



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica
Programa de Engenharia Urbana

CAMILA TASCA LEITÃO

**ANALISANDO A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA FORÇA AÉREA
BRASILEIRA: RESULTADOS E IMPLICAÇÕES.**

Rio de Janeiro

2023



UFRJ

CAMILA TASCA LEITÃO

ANALISANDO A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA FORÇA AÉREA
BRASILEIRA: RESULTADOS E IMPLICAÇÕES.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador: José Luis Menegotto

Rio de Janeiro

2023

CIP - Catalogação na Publicação

Leitão, Camila Tasca.

Título: Analisando a Implementação do BIM na Força Aérea Brasileira: Resultados e Implicações. / Camila Tasca Leitão.
– Rio de Janeiro. 2023. 103 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) –
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica,
Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2023.

Orientador: José Luis Menegotto.

1. Building Information Modeling (BIM). 2. Maturidade. 3.
Implementação. I. Menegotto, José Luis. II. Universidade
Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pela
autora.



UFRJ

ANALISANDO A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA FORÇA AÉREA
BRASILEIRA: RESULTADOS E IMPLICAÇÕES.

Camila Tasca Leitão

Orientador: José Luis Menegotto

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Aprovada pela Banca:

Presidente, Prof. José Luis Menegotto, D.Sc., PEU/UFRJ

Prof.^a Cláudia Azevedo Pereira, D.Sc., ITA

Prof. Giuseppe Miceli Junior, D.Sc., IME

RIO DE JANEIRO

2023

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus pela sabedoria que foi me concedida, à minha família alicerce da minha vida e em memória da minha irmã Vivian que me acompanha em todos os momentos da minha vida e, por fim, à instituição a que pertenço, na expectativa de que em algum momento ele seja implementado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado força e inspiração para seguir em frente, mesmo diante dos desafios.

À minha mãe Vania e minha avó Isa, cujo amor e apoio incondicionais foram essenciais para que eu pudesse me dedicar a esta jornada.

Agradeço também ao meu esposo Leonardo, que sempre foi paciente e compreensivo durante os momentos em que precisei me dedicar mais intensamente aos estudos.

Ao meu professor e orientador José Luis Menegotto gostaria de expressar minha gratidão por toda a ajuda e orientação valiosas que você me forneceu durante a elaboração desta dissertação de mestrado. Sem a sua orientação, insights e sugestões, eu não teria conseguido chegar aonde cheguei.

Também não posso deixar de agradecer aos membros da banca examinadora da qualificação, professores Elaine Garrido Vazquez e Roberto Machado Corrêa por dedicarem seu tempo e esforço para ler e avaliar minha dissertação. Seus comentários e sugestões serão extremamente valiosos para o meu crescimento profissional e pessoal.

Aos membros Tenente Coronel Giuseppe Miceli Junior, do Instituto Militar de Engenharia e Professora Cláudia Azevedo Pereira do Instituto Tecnológico da Aeronáutica da banca examinadora da defesa final por entenderem minha situação e atenderem prontamente ao meu convite.

Mais uma vez, meu sincero agradecimento a todos que contribuíram para que eu pudesse concluir esta dissertação de mestrado, a todos meus colegas e professores do curso de mestrado que eu tive o prazer de dialogar e expandir minha perspectiva na área de engenharia urbana.

RESUMO

LEITÃO, Camila Tasca. **Analisando a implementação do BIM na Força Aérea Brasileira: Resultados e Implicações.** Rio de Janeiro, 2023. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

O BIM (*Building Information Modelling*), também conhecido no Brasil como Modelagem da Informação da Construção (MIC), é um processo considerado divisor das práticas tradicionais de mercado que são utilizadas na área da construção civil em todo mundo. Como toda e qualquer inovação, sua incorporação é repleta de desafios e percalços. Desta forma, é essencial que seu uso seja avaliado para que seja possível controlar e medir o desenvolvimento da implementação. É nesse âmbito que a realização de trabalhos como esse é necessária. Nesse estudo, o objetivo principal é a avaliação de maturidade de implementação BIM na Força Aérea Brasileira reforçado pelo Decreto nº 10.306 que estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizadas pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Para alcançá-lo, foi submetida a equipes responsáveis por sua disseminação, matrizes para avaliação do nível de maturidade BIM na organização, de acordo com a metodologia proposta por Bilal Succar e chegou-se ao nível da implementação BIM na Aeronáutica. A maturidade mostrou-se entre os níveis baixo e médio. Esses níveis de maturidade expressam deficiência principalmente no que tange a integração dos processos de trabalho e de ferramentas necessárias para utilização da tecnologia. Este trabalho apresenta um método para avaliar a maturidade de implementação do BIM em órgãos públicos, identificando questões a serem resolvidas de maneira prioritária no contexto brasileiro, com o objetivo de remover obstáculos importantes à adoção do BIM e suas contribuições para a infraestrutura urbana. Informações como essas tendem a fornecer uma base científica para a indústria AEC, permitindo que o uso do BIM, juntamente com políticas públicas, alcance níveis de maturidade semelhantes aos já observados em países desenvolvidos, além disso pode ser considerado como referência a países que estão no mesmo estágio e contexto de implementação.

Palavras-chave: *Building Information Modeling* (BIM), Maturidade, Implementação.

ABSTRACT

LEITÃO, Camila Tasca. "Analyzing the Implementation of BIM in the Brazilian Air Force: Results and Implications". Rio de Janeiro, 2023. Dissertation (Master's Degree application) – Urban Engineering Program, Polytechnic School, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Building Information Modelling (BIM), also known in Brazil as Modelagem da Informação da Construção (MIC), is a game-changing process used in the construction industry worldwide. As with any innovation, its adoption comes with its own set of challenges. Thus, it is essential to assess its usage to monitor and measure its development. This is where studies like this are necessary. The main objective of this study is to assess the maturity of BIM implementation in the Brazilian Air Force, reinforced by Decree No. 10.306, which establishes the use of BIM in the direct or indirect execution of works and engineering services by public federal agencies. To achieve this, a methodology proposed by Bilal Succar was submitted to teams responsible for its dissemination, maturity assessment matrices for the BIM in the organization, and the level of BIM implementation in the Aeronautics was reached. The maturity was found to be between low and medium levels. These maturity levels mainly reflect deficiencies in integrating work processes and necessary tools for technology use. This work presents a method to evaluate the maturity of BIM implementation in public agencies, identifying issues to be solved in a priority way in the Brazilian context, in order to remove important obstacles to the adoption of BIM and its contributions to urban infrastructure. Data like this tends to provide a scientific basis for the AEC industry, allowing the use of BIM, along with public policies, to reach maturity levels similar to those already seen in developed countries, and it can also be considered as a reference for countries that are at the same stage and implementation context.

Keywords: *Building Information Modeling* (BIM), Maturity, Implementation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	15
1.2 OBJETIVOS	17
1.3 JUSTIFICATIVA.....	17
1.4 METODOLOGIA	18
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)	20
2.1.1 Breve Histórico do BIM.....	22
2.1.2 Vantagens proporcionadas pelo BIM.....	24
2.1.3 BIM na Infraestrutura Urbana.....	27
2.1.4 BIM no Brasil	30
2.1.5 Gerenciamento do projeto BIM	35
2.1.6 Níveis de maturidade do projeto	38
2.2 MÉTODO DESENVOLVIDO PELO PROF. BILAL SUCCAR	42
2.2.1 Apresentação.....	42
2.2.2 Escala Organizacional.....	46
2.2.3 Níveis de Granularidade.....	48
2.2.4 Competências em BIM.....	49
2.2.5 Estágios de Capacidade em BIM	50
2.2.6 Maturidade em BIM.....	54
2.2.7 Matriz de Maturidade em BIM	56
2.2.8 Nível de Maturidade da Implementação	62
2.2.9 Índice de Maturidade em BIM ³ – <i>BIM Maturity Index (BIMMI)</i>	63
2.2.10 Adaptações na metodologia para o propósito desta pesquisa.....	64
3. ESTUDO DE CASO	66
3.1 FORÇA AÉREA BRASILEIRA.....	66
3.1.1 Apresentação.....	66
3.1.2 Caracterização.....	66
3.1.3 Transição para o BIM	67
3.1.4 Níveis de Implantação.....	69

3.1.5	Tecnologia.....	72
3.1.6	Organograma – processo e gestão de pessoas.....	75
3.1.7	Gestão em BIM.....	77
3.2	AVALIAÇÃO DE MATURIDADE.....	78
3.2.1	Obtenção de dados.....	78
3.2.2	Organizações participantes.....	79
3.2.3	Nível de maturidade da implementação BIM.....	86
3.2.4	Contextualização da implementação BIM e Decreto nº 10.306.....	91
3.2.5	Resultados e análises.....	92
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
4.1	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	97
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
	CONSULTAS REALIZADAS.....	Erro! Indicador não definido.
	APÊNDICES.....	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Países onde as iniciativas BIM são mais evidentes e notáveis.	20
Figura 2	Variação do crescimento da construção civil no Brasil	21
Figura 3	<i>Timeline</i> da história do BIM.	22
Figura 4	Dimensões do BIM.	24
Figura 5	Síntese das escalas tradicionais de aproximação em GIS e BIM.	29
Figura 6	Esquema das escalas alcançadas em cada padrão.	30
Figura 7	Curva de Macleamy: relação de esforço impacto.	37
Figura 8	Níveis de maturidade, dimensões e sucesso dos projetos.	41
Figura 9	Plataforma de Gerenciamento de Projetos.	41
Figura 10	Três campos interligados de atividades BIM	43
Figura 11	Campos BIM e suas interações.	45
Figura 12	Escala Organizacional Granular	47
Figura 13	Processo crescente de níveis de granularidade.	48
Figura 14	Conjunto de Competências em BIM.	50
Figura 15	Estágio de Capacidade em BIM.	53
Figura 16	Níveis de maturidade BIM.	54
Figura 17	Matriz de Maturidade BIM (BIm ³).	58
Figura 18	Matriz de Maturidade BIM (BIm ³).	59
Figura 19	Matriz de Maturidade BIM (BIm ³).	60
Figura 20	Matriz de Maturidade BIM (BIm ³).	61
Figura 21	Organograma CFIAe.	80
Figura 22	Organograma DTINFRA-SJ.	81
Figura 23	Organograma CEPE.	83
Figura 24	Patente dos participantes da pesquisa.	85
Figura 25	Tempo de atuação na indústria da AEC.	85
Figura 26	Formação dos participantes da pesquisa.	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Sistema de pontuação de descoberta de maturidade.	63
Tabela 2	Demonstração dos cálculos de Grau de Maturidade e Índice de Maturidade.	64
Tabela 3	Matriz de Maturidade BIM (Bim ³) – Preenchida CEPE.	87
Tabela 4	Matriz de Maturidade BIM (Bim ³) – Preenchida CO-DCTA.	88
Tabela 5	Matriz de Maturidade BIM (Bim ³) – Preenchida CFIAe.	89
Tabela 6	Resultado da Matriz de Maturidade BIM (Bim ³) – FAB.	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Vantagens almejadas com a utilização do BIM.	25
Quadro 2	Aplicabilidade da utilização do BIM.	25
Quadro 3	Macros domínios da infraestrutura.	28
Quadro 4	Ações governamentais para utilização do BIM.	31
Quadro 5	Ações federais para utilização do BIM.	32
Quadro 6	Ações da primeira fase do Decreto nº 10.306.	33
Quadro 7	Ações da segunda fase do Decreto nº 10.306.	33
Quadro 8	Ações da terceira fase do Decreto nº 10.306.	34
Quadro 9	Benefícios do gerenciamento de projetos.	36
Quadro 10	MMGP: Nível 2 – Conhecido	39
Quadro 11	MMGP: Nível 3 – Padronizado.	39
Quadro 12	MMGP: Nível 4 – Gerenciado.	40
Quadro 13	MMGP: Nível 5 – Otimizado.	40
Quadro 14	Eixos BIM.	43
Quadro 15	Competências BIM.	49
Quadro 16	Esquema classificatório de nível de maturidade.	64
Quadro 17	Programa de Capacitação BIM.	68
Quadro 18	Níveis de implantação para fase de projeto.	70
Quadro 19	Fases de implantação.	72
Quadro 20	Ferramentas computacionais.	75
Quadro 21	Polos de desenvolvimento BIM na FAB.	76
Quadro 22	Elos envolvidos.	77
Quadro 23	Metas anuais para a disseminação BIM.	78
Quadro 24	Síntese da atribuição das organizações,	84
Quadro 25	Comparativo Decreto nº 10.306 e ações na FAB.	91
Quadro 26	Níveis de maturidade atingidos.	92

LISTA DE SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AGESC	Associação e Gestores e Coordenadores de Projeto
AIA	<i>American Institute of Architects</i> (Instituto Americano de Arquitetos)
AsBEA	Associação Brasileira dos escritórios de Arquitetura
BIM	<i>Building Information Modeling</i> (Modelagem da Informação na Construção)
BIm ³	<i>Bim Maturity Matrix</i> (Matriz de Maturidade BIM)
BNBIM	Biblioteca Nacional BIM
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (Desenho Assistido por Computador)
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CEPE	Centro de Estudos e Projetos de Engenharia da Aeronáutica
CFIAe	Caixa de Financiamento Imobiliários da Aeronáutica
CISCEA	Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo
CLA	Centro de Lançamento de Alcântara
CLBI	Centro de Lançamento da Barreira do Inferno
CPABI	Comissão Permanente de Alienação de Bens Imóveis
CO-DCTA	Comissão de Obras do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
COMAER	Comando da Aeronáutica
COMARA	Comissão de Aeroportos da Região Amazônica
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DIRENG	Diretoria de Engenharia de Aeronáutica
DIRINFRA	Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DTINFRA-SJ	Destacamento de Infraestrutura Aeronáutica de São José dos Campos
DTINFRA-SP	Destacamento de Infraestrutura Aeronáutica de São Paulo
FAB	Força Aérea Brasileira
GIS	<i>Geographic Information System</i> (Sistema de Informação Geográfica)
GTBIM	Grupo de Trabalho em Building Information Modeling
GUARNAE-SJ	Guarnição de São José dos Campos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i> (Entrega Integrada de Projetos)
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Normalização)
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
MCA	Manual de Comando da Aeronáutica
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

MMGP	Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projetos
MOU	<i>Memorandum Of Understanding</i> (Memorando de Entendimentos)
NBR	Norma Brasileira
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i> (Consórcio Geoespacial Aberto)
OM	Organizações Militares
PEXBIM	Plano de Execução BIM
PIB	Produto Interno Bruto
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i> (Guia de Melhores Práticas de Gerenciamento de Projetos)
PNR	Próprio Nacional Residencial
SINAENCO	Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva
SISENG	Sistema de Engenharia da Aeronáutica
SISOP	Sistema de Obras e Patrimônio Imobiliário
SERENG	Serviços Regionais de Engenharia
SERPAT	Serviços Regionais de Patrimônio
viDCO	<i>virtually integrated Design, Construction and Operation</i> (Projeto, Construção e Operação virtualmente integrados).

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Modelagem da Informação da Construção (em inglês, *Building Information Modeling* – BIM), é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC), afirma Eastman et al., (2014). O BIM, diferente do processo tradicional, onde cada disciplina trabalha de maneira isolada, apresenta um modelo colaborativo, onde é possível obter maior controle sobre todo o ciclo de vida do projeto, além também de permitir que todos os envolvidos no processo possam acessar e realizar modificações a qualquer momento, sempre mantendo o modelo atualizado e ante prevenindo falhas para correções mais assertivas.

Segundo o Decreto nº 10.306, que estabelece a utilização do BIM na execução direta e 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 BIM BR, ele é o 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. A mesma pauta informa que a implementação do BIM ocorrerá de forma gradual e faseada com início em 2021.

Qualquer processo de transformação precisa ser devidamente planejado e monitorado. De acordo com Leusin (2020), uma reestruturação profunda, é natural que existam receios para sua adoção. Mas a implantação não deve ocorrer como um tsunami que revire a empresa dos pés à cabeça. Ao contrário, deve ser cuidadosamente planejada para que não cause prejuízos nem leve à perda de oportunidade de adoção de um novo processo muito mais produtivo que o CAD. O BIM tem etapas, os denominados níveis de maturidade, e deve ser implantado de modo paulatino em uma organização. O escritor afirma que além disso, o BIM depende de tecnologia, recursos, procedimento e fundamentalmente de pessoas. Articular essas quatro dimensões em torno da visão de processo BIM é um desafio que passa prioritariamente pela capacitação de equipe e pela consolidação de seu conhecimento em boas práticas e modelos bem definidos.

A partir das necessidades e dos esforços observados para implementação e disseminação da tecnologia BIM, surge a necessidade de acompanhamento da sua aplicação e usabilidade dentro das organizações.

Manziona (2013) declara que a implementação do BIM dentro de uma perspectiva de longo prazo irá mudar não só as práticas de trabalho, mas também a relação contratual entre os agentes. Assim, entender o nível de maturidade do BIM aumenta a segurança, o lucro e o futuro da organização.

Succar (2009) alega que a visão a longo prazo de BIM, dominando as áreas de políticas, processos e tecnologia, pode ser representado pelo IPD – Integrated Project Delivery, termo popularizado pelo American Institute of Architects California Council. O pesquisador desenvolveu uma série de conceitos para compreender melhor a evolução do BIM dentro de uma empresa, grupo ou instituição.

Existem várias técnicas para avaliar o grau de maturidade na literatura, mas uma das mais bem estruturadas é a de Succar (2010). A avaliação do grau de maturidade permite à organização acompanhar seu progresso, identificando pontos fracos e monitorando sua evolução durante a implementação.

Com este trabalho aspira-se visualizar o grau de maturidade BIM na Força Aérea Brasileira e demonstrar como o uso das ferramentas BIM podem evoluir tanto a concepção do projeto, mas como no seu acompanhamento e gerenciamento com foco na economia e sinalização de desconformidades durante a execução da obra. Nesta análise, foram levadas em conta somente as construções ou estruturas concebidas e erigidas com propósitos habitacionais ou de prestação de serviços. Incluem-se, nesse contexto, a edificação de edifícios, residências, edifícios comerciais, galpões, centros comerciais, hospitais, escolas e qualquer outra estrutura destinada a acomodar atividades humanas.

Neste estudo, pretende-se conhecer o nível de maturidade em BIM em diferentes organizações militares, bem como avaliar como as sugestões de implementação da Estratégia BIMBR alinhadas com o Decreto nº 10.306 estão sendo abordadas, para que se possa apresentar o avanço na sua utilização e possíveis soluções de otimização no acompanhamento da construção e, ao mesmo tempo, ações para disseminar o uso do BIM como forma de trazer vantagens e economia para as partes envolvidas no projeto final.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o grau de maturidade de implementação BIM na Força Aérea Brasileira até a sua quinta dimensão utilizando a metodologia de análise do Prof. Bilal Succar.

Os objetivos específicos são determinar o nível de maturidade da implementação BIM através de estudo de caso nas unidades do Centro de Estudos e Projetos de Engenharia da Aeronáutica (CEPE), da Comissão de Obras do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (CO-DCTA) e da Caixa de Financiamento Imobiliários da Aeronáutica (CFIAe) e definir a relação entre o nível de maturidade atual das organizações e as estratégias estabelecidas pelo Decreto nº 10.306.

1.3 JUSTIFICATIVA

Apesar de existirem alguns casos pontuais de sucesso no Brasil, a avaliação do grau de maturidade em BIM é pouco difundida, podendo observar um andamento mais lento na sua adoção.

O presente trabalho é justificado pela falta de pesquisas que examine a relação entre o nível de maturidade da implementação do BIM alcançado por órgãos públicos e as fases de implementação determinadas pela Estratégia Nacional de Disseminação do BIM. Essa análise pode ajudar as entidades a identificar áreas que precisam de mais atenção à medida que avançam em sua jornada de implementação. Isto pode levar a um processo de adoção mais equilibrado, onde todas as áreas envolvidas progridem de forma uniforme.

Esse avanço pode fornecer dados, pesquisas e relatórios gerados pela organização, como órgão público, capazes de prover consultas simultâneas em diversas fontes de dados vinculadas aos serviços urbanos e sociais unificados, tornando possível uma análise mais profunda das interações entre os diferentes componentes da construção, além de ajudar na tomadas de decisões mais informadas a respeito de questões como o uso de recursos, a interação de sistemas existentes como redes de abastecimento de energia, drenagem e saneamento, pois permite uma avaliação detalhada dos impactos dos projetos sobre esses sistemas e uma otimização das soluções para garantir uma integração eficiente.

1.4 METODOLOGIA

O procedimento desta pesquisa se divide em duas partes: primeira, revisão bibliográfica sobre o tema do BIM e sobre a estrutura conceitual de Bilal Succar; segunda, apresentação de estudo de caso, onde se analisa a Força Aérea Brasileira em suas respectivas organizações militares responsáveis pela disseminação do BIM em nível nacional.

O processo metodológico foi aplicado nas organizações militares Centro de Estudos e Projetos de Engenharia da Aeronáutica (CEPE), Comissão de Obras do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (CO-DCTA) e Caixa de Financiamento Imobiliários da Aeronáutica (CFIAe) que na data do desenvolvimento do estudo, encontravam-se em processo de implementação BIM. Tal procedimento foi desenvolvido com o intuito de identificar o grau de maturidade em BIM atual em cada uma das unidades e avaliar sua disseminação com o andamento das ações propostas pelo Decreto nº 10.306 referentes à adoção BIM nos órgãos públicos.

