matrix* e o BIM *Assessment Profile*.

1. E-mail

2. Você concorda em participar desta pesquisa?

Marcar apenas um oval.

Sim

Não

3. Nome:

4. Questão 1: Organização

5. Questão 2: Atuação profissional

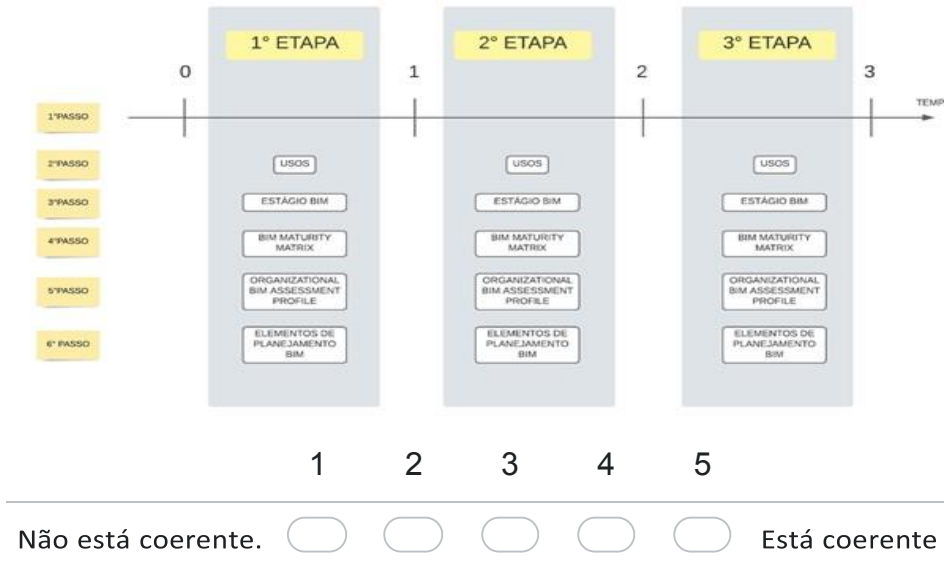
Professor universitário/pesquisador

Profissional de mercado (engenheiro/arquiteto)

Técnico Administrativo em educação (engenheiro/arquiteto)

6. Questão 3: Conceitualmente o roteiro para implementação proposto está coerente?

Atribua uma nota de 1 a 5, onde 1 corresponde a não está coerente e 5 significa está coerente.



7. Questão 4: Você considera o roteiro exequível ou factível?
 Atribua uma nota de 1 a 5, onde 1 corresponde a Não e 5 Sim.

1 2 3 4 5

Não Sim

8. Questão 5: Você considera pertinente a utilização de diretrizes de implementação BIM com base nos modelos de maturidade BIM? *

Atribua uma nota de 1 a 5, onde 1 corresponde a não considero pertinente e 5 significa sim, considero pertinente.

1 2 3 4 5

Não considero pertinente Sim, considero pertinente

9. Questão 6: Você faria alguma correção ou alteração no roteiro?

Sim

Não

10. Questão 7: Se você respondeu sim para questão anterior quais seriam as alterações e ou correções?

11. Questão 8: As diretrizes para implementação BIM, a partir do roteiro apresentado, estão adequadas e coerentes com as melhores práticas de mercado?

Atribua uma nota de 1 a 5, onde 1 corresponde a não está coerente e 5 significa está coerente.

	1	2	3	4	5	
Não está coerente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Está coerente

12. Questão 9: Você considera as diretrizes factíveis (ou aplicáveis) a uma instituição pública?

Atribua uma nota de 1 a 5, onde 1 corresponde a não e 5 corresponde a sim.

	1	2	3	4	5	
Não	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sim

13. Questão 10: Você considera que as diretrizes são suficientes para quem queira iniciar o processo de implementação? *

Atribua uma nota de 1 a 5, onde 1 corresponde a não e 5 corresponde a sim

	1	2	3	4	5	
Não	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sim

14. Questão 11: Você faria alguma alteração nas diretrizes?

Sim

Não

15. Questão 12: Se você respondeu sim para questão anterior quais seriam as alterações e ou correções?

16. Questão 13: Considerações finais (escreva aqui qualquer outra consideração que julgar pertinente).