Essa etapa metodológica refere-se à identificação do estado atual da implementação BIM no órgão em análise, mediante conjunto de dados adquirido através do preenchimento da matriz de maturidade BIM (item 2.2.7) pelos especialistas. Isso foi possível, mediante obtenção do grau de maturidade e índice de maturidade. Tendo os níveis de maturidade para cada área de competência preenchidos na matriz de maturidade BIM – BIm³, em seguida obteve-se o valor grau de maturidade com a média aritmética da pontuação de todas as áreas.

Para o índice de maturidade calcula-se a porcentagem do valor do grau de maturidade em relação a cinquenta. Cinquenta corresponde à pontuação máxima que se pode ter em cada uma das áreas. Esse percentual resultante indica uma posição em um quadro classificatório, que define o órgão em: baixa, média-baixa, média, média-alta e alta maturidade. Essa classificação refere-se ao nível de maturidade da implementação do setor do órgão como um todo.

O embasamento teórico foi desenvolvido através de pesquisas em livros, artigos, dissertações e teses da área em questão, ou em temas correlatos referentes a pesquisa. Para compor a estruturação teórica também foram consultados normas técnicas, regulamentos e relatórios das principais entidades do setor da construção civil e legislação atual.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho foi desenvolvido em quatro capítulos.

O capítulo 1 introduz a temática que será abordada, que no caso diz respeito ao grau de maturidade em BIM na Força Aérea Brasileira. Demonstrando-se ainda os objetivos, a justificativa e a motivação da pesquisa além da metodologia utilizada e a estrutura da dissertação.

O capítulo 2 explora a revisão bibliográfica sobre o conceito de Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling - BIM), descrevendo suas vantagens no gerenciamento de projetos, o seu atual momento no Brasil e como se estabelecem seus níveis de maturidade na sua implementação. Além disso analisa e descreve o método de maturidade em BIM desenvolvido pelo Prof. Bilal Succar.

O capítulo 3 trata dos estudos de caso envolvendo as unidades do Centro de Estudos e Projetos de Engenharia da Aeronáutica (CEPE), da Comissão de Obras do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (CO-DCTA) e da Caixa de Financiamento Imobiliários da Aeronáutica (CFIAe), nele é feita uma avaliação geral do uso do BIM nas organizações e indicando o seu grau de maturidade em cada uma delas apontando os resultados obtidos com a aplicação do método.

O capítulo 4 traz as considerações finais e reflexões do trabalho sobre as ações futuras no fomento à evolução do BIM nos órgãos e entidades federais, relaciona as contribuições da pesquisa e indica sugestões para trabalhos futuros.

Após o capítulo 4, são registradas as referências bibliográficas comentadas ao longo deste trabalho, os apêndices e anexos pertinentes.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)

A construção civil, mesmo sendo uma indústria notoriamente tradicionalista e conhecida por ser resistente às mudanças, tem aderido rapidamente ao BIM em diversas partes do mundo. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2017), A tecnologia BIM tem rompido paradigmas de produtividade, elevando o patamar de assertividade e confiabilidade dos projetos. São inúmeras as iniciativas conhecidas, algumas com abrangência de política estratégica nacional, como no caso do Reino Unido e de Cingapura, onde todas as obras financiadas com dinheiro público, precisarão ser, necessariamente, desenvolvidas com o uso da plataforma BIM. A Figura 1 a seguir mostra o mapa aonde são identificados os principais países com maior grau de atividade em BIM.

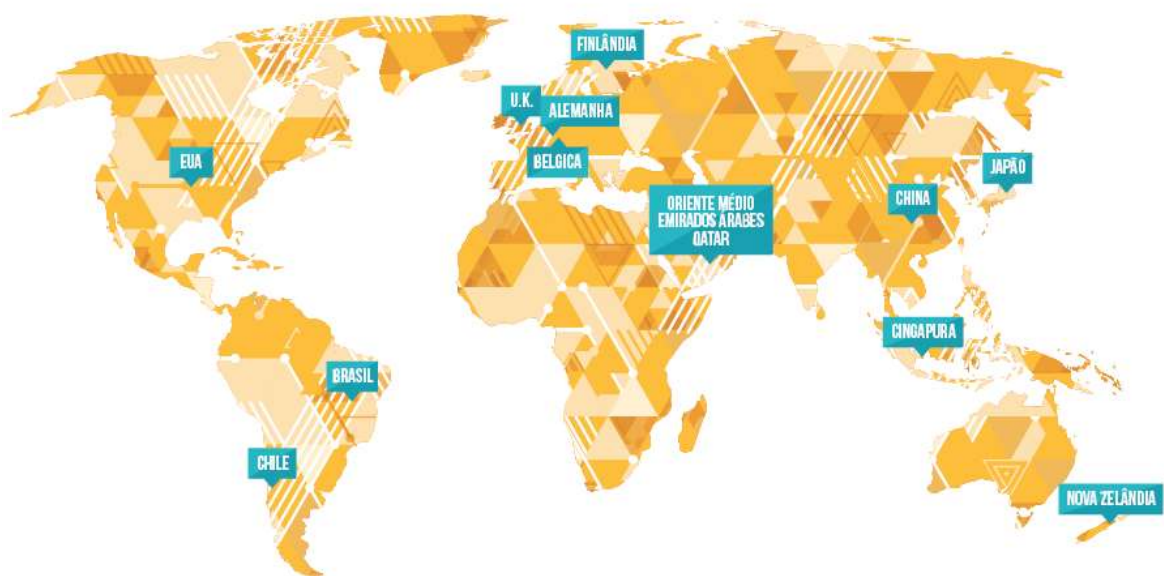


Figura 1 – Países onde as iniciativas BIM são mais evidentes e notáveis.

Fonte: CBIC (2017).

Durante a crise do mercado imobiliário nos Estados Unidos em 2008, a adoção BIM cresceu acentuadamente por lá, porque se apresentou como uma alternativa de reação para as empresas afetadas, que aproveitaram o momento de redução no nível de suas atividades para inovarem, aprenderem e melhorarem seus processos, aumentando sua produtividade e

eficiência. Correlacionar o crescimento do BIM com o desenvolvimento da construção civil no Brasil nos últimos anos faz-se necessário pois a tecnologia demanda investimentos financeiros para que sua disseminação seja eficaz e satisfatória. Embora discreto, o crescimento do Produto Interno Bruto da Construção Civil manteve-se inatacável, como se evidencia na Figura 2 abaixo.

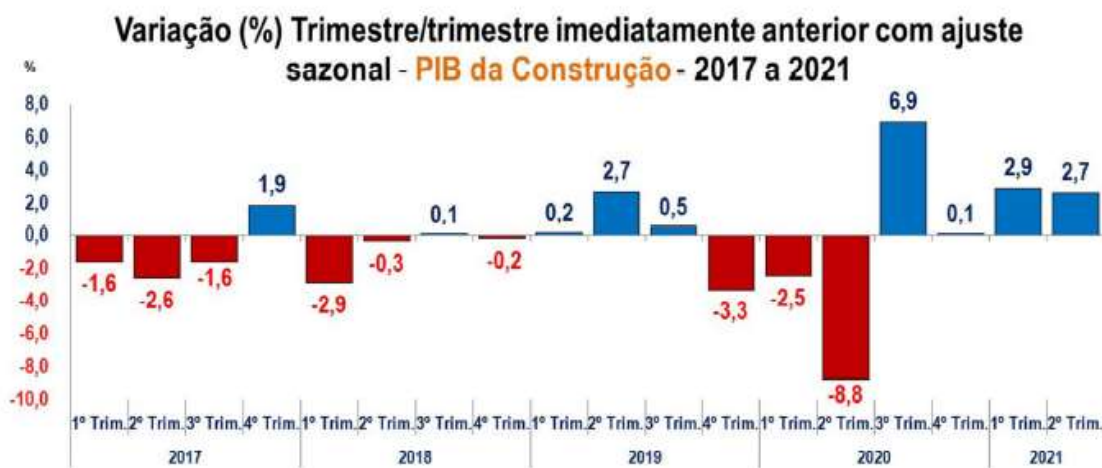


Figura 2 – Variação do crescimento da construção civil no Brasil.

Fonte: IBGE (2021).

Enquanto a economia nacional registrou relativa estabilidade (queda de -0,1%) no 2º trimestre de 2021, em relação aos três primeiros meses do ano, na série com ajuste sazonal, e frustrou as expectativas dos analistas de mercado, que aguardavam alta de até 0,2%, a Construção Civil mostrou resiliência e cresceu 2,7%. Estes são os resultados do Produto Interno Bruto (PIB) divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Desde o 3º trimestre de 2020 o setor vem apresentando números positivos, demonstrando uma retomada consistente, e que certamente está contribuindo para a economia nacional enfrentar a crise que se instalou em função da pandemia da COVID-19.

Se reinventar e preparar para o novo é algo fundamental, principalmente após longas crises. É nisso que o BIM também prospera, investimento conhecimento técnico de suas ferramentas e a filosofia colaborativa impactam diretamente a produtividade das empresas. Como comentado por Leusin (2020), o BIM é a base para um sistema integrado de concepção, produção e uso na construção, ou seja, é o caminho para o setor alcançar patamares de produtividade mais elevados, e por extensão, rentabilidade, que sejam comparáveis com os demais setores da economia.

De acordo com Eastman et al., (2014), quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo, de projeto e construção, mais integrado que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos.

2.1.1 Breve Histórico do BIM

O conceito de BIM surgiu na década de 70, porém de acordo com Paraná (2018) a terminologia utilizada é relativamente recente, sendo datada no início da década de 90. Com a ampliação do número de interessados pelo BIM. Após aprovação e publicação oficial do Decreto BIM (Decreto nº 10.306), o assunto “BIM” ganhou força necessária para se enraizar na indústria da construção civil.

Farias (2021) menciona que com o passar dos anos, as ideias e conceitos sobre o BDS, foram evoluindo até chegar na metodologia atual BIM, contudo o termo aparece oficialmente em 1992, quando baseados no Eastman, G.A. Van Nederveen e F.P. Tolman escrevem um artigo abordando a necessidade de se basear na construção para se modelar com informação, esse mesmo trabalho apresenta essa abordagem como Modelling Building Information – Modelo de Informação de Construção.

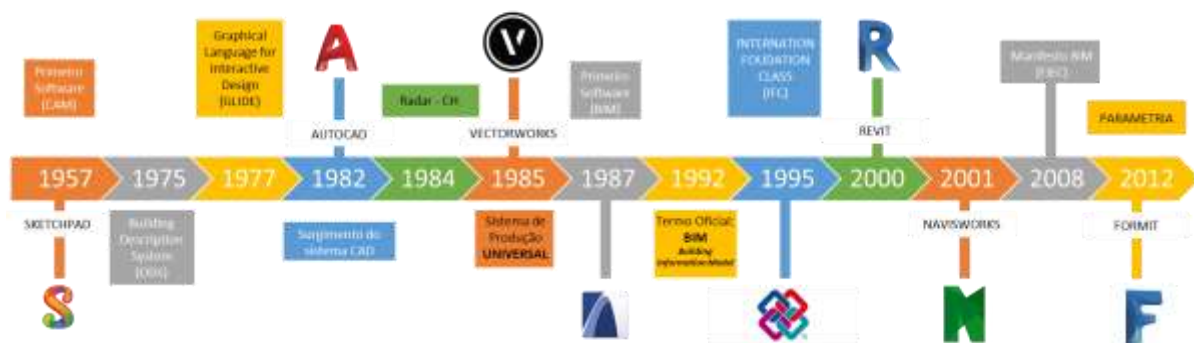


Figura 3 – Timeline da história do BIM.
Fonte: SPBIM (2021), adaptado pela autora.

Na definição da ISO 19650 parte 1, BIM refere-se ao "uso de uma representação digital compartilhada de um ativo construído para facilitar os processos de projeto, construção e operação para formar uma base confiável para decisões".

Para Eastman (2014), o BIM muda a maneira como os edifícios são observados, como eles funcionam e a forma de construí-los. As diversas formas de descrever a atividade constantes em sua literatura, reflete a crença de que o BIM não é uma coisa ou um tipo de software, mas uma atividade humana que envolve mudanças amplas no processo de construção.

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2020), o BIM é uma ferramenta de planejamento que utiliza um modelo virtual em três dimensões para projetar toda a construção antes de iniciar os trabalhos no canteiro de obras.

Succar (2009) elucida o BIM como um “conjunto de políticas, processos e tecnologias que interagem, gerando uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto de construção e do projeto em formato digital ao longo do ciclo de vida do edifício”.

O termo BIM continua a evoluir ao longo dos anos e, portanto, é melhor entendido como uma evolução tecnológica em toda a indústria da construção e no ambiente construído em geral.

Em minha opinião, o BIM vai além; mais do que representar digitalmente, ele age como uma metodologia colaborativa que prioriza o acesso à informação de forma síncrona. Dessa forma, potencializa-se sua visualização como um todo, englobando seus dados financeiros, prevendo suas incongruências e minimizando os riscos de erros no futuro, auxiliando no gerenciamento e na execução da atividade.

Adicional da sigla o tempo também trouxe novas grandezas de modelagem para metodologia as dimensões mais difundidas do BIM são a 3D, 4D, 5D, 6D e 7D. Um projeto BIM 3D abrange aspectos relacionados à modelagem no ambiente virtual. Um projeto 4D adiciona a tudo que foi elaborado no ambiente 3D, a variável tempo. Ou seja, o projeto passa a conter informações referentes ao cronograma do ativo. A projetos 5D adiciona-se a variável custo. Passando a ser possível a obtenção e controle de informações ligadas a orçamentação. Em projetos 6D, levam-se em conta questões alusivas à sustentabilidade. E em projetos 7D, aspectos relativos à gestão das instalações.



Figura 4 – Dimensões do BIM.
Fonte: SPBIM (2021).

Nesta pesquisa, serão avaliadas até a quinta dimensão, 5D. Os projetos analisados serão os direcionados para construção e reformas de obras residenciais, compreendendo casas e edifícios.

2.1.2 Vantagens proporcionadas pelo BIM

Diversos são os benefícios vislumbrados com a utilização da tecnologia BIM. Leusin (2020) expõe que na etapa de concepção existem duas qualidades importantes que afetam a produtividade da construção: a latência nas respostas e decisões e a efetividade das soluções, ou seja, se a solução indicada realmente atende os requisitos do empreendimento, e afirma que, ambas são significativamente melhoradas com o uso dos processos BIM. Já no processo de projeto BIM a comunicação é síncrona, direcionada a todos os participantes de modo simultâneo e com todos habilitados a acessar o banco de dados em que a questão foi apresentada e no qual as soluções devem ser sugeridas.

Nas empresas de construção, as vantagens almejadas refletem na melhoria da previsibilidade do empreendimento ou da parte que está sob sua responsabilidade, o que traduz em quantitativos e planejamentos confiáveis, bem como projetos que atendam aos requisitos de qualidade e rentabilidade do empreendimento. Leusin (2020) finaliza indicando os resultados mais significativos que as organizações podem obter em decorrência do uso de processos BIM, demonstrados na Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Vantagens almejadas com a utilização do BIM.

VANTAGENS ALMEJADAS COM A UTILIZAÇÃO DO BIM.
Redução de 5% nos prazos de obra.
Redução de 5% nos custos de obra.
Redução do desperdício na obra.
Aumento da produtividade da mão de obra no canteiro, em especial a de controle e gestão da obra.
Maior confiabilidade nos orçamentos e cronogramas.

Fonte: Leusin (2020), adaptado pela autora.

Eastman (2014) reforça os proventos relativos à implementação e uso do BIM, a sua implementação pode dar suporte e incrementar muitas práticas do setor e ganhas significativos. Alguns proveitos são relacionados no Quadro 2 abaixo a fim de mostrar o escopo completo de mudanças que podem ser esperadas com o desenvolvimento da tecnologia.

Quadro 2 – Aplicabilidade da utilização do BIM.

BENEFÍCIOS DO PROJETO
Visualização antecipada e mais precisa no projeto.
Correções automáticas de baixo nível quando mudanças são feitas no projeto.
Geração de projetos 2D precisos e consistentes em qualquer etapa do projeto.
Colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto.
Verificação facilitada das intenções de projeto.
Extração de estimativas de custos durante a etapa de projeto.
Incrementação da eficiência energética e a sustentabilidade.
BENEFÍCIOS NA PRÉ CONSTRUÇÃO PARA O PROPRIETÁRIO
Viabilidade e benefícios no projeto.
Aumento da qualidade e do desempenho da construção.
BENEFÍCIOS À CONSTRUTORA E À FABRICAÇÃO
Descoberta de erros de projeto e omissões antes da construção.
Reação rápida a problemas de projeto ou do canteiro.
Uso do modelo de projeto como base para componentes fabricados.
Melhor implementação e técnicas de construção enxuta.
Sincronização da aquisição de materiais com o projeto e a construção.
BENEFÍCIOS PÓS-CONSTRUÇÃO
Melhor gerenciamento e operação das edificações.
Integração com sistemas de operação e gerenciamento de facilidades.

Fonte: Leusin (2020), adaptado pela autora.

No setor público a serventia de sua utilização está diretamente ligada aos conceitos de eficiência, eficácia e economicidade. Após o advento da Emenda Constitucional nº 19, de 4 de junho de 1998, a qual acrescentou a eficiência como princípio que rege a Administração Pública no caput do artigo 37 da Constituição Federal, ela está atrelada à expectativa da “sociedade que aspira que a Administração adote os métodos mais apropriados, dentro de avançados padrões técnicos. O que se exige é que a Administração trabalhe com qualidade, opere de forma a colocar à disposição da sociedade os avanços tecnológicos próprios da modernidade, esteja voltada para o atendimento satisfatório das necessidades do todo coletivo. A correção dos métodos será determinante na obtenção dos melhores resultados”.

Para Silva (2020) a finalidade do bem comum segue como norteamento, de modo que o princípio da eficiência representa um meio para concretização desse objetivo. Nesse sentido, o princípio da eficiência se caracteriza como “aquele que impõe à Administração Pública direta e indireta a seus agentes a persuasão do bem comum, por meio do exercício de suas competências de forma imparcial, neutra, transparente, participativa, eficaz, sem burocracia e sempre em busca da qualidade, primando pela adoção dos critérios legais e morais necessários para a melhor utilização possível dos recursos públicos, de maneira a evitar-se desperdícios e garantir-se maior rentabilidade social. Observa-se que não se trata da consagração da tecnocracia, o princípio da eficiência dirige-se para a razão e fim maior do Estado, a prestação dos serviços essenciais à população, visando à adoção de todos os meios legais e morais possíveis para a satisfação do bem comum”.

Já a eficácia, segundo conceito essencial para considerar o BIM, se define na Constituição como “a concreção dos objetivos desejados por determinada ação do Estado, não sendo levados em consideração os meios e os mecanismos utilizados para tanto [...] É atingir o objetivo com o menor custo e os melhores resultados possíveis”.

Por fim, a ideia de economicidade denota um objetivo imposto aos gestores, que devem, “por meio de um comportamento ativo, criativo e desburocratizante tornar possível, de um lado, a eficiência por parte do servidor, e a economicidade como resultado das atividades, impondo-se o exame das relações custo/benefício nos processos administrativos que levam a decisões, especialmente as de maior amplitude, a fim de se aquilatar a economicidade da escolha entre diversos caminhos propostos para a solução do problema, para a implementação da decisão” Constituição (1988).

Logo conclui-se que a aplicação dos conceitos de eficiência, eficácia e economicidade é fundamental para a construção do planejamento estratégico de qualquer organização. Uma

vez reconhecidas as dificuldades, urgências e necessidades desta, torna-se mais fácil definir o plano de implementação, implantação e adoção do BIM, bem como entender a importância desse modelo para a empresa ou instituição.

No contexto da engenharia urbana, o uso do BIM com o foco na infraestrutura vem crescendo nos últimos anos, com o aumento da população urbana e do interesse do governo no assunto.

Silva (2020) ressalta que apesar de não haver muitas bibliotecas disponíveis para o assunto, o BIM para infraestrutura urbana permite que os profissionais façam a modelagem dos elementos ou utilizem objetos paramétricos de bibliotecas. Além disso, as ferramentas do BIM para planejamento e cronograma podem ser aplicadas no contexto da infraestrutura, auxiliando nos processos construtivos, promovendo uma obra mais rápida, mais precisa e, conseqüentemente, mais econômica. Quanto à operação e à manutenção dos ativos, obtém-se um melhor controle de qualidade sobre o funcionamento das estruturas, um planejamento eficiente de manutenção preventiva, entre outras possibilidades provenientes de softwares e aplicativos especializados para cada tipo de infraestrutura.

2.1.3 BIM na Infraestrutura Urbana

O uso do BIM no domínio da infraestrutura é um assunto que cresce rapidamente em conjunto com o conceito tradicional de BIM. As pesquisas em infraestrutura BIM estão focadas principalmente na integração do Sistema de Informação Geográfica - *Geographic Information System* (GIS), seu uso em rodovias e pontes e no processo geral de implementação como menciona Bradley et al. (2016). O uso em obras de infraestrutura urbana se dá a partir de uma derivação dos conceitos estudados nessas áreas. Para discutir mais profundamente sobre o tema, é necessário esclarecer alguns fundamentos importantes, sendo o primeiro deles o conceito de infraestrutura.

Segundo Bradley et al. (2016), o termo “infraestrutura” é definido pelo dicionário de Oxford como “as estruturas e instalações físicas e organizacionais básicas necessárias para o funcionamento de uma sociedade ou empresa”. A infraestrutura pode ser dividida em cinco domínios principais, conforme descritas no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Macros domínios da infraestrutura.

TRANSPORTE	ENERGIA	SERVIÇOS PÚBLICOS	INSTALAÇÕES DE RECREAÇÃO	AMBIENTAL
estradas, ferrovias, pontes, túneis e centros de transporte (aeroportos, portos, rodoviárias).	usinas (nuclear, eólica, hidráulicas etc.), óleo e gás (terminais de armazenamento/distribuição, refinarias, poços etc.) e mineração.	redes/dutos para entrega e remoção de eletricidade, gás, água e esgoto.	redes/dutos para entrega e remoção de eletricidade, gás, água e esgoto.	estruturas de gestão de enchentes e defesa costeira, como barragens, diques, açudes ou aterros.

Fonte: Silva (2020), adaptado pela autora.

Percebe-se que a definição de infraestrutura abrange muitas tipologias de projeto que apresentam características próprias e peculiares dentro deste ou inseridos nas disciplinas que o compõem.

De acordo com Almeida e Andrade (2015), a integração entre os sistemas BIM e GIS apresenta grande potencial para a indústria da AEC, visto que possibilita o relacionamento entre as informações físicas e funcionais do edifício, extraídas de softwares BIM, com os dados de âmbito urbano contidos nas bases em GIS. Com a presença dessas metodologias, os levantamentos topográficos saem da esfera do 2D e passam a ser em 3D, mostrando todos os nuances do terreno como relevo, zoneamentos e pontos de interesse relevantes no momento da concepção do projeto. Assim facilitando a detecção de interferências, auxiliando no planejamento de obras, extração de quantitativos e planejamento de manutenções ao longo da vida útil do imóvel, a união do BIM com GIS representa um passo enorme para os empreendimentos residenciais. Esse resumo de gradação é representado na Figura 5.



Figura 5: Síntese das escalas tradicionais de aproximação em GIS e BIM.

Fonte: Almeida e Andrade, 2015.

Ambos os sistemas operam sobre diferentes tipos de arquivos e bases, enquanto o BIM funciona sobre uma perspectiva geométrica, o GIS baseia-se em dados geográficos, dificultando a integração entre estes. Nesse sentido, surge o grupo de trabalho *Integrated Digital Built Environment* (IDBE), uma união entre a *Open Geospatial Consortium* (OCG) e a *buildingSMART*, empresas responsáveis por padrões abertos GIS e BIM, respectivamente.

O grupo pretende propor ações para facilitar a integração desses sistemas através da descrição e avaliação de três padrões que abrangem as diferentes escalas espaciais, são eles o IFC, o CityGML e o LandInfra.

O IFC (*Industry Foundation Classes*) é um esquema construído pela *buildingSMART* que visa facilitar a transferência de informações BIM entre os diferentes softwares. Desta maneira, ele foi planejado para atuar como uma transcrição dos elementos e objetos paramétricos de modelos BIM. Já o CityGML (*City Geography Markup Language*), padronizado pela OCG, é um esquema para facilitar a interoperabilidade e estruturação de dados urbanos, podendo ser empregado para simulações e análises críticas de modelos urbanos 3D. Por fim, o LandInfra (*Land and Infrastructure Conceptual Model*), também padronizado pela OCG, é um padrão construído em conjunto com a *buildingSMART* para comportar tanto informações de terreno quanto de infraestrutura.

Na Figura 6 é ilustrado em sua graduação de sombreamento os dados de cada modelo. O sombreamento escuro indica cobertura forte, o sombreamento embaçado aponta uma

cobertura mais fraca ou em desenvolvimento, e nenhum sombreamento implica nenhuma cobertura conhecida. O objeto e os ícones são ordenados aproximadamente, a intenção é agrupar por tema e representar escalas espaciais mais finas mais próximas do topo.



Figura 6: Esquema das escalas alcançadas em cada padrão.

Fonte: Thomas, (2015).

Nota-se que cada um dos padrões trata de uma área da AEC com maior nível de detalhamento, seja nas edificações, nos terrenos ou nas macros e micro infraestruturas.

2.1.4 BIM no Brasil

A tecnologia BIM começou a ser utilizada no Brasil na década de 2000, mas foi a partir de 2010 que ela começou a ganhar mais destaque no país. Diversas ações foram implementadas para sua aplicação em 2006, a Diretoria de Obras do Exército iniciou a implementação do BIM, em 2010 foi lançada a biblioteca BIM pela ABDI para projetos Minha Casa Minha Vida, em

2012 a sede da Petrobrás em Santos iniciou a implementação de BIM. E em 2013 houve a exigência de projetos de Aeroportos com o uso de BIM.

Depois de um tempo começaram a ser arquitetadas as iniciativas por estados. O Governo de Santa Catarina, em 2013, criou o LaBIM-SC. Posteriormente, em 2015, fundou-se a aliança entre os estados de Santa Catarina e Paraná para a criação da Rede BIM Gov Sul. Também em 2015 os projetos da Arena das Dunas e Arena Amazônia no Estado do Amazonas foram desenvolvidos em BIM.

Para que aconteça o fomento do BIM na indústria da AEC são necessários alguns esforços governamentais. O Quadro 4 mostra que iniciativas e apoios oficiais são de extrema importância para a conscientização dos benefícios da implementação do BIM.

Quadro 4 – Ações governamentais para utilização do BIM.

Caderno BIM ou termo de referência para desenvolvimento de projetos	Desenvolvido pelo Governo do Estado de Santa Catarina como parte da documentação de licitação para elaboração do projeto de um hospital. Para desenvolvimento do Caderno, foi criado em abril de 2014 um grupo técnico, vinculado à Secretaria de Estado do Planejamento.
BNT/CEE-134 – modelagem da informação na Construção – NBR	Esta norma determina terminologias e estruturas de classificação para a modelagem da informação e, segundo Coelho (2017, p.25), serve para nortear métodos de avaliação, escopos de trabalho, padrões técnicos e outros parâmetros.
GTBIM (Grupo de trabalho) do CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo)	Realiza ações junto às instituições de ensino.
AGESC (Associação e Gestores e Coordenadores de Projeto)	Oferece cursos capacitantes aos profissionais em questão.
Sinaenco (Sindicato da Arquitetura e Construção)	Realiza palestras para os escritórios de projeto com fins de conscientização e introdução dos conceitos de modelagem.
CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção)	Produziu um documento chamado “Coletânea - Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC”.
AsBEA (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura)	Lançou em 2013 o “Guia AsBEA de Boas Práticas em BIM: Fascículo I” e em 2015 o “Guia AsBEA de Boas Práticas em BIM: Fascículo II”.

Fonte: A autora (2022).

Em âmbito federal, inicia-se com a assinatura do *Memorandum Of Understanding* (ou MOU), em 2016, pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (Ministro Marcos Pereira) e Ministro Liam Fox do Reino Unido. O MOU estabelece a cooperação entre o Brasil e o Reino Unido “(...) para apoiar a iniciativa de desenvolvimento de uma estratégia para

implantação e disseminação do BIM no Brasil.”. Desde então o Governo Federal tem atuado nesse sentido, fazendo a publicação de uma série de decretos no tema descritos no Quadro 5 a seguir.

Quadro 5 – Ações federais para utilização do BIM.

Lei Federal nº 12.378/2010	Tornou obrigatório o uso da tecnologia BIM em projetos de infraestrutura e edificações públicas no Brasil. A lei estabeleceu que projetos executados pelo poder público devem ser desenvolvidos e executados com o uso da tecnologia BIM, a fim de garantir maior eficiência, transparência e qualidade nos projetos.
Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018	Com esse decreto o Governo Federal oficializa a estratégia nacional para a disseminação do Building Information Modeling (BIM), ou estratégia BIM BR. Visa promover um ambiente para o investimento na metodologia e sua difusão no Brasil.
Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019	Esse decreto revoga o citado anteriormente. Também dispõe sobre a estratégia nacional de disseminação do Building Information Modeling, porém institui e dispõe sobre questões relacionadas ao comitê gestor da estratégia do BIM.
Decreto nº 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.

Fonte: A autora (2022).

Esse último decreto relacionado, define que o BIM deve ser implementado de forma gradual, obedecendo a fases de adoção estabelecidas.

A primeira fase com início a partir de 1º de janeiro de 2021, informa que o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM e abrangerá, no mínimo as ações relacionadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Ações da primeira fase do Decreto nº 10.306.

PRIMEIRA FASE	1º	A elaboração dos modelos de arquitetura e dos modelos de engenharia referentes às disciplinas de: estruturas, instalações hidráulicas, instalações de aquecimento, ventilação e ar-condicionado e instalações elétricas.
	2º	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.
	3º	A extração de quantitativos.
	4º	A geração de documentação gráfica extraída dos modelos a que se refere este inciso.

Fonte: Decreto nº 10.306 (2020), adaptado pela autora.

Em sua segunda fase, que terá data de início em 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, referentes a construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM e abrangerá tendo no mínimo as ações relacionadas no Quadro 7.

Quadro 7– Ações da segunda fase do Decreto nº 10.306.

SEGUNDA FASE	1º	Os usos previstos na primeira fase.
	2º	A orçamentação, o planejamento e o controle da execução de obras.
	3º	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.

Fonte: Decreto nº 10.306 (2020), adaptado pela autora.

Na sua etapa final, a terceira fase com data de início 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 construções novas, reformas, ampliações e reabilitações, quando

consideradas de média ou grande relevância para a disseminação do BIM e abrangerá, no mínimo as práticas relacionadas no Quadro 8 a seguir.

Quadro 8 – Ações da terceira fase do Decreto nº 10.306.

TERCEIRA FASE	1º	Os usos previstos na primeira e na segunda fase.
	2º	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.

Fonte: Decreto nº 10.306 (2020), adaptado pela autora.

Em seu Art. 2º, o mesmo Decreto discrimina quais entes estarão ligados as ações de disseminação do BIM previstas em seu conteúdo, neles estão elencados o Ministério da Defesa, por meio das atividades executadas nos imóveis jurisdicionados ao Exército Brasileiro, à Marinha do Brasil e à Força Aérea Brasileira, e o Ministério da Infraestrutura, por meio das atividades coordenadas e executadas pela Secretaria Nacional de Aviação Civil, para investimentos em aeroportos regionais e pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), para reforço e reabilitação estrutural de obras de arte especiais.

Sendo assim, esses órgãos/entidades são responsáveis pelo desenvolvimento dos primeiros projetos piloto da estratégia nacional de disseminação do BIM. O Ministério da Defesa com as ações executadas nos imóveis jurisdicionados à Força Aérea Brasileira, é o estudo de caso dessa pesquisa.

Ainda no Art. 2º, Parágrafo único do Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, há a definição que os órgãos e entidades da administração pública federal não mencionados no caput poderão adotar as ações de implementação do BIM nos termos do disposto no Decreto, independentemente da finalidade do uso do BIM, prevista ou não no Decreto. Dessa forma, fica evidente a necessidade do mercado brasileiro em se adaptar ao BIM. Inicialmente devido à obrigatoriedade de sua utilização no setor público, mas também devido às implicações que isso trará. Uma implicação notável refere-se ao setor privado. Esse, no papel de prestador de serviços do setor público, também terá que atender as exigências expressas no Decreto nº 10.306. Tal experiência já foi vivenciada por países como Inglaterra, por exemplo, onde a

obrigatoriedade da utilização BIM no setor público foi instituída objetivando o impacto gradual em toda a indústria AEC, o que de fato tem acontecido.

Ainda dentro das ações alinhadas a estratégia nacional de disseminação do BIM (Estratégia BIM BR), como resultado de ação conjunta entre o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), foi lançada a plataforma BIM BR. Essa plataforma traduz um dos objetivos expressos na Estratégia BIM BR. De acordo com ABDI (2022), a plataforma, além de possuir conteúdo dinâmico sobre a modelagem da informação da construção, hospedará a Biblioteca Nacional BIM (BNBIM), cujo intuito é se tornar um repositório das bibliotecas virtuais BIM no Brasil. Ainda de acordo com a mesma referência, esta iniciativa é um marco importante para o incentivo à expansão do BIM nacionalmente, fomentando o uso destes processos por órgãos públicos, instituições, organizações privadas e profissionais da AEC por meio de objetos condizentes com a realidade do mercado e com critérios de qualidade definidos.

Na elaboração de modelos BIM, profissionais podem dispor dos componentes presentes na biblioteca do software em uso. Porém quando componentes necessários não estão disponíveis nessas, uma alternativa ao desenvolvimento desses pelo projetista, dentro do próprio software (através das ferramentas básicas de modelagem) é a sua busca em bibliotecas públicas ou ainda em sites de fabricantes. Nesse sentido, a existência de ferramentas como a BNBIM é muito importante, pois apoiam e incentivam o mercado a adotar BIM, uma vez que gera embasamento e diminui a complexidade de criação dos modelos BIM.

2.1.5 Gerenciamento do projeto BIM

Para o *Project Management Body of Knowledge – PMBOK* (2017), o Gerenciamento de Projetos e a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas as atividades do projeto a fim de cumprir os seus requisitos. O gerenciamento de projetos é realizado através da aplicação e integração apropriadas dos processos de gerenciamento de projetos identificados para o projeto, permitindo que as organizações executem projetos de forma eficaz e eficiente. Realizar a gestão de um projeto de forma efetiva resulta em benefícios para indivíduos, grupos e organizações tanto públicas quanto privadas, conforme evidenciado no Quadro 9 a seguir.

Quadro 9 – Benefícios do gerenciamento de projetos.

BENEFÍCIOS DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS
Cumprimento dos objetivos dos negócios.
Satisfação das expectativas das partes interessadas.
Mais previsibilidade.
Aumento das chances de sucesso.
Entrega dos produtos certos no momento certo.
Resolução de problemas e questões.
Resposta a riscos em tempo hábil
Otimização do uso dos recursos organizacionais.
Identificação, recuperação ou eliminação de projetos com problema.
Gerenciamento de restrições (por exemplo, escopo, qualidade, cronograma, custos, recursos).
Equilíbrio da influência de restrições do projeto (por exemplo, o aumento de escopo pode aumentar custos ou o prazo).
Melhor gerenciamento das mudanças.

Fonte: PMBOK (2017), adaptado pela autora.

O guia ainda reforça que os projetos são uma maneira chave de criar valor e benefícios nas organizações. No ambiente de negócios atual, os líderes organizacionais precisam ser capazes de gerenciar orçamentos cada vez mais apertados, prazos mais curtos, recursos mais escassos e uma tecnologia que muda rapidamente. O ambiente de negócios é dinâmico, com um ritmo acelerado de mudança. Para se manterem competitivas na economia mundial, as empresas estão adotando o gerenciamento de projetos para entregar valor de negócio de forma consistente.

No ambiente da AEC não é diferente, diversos modelos BIM que constituem o projeto devem ser objeto de procedimentos de controle de qualidade, de modo rotineiro, tanto pelos seus autores, como pelos que os recebem, em particular a coordenação de projetos. Cabe ao responsável por disciplina efetuar não apenas controlar a exatidão de suas propostas, mas também verificar se o modelo atende aos requisitos e aos processos do projeto, ambos definidos no Plano de Execução BIM (PExBIM), menciona Leusin (2020).

Um bom planejamento se mostra essencial para o sucesso de qualquer empreendimento e, no caso de processos BIM, é um ponto ainda mais relevante pois se trata de uma inovação tecnológica e, por isso, os processos devem ser cuidadosamente avaliados e definidos, para consolidar o planejamento do empreendimento deve ser desenvolvido o PExBIM, que resume

os objetivos, responsabilidades, e produtos ao longo de todo o processo e deve fazer parte da documentação contratual das partes envolvidas.

O autor segue descrevendo o Plano de Execução BIM (PExBIM) sendo o documento que define a participação e a responsabilidade de cada participante ao longo do projeto. A norma ISO 19650-1, *Organization of information about constructions Works – Information management using building information modelling* apresenta conceitos e princípios que devem orientar o gerenciamento de toda a informação ao longo do ciclo de vida do empreendimento e, em particular, as diretrizes para elaboração do Plano de Execução BIM. Na Figura 7 a seguir é possível observar um comparativo entre um processo de projeto BIM e do processo CAD.

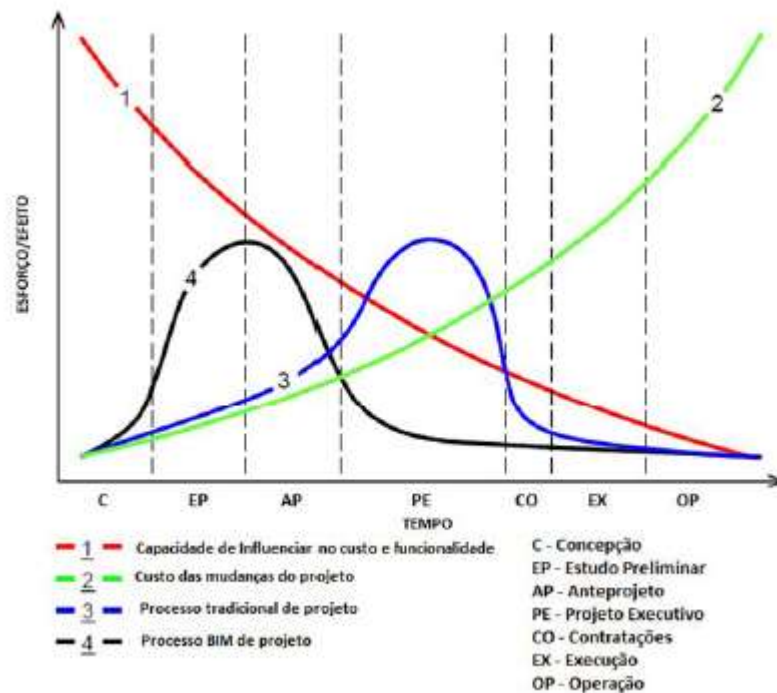


Figura 7 – Curva de Macleamy: relação de esforço impacto.

Fonte: MacLeamy (2019), adaptado pela autora.

Posto isso, é possível observar que as primeiras diferenças no processo BIM são o aumento de prazos e recursos aplicados nas etapas até o projeto básico e depois uma redução expressiva durante o projeto executivo.

2.1.6 Níveis de maturidade do projeto

Um modelo de maturidade é uma estrutura, composta por processos através do qual uma organização se desenvolve sistematicamente a fim de atingir um estado futuro desejado. Um modelo de maturidade reconhece e sinaliza o amadurecimento progressivo da organização (Almeida Neto, 2015). Instituições podem se apoiar em tais modelos para acompanhar a evolução de implementações, mudanças ou seu desenvolvimento de uma forma geral; entendendo assim seu progresso de forma clara.

Esses modelos podem ser aplicados em diversas áreas de organizações, sendo gerenciamento de projetos uma das mais representativas. Nesse contexto, Prado (2016) define um modelo de maturidade como o mecanismo capaz de quantificar numericamente a capacidade de uma organização gerenciar projetos com sucesso.

O Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projetos (MMGP) se apresenta como a única contribuição do Brasil para a avaliação da maturidade. É composto de um questionário com quarenta questões onde se procura relacionar a maturidade da organização com sua capacidade de executar projetos com sucesso. O modelo é composto de cinco níveis descritos por Prado (2016).

No nível 1 nomeado como Inicial, a empresa não possui uma percepção correta do que sejam projetos e Gerenciamento de Projetos (GP). Projetos são executados na base da intuição, “boa vontade” ou “melhor esforço” individual. Geralmente não se faz planejamento e o controle é inexistente. Não existem procedimentos padronizados. O sucesso é fruto do esforço individual ou da sorte.

Já no nível 2 designado como Conhecido, o grau representa o despertar para o assunto gerenciamento de projetos. Suas principais características são mencionadas no Quadro 10.

Quadro 10 – MMGP: Nível 2 – Conhecido.

CONHECIDO	NÍVEL 2	Conhecimentos introdutórios de Gerenciamento de Projetos.
		Uso introdutório de ferramentas para sequenciamento de atividades.
		Iniciativas isoladas para o planejamento e controle de alguns projetos.
		Cada profissional trabalha a seu modo, visto a não existência de uma plataforma padronizada para Gerenciamento de Projetos, constituída de processos, ferramentas, estrutura organizacional, etc.
		Ocorre o despertar de uma consciência sobre a importância da implementação de cada um dos componentes de uma plataforma de GP.

Fonte: Prado (2016), adaptado pela autora.

No nível 3 conhecido como Padronizado, a empresa começa a implementar uma plataforma para a gestão de seus projetos, através da estruturação organizacional, padronização e estruturação de modelos. Suas principais características são apresentadas no Quadro 11.

Quadro 11 – MMGP: Nível 3 – Padronizado.

PADRONIZADO	NÍVEL 3	Evolução nas competências.
		Existência de uma plataforma padronizada para GP.
		Uso de baseline.
		Medição de desempenho dos projetos encerrados.
		Captura de dados de anomalias que impactam os resultados dos projetos (atrasos, estouro de custos, etc.).
		A plataforma está em uso pelos principais envolvidos há mais de um ano.
		Uma quantidade significativa de projetos utilizou todos os processos da metodologia (início, meio e fim).

Fonte: Prado (2016), adaptado pela autora.

Em relação ao nível 4 indicado como Gerenciado, a empresa começa a aperfeiçoar a plataforma, com o funcionamento dos padrões, anomalias identificadas e eliminadas e alinhamento dos negócios da organização. Tendo como pontos fortes as características descritas no Quadro 12.

Quadro 12 – MMGP: Nível 4 – Gerenciado.

GERENCIADO	NÍVEL 4	Os profissionais demonstram constantemente um alto nível de competência, alinhando conhecimento e experiência prática.
		Eliminação (ou mitigação) das anomalias gerenciáveis que atrapalham os resultados dos projetos.
		Os resultados da área (índice de sucesso, atrasos, etc.) são compatíveis com o esperado para o nível de maturidade 4.
		Esta situação ocorre há mais de 2 anos.
		Uma quantidade significativa de projetos já completará seus ciclos de vida neste cenário.

Fonte: Prado (2016), adaptado pela autora.

Finalmente no nível 5 eleito como Otimizado, o processo de gerenciamento de projetos comporta-se como algo normal na companhia, com baixo stress e ruídos. Suas particularidades são observadas no Quadro 13.

Quadro 13 – MMGP: Nível 5 – Otimizado.

OTIMIZADO	NÍVEL 5	Otimização de processos e ferramentas.
		Otimização de resultados (prazos, custos, escopo, qualidade, desempenho, etc.)
		Altíssimo nível de sucesso.
		Ambiente e clima de trabalho de eficiência, produtividade e baixo stress.
		Alto reconhecimento da competência da área e da organização, que são vistas como benchmark.
		Esta situação ocorre há mais de 2 anos.
		Uma quantidade significativa de projetos já completará seus ciclos de vida neste cenário.

Fonte: Prado (2016), adaptado pela autora.

Na Figura 8 abaixo é possível observar a organização dos níveis de maturidade e sua relação proporcional ao grau de sucesso atingido pelas instituições, ademais a direita da imagem são posicionadas as sete dimensões que auxiliam na avaliação do grau de maturidade.

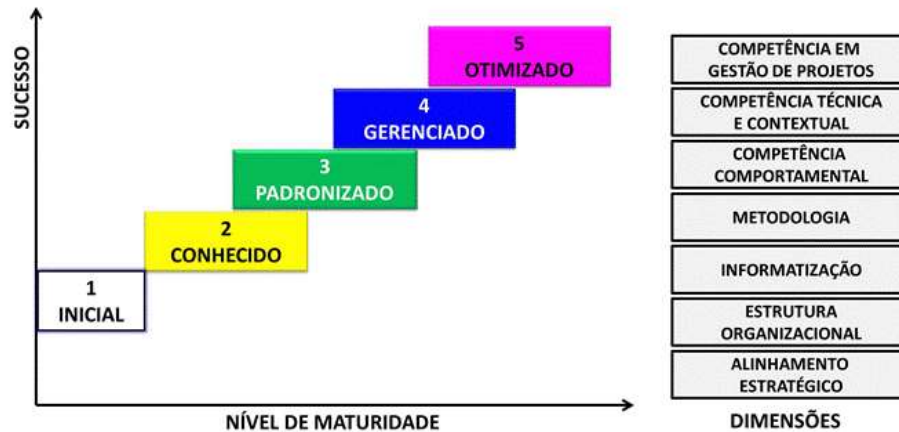


Figura 8 – Níveis de maturidade, dimensões e sucesso dos projetos.
Fonte: Prado (2016).

Cada nível atingido pode conter até 7 dimensões da maturidade em diferentes intensidades e peculiaridades. Essas criam a Plataforma de Gerenciamento de Projetos, conforme Figura 9 apresentada a seguir.



Figura 9 – Plataforma de Gerenciamento de Projetos.
Fonte: Prado (2016).

2.2 MÉTODO DESENVOLVIDO PELO PROF. BILAL SUCCAR

2.2.1 Apresentação

O pesquisador Bilal Succar (2009) desenvolveu uma detalhada metodologia para descrever, qualificar e mensurar o uso do BIM em organizações e esferas diversas. Essa metodologia mostra-se tocante ao estudo de caso, pois apresenta a capacidade de propor uma avaliação de grau de maturidade de instituições na adoção e processo de implementação do BIM em relação a seus processos internos e relacionado a outras organizações. Como menciona Santos (2016), pelo estudo estabelecer parâmetros para mensurar os estágios de maturidade, permite não apenas avaliar o status da organização, mas também visualizar os passos futuros que levem a níveis mais altos de maturidade e, com isso, um processo de permanente melhora no desempenho.

Importante enfatizar que Succar (2009), desenvolve a metodologia para fazer face as dificuldades e barreiras reais enfrentadas pelas organizações, que em algum momento, enxergam BIM e/ou suas ferramentas como boas alternativas para o desenvolvimento dos seus trabalhos e optam por incluí-las na sua gestão. Entretanto, a abordagem BIM, por implicar uma visão sistêmica que vai além da competência individual do profissional ou de sua equipe, envolve uma mudança de cultura que nem sempre fica evidente. Assim, as vantagens da abordagem podem não ser plenamente exploradas e algumas barreiras podem se mostrar intransponíveis justamente pelo fato de que, sem conseguir visualizar o todo, a organização não sabe sequer em que aspectos e de que modo atuar para melhorar seu desempenho.

Nos conceitos que Succar (2009) criou para ajudar a entender e organizar o domínio BIM existe três eixos traduzidos e explicitados no Quadro 14.

Quadro 14 – Eixos BIM.

BIM	<i>Fields</i>	Traduzido como Campos do BIM, separados em três áreas: políticas, processos e tecnologias
	<i>Stages</i>	Etapas do BIM, são classificações que definem a capacidade de uma empresa em lidar com o BIM, ou seja, define a competência com que a empresa executa uma tarefa, entrega um produto ou presta um serviço.
	<i>Lenses</i>	Reproduzido diretamente como Lentes do BIM, adaptado como Aspectos do BIM, são análises seletivas de um determinado aspecto BIM, para fornecer profundidade e amplitude ao assunto. Isso permite avaliar e qualificar Campos do BIM e Etapas do BIM, nas suas diferentes camadas de conhecimento e áreas de pesquisa.

Fonte: Manzione (2013), adaptado pela autora.

O domínio BIM é composto por três campos de atividade interligados, mas distintos como demonstrado na Figura 10 a seguir: Tecnologia, Processo e Política. Cada um desses campos BIM tem seus próprios agentes e seus intérpretes. Os BIM Players traduzidos como Agentes BIM podem ser indivíduos, equipes, organizações ou outros grupos, a Figura 8 traz a integração dos representantes de cada campo.



Figura 10 – Três campos interligados de atividades BIM.

Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

O Campo de Tecnologia contempla um grupo de agentes especializados no desenvolvimento de *software*, *hardware*, equipamentos e sistemas de rede necessários para aumentar a eficiência, produtividade e rentabilidade dos setores da AEC. Estas incluem organizações que geram soluções de software e equipamentos de aplicabilidade direta e indireta ao projeto, construção e operação de instalações, assim definido por Succar (2009).

O Campo de Processos reúne os usuários diretos do BIM que adquirem, projetam, constroem, fabricam, usam, gerenciam e mantêm estruturas. Estes incluem arquitetos, engenheiros, empreiteiros, prestadores de serviço, proprietários e todos os outros participantes da indústria AEC envolvidos no projeto.

O Campo de Políticas abrange aqueles que regulamentam o mercado da AEC e contribuem para o seu desenvolvimento. Esses agentes não geram nenhum produto de construção, mas são organizações especializadas como seguradoras, centros de pesquisa, instituições de ensino e órgãos reguladores que desempenham papéis preparatórios, regulatórios e contratuais centrais no processo de projeto, construção e operações. Como exemplos é possível destacar o Decreto 10.306, a ABNT, a *building SMART*, as universidades e pesquisadores sobre o tema.

As interações BIM são transações de conhecimento *push-pull*, traduzido para empurrar-puxar, que ocorrem dentro ou entre campos. Essa interação visa transferir aprendizado de um agente ou campo para outro, enquanto mecanismos *pull* transferem conhecimento para satisfazer um pedido de outro, esse conhecimento pode ser entendido como uma troca de informações e experiências entre os campos relacionados. As combinações de amostra incluem transferências de dados, dinâmica de equipe e relações contratuais entre eles, essas são ilustradas na Figura 11 a seguir.

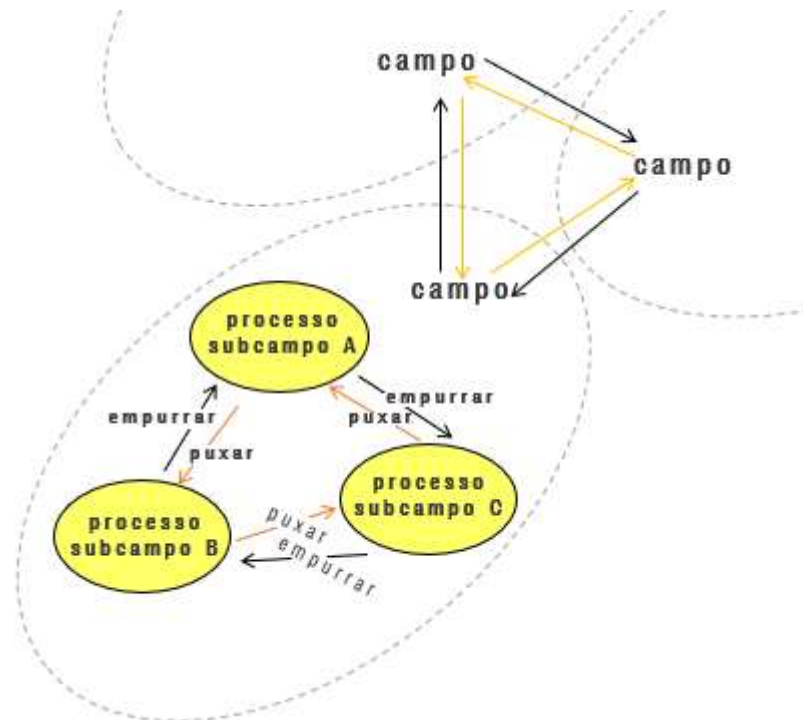


Figura 11 – Campos BIM e suas interações.

Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

O modelo conceitual criado por Succar se aprofunda ainda mais na organização do universo do BIM e apresenta cinco pontos importantes, quais sejam:

1. Escalas Organizacionais (Organization Scales), são as variações de escala de empresa e organizações.
2. Níveis de Granularidade (Granularity Levels), variações da profundidade da aplicação do método de avaliação do Nível de Maturidade. Entende-se que a formalidade e maneira como o método foi aplicado podem variar, de uma auditoria externa a uma avaliação interna informal. Portanto, essa informação é muito importante para aferir a qualidade e a relevância do Nível de Maturidade atribuído a empresa ou organização.
3. Competências em BIM (BIM Competencies), capacidade de um Agente do BIM para satisfazer um requisito BIM ou gerar um BIM Entregável.
4. Estágios de Capacidade em BIM (BIM Capability Stages), que representam uma evolução da utilização da ferramenta BIM a partir de sua implantação;
5. Níveis de Maturidade em BIM (BIM Maturity Levels), definido por Santos como a representação da qualidade, previsibilidade e variabilidade dentro dos Estágios do BIM.

2.2.2 Escala Organizacional

Este tópico se refere ao escopo definido para a utilização do método de análise da maturidade em BIM e pode haver três escalas: macro, meso e micro. Succar (2009) define esses níveis, que por sua vez são subdivididos internamente utilizando a mesma categorização.

A escala macro refere-se a um plano extraorganizacional, ou seja, o contexto em que uma organização atua ou em que um projeto acontece. Ela se divide em mercado e indústria, com suas subdivisões: mercado global (macro), mercado definido (meso) e mercados regionais/locais (micro); indústria (macro), setor (meso) e disciplina e especialidade (micro).

Nesta escala pode-se avaliar o grau de maturidade de um mercado no uso de BIM, algo que afetará diretamente as outras escalas organizacionais. Uma organização encontrará muito mais facilidade de adotar BIM em suas atividades se estiver inserida numa indústria que favoreça esta opção.

Na escala meso, há os projetos e suas equipes. Do ponto de vista da mensuração de desempenho, trata-se de avaliar como se dão as relações interorganizacionais na adoção de BIM.

Por fim, na escala micro, o escopo fecha-se sobre os processos e competências intraorganizacionais, ou seja, uma organização, suas unidades, suas equipes e seus membros, subdivididos da seguinte maneira: organização (macro); unidades, departamentos e equipes da organização (meso); membros da organização, que podem participar de mais de uma equipe (micro).

Embora a dimensão da organização não implique necessariamente uma mudança de enquadramento nas escalas organizacionais, ou seja, uma grande ou microempresa são analisados dentro da chamada escala micro, a escolha por trabalhar com grandes instituições não é isenta de consequências neste componente. É preciso ter clareza que uma organização, quando participa de um projeto, muitas vezes poderá ter a dimensão (e também o papel) de um departamento ou de uma equipe de uma grande empresa, mesmo que concentre em si funções administrativas e comerciais que o referido departamento não assumirá. A escala organizacional é apresentada na Figura 12.

ESCALA ORGANIZACIONAL

















BAIXO DETALHAMENTO			ALTO DETALHAMENTO			
NOME	SIMBOLOGIA	GRANULARIDADE	NOME	SIMBOLOGIA	GRANULARIDADE	DEFINIÇÃO
MACRO Mercados chaves e Industrias	M	Mercados chaves 	(Macro M)	M	Mercados chaves 	Mundo da atividade comercial onde bens e serviços são comprados e vendidos.
			(Meso M)	Md	Mercados chaves definidos 	Podem ser geográficos, geopolíticos ou resultado de acordos com objetivos similares.
			(Micro M)	Ms	Sub-Mercados 	Podem ser locais ou regionais.
	I	Indústrias 	(Macro I)	I	Indústria 	A ação organizada de fabricação de bens e serviços para venda.
			(Meso I)	Is	Setores 	Subconjunto distinto de um mercado, sociedade, indústria ou economia cujos componentes compartilham características semelhantes.
			(Micro I)	Id	Disciplinas 	Ramos do conhecimento, sistemas de regras de conduta ou métodos de prática.
				Isp	Especialidades 	Foco na área de conhecimento, expertise, produção ou serviço com uma sub-disciplina.
MESO Equipes de Projetos	P	Equipes de Projeto 	n/a	P	Equipe de Projeto 	São grupos temporários de organizações com o objetivo de cumprir objetivos predefinidos de um projeto - um esforço planejado, geralmente com um objetivo específico e realizado em várias etapas ou estágios.
MICRO Organizações, unidades, times e membros.	O	Organizações 	(Macro O)	O	Organizações 	Arranjo social que persegue objetivos coletivos, que controla seu próprio desempenho e que tem uma fronteira que o separa de seu ambiente.
			(Meso O)	Ou	Unidades Organizacionais 	Divisões especializadas de uma organização, estes podem ser localizados ou distribuídos geograficamente.
				Ot	Times Organizacionais 	Consistem em um grupo de indivíduos (Recursos Humanos) designados para realizar uma atividade ou entregar um conjunto de objetivos atribuídos. As equipes podem ser localizadas fisicamente ou formadas em linhas geográficas ou departamentais.
			(Micro O)	Om	Membros da Organização 	Partes de múltiplos times organizacionais.

Figura 12 – Escala Organizacional Granular.

Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

2.2.3 Níveis de Granularidade

Sequenciando a metodologia, Succar (2009) desenvolveu níveis de granularidade para determinar a qualidade da matriz que indicam: a amplitude da avaliação, detalhes de pontuação, formalidade e especialização do avaliador. Isto é, a medição de desempenho do BIM através da Matriz pode ser realizada com poucos detalhes, feita de maneira informal ou auto administradas, ou pode ser realizada com mais detalhes de maneira formal e liderada por especialistas. São quatro níveis de granularidade que podem ser visualizados na Figura 13.

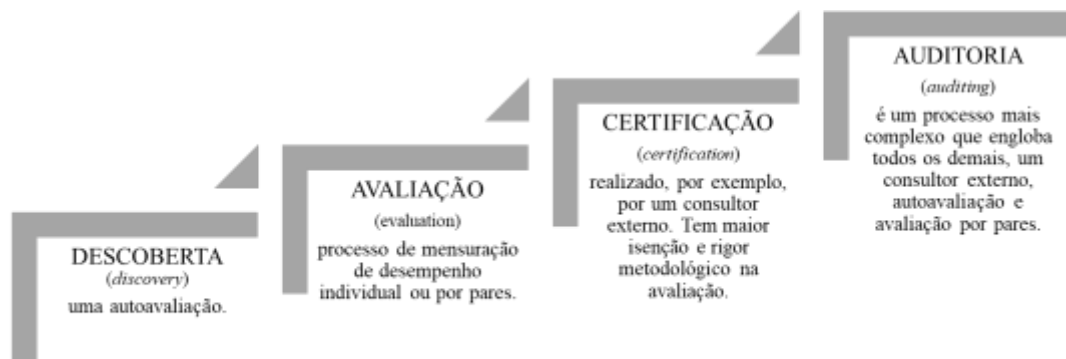


Figura 13 – Processo crescente de níveis de granularidade.

Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

Sobre esta pesquisa, vale ressaltar que o nível de granularidade está entre uma Avaliação (processo de mensuração de desempenho individual) e uma Certificação (realizada por consultor externo com maior rigor e isenção). Não houve grande aprofundamento já que o procedimento de observação das organizações foi definido pelas próprias instituições que não ofereceram informações mais acuradas, fato esse que representa uma limitação externa da pesquisa.

2.2.4 Competências em BIM

Em conformidade com Succar (2009), uma Competência em BIM representa a capacidade de um agente para satisfazer um requisito do BIM ou gerar um entregável em BIM. Ou seja, são as habilidades desse agente que caracterizam seu desempenho.

Santos (2016) elucida competências como habilidades, itens, procedimentos, processos que permitem avaliar a capacidade (o que se é capaz de fazer) e a maturidade (com que qualidade e consistência se é capaz de fazer) da organização.

Dividindo as Competências em BIM (*BIM Competencies*) dentro dos Campos do BIM (*BIM fields*) sendo conceituadas no Quadro 15 representado a seguir.

Quadro 15 – Competências BIM.

COMPETÊNCIAS BIM	TECNOLOGIA	Resume o domínio do Agente do BIM, com relação ao software, hardware e redes. Por exemplo, a utilização de um software e a capacidade dos equipamentos da empresa em administrar os arquivos BIM são fundamentais para o fluxo de trabalho. Assim como a capacidade de intercâmbio de arquivos e armazenamento de dados da empresa é fundamental para o processo de trabalho multidisciplinar. Ou seja, a tecnologia que uma empresa domina é fundamental.
	PROCESSO	São os aspectos do BIM que não se referem à modelagem de objetos. Ou seja, são características que influenciam o projeto dentro de uma empresa, o processo e as relações entre os agentes. Por exemplo: posturas de liderança, gestão, administração de recursos humanos, definição de fases de projeto, desenvolvimento de produtos, troca de arquivos, interoperabilidade e outros.
	POLÍTICA, PESQUISA E REGULAMENTAÇÃO	São habilidades dos agentes em organizar e legalizar sua atuação no mercado da AEC. Por exemplo: aspectos como a alocação de riscos, política de entregas de dados e propriedade das informações, pagamentos e outros. Também diz respeito à habilidade de se enquadrar em padrões normatizados ou padrões vigentes no mercado. Portanto, essa competência inclui relações contratuais, utilização de normas existentes, parcerias com demais organizações do mercado, pesquisas na área, relações com empresas desenvolvedoras de software e outros.

Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

Assim sendo, as Competências em BIM podem ser vistas como conjunto de Capacidades para realizar um serviço, tarefa, função, etc. Logo após na Figura 14, elas podem ser observadas com maior detalhamento.

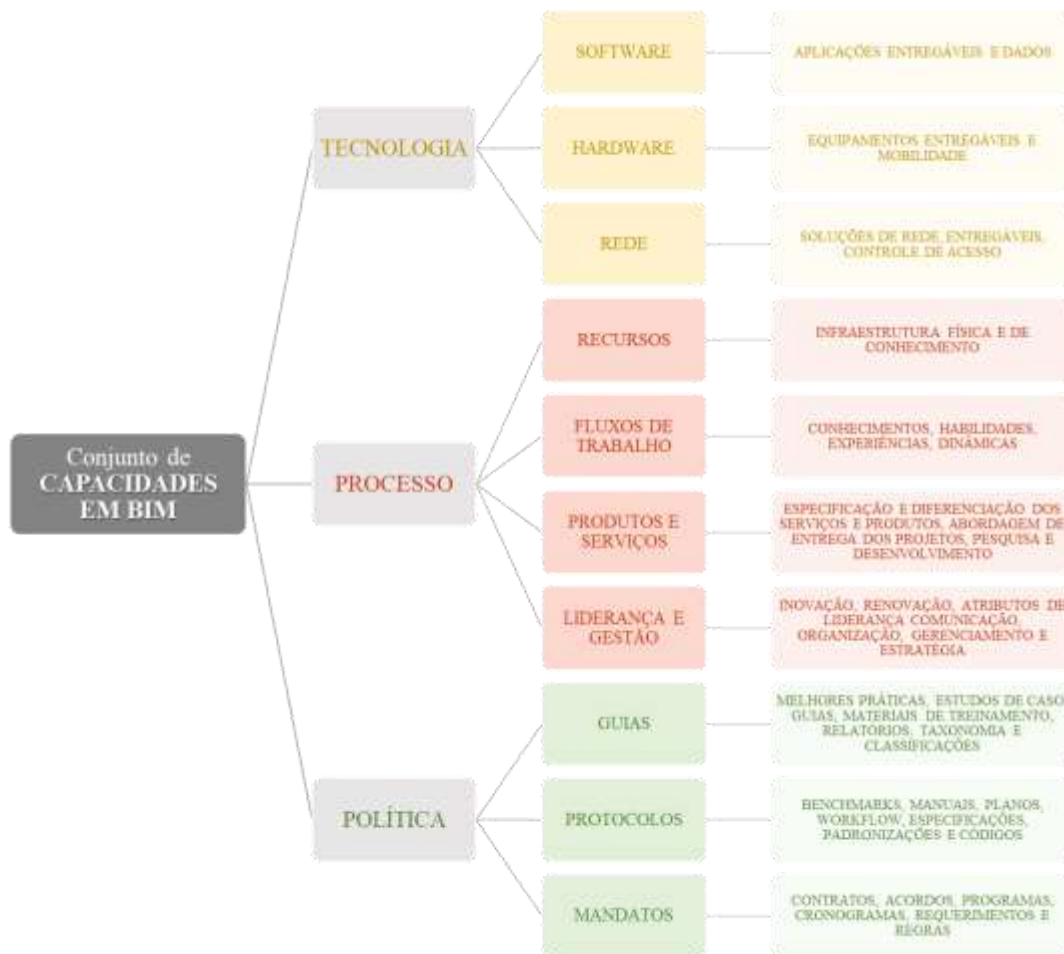


Figura 14 – Conjunto de Competências em BIM.
 Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

2.2.5 Estágios de Capacidade em BIM

Capacidade BIM é a habilidade básica para realizar uma tarefa ou entregar um serviço/produto BIM. Os Estágios de Capacidade BIM (ou Estágios BIM) definem os requisitos BIM mínimos – os grandes marcos que precisam ser atingidos pelas equipes ou organizações na implementação de tecnologias e conceitos BIM, define Succar (2019).

Os estágios são então divididos em três, conforme essas habilidades mínimas e o tipo de capacidade desempenhada na organização. Segundo Santos (2016) no Estágio 1, a habilidade mínima é a “modelagem baseada em objetos”. Essa modelagem refere-se, necessariamente, à modelagem da informação. Assim, a produção de desenhos 3D e 2D com o uso de ferramentas associadas ao BIM, mas sem a modelagem da informação, caracteriza apenas um estágio Pré-BIM.

Para que a organização seja identificada no Estágio 2, é necessário que ela realize como habilidade mínima a “colaboração baseada em modelos”. É claro que a colaboração acontece também sem o BIM, e o desenvolvimento da habilidade de colaborar será bem-vinda no momento da implementação do BIM neste estágio. Porém, se esta colaboração não se realizar pelo compartilhamento colaborativo de modelos baseados em objetos, em que a modelagem da informação seja um pressuposto, o Estágio 2 não estará configurado.

Já o Estágio 3 diz respeito à “integração baseada em redes”, o que pressupõe uma colaboração inclusive em tempo real e bastante integrada desde o início do projeto.

Portanto, de um estágio a outro, há uma diferença no tipo de resultados produzidos pela organização e suas equipes, no grau de colaboração e integração (que se torna cada vez maior à medida que se avança nos estágios) e também no tipo e consistência das políticas de regulação, contratos e gestão de pessoas. Os estágios podem então ser compreendidos como uma visão de conjunto do grau de capacidade efetivamente exercido em uma série de competências de modo interligado. No *continuum* de evolução que vai de pré-BIM para pós-BIM, há pontos de mudança “radical” ou “transformacional”, em que se atinge um novo padrão de operação – relacionado aos campos da tecnologia, processos e políticas.

Subsequente, os cinco estágios de capacidade serão descritos, desde o Pré-BIM – descrito por Succar (2009) como “um ponto de partida fixo que representa a situação da indústria antes da implementação de BIM” – até o “pós-BIM” – “um ponto final variável que representa um objetivo em permanente evolução de empregar ferramentas e conceitos de Arquitetura, Construção e Operação virtualmente integrados (viDCO ou virtually integrated Design, Construction and Operation)”.

Iniciando, quando os aplicativos BIM são utilizados apenas para elaborar desenhos em 3D, sem a manipulação e gerenciamento de informações referentes a eles, tem-se o Estágio zero ou “pré-BIM”. Neste estágio, é frequente que as ferramentas sejam utilizadas para obtenção pontual de algumas soluções, porém, combinadas com o uso de ferramentas de outros tipos, obrigando a constantes conversões, que implicam perdas ou distorções de informação, quando não a necessidade de se refazer todo um modelo. O trabalho não é colaborativo e o processo de trabalho é sequencial e assíncrono.

É o que acontece quando alguém faz o desenho inicial em CAD, então converte para algum aplicativo BIM para cálculo de materiais ou de estrutura, depois isso pode ser reconvertido para se proceder modificações na planta, e assim por diante.

Instantaneamente no Estágio 1 do BIM, segundo Succar (2009), o Estágio de Capacidade 1 do BIM, o primeiro de implementação da metodologia, corresponde àquele em que a habilidade mínima exigida é a modelagem baseada em objetos. Neste momento, não há um processo de trabalho colaborativo entre disciplinas, de modo que o BIM é usado para uma disciplina individualmente, e o modelo é utilizado em uma das fases da implementação: projeto, construção ou operação. Alguns produtos já ocorrem neste estágio, como visualizações e representações em 2D e 3D, quantificações de materiais ou itens da construção, entre outros.

Como ainda não há efetiva *colaboração* do BIM, os agentes trocam informações de maneira unidirecional e a comunicação é assíncrona (por exemplo, na forma de troca de mensagens). Tampouco se observa mudanças na forma dos contratos entre os agentes, que seguem modelos tradicionais.

Posteriormente no Estágio 2 do BIM, quando os agentes cumpriram os requisitos do Estágio 1, eles estão capacitados para lidar com a modelagem de objetos, pois manipulam habilmente as informações dos modelos e organizam seus processos e políticas de modo coerente com este tipo de produção. Logo, estão aptos a colaborar num ambiente BIM.

No Estágio 2, portanto, a habilidade mínima definidora é a colaboração baseada em modelos, em que duas ou mais disciplinas poderão compartilhar modelos e trabalhar sobre eles, ainda que para isso seja necessário utilizar exportações (por exemplo, em formato IFC) que permitam a interoperabilidade entre softwares especializados em diferentes disciplinas de projeto.

É comum neste estágio que aconteça colaboração entre mais de uma fase do ciclo de vida do empreendimento de construção, por exemplo quando um mesmo modelo é usado para trocas nas fases de projeto-projeto, projeto-construção, construção-operação do edifício, ou projeto-operação. Neste momento, um modelo construído em BIM pode conter as informações que permitirão gerar cronogramas e/ou orçamentos, também chamados de quarta e quinta dimensões (4D e 5D).

Por sua própria natureza, a colaboração exigirá mudanças nos processos e políticas, como os modos de se organizar fluxos ou espaços de trabalho, o rigor na padronização de processos e informações, a provisão de treinamento para os profissionais e a elaboração de contratos que prevejam um maior compartilhamento de responsabilidades, recompensas e riscos decorrentes da própria colaboração.

Também a granularidade da informação cresce conforme se adquire mais competências e com um maior nível de maturidade. Os modelos tendem a se tornar mais complexos, menciona Santos (2016).

Na sequência, o Estágio 3 engloba os dois anteriores e incorpora como pressupostos as habilidades da modelagem baseada em objetos e da colaboração baseada em modelos. A habilidade definidora neste momento é a integração baseada em redes.

Portanto, no Estágio 3 há efetiva integração dos processos, os compartilhamentos ocorrem em tempo real, com uma alta complementaridade entre as responsabilidades e funções dos participantes. Aspectos que não fariam sentido em uma etapa inicial, neste momento são definidores, tal como explica Succar (2010, p. 7): “acordos contratuais baseados em parceria ou compartilhamento de riscos é um pré-requisito para uma integração baseada em redes (Estágio 3 do BIM)”.

A integração ocorre entre as várias fases de vida do edifício (projeto, construção e operação), e um dado característico é a alta antecipação de decisões de fases posteriores para a fase de projeto. Também é característico deste estágio um alto grau de consciência e uma constante reavaliação dos processos e políticas, com alto nível de granularidade da informação.

Santos (2016) descreve que nesse estágio, o investimento em tecnologia é alto pela necessidade de se adquirir software, hardware e infraestrutura/serviços de redes de alta capacidade, com potencial de dar sustentação aos processos de compartilhamento integrado em rede. Isso permite que a comunicação ocorra de maneira síncrona, com a tendência a que as fases ocorram praticamente em sobreposição.

Depois disso o chamado Estágio 4 ou Pós-BIM, é aquele em que todas as competências do BIM já foram adquiridas com um alto nível de maturidade e todas as atividades são permanentemente avaliadas para um contínuo melhoramento, que estende os limites do que hoje se conhece como as possibilidades do BIM. A Figura 15 resume os estágios descritos.



Figura 15 – Estágio de Capacidade em BIM.

Fonte: BIME Initiative, Succar (2009), tradução do Prof. Dr. Leonardo Manzione.

2.2.6 Maturidade em BIM

Succar (2009) indica que a semelhança entre os projetos é atingida por alguns fatores como: pontos de vista de como os projetos de construção deveriam ser conduzidos, estruturas organizacionais razoavelmente estáveis, conceitos de mudança e políticas de risco. Portanto, a avaliação da Maturidade em BIM deve ser baseada nos seguintes princípios: flexibilidade e uniformidade.

A flexibilidade descreve que as avaliações de Capacidade e Maturidade em BIM podem ser aplicadas independentemente do tamanho da organização, tipo de projeto ou como uma equipe do projeto está configurada. Já a uniformidade relata que os resultados de avaliação relativos a uma unidade organizacional, uma organização ou uma equipe de projeto podem ser comparados à outra unidade de mesma escala, organização ou equipe de projeto.

A luz dessas ideias, Succar (2009) definiu o conceito de Maturidade em BIM que pode ser mensurado em um índice, o *BIM Maturity Index* (BIMMI), traduzido como Índice de Maturidade em BIM. Este índice é classificado em cinco níveis, como mostra a Figura 16.



Figura 16 –Níveis de maturidade BIM.

Fonte: BIMe Initiative, Succar(2009), tradução do Prof. Dr. Leonardo Manzione

Succar (2009) descreve os níveis de Maturidade da seguinte maneira, o Nível de Maturidade a (Inicial) explica que as ferramentas de BIM foram implantadas (software de modelagem ou outros), porém, não existe uma estratégia geral. Os processos e políticas do BIM da empresa, equipe ou organização não estão definidos. Não existiram preparações adequadas para as mudanças culturais que o BIM exige no processo de projeto. Existe a ideia de “esforço heroico”, com campeões individuais entre os membros da equipe. A colaboração não acontece com os parceiros de projeto e o processo de projeto não tem um guia, padrão ou protocolo de intercâmbio pré-definidos. Não existe formalidade dos papéis e responsabilidades das partes envolvidas.

A seguir, o Nível de maturidade b (Definido) ilustra que os gerentes “seniores” orientam o uso do BIM. Já existe a documentação de processos e políticas. Existem diretrizes para o BIM, manuais de treinamento, guias de trabalho e padrões de entrega. O BIM é visto como inovação e oportunidade de negócio, mas, as possibilidades do mercado ainda não são exploradas. A competência geral aumenta, diminuindo a ideia de “esforço heroico”, contudo, ainda não é possível prever a produtividade da equipe. Existe confiança entre parceiros de projeto e a colaboração segue guias de processo, padrões e protocolos de intercâmbio pré-definidos. Os contratos preveem alocação de risco e atribuição de responsabilidades.

Em continuação, o Nível de maturidade c (Gerenciado) detalha que a empresa ok organização tem objetivos claros, com planos de ação e monitoramento. Além disso, a visão do BIM é compartilhada entre todos os funcionários. São institucionalizadas as metas do BIM, que passam a ser alcançadas de forma mais ou menos regular. São reconhecidas as mudanças nas esferas da tecnologia, processos e políticas. O marketing da organização aproveita as oportunidades do BIM. As especificações dos produtos e os padrões de entrega seguem normas nacionais ou internacionais. Succar (2009) menciona as Especificações da *American Institute of Architects* (AIA), por exemplo. Existe o gerenciamento da modelagem e dos dados do modelo, com padrões detalhados e planos de qualidade. A colaboração entre parceiros prevê alocação de risco e atribuição de responsabilidades, mas, também as recompensas, podendo existir parcerias a longo prazo.

Depois disso, o Nível de Maturidade d (Integrado) delineará funções e metas para o BIM são parte da organização. A equipe apresenta o BIM como vantagem competitiva no mercado e ele é utilizado para atrair e manter os clientes. O processo de negócio é integrado com os entregáveis em BIM. Existem requisitos estratégicos para implantação e manutenção de softwares, não apenas requisitos operacionais. Existe boa colaboração com os parceiros e as entregas de projeto (modelo) são sincronizadas. A produtividade é previsível. O sistema de gerenciamento da qualidade é associado aos padrões do BIM e metas de desempenho. O processo de projeto é caracterizado pelo envolvimento das principais partes interessadas nas fases iniciais.

Por último, o Nível de maturidade e (Otimizado) relata que existe proatividade para alterações de processos ou políticas. Succar (2009) comenta que soluções inovadoras de produtos, processos e oportunidades de negócios são procuradas e seguidas de forma implacável. Da mesma maneira, são otimizados os canais de comunicação e integração de dados, a alocação de responsabilidades, riscos, recompensas e contratos. São constantemente

revisados os usos de softwares, para alinhar a produção com objetivos estratégicos e melhorar a produtividade da empresa. Existe revisão periódica dos padrões de entrega, utilizando novas funcionalidades dos softwares chegando a melhorias dos produtos e da produtividade. Basicamente existe um processo contínuo de revisão dos objetivos do BIM da organização e suas estratégias.

2.2.7 Matriz de Maturidade em BIM

A metodologia de avaliação de Succar (2009) consolida-se na Matriz de Maturidade BIM, *BIM Maturity Matrix* nominada pelo autor com a sigla (BIm³), que reúne os cinco componentes descritos anteriormente e situa com precisão a capacidade e o nível de maturidade da organização a partir de uma avaliação de suas competências. A BIm³ é descrita por Succar (2009), como uma “ferramenta de conhecimento que incorpora muitos componentes da metodologia do BIM com o objetivo de medir e melhorar o desempenho do BIM. Tanto sua estrutura como seu conteúdo se beneficiaram de modelos de maturidade e de excelência testados com o tempo”.

O mesmo autor afirma que, para permitir sua “ampla aplicabilidade”, a BIm³ foi desenvolvida, com base em uma série de princípios, para ser: específica, informativa, mensurável, granular, atingível, gradual, acumulativa, aplicável, flexível, neutra, atual e relevante. Estes conceitos são descritos a seguir:

A BIm³ é *específica*, se organiza como “um conjunto interligado de estágios de capacitação”, de modo a explicitar os passos, escalas organizacionais, áreas e níveis de maturidade. Por serem todos os componentes bem definidos e complementares, eles servem a propósitos específicos na avaliação de capacidade e maturidade do BIM, proporcionando clareza e precisão na abordagem de cada tópico. Ela é *informativa* e fornece subsídios e orientação.

A BIm³ é *granular*, as avaliações podem ser conduzidas em múltiplos níveis, subdividida em níveis de maior detalhamento, permitem obter relatórios e índices escalares, e *mensurável*, pois as avaliações de maturidade estão ligadas aos estágios de capacidade e escalas organizacionais, o que permite comparações.

A BIm³ é *atingível*, todos os estágios de capacidade e níveis de maturidade podem ser alcançados pelo acúmulo de ações e experiências pré-definidas. Neste sentido, ela

também é *gradual*, e estimula a progressão contínua “para se atingir níveis mais altos de capacidade e/ou maturidade”, e *acumulativa*, de modo que seus componentes são organizados em progressão lógica, e “os produtos de cada estágio de capacidade ou nível de maturidade são pré-requisitos para o próximo estágio ou nível”.

A BIM³ é *aplicável*, o que significa que pode ser utilizada igualmente por todos os agentes da indústria da Construção Civil ao longo das Fases do Ciclo de Vida do Edifício, e *flexível*, pois as avaliações podem ser feitas em diferentes escalas organizacionais.

A BIM³ é *neutra* e pode ser utilizada por agentes “independentemente de sua convicção técnica”, ou seja, ela se aplica igualmente a soluções ou sistemas proprietários, não-proprietários, fechados, abertos, livres ou comerciais. Ela é também pensada para ser *atual*, isto é, contempla tecnologias atuais e emergentes e seu formato e sua terminologia “foram selecionados para minimizar as necessidades de mudanças estruturais frequentes”.

Por fim, a BIM³ é *relevante*, o que significa que seus conceitos subjacentes “são relevantes tanto para a indústria quanto para a academia, o que deve estimular sua adoção e desenvolvimento, respectivamente”, conclusão de Succar (2009).

Todas essas características estão harmoniosamente integradas na Matriz e podem ser percebidas a cada momento de sua utilização, o que denota a aprimoração de sua elaboração conceitual. A seguir é apresentado nas Figuras 17 a 20 da representação estática do nível de granularidade da Matriz de Maturidade BIM.

Áreas-chave de maturidade - Granularity level	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)
TECNOLOGIA baseada no conjunto de capacidades v5.0 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 é unificada 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 é gerenciada e controlada 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 revisados 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 ao armazenamento, uso e troca de dados interoperáveis são documentados, controlados, refletidos e proativamente reforçados.
	pontos	pontos	pontos	pontos	pontos
	Hardware: equipamento, entregáveis, 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.
pontos	pontos	pontos	pontos	pontos	
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.
pontos	pontos	pontos	pontos	pontos	

Continua ...

Áreas-chave de maturidade - Granularity level	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)	
PROCESSOS baseadas no conjunto de capacidades v5.0	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 identificadas 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 e 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 sistematicamente
	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 que os novos processos se tomam 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 com as necessidades dos processos.
	Produtos & Serviços Especificação, diferenciação e P&D	As entregas de modelos 3D (um produto BIM) sofrem de muitos altos ou muito baixos e 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 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 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 tem visões variadas a respeito do BIM. A implementação do 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 do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação do 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 do BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados na estratégia.	Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e realinhada com outras estratégias.

Continua ...

	Áreas-chave de maturidade - Granularity level	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)
POLÍTICAS baseadas no conjunto de capacidades v5.0	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. Os treinamentos são variados, permitindo flexibilidade na entrega do conteúdo.	Os requisitos de treinamento são gerenciados para aderirem aos amplos objetivos de competência e desempenho pré-definidos. Os treinamentos são adaptados para atingirem os objetivos de aprendizagem de uma maneira rentável.	O treinamento é integrado nas 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.
		pontos	pontos	pontos	pontos	pontos
	Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (benchmarks)	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, representação, quantificação, especificações e 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 critérios de desempenho são incorporados em sistemas de melhoria de gestão da qualidade.	As linhas-guia do BIM são contínuas e proativamente refinadas para refletir as lições aprendidas e as práticas recomendadas do setor. A melhoria da qualidade e a adesão aos regulamentos e códigos são continuamente alinhados e refinados. Os valores de referência são revisados repetidamente para garantir a melhor qualidade possível em processos, produtos e serviços.
	pontos	pontos	pontos	pontos	pontos	
	Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos	Os contratos seguem os modelos convencionais pre-BIM. Os riscos relacionados com base em modelos de colaboração não são reconhecidos ou são ignorados.	Os requisitos do BIM são reconhecidos. Declarações definindo a responsabilidade de cada interessado em relação à gestão de informação estão agora disponíveis.	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 revisados e realinhados. Os modelos contratuais são modificados para conseguirem as melhores práticas e o maior valor à todas as partes interessadas.
	pontos	pontos	pontos	pontos	pontos	
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 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.
	pontos	pontos	pontos	pontos	pontos	

Continua ...

	Áreas-chave de maturidade - Granularity level	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)
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 a 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.
		pontos	pontos	pontos	pontos	pontos
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 risco 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, 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.
		pontos	pontos	pontos	pontos	pontos
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.
		pontos	pontos	pontos	pontos	pontos
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 pela auto otimização das equipes de projeto interdisciplinar e inclui a maioria das partes interessadas.
		pontos	pontos	pontos	pontos	pontos
MACRO	Markets: dinâmicas e entregáveis em BIM (Aplique esse tópico apenas assessorado por um consultor)	Muito 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 estão disponíveis através de repositórios centrais altamente acessíveis e pesquisáveis. Os componentes não são interativamente conectados às bases de dados dos fornecedores.	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.
		pontos	pontos	pontos	pontos	pontos

Figura 17 a 20: Matriz de Maturidade BIM (Bim³).

Fonte: BIME Initiative, Succar(2009), tradução do Prof. Dr. Leonardo Manzione.

2.2.8 Nível de Maturidade da Implementação

A pontuação de maturidade BIM³, pode ser usada como uma ferramenta para avaliar uma organização (ou projeto, equipe, setor, a depender da escala organizacional pertinente) no conjunto de áreas de competência que constituem a abordagem BIM, o que inclui, como visto, aspectos referentes à Tecnologia, a Processos e Políticas. Com base neste quadro completo de passos a serem atingidos por uma organização na implementação progressiva do BIM em seus projetos, (Succar, 2009) desenvolveu o Índice de Maturidade sendo uma maneira de mensurar o nível de maturidade BIM da organização. Para tanto, utiliza-se o modelo da Tabela 1, em que a empresa pontua conforme seu nível de maturidade.

Para cada área de competência, considerando a escala organizacional e o estágio de capacidade, sinaliza-se conforme o nível de maturidade. A escala de pontuação é progressiva e acumulativa, logo, só se pode passar a um nível de maturidade mais alto tendo como pressuposto o cumprimento total do nível de maturidade anterior. Assim sendo, a escala de pontuação é de 10, 20, 30,40 e 50 pontos, respectivamente, para os níveis de maturidade Inicial, Definido, Gerenciado, Integrado e Otimizado. Totalizada a pontuação, pode-se calcular o grau de maturidade e o índice de maturidade.

Tabela 1: Sistema de pontuação de descoberta de maturidade.

Avaliação da Maturidade BIM		Inicial	Definido	Gerenciado	Integrado	Otimizado
Pontos		10 pts	20 pts	30 pts	40 pts	50 pts
Tecnologia	Software					
	Hardware					
	Rede					
Processos	Recursos					
	Atividades & Fluxos de Trabalho					
	Produtos & Serviços					
	Liderança & Gerenciamento					
Políticas	Preparatória					
	Regulatória					
	Contratual					
Estágios	Modelagem Colaboração Integração					
Escalas	Micro Meso Macro					
Subtotal						
Total de Pontos						
Grau de Maturidade (correspondente as 12 áreas)						
Índice de Maturidade (percentual do grau de maturidade relativo a 50 pontos)						
NÍVEL ATINGIDO						
NOME DO NÍVEL DE MATURIDADE						
CLASSIFICAÇÃO TEXTUAL						

Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

2.2.9 Índice de Maturidade em BIM³ – *BIM Maturity Index (BIMMI)*

Essa etapa do processo refere-se à identificação do estado atual da implementação BIM nas instituições em análise, mediante conjunto de dados adquirido através do preenchimento da matriz de maturidade BIM – BIM³ (item 2.2.7) pelos especialistas que responderam à pesquisa. Isso foi possível, mediante obtenção do grau de maturidade e índice de maturidade. Tendo os níveis de maturidade para cada área de competência preenchidos na matriz de maturidade BIM – BIM³, pontuou-se em 10, 20, 30, 40 e 50 pontos respectivamente para os níveis de maturidade inicial, definido, gerenciado, integrado e otimizado.

Obteve-se o valor grau de maturidade com a média aritmética da pontuação de todas as áreas (estágio, escala, subdivisões de tecnologia, subdivisões de processos e subdivisões de políticas). Considerando doze áreas, o valor foi calculado somando-se as pontuações individuais de cada área e dividindo-se o resultado por doze. Para o índice de maturidade calcula-se a porcentagem do valor do grau de maturidade em relação a cinquenta. Esta numeração corresponde à pontuação máxima que se pode ter em cada uma das áreas. Após a

pontuação na Tabela de Índice de Maturidade (Tabela 1), são extraídos dois valores, o Grau de Maturidade e o Índice de Maturidade.

Tabela 2 - Demonstração dos cálculos de Grau de Maturidade e Índice de Maturidade

Grau de Maturidade (GM)	Índice de Maturidade (IM)
$GM = \frac{\text{Total de pontos}}{12}$	$IM = \frac{GM}{50}$

Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

O sistema de pontuação segue um modelo aritmético simples conforme apresentado na Tabela 2, existem doze pontuações individuais relativas a dez Áreas de Competência, um Estágio de Capacidade e uma Escala Organizacional. Os Níveis de Maturidade recebem um número fixo de pontos de maturidade: Nível a (10 pontos), Nível b (20 pontos), Nível c (30 pontos), Nível d (40 pontos) e Nível e (50 pontos). O Índice de Descoberta de Maturidade é a média do total de pontos subdividido por doze.

Em última análise são verificadas as proporções atingidas, esse percentual resultante indica uma posição em um quadro classificatório, apresentado abaixo, que define o órgão em: baixa, média-baixa, média, média-alta e alta maturidade. Essa classificação refere-se ao nível de maturidade da implementação do setor da instituição como um todo.

Quadro 16 – Esquema classificatório de nível de maturidade.

NÍVEL	NOME DO NÍVEL	CLASSIFICAÇÃO TEXTUAL	CLASSIFICAÇÃO NUMÉRICA
A	Inicial	Baixa maturidade	0-19%
B	Definido	Média-baixa maturidade	10-39%
C	Gerenciado	Média maturidade	40-59%
D	Integrado	Média-alta maturidade	60-79%
E	Otimizado	Alta maturidade	80-100%

Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

2.2.10 Adaptações na metodologia para o propósito desta pesquisa

Como descrito no processo metodológico, o material para captação dos dados foi enviado via e-mail para os participantes da pesquisa. Além das informações referentes à maturidade e priorização dos riscos da implementação BIM, esse material tinha o objetivo de

obter dados referentes à formação dos especialistas, ao tempo de atuação no ramo da construção civil e no ramo BIM. Inicialmente os dados coletados podem ser considerados confiáveis, uma vez que todos os participantes possuem graduação na área da construção civil, com metade dos respondentes com mais de dez anos de experiência no ramo. Ou seja, estão familiarizados com os processos, métodos, tecnologia, etc., da indústria AEC. O modelo enviado por via digital se encontra no Apêndice A.

A tabela foi baseada no conhecimento dos integrantes da Aeronáutica, que lidam com processos de projeto como: desenvolvimento, acompanhamento e fiscalização. Vale relembrar que esse método entrega quatro principais produtos: a matriz de maturidade BIM (BIm³), o grau de maturidade em BIM, o índice de maturidade em BIM e o nível de maturidade global em BIM.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 FORÇA AÉREA BRASILEIRA

3.1.1 Apresentação

O Ministério da Aeronáutica foi inicialmente estabelecido com a responsabilidade de estudar e gerenciar todos os assuntos relacionados à atividade da aviação nacional, assumindo funções tanto técnicas quanto administrativas. Ao longo do tempo, sua atuação foi expandida para abranger a gestão de questões ligadas à política aeroespacial, à indústria aeronáutica, à infraestrutura aeroportuária, à aviação civil e ao comando da Força Aérea Brasileira, sendo este último seu braço armado.

3.1.2 Caracterização

O Chefe do Estado-Maior da Aeronáutica, Tenente Brigadeiro do Ar Carlos Augusto Amaral Oliveira, no uso de suas atribuições, aprova a edição da Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 85-17/2019 para o Programa de Disseminação do BIM no âmbito do Comando da Aeronáutica (COMAER), no dia 28 de fevereiro de 2019.

Como ponto chave para o avanço do Programa de Disseminação, considera-se a participação direta e efetiva do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, por ser uma Escola de Engenharia de amplo reconhecimento e possuir a essência da inovação desde a sua criação. Nesse sentido, deve-se contar com uma coordenação técnica do Programa fazendo a necessária interligação entre o meio acadêmico e o profissional, direcionando os treinamentos para gerar produtos de uso prático, bem como orientando os trabalhos de graduação, mestrado e doutorado segundo os interesses do SISENG.

Por fim, além de promover benefícios aos alunos de Engenharia Civil - Aeronáutica do ITA e a todo o corpo técnico do SISENG - Sistema de Engenharia da Aeronáutica, a ser necessariamente envolvido na disseminação, a aproximação pretendida do ITA com as demais Organizações Militares do COMAER faz parte de diretrizes e intenções do programa.

Na sequência do desenvolvimento de ações para disseminação e implementação da tecnologia BIM na instituição em 2021, o Major Brigadeiro Engenheiro Jorge Luiz Cerqueira

Fernandes Diretor da Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica (DIRINFRA), aprova a edição do Manual de Comando da Aeronáutica (MCA) 86-1 “Manual de Modelagem BIM – BIM Mandate”, que tem como objetivo apresentar as regras sobre a organização das informações, os processos e ações de uso da metodologia BIM para as benfeitorias da Força Aérea Brasileira (FAB), de modo a fornecer orientações e subsídios para os profissionais de engenharia e arquitetura das diferentes unidades da FAB.

Esse Manual BIM também define as regras necessárias para a gestão do acervo técnico da FAB, através da criação de bibliotecas de *templates*, famílias e showrooms e de repositórios de projetos em BIM em um ambiente digital único. Com isso, espera-se dar condições de disseminação do BIM para seus diversos elos. O documento dispõe ainda das regras de ampliação das bibliotecas de informação com a colaboração de todos os entes de engenharia na produção de novos elementos. Essas duas diretrizes citadas auxiliarão no desenvolvimento deste trabalho.

3.1.3 Transição para o BIM

Por se tratar de uma inovação tecnológica profunda, a disseminação do processo BIM em Organizações Militares que atuam em projeto, execução e/ou fiscalização de obras, é uma ação que altera profundamente os métodos de trabalho, bem como seus respectivos procedimentos.

Sua efetiva disseminação requer corpo técnico motivado e estrategicamente capacitado, infraestrutura adequada de hardware e software, bem como planos customizados, uma vez que o conjunto de ferramentas e as boas práticas vinculadas devem ser adaptados a cada Organização e seus objetivos. Nessa mesma linha de pensamento considera-se a atuação em frentes principais, a serem desenvolvidas em paralelo, quais sejam: capacitação, infraestrutura e customização.

No que diz respeito à capacitação, o Programa de Disseminação do BIM considera três vertentes, as quais guardam nítido relacionamento e complementaridade entre si, o propósito das vertentes é apresentado no Quadro 17.

Quadro 17: Programa de Capacitação BIM.

VERTENTE	PRÁTICA	Voltada ao treinamento em massa dos profissionais que atuam no Sistema, bem como ao desenvolvimento de templates e famílias customizadas para o uso das ferramentas do processo BIM no âmbito do SISENG.
	ACADÊMICA	Visa à inclusão do treinamento em BIM na grade curricular do curso de graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica do ITA, bem como à criação de um curso de pós-graduação lato sensu no ITA para formação de especialistas em gerenciamento de projetos em BIM.
	CIENTÍFICA	Dirigida para o desenvolvimento de plugins, por meio de pesquisas no ITA vinculadas a trabalhos de graduação, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado.

Fonte: MCA 86-1 (2021), adaptado pela autora.

A capacitação completa no processo BIM deve envolver, no mínimo, as seguintes disciplinas: arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica, infraestrutura, orçamento, planejamento, tecnologia da informação, sistemas e coordenação de projetos, disciplinas chaves na indústria da AEC.

No que diz respeito a infraestrutura, e com intuito de alcançar um alto desempenho na utilização e também compatibilizando os novos softwares, os quais requerem maior robustez de hardware, as ações de aplicação das ferramentas BIM devem acompanhar um criterioso levantamento de hardware existente, envolvendo computadores, monitores, suítes, servidores e sistemas de rede, tanto física quanto de internet, pois poderão ser necessários upgrades, ampliações, ou até aquisição de novos equipamentos.

Os softwares a serem empregados nas ações de disseminação do BIM devem atender às diversas demandas de integração, uso de sistemas envolvendo as disciplinas contempladas e, ainda, permitir customizações através de programação computacional. E, sempre que possível, os procedimentos de especificação e aquisição de softwares devem ser coordenados de forma a buscar compatibilização com as licenças existentes no âmbito do SISENG, a fim de evitar elevação de custos relacionados a mudanças de padrões ou mesmo eventuais upgrades e atualizações.

Por último, a frente da customização frisa que todos os treinamentos abrangidos no escopo da capacitação do corpo técnico, considerando os respectivos requisitos de hardware e

software devidamente atendidos, devem compor um único conjunto de ações que primam pelo atendimento de demandas reais do Sistema, ou seja, a disseminação do BIM no âmbito do COMAER se baseia na proposição de soluções técnicas eficientes para problemas atuais da Engenharia da Aeronáutica, os quais servirão de estudo de caso e fomentarão o interesse dos profissionais do Sistema, os quais perceberão, naturalmente, as vantagens em adotar a nova sistemática.

3.1.4 Níveis de Implantação

Prosseguindo com as orientações da MCA 86-1/2021, no que diz respeito a fase de projeto sua implantação na FAB se dará de maneira progressiva e difusa nos diversos elos técnicos.

Na fase inicial de projeto, a metodologia BIM já apresenta diversas vantagens, a começar pela visualização 3D do que está sendo projetado. A partir deste modelo, é possível a verificação de interferências e a extração de quantitativos com maior precisão. Em um estágio intermediário, pode-se realizar o planejamento virtual da obra (dimensão 4D) e a elaboração do orçamento (5D) e do cronograma físico-financeiro. Nesta etapa, pretende-se reduzir significativamente as incompatibilidades de projeto e aumentar a precisão dos orçamentos, melhorando a qualidade dos projetos e das obras licitadas.

No estágio avançado em projeto, o modelo 3D e, principalmente, as informações nele contidas podem ser relacionados a diversos tipos de análises, de forma a auxiliar na obtenção de melhores soluções. São exemplos a análise luminotécnica, energética, estrutural, de sustentabilidade etc. Nesta etapa, o modelo 3D é alimentado automaticamente pelo dimensionamento dos sistemas construtivos. Este fluxo de informações, entretanto, não está completamente estabelecido pelas ferramentas computacionais comerciais, como será explicitado no subitem Tecnologia a seguir. É um estágio, portanto, tido como uma meta.

Cada elo deverá conduzir a implantação interna, através da realização de um projeto formal, estruturado e documentado. É natural que os elos possuam graus de implantação diferentes, de acordo com as necessidades e potencialidades. As diferentes disciplinas dentro de um mesmo elo podem estar em estágios distintos. À Administração cabe propiciar meios para que a implantação atinja a homogeneidade entre os diversos atores.

Para dar início a um projeto na metodologia BIM, o primeiro passo deve ser a elaboração do Plano de Execução BIM (PEB). O PEB é um documento cujo objetivo é planejar, formular regras e organizar o trabalho entre os diferentes participantes do projeto. Deve registrar também os padrões e configurações utilizados para a modelagem e exportação dos arquivos. O PEB deve ser elaborado para cada projeto e entregue junto com os demais arquivos do projeto, de forma a orientar consultas futuras ao projeto.

Para auxiliar no processo de desenvolvimento, o Quadro 18 apresenta os níveis pelos quais os elos devem passar para a implantação BIM para a fase de projeto. Cada fase engloba os usos previstos na fase anterior. Nesta fase de implantação, espera-se que os elos sejam capazes de atingir o nível médio baixo.

Quadro 18: Níveis de implantação para fase de projeto.

NÍVEIS	USOS DO BIM	DESCRIÇÃO
Baixo	Design Autoral Validação de códigos Revisão de projetos	Modelo 3D compatibilizado, com extração de quantitativos <i>Clash detection</i>
Médio baixo	Planejamento (4D) Orçamento (5D)	Planejamento de obra Orçamento e cronograma físico-financeiro
Médio alto	Análises	Dimensionamento dos sistemas construtivos Simulações
Alto	Interoperabilidade Universal	Correlação do modelo com a base de dados Modelo intercambiável entre plataformas

Fonte: MCA 86-1 (2021), adaptado pela autora.

Em consonância com a Estratégia BIM BR, inicialmente a metodologia BIM deverá ser utilizada no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância.

O projeto é a etapa mais propícia para receber a metodologia, por ser a fase em que grande parte da informação da edificação é gerada. Nesta fase, o produto final é um modelo 3D, compatibilizado entre as disciplinas e que esteja relacionado a todas as informações relativas a detalhamentos, especificações de materiais e serviços, quantitativos, orçamento e planejamento de obra.

Seguindo a Estratégia BIM BR, a metodologia BIM será aplicada para o controle e acompanhamento de obras. Nesta fase, espera-se dotar as Comissões de Fiscalização e

Contratadas com modelos 3D a partir do qual seja possível, além de facilitar a execução, fazer o planejamento do canteiro de obra, o acompanhamento da construção e realizar medições. Espera-se ainda que seja possível inserir no modelo informações relevantes da obra, como alterações e demais informações que podem ser utilizadas posteriormente na fase de operação da edificação. Com isso, ao final da obra, existirá um modelo concentrando as informações do projeto e da obra (*As-built*).

Em seguida, a metodologia BIM será utilizada durante o uso da edificação. O modelo contendo informações de projeto e obra poderá ser utilizado para auxiliar manutenções preventivas e corretivas, reformas, adequações etc. O modelo continuará sendo alimentado com as informações relevantes de operação da edificação.

Na fase avançada de implantação, o modelo poderá ser utilizado na gestão de patrimônio da União sob responsabilidade da FAB, ao ser integrado aos sistemas existentes da FAB, como o Sistema de Obras e Patrimônio Imobiliário (SISOP) que detém todas as informações cadastrais dos terrenos utilizados pela Força em toda extensão do território nacional. Um ambiente comum de dados conterá todas as informações relativas à benfeitoria, incluindo projeto, licitação, construção, manutenção e patrimônio, e fornecerá as informações para todos os elos envolvidos na vida útil do empreendimento.

Com isso, a implantação BIM no ciclo de vida útil dos empreendimentos da FAB é um processo gradual e coletivo, que exigirá esforço de diferentes órgãos e grande investimento em tecnologia da informação. O Quadro 19 apresenta uma visão para as próximas fases da implantação, em concordância com a Estratégia BIM BR.

Quadro 19: Fases de implantação.

FASES DA IMPLEMENTAÇÃO	FASE DO EMPREENDIMENTO	USOS DO BIM
1	Projeto	Listados na Tabela 1
2	Construção	Planejamento de Construção Projeto do Sistema de Construção Planejamento e Controle 3D Coordenação Espacial 3D
3	Operação	Planejamento de Manutenção Gestão de ativos Modelagem de registros Modelagem das condições existentes
4	Gestão Patrimonial	Ambiente Comum de Dados Incorporar modelos, informações e documentos ao SISOP ou equivalente

Fonte: MCA 86-1 (2021), adaptado pela autora.

3.1.5 Tecnologia

O ponto focal da metodologia BIM é um modelo 3D. Este modelo deve concentrar ou conectar informações relativas a toda a vida útil da edificação. Na fase de projeto, resumidamente, o modelo deve ser alimentado com as informações geradas pelas análises e dimensionamentos dos sistemas construtivos e deve ser capaz de fornecer as informações relativas a quantitativos, planejamento e orçamento de obra, de forma integrada com as bases de dados de especificações técnicas e com as bases de preços oficiais. Diversas ferramentas computacionais buscam atender estas demandas. Não há disponível, entretanto, uma solução única que cubra todo o fluxo de projeto.

Prosseguindo com as diretrizes que tangem a MCA 86-1/2021, para início de implantação, adotou-se na FAB a plataforma AutoDesk por ser mais difundida no cenário nacional. Nesta plataforma, dois softwares são de maior interesse. O Revit permite a elaboração do modelo 3D com a extração automática de grande parte dos quantitativos. O Navisworks permite a realização da compatibilização entre modelos de diferentes disciplinas e o planejamento 4D da obra. A plataforma, entretanto, não resolve as soluções relativas a análises e dimensionamentos dos sistemas construtivos e o relacionamento das informações dos modelos com as bases de orçamento. Cobre uma parte importante, porém não completa, do fluxo de projeto. Com ela, é possível atingir o nível médio baixo de implantação em projeto

com o auxílio de softwares externos, como o MS Office e aplicativos específicos de orçamento comumente já utilizados.

No que diz respeito a orçamentação, algumas plataformas buscam fazer a conexão entre o modelo 3D e as bases de preços oficiais. Dentre as disponíveis, adotou-se para o início da implantação o uso do plugin OrçaBIM, que exporta as informações do Revit para a plataforma OrçaFascio.

Tendo em vista a fase de análises e dimensionamentos, algumas plataformas buscam gerar um modelo 3D que alimente o modelo 3D do Revit com as informações necessárias para o projeto, como informações gráficas, detalhamento, quantitativos, especificações técnicas dos materiais etc. Não se identifica no mercado, entretanto, uma plataforma que complete esse fluxo de informações, ocorrendo perda de informações, principalmente referentes à quantitativos e detalhamento. Destaca-se, entretanto, que este é o foco de desenvolvimento das plataformas e grande avanço foi observado nos últimos anos. Dentre as plataformas disponíveis, a plataforma AltoQi é a que tem fornecido os melhores resultados para projetistas e foi escolhida para o início da implantação.

No fluxo inicial de projeto, portanto, é prevista a utilização de quatro ferramentas: AltoQi, Revit, Navisworks e OrçaBIM.

Já na fase de projeto a interoperabilidade entre sistemas é uma necessidade. Ao se considerar as demais fases do ciclo do empreendimento, no qual espera-se que o modelo seja integrado com ferramentas de acompanhamento de obra, manutenção, gestão de patrimônio etc., a interoperabilidade é inerente à metodologia BIM. O modelo virtual é um banco de dados que deve ser lido e construído por diferentes ferramentas e por todos os elos envolvidos na vida útil da edificação.

A interoperabilidade entre ferramentas também é prevista em legislação. Segundo Art. 2º do decreto 9.983/2019, “A Estratégia BIM BR tem os seguintes objetivos: IX - incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM”. Enquanto o Art. 6º do decreto 10.306/2020 diz que “A obrigação de o contratado utilizar o BIM deverá abranger, no mínimo: a disponibilização dos arquivos eletrônicos, (...), em formato aberto (não proprietário)”.

Dessa forma, a MCA 86-1/2021 reforça que a implantação do BIM na FAB não pode ser restrita a uma única plataforma. Para organizar a utilização das diferentes plataformas nos diversos elos da FAB, são definidos três estágios de homologação das plataformas. No estágio inicial, encontram-se as plataformas que podem ser utilizadas para modelagem por profissionais

da FAB, sem, entretanto, que suas funções próprias da metodologia BIM, como o fluxo de informações, estejam operacionais. Em homologação são as ferramentas que estão em uso na FAB dentro da metodologia BIM. Neste estágio, encontram-se as plataformas AutoDesk e AltoQi.

O Quadro 20 apresenta uma lista de ferramentas e seus estágios atuais. Os softwares homologados deverão receber um manual de boas práticas relacionados aos processos estabelecidos neste contexto. O processo de homologação deverá ocorrer principalmente no Laboratório BIM do ITA, com a publicação dos anexos aos Manual BIM de boas práticas.

Quadro 20: Ferramentas computacionais.

DISCIPLINA	PLATAFORMA	SOFTWARE	ESTÁGIO
Arquitetura e Urbanismo	Autodesk	Revit	em homologação
	Trimble	SketchUp	inicial
	Graphisoft	Archicad	inicial
Fundações e Estruturas	Autodesk	Revit	em homologação
	Autodesk	Advance Steel	em homologação
	AltoQi	Eberick	em homologação
	Autodesk	Robot Structural	inicial
	TQS	TQS	inicial
Instalações Hidrossanitárias	Autodesk	Revit	em homologação
	AltoQi	QiBuilder	em homologação
Instalações Elétricas e Eletrônicas	Autodesk	Revit	em homologação
	AltoQi	QiBuilder	em homologação
Instalações de Prevenção e Combate a Incêndio	Autodesk	Revit	em homologação
Instalações Mecânicas e de Utilidades	Autodesk	Revit	em homologação
Planejamento	Autodesk	Navisworks	em homologação
	Microsoft	Project	em homologação
	Orçafascio	Módulo Planejamento	em homologação
	Dassault	Project Management	inicial
Orçamento	Orçafascio	OrçaBIM	em homologação
	Microsoft	Excel	em homologação
	Autodesk	Navisworks	em homologação
	AltoQi	QiVisus	inicial
Infraestrutura	Autodesk	Civil3D	inicial
	Autodesk	Infraworks	inicial
Geoprocessamento e Topografia	Bentley	OpenRoads Designer	inicial
Caderno de Especificações Técnicas	Microsoft	Word	em homologação

Fonte: MCA 86-1 (2021), adaptado pela autora.

3.1.6 Organograma – processo e gestão de pessoas

A determinação das organizações militares que participariam da implantação inicial do BIM foi determinada pela Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica (DIRINFRA), assim realizou-se a elaboração por um Grupo de Trabalho da FAB, com efetivo da DIRINFRA,

Centro de Estudos e Projetos de Engenharia da Aeronáutica (CEPE), Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (CISCEA), com a consultoria técnica da empresa David Pinto Consultoria para a elaboração do Manual de Modelagem - Volume I e ações iniciais para disseminação da tecnologia.

A implantação da metodologia BIM na FAB envolverá órgãos técnicos e administrativos. Cada órgão fará uso da metodologia BIM dentro de sua missão e especificidade. Três unidades, serão os vetores de implantação tendo suas características de atuação descritas no Quadro 21.

Quadro 21: Polos de desenvolvimento BIM na FAB.

CISCEA	Órgão pioneiro na implantação da metodologia, em um grupo restrito de pessoas e projetos. Por estar em um estágio mais avançado de implantação, é o órgão responsável pelo desenvolvimento de soluções acerca da interoperabilidade entre ferramentas de projeto.
ITA	Através do laboratório LabBIM, é o órgão responsável pela realização de pesquisa e desenvolvimento de soluções e ferramentas BIM. Deverá desenvolver a tecnologia necessária para a evolução da metodologia na FAB, atuando tanto no desenvolvimento de plugins, softwares e bancos de dados. Além disso, deve atuar na capacitação dos profissionais.
CEPE	Órgão responsável pela elaboração dos projetos interdisciplinares. É responsável pelo estabelecimento dos padrões e procedimentos de projeto que deverão ser replicados para todos os elos da FAB.

Fonte: MCA 86-1 (2021), adaptado pela autora.

Os elos técnicos e administrativos envolvidos na implantação são descritos na Quadro 22 abaixo. A participação dos elos se dará de acordo com a evolução dos níveis de implantação apresentados anteriormente. A tabela apresenta as organizações militares (OM) envolvidas, as funções e as áreas de atuação dentro da metodologia BIM.

Quadro 22: Elos envolvidos.

OM	FUNÇÃO	ATUAÇÃO NA IMPLANTAÇÃO
DIRINFRA	Gestão do Sistema de Engenharia e Gestão de Patrimônio	Aprovação e gestão dos processos Gestão dos sistemas PlanINFRA e SISOP integrados com o BIM
CEPE	Projetos multidisciplinares no âmbito do COMAER	Elaboração de projetos BIM Definição de padrões e procedimentos
DTINFRA	Fiscalização e projetos no âmbito do sistema de engenharia	Elaboração de projetos BIM Acompanhamento de obras através dos modelos BIM
COMARA	Fiscalização e projetos no âmbito da Região Amazônica	Elaboração de projetos BIM Acompanhamento de obras através dos modelos BIM
CODCTA	Fiscalização e projetos no âmbito do DCTA	Elaboração de projetos BIM Acompanhamento de obras através dos modelos BIM
ITA	Pesquisa e desenvolvimento	Desenvolvimento de soluções Capacitação de pessoal
CISCEA	Projetos no âmbito do DECEA	Elaboração de projetos BIM Acompanhamento de obras através dos modelos BIM
GAPs	Licitação de obras	Licitação de obras com documentação BIM
CCAs	Operação de TI	Implantação das soluções de TI
Elos Locais	Manutenção das benfeitorias	Modelagem das condições existentes Planejamento da manutenção

Fonte: MCA 86-1 (2021), adaptado pela autora.

3.1.7 Gestão em BIM

A implantação da metodologia BIM é um processo gradual e progressivo. O Manual BIM é um documento que deve ser constantemente revisado, de forma a incorporar a evolução da implantação BIM na FAB. Nesse processo, é fundamental a participação dos elos técnicos. Para a continuidade da implantação e disseminação da metodologia BIM no âmbito do COMAER, as metas estipuladas para os próximos anos são apresentadas na Quadro 23.

Quadro 23 – Metas anuais para a disseminação BIM.

METAS ANUAIS		
2021	2022	2023
<ul style="list-style-type: none"> •Criar comissão, com membros do CEPE e dos elos técnicos, responsável pela gestão da base de dados; •Criar grupo de trabalho para produção de famílias, de forma a aumentar a base e contribuir para a disseminação da metodologia; •Organizar um encontro entre os pólos de desenvolvimento e os elos, para apresentação do BIM Mandate. 	<ul style="list-style-type: none"> •Organizar um encontro entre os pólos de desenvolvimento e os elos, para discussão das revisões do BIM Mandate, em março; •Criar grupo de trabalho para revisão do BIM Mandate, com membros dos pólos de desenvolvimentos e dos elos técnicos; •Ter a Base de Dados Comum plenamente funcional e disponível para todos os elos; •Automatizar a inclusão de arquivos na Base de Dados Comum da FAB; •Automatizar a geração de codificação de projetos; •Finalizar o mapeamento de tradução entre arquivos .rvt e .ifc; •Elaborar uma versão atualizada do BIM Mandate, com a participação dos elos técnicos. 	<ul style="list-style-type: none"> •Iniciar a fiscalização de obras utilizando a metodologia BIM; •Passar a base de dados de especificações e composições para formato apropriado; •Iniciar a geração de modelos interoperacionais; •Organizar encontros entre os pólos de desenvolvimento e os elos; •Elaborar uma estratégia para a implementação de um ambiente comum de dados; •Elaborar uma versão atualizada do BIM Mandate, com a participação dos elos técnicos.

Fonte: MCA 86-1 (2021), adaptado pela autora.

3.2 AVALIAÇÃO DE MATURIDADE

3.2.1 Obtenção de dados

A etapa inicial do processo metodológico consistiu na seleção das organizações militares nas quais o estudo de caso seria aplicado. Feito isso, identificou-se quais setores do órgão, a adoção BIM estava em desenvolvimento e ainda quais estavam dispostos a se submeter à pesquisa. Tendo se estabelecido o vínculo com os setores, foi feita uma pesquisa sobre quais agentes estavam envolvidos e inteirados com o processo de implementação. Uma vez que os militares/chefes de seção/etc. foram identificados são organizadas reuniões com tais potenciais participantes. Esse procedimento tem como objetivo explicar os objetivos do estudo, a forma de preenchimento dos documentos para obtenção dos dados e o esclarecimento de possíveis dúvidas.

Como forma de obtenção de dados foi selecionado o meio digital, com o envio e posterior recebimento dos documentos, em formato .xlsx (planilhas do Excel), via e-mail. Nessa etapa, o ideal seria a obtenção de respostas do maior número possível de funcionários, porém respeitando a qualidade do material adquirido.

As organizações militares selecionadas para aplicação das etapas metodológicas do presente estudo foram o Centro de Estudos e Projetos de Engenharia da Aeronáutica (CEPE), a Comissão de Obras do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (CO-DCTA) e a Caixa de Financiamento Imobiliários da Aeronáutica (CFIAe).

3.2.2 Organizações participantes

A Caixa de Financiamento Imobiliário da Aeronáutica - CFIAe, Autarquia Federal, de regime especial, vinculada ao Ministério da Defesa, por meio do Comando da Aeronáutica, integrante do Sistema Financeiro de Habitação e um dos instrumentos do Governo Federal no setor habitacional, conforme disposto na Lei nº 6.715, de 12 de novembro de 1979, coordena os programas destinados à casa própria para militares e servidores da ativa, inativos e pensionistas do efetivo do COMAER.

Considerando o forte conteúdo social dos empreendimentos destinados a graduados e civis assemelhados, onde a redução do custo final das unidades habitacionais se torna mais acentuada, a utilização de terrenos da União, jurisdicionados ao COMAER é sempre uma alternativa desejável. Sempre que se configure uma demanda de beneficiários que justifique a realização de um empreendimento em grupo, o Comando da Aeronáutica é consultado sobre a possibilidade de disponibilizar a área julgada de interesse, no sentido de que sejam realizados os estudos técnicos e levantamentos necessários para início dos procedimentos, visando à transferência para a CFIAe, junto ao Sistema de Patrimônio da Aeronáutica e, posteriormente, junto ao Sistema de Patrimônio da União.

Assim a missão da organização se torna um crescente desafio em face da explosão demográfica das metrópoles e da ocupação urbana desordenada, especialmente nas grandes cidades, e das restrições de acesso aos financiamentos oferecidos pelo mercado imobiliário, provocadas estas últimas, pelas limitações salariais que reduziram a capacidade de comprometimento da renda familiar, destinada a atingir tal objetivo. Na Figura 21, é possível observar o organograma da estrutura organizacional da unidade. A pesquisa foi aplicada em

membros da equipe da Diretoria Técnica (DT) que se subdivide em Divisão de Projetos (DPRO) e Divisão de Engenharia e Arquitetura (DENA).

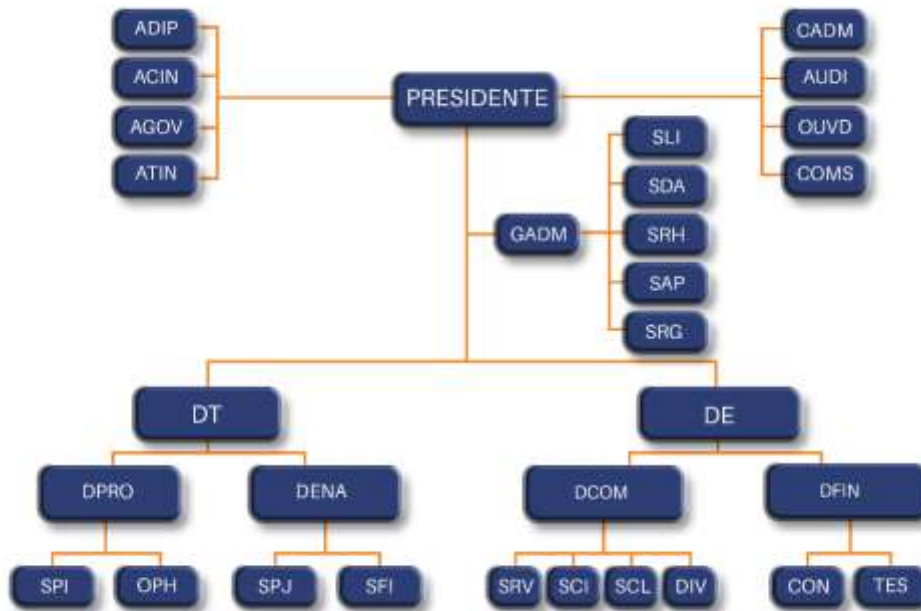


Figura 21 – Organograma CFIAe.

Fonte: FAB (2023).

A Comissão de Obras do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (CO-DCTA), Organização do Comando da Aeronáutica (COMAER), criada pela Portaria nº 246/GC3, de 17 de maio de 2012, alterada pela Portaria 2.221/GC3, de 18 de dezembro de 2013, tem por finalidade gerenciar as atividades relacionadas à viabilização de obras e serviços de engenharia de interesse do COMAER, além do aprimoramento de processos e soluções inovadoras atreladas à elaboração de projetos e fiscalização de obras públicas, sob a orientação do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), visando ao desenvolvimento de soluções científico-tecnológicas no campo do Poder Aeroespacial.

Em 2022 a Comissão de Obras do DCTA completou 10 anos. Criada inicialmente para atender à uma demanda específica do ITA, de ampliar suas instalações para aumentar a capacidade de formação de alunos, a Unidade amadureceu.

No ano de 2023 de acordo com o Plano Específico do Comando-Geral de Apoio (COMGAP) para implantação do Destacamento de Infraestrutura Aeronáutica de São José dos Campos (DTINFRA-SJ), foi realizada a desativação da Comissão de Obras do Departamento

de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (CO-DCTA) e do Destacamento de Infraestrutura Aeronáutica de São Paulo (DTINFRA-SP) decorrente a decisão do Alto-Comando da Aeronáutica, que vislumbrou uma oportunidade de aprimoramento institucional, aproveitando a capacidade técnica instalada na guarnição Aeronáutica de São José dos Campos.

Dessa forma o DTINFRA-SJ, diferentemente do CO-DCTA, que somente possuía atribuições relacionadas ao Sistema de Engenharia Aeronáutica (SISENG), de elaboração de projetos e fiscalização de obras, agora também possuirá as usuais responsabilidades inerentes as Sistema de Patrimônio da Aeronáutica (SISPAT) e o Sistema de Gestão Ambiental as Aeronáutica (SISGA), anteriormente atribuídas ao DTINFRA-SP.

Como a pesquisa foi aplicada anteriormente a data de desativação, neste trabalho será considerada a organização militar CO-DCTA. Os membros da unidade foram transferidos para a nova organização, sua estrutura Hierárquica pode ser observada na Figura 22 seguir.

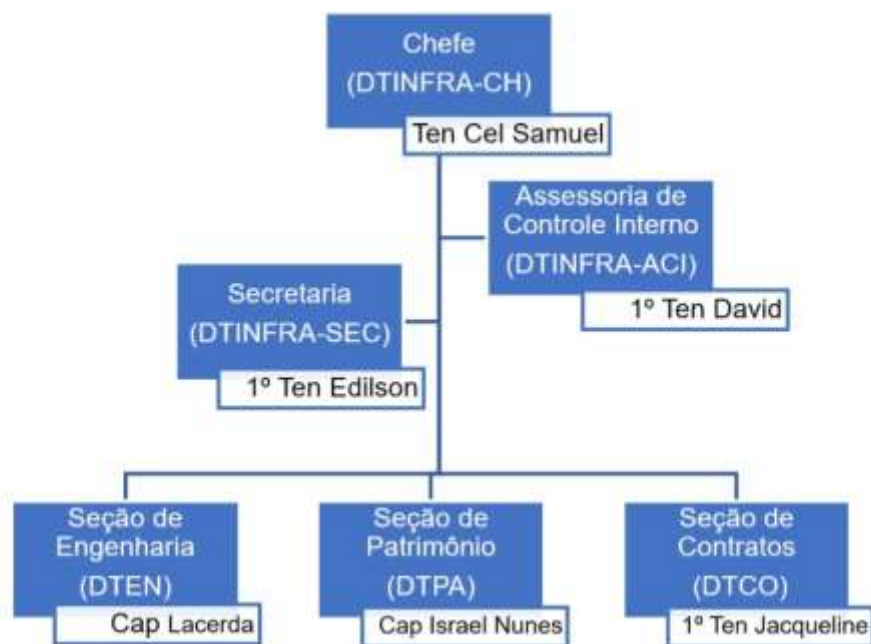


Figura 22 – Organograma DTINFRA-SJ.

Fonte: FAB (2023).

O protótipo do Centro de Estudos e Projetos de Engenharia da Aeronáutica (CEPE) foi lançado em 2013 com a união de setores da antiga Diretoria de Engenharia de Aeronáutica

(DIRENG). O alto desempenho do CEPE levou-o a ser alçado à Organização Militar em 1º de agosto de 2015, por meio da Portaria nº 938/GC3, de 8 de julho de 2015. À nova OM foi atribuída a missão de elaborar os estudos e projetos complexos e multidisciplinares, aproveitando e desenvolvendo o acúmulo de experiências da Engenharia da Aeronáutica, sem perder de vista o horizonte de inovação de métodos e técnicas.

O surgimento do CEPE inseriu-se também no cenário de aperfeiçoamento dos instrumentos de fiscalização e controle de projetos, orçamentos e obras públicas. Nesse sentido, destaca-se a sua relevância em acompanhar a evolução das exigências, normas e requisitos relativos à economicidade, eficiência e integração às sistemáticas dos órgãos de controle externo e interno.

Em 2016, o COMAER desencadeou um conjunto de ações voltadas à sua reestruturação institucional, com vistas à otimização do emprego dos meios e efetivos. Nesse âmbito, a DIRENG foi sucedida pela Diretoria de Infraestrutura (DIRINFRA). Os antigos Serviços Regionais de Engenharia (SERENG) e Patrimônio (SERPAT) foram unificados nos c (DTINFRA) e atrelados, com o CEPE e a Comissão de Aeroportos da Região Amazônica (COMARA), ao organograma comandado pelo diretor da DIRINFRA. Com isso, o CEPE passou a ocupar a posição de referência na engenharia de projetos e orçamentos diante de todos os elos sistêmicos.

No âmbito da reestruturação do COMAER, o CEPE contribuiu efetivamente com a realização de vários projetos de engenharia e arquitetura, destacando-se aqueles em proveito da implantação e/ou movimentação de esquadrões ligados ao P-3, A-1, KC-390 e F39 Gripen, além de estudos e projetos relacionados à implantação do míssil Harpoon, construção de hospitais, centros de computação, usina fotovoltaica e escola de formação. Outra linha de ação relevante foi a participação do CEPE, mediante a entrega de projetos de construção de prédios de Próprio Nacional Residencial (PNR), nas iniciativas de permuta de terrenos por obras a construir de moradia militar, dirigidos pela Comissão Permanente de Alienação de Bens Imóveis (CPABI).

Os indicadores de desempenho de produtividade, qualidade e capacitação demonstrados pelo CEPE ao longo dos seus quatro anos se traduziu no reconhecimento pelo Comandante da Aeronáutica, que decidiu manter sua criação, por meio da Portaria nº 1.739/GC3, de 4 de

outubro de 2019. O contínuo aperfeiçoamento e atualização serão guiados, nos próximos anos, com a introdução de novos processos de engenharia e arquitetura, tais como: *Building Information Modeling* (BIM), mapeamento por drones, engenharia sustentável, eficiência energética, cálculo estrutural avançado e matriz de riscos de construção.

Nesta unidade a pesquisa foi aplicada na Divisão Técnica (DT), precisamente nos departamentos relacionadas a projetos como a Seção de Arquitetura (DT-AQT), Seção de Estruturas (DT-EST) e Seção de Instalações (DT-INS).

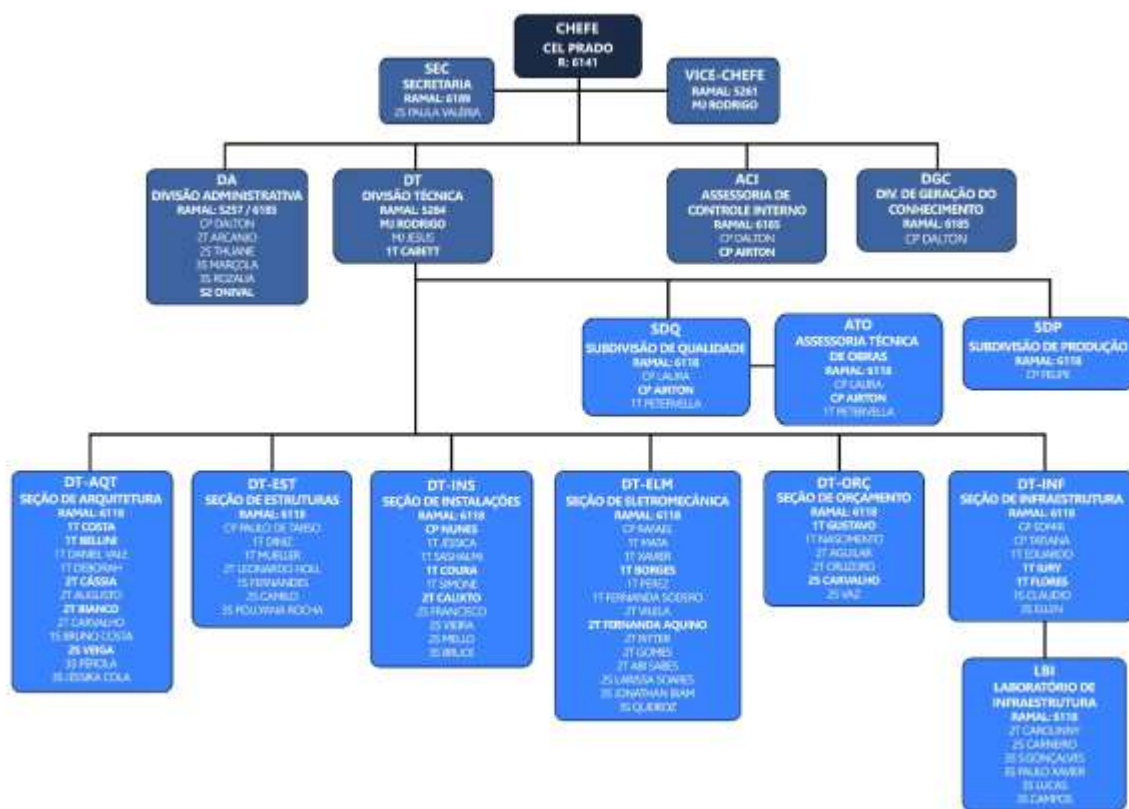


Figura 23 – Organograma CEPE.

Fonte: FAB (2023).

Por fim, é possível compreender que tal seleção se justifica por serem eles representativos e atuantes no desenvolvimento de projetos, acompanhamentos e fiscalização de obras e contratação de empresas para execução indireta de obras e serviços de engenharia e precursoras na disseminação da tecnologia BIM, suas ações e atividades voltadas para implantação e geração de dados relevantes para o desenvolvimento urbano dos locais em que atuam, suas ligações seguem detalhadas no Quadro 24.

Quadro 24: Síntese da atribuição das organizações.

CFIAe	Por meio da construção de unidades habitacionais em polos urbanos coopera com o planejamento urbano nas áreas selecionadas para expansão populacional na região.
CO-DCTA	Mediante a entrega de diversas obras, colabora diretamente com a evolução dos projetos propostos, verificando o atendimento aos padrões construtivos planejados garantindo que todos os requisitos, lições aprendidas e resultados serão compartilhados entre as organizações militares.
CEPE	Através do desenvolvimento de projetos de engenharia e arquitetura contribui para desenvolvimento de espaços urbanos, atualmente desenvolve extensa bases de dados de diversas regiões do país contribuindo para interoperabilidade de informações nas diversas organizações da instituição.

Fonte: A autora (2023).

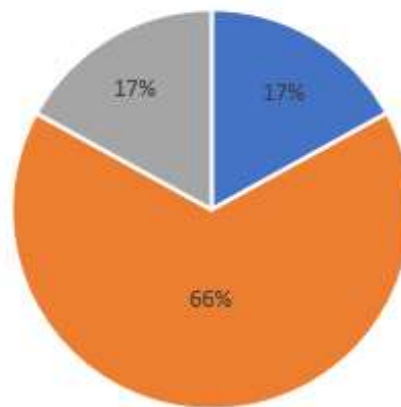
Em relação aos participantes do estudo, procurou-se identificar agentes envolvidos e inteirados com o processo de implementação. Dessa forma foram identificados sete integrantes dentro das organizações, sendo responsáveis por questões desde o nível gerencial até os responsáveis por questões a nível operacional, sendo eles servidores civis, sargentos e tenentes. Foram detalhados os objetivos do estudo, a explicação da forma correta de preenchimento da pesquisa e esclarecimento de possíveis dúvidas. Tendo em vista o propósito da pesquisa em alcançar um panorama o mais fiel possível, apenas colaboradores dedicados e familiarizados com a implementação da tecnologia foram convidados a participar, restringindo, dessa maneira, o contingente de participantes.

O propósito desse material era coletar adicionalmente informações sobre a formação dos especialistas, bem como seu tempo de atuação na indústria da construção civil e no BIM, além de dados relacionados à maturidade da implementação do BIM. De forma inicial, os dados coletados são considerados confiáveis, uma vez que todos os participantes têm formação na área da construção civil, sendo que a maioria deles tem entre cinco e dez anos de experiência no ramo, o que indica que estão familiarizados com os processos, métodos, tecnologias, etc., da indústria AEC.

Uma informação adicional que confirma a veracidade dos dados é o tempo de experiência dos participantes em relação ao BIM. A maioria deles tem uma experiência de até dois anos. Embora em outras situações esse período possa parecer curto, no contexto da implementação do BIM no Brasil e na organização em questão, esse tempo de atuação é considerado satisfatório, visto que na Aeronáutica as ações para sua disseminação se iniciaram em 2019. Tais informações podem ser visualizadas graficamente nas Figura 24, 25 e 26.



Figura 24 – Patente dos participantes da pesquisa.
Fonte: A autora (2023).



■ até 5 anos ■ de 5 a 10 anos ■ acima de 10 anos

Figura 25 – Tempo de atuação na indústria da AEC.
Fonte: A autora (2023).

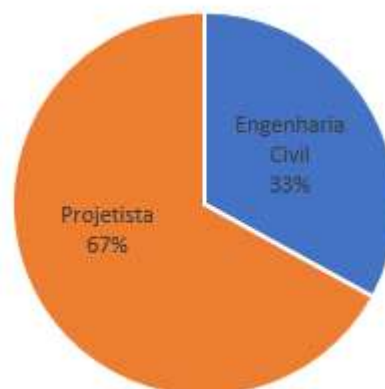


Figura 26 – Formação dos participantes da pesquisa.
Fonte: A autora (2023).

3.2.3 Nível de maturidade da implementação BIM

A primeira matriz foi gerada baseada nas percepções dos integrantes do CEPE, que lidam com a execução dos projetos em si, ou seja, questões relacionadas ao nível operacional do BIM. Obteve-se o grau de maturidade 25 com a média aritmética da pontuação de todas as áreas (estágio, escala e subdivisões de tecnologia, processos e políticas). Considerando 12 áreas, o valor foi calculado somando-se as pontuações individuais de cada área e dividindo-se o resultado por 12.

Chegou-se ao índice de maturidade 50%, calculando-se a porcentagem do grau de maturidade em relação a 50; que corresponde à pontuação máxima que se pode ser atribuída a cada uma das áreas. Tendo o índice de maturidade (50%) foi possível chegar ao nível de maturidade da implementação BIM. Aplicou-se esse percentual resultante ao esquema classificatório, apresentado no Quadro 16. Desta forma, chegou-se à maturidade da implementação BIM, a nível operacional: nível de maturidade C – gerenciado, que corresponde a uma média maturidade.

A Tabela 3 apresenta a avaliação do nível de maturidade para o conjunto de capacidades em BIM, para o estágio um de colaboração e para a escala organizacional micro. Esses dois últimos foram definidos pelos integrantes da equipe de implementação BIM na unidade.

Como apresentado na fundamentação teórica do presente texto, Succar (2010) define o nível de maturidade gerenciado, como: onde empresas ou organizações têm objetivos claros, com planos de ação e monitoramento. Além disso, a visão do BIM é compartilhada entre todos os funcionários. São institucionalizadas as metas do BIM, que passam a ser alcançadas de forma mais ou menos regular. São reconhecidas as mudanças nas esferas da tecnologia, processos e políticas. As especificações dos produtos e os padrões de entrega seguem normas nacionais ou internacionais. Existe o gerenciamento da modelagem e dos dados do modelo, com padrões detalhados e planos de qualidade. A colaboração entre parceiros prevê alocação de risco e atribuição de responsabilidades.

Tabela 3 – Matriz de Maturidade BIM (Bim³) – Preenchida CEPE.

PONTUAÇÃO DE DESCOBERTA DE MATURIDADE

Avaliação da Maturidade BIM		Inicial	Definido	Gerenciado	Integrado	Otimizado
Pontos		10 pts	20 pts	30 pts	40 pts	50 pts
Tecnologia	Software			30		
	Hardware			30		
	Rede				40	
Processos	Recursos			30		
	Atividades & Fluxos de Trabalho			30		
	Produtos & Serviços		20			
	Liderança & Gerenciamento			30		
Políticas	Preparatória	10				
	Regulatória		20			
	Contratual	10				
Estágios	Colaboração		20			
Escalas	Macro			30		
Subtotal		20	60	180	40	0
Total de Pontos					300	
Grau de Maturidade (correspondente as 12 áreas)					25	
Índice de Maturidade (percentual do grau de maturidade relativo a 50 pontos)					50%	
NÍVEL ATINGIDO				C		
NOME DO NÍVEL DE MATURIDADE				Gerenciado		
CLASSIFICAÇÃO TEXTUAL				Média maturidade		

Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

Ao mesmo procedimento descrito no início deste subitem, foram submetidos os dados advindos da Tabela 4. Gerando um grau de maturidade de 36,70; índice de maturidade 73% e definindo a maturidade da implementação BIM na CO-DCTA, a nível D – integrado, que corresponde a uma média-alta maturidade. A avaliação do nível de maturidade para o conjunto de capacidades em BIM foi definida para o estágio de integração e uma escala organizacional meso.

Em sua descrição o nível atingido delineia que as funções e metas para o BIM são parte da organização. A equipe apresenta o BIM como vantagem competitiva no mercado e ele é utilizado para atrair e manter os clientes. O processo de negócio é integrado com os entregáveis em BIM. Existem requisitos estratégicos para implantação e manutenção de softwares, não apenas requisitos operacionais. Existe boa colaboração com os parceiros e as entregas de projeto (modelo) são sincronizadas. A produtividade é previsível. O sistema de gerenciamento da qualidade é associado aos padrões do BIM e metas de desempenho. O processo de projeto é caracterizado pelo envolvimento das principais partes interessadas nas fases iniciais.

A interpretação dos participantes sugere um percentual mais elevado de desenvolvimento da tecnologia na CO-DCTA devido à sua atuação em um nível geográfico reduzido e na fiscalização de obras e projetos já desenvolvidos. Os servidores possuíam ou estavam passando por capacitação BIM, os dirigentes estavam bem alinhados com metas que tinham a atingir, havia respeito a normas e protocolos BIM já existentes e demais estratégias e medidas sugeridas por planos de implementação eram respeitadas.

Tabela 4 – Matriz de Maturidade BIM (Bim³) – Preenchida CO-DCTA.

PONTUAÇÃO DE DESCOBERTA DE MATURIDADE

Avaliação da Maturidade BIM		Inicial	Definido	Gerenciado	Integrado	Otimizado
Pontos		10 pts	20 pts	30 pts	40 pts	50 pts
Tecnologia	Software			30		
	Hardware				40	
	Rede				40	
Processos	Recursos			30		
	Atividades & Fluxos de Trabalho					50
	Produtos & Serviços				40	
	Liderança & Gerenciamento				40	
Políticas	Preparatória				40	
	Regulatória				40	
	Contratual					50
Estágios	Integração		20			
Escalas	Meso		20			
Subtotal		0	40	60	240	100
Total de Pontos					440	
Grau de Maturidade (correspondente as 12 áreas)					36,7	
Índice de Maturidade (percentual do grau de maturidade relativo a 50 pontos)					73%	
NÍVEL ATINGIDO				D		
NOME DO NÍVEL DE MATURIDADE				Integrado		
CLASSIFICAÇÃO TEXTUAL				Média-alta maturidade		

Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

Da mesma maneira que descrito no início deste subitem, foram apresentados os dados advindos da Tabela 5. Gerando um grau de maturidade de 18,30; índice de maturidade 37% e definindo a maturidade da implementação BIM na CFIAe que atua no acompanhamento de obras, a nível B – definido, que corresponde a uma média-baixa maturidade. A avaliação do nível de maturidade para o conjunto de capacidades em BIM foi definida para o estágio de modelagem e uma escala organizacional micro.

De acordo com a fundamentação teórica do presente texto, Succar (2010) descreve o nível de maturidade definido como gerentes seniores orientando o uso do BIM. Já existe a documentação de processos e políticas. Existem diretrizes para o BIM, manuais de treinamento, guias de trabalho e padrões de entrega. O BIM é visto como inovação e oportunidade de negócio, mas as possibilidades do mercado ainda não são exploradas. A competência geral aumenta, diminuindo a ideia de esforço heroico, contudo, ainda não é possível prever a produtividade da equipe. Existe confiança entre parceiros de projeto e a colaboração segue guias de processo, padrões e protocolos de intercâmbio pré-definidos. Os contratos preveem alocação de risco e atribuição de responsabilidades.

Apesar do grupo ser composto por apenas cinco pessoas, o que leva ao acúmulo de tarefas e funções, há uma tentativa de colaboração entre os membros. É importante destacar que há uma grande quantidade de documentos produzidos e compilados para orientar o desenvolvimento do BIM na organização, e que as orientações do plano de adoção são seguidas visando à evolução na organização.

Tabela 5 – Matriz de Maturidade BIM (Bim³) – Preenchida CFIAe.

PONTUAÇÃO DE DESCOBERTA DE MATURIDADE

Avaliação da Maturidade BIM		Inicial	Definido	Gerenciado	Integrado	Otimizado
Pontos		10 pts	20 pts	30 pts	40 pts	50 pts
Tecnologia	Software		20			
	Hardware	10				
	Rede	10				
Processos	Recursos			30		
	Atividades & Fluxos de Trabalho	10				
	Produtos & Serviços		20			
	Liderança & Gerenciamento				40	
Políticas	Preparatória		20			
	Regulatória	10				
	Contratual		20			
Estágios	Modelagem	10				
Escalas	Micro		20			
Subtotal		50	100	30	40	0
Total de Pontos					220	
Grau de Maturidade (correspondente as 12 áreas)					18,3	
Índice de Maturidade (percentual do grau de maturidade relativo a 50 pontos)					37%	
NÍVEL ATINGIDO				B		
NOME DO NÍVEL DE MATURIDADE				Definido		
CLASSIFICAÇÃO TEXTUAL				Média-baixa maturidade		

Fonte: Succar (2009), adaptado e traduzido pela autora.

Após a análise nas organizações selecionadas, foi possível obter o grau de implementação BIM na Força Aérea Brasileira. A Tabela 6 apresenta resumidamente a avaliação do nível de maturidade para o conjunto de capacidades em BIM, para o estágio de integração e para a escala organizacional micro. Esses dois últimos foram definidos pela autora, o Estágio 3, de acordo com Succar (2019) define a integração baseada em rede, explana sobre o intercâmbio simultâneo e interdisciplinas de modelos através de ciclos de vida da edificação, já a escala micro é caracterizada pelo foco nos processos e competências intraorganizacionais, concentrando-se em analisar e compreender a dinâmica interna de uma organização, suas unidades, equipes e membros. Podendo ser subdividida em unidades, tais como departamentos e equipes da própria organização, nela os membros individuais podem fazer parte de mais de uma equipe.

**Tabela 6 – Resultado da Matriz de Maturidade BIM (Bim³) – FAB.
PONTUAÇÃO DE DESCOBERTA DE MATURIDADE**

Total de Pontos	320
Grau de Maturidade (correspondente as 12 áreas)	26,7
Índice de Maturidade (percentual do grau de maturidade relativo a 50 pontos)	53%
NÍVEL ATINGIDO	C
NOME DO NÍVEL DE MATURIDADE	Gerenciado
CLASSIFICAÇÃO TEXTUAL	Média maturidade

Fonte: A autora (2023).

Como apresentado na fundamentação teórica do presente texto, Succar (2010) define o nível de maturidade gerenciado, como: onde empresas ou organizações têm objetivos claros, com planos de ação e monitoramento. Além disso, a visão do BIM é compartilhada entre todos os funcionários. São institucionalizadas as metas do BIM, que passam a ser alcançadas de forma mais ou menos regular. São reconhecidas as mudanças nas esferas da tecnologia, processos e políticas. As especificações dos produtos e os padrões de entrega seguem normas nacionais ou internacionais. Existe o gerenciamento da modelagem e dos dados do modelo, com padrões detalhados e planos de qualidade. A colaboração entre parceiros prevê alocação de risco e atribuição de responsabilidades

3.2.4 Contextualização da implementação BIM e Decreto nº 10.306

Verificou-se a importância de identificar os pontos afins referentes os resultados da identificação do nível de maturidade da implementação BIM e das propostas pré-estabelecidas pelo Decreto nº 10.306.

Obtidos e discutidos os resultados dessas investigações, passa-se a discussão da relação entre eles. Uma forma de relacionar às duas informações é comparação das etapas atuais com o tempo determinado para cada fase do processo. Com esse fim observamos o comparativo da primeira fase no Quadro 25 a seguir.

Quadro 25: Comparativo Decreto nº 10.306 e ações na FAB.

PRIMEIRA FASE - A PARTIR DE 1º DE JANEIRO DE 2022.	
METAS ESTABELECIDAS PELO DECRETO	AÇÕES REALIZADAS NA AERONÁUTICA
A elaboração dos modelos de arquitetura e dos modelos de engenharia referentes às disciplinas de: estruturas, instalações hidráulicas, instalações de aquecimento, ventilação e ar-condicionado e instalações elétricas.	Projetos dos Próprio Nacional Residencial (PNR) de Anápolis-GO e de Santa Cruz-RJ, sede da unidade do CEPE em São José dos Campos-SP (CEPE). Projeto do Residencial Estrela do Bosque em Sulacap-RJ (CFIAe).
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.	Projetos dos Próprio Nacional Residencial (PNR) de Anápolis-GO e Santa Cruz-RJ (CEPE).
A extração de quantitativos.	Orçamento da nova sede do CEPE em São José dos Campos-SP (CEPE).
A geração de documentação gráfica extraída dos modelos a que se refere este inciso.	Projetos dos Próprio Nacional Residencial (PNR) de Anápolis-GO e de Santa Cruz-RJ, sede da unidade do CEPE em São José dos Campos-SP (CEPE). Projeto do Residencial Estrela do Bosque em Sulacap-RJ (CFIAe).
SEGUNDA FASE - A PARTIR DE 1º DE JANEIRO DE 2024.	
METAS ESTABELECIDAS PELO DECRETO	AÇÕES REALIZADAS NA AERONÁUTICA
Os usos previstos na primeira fase.	Em andamento conforme ações mencionadas na primeira fase.
A orçamentação, o planejamento e o controle da execução de obras.	Execução do alojamento H8 do Instituto de Tecnologia da Aeronáutica (ITA) em em São José dos Campos-SP (CO-DCTA).
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.	Não iniciado.

Fonte: A autora (2023).

Embora apenas a etapa inicial seja imposta por questão temporal, ações da fase secundária que iniciará a partir de 1º de janeiro de 2024 já vêm sendo estabelecidas.

Tal cenário favorável pode ser explicado devido à natureza de cada organização analisada e o período inicial de implantação. As ações de disseminação e criação de diretrizes

a serem adotadas iniciaram anteriormente a data prevista para início da obrigatoriedade do Decreto. Assim antes mesmo de ser exigido as organizações já iniciaram o processo de criação de diretrizes operacionais, capacitação de pessoal e desenvolvimento dos primeiros projetos piloto.

Sendo assim, os processos tendem a serem desenvolvidos de maneira séria e acompanhada. O crescimento da implementação BIM gera bons resultados na organização com tendência a evolução, uma vez que os processos estão sendo seguidos de acordo com o que os guias de adoção sinalizam.

3.2.5 Resultados e análises

No final deste capítulo, verificou-se que o estudo da maturidade da implementação desempenha um papel crucial no processo, pois pode determinar o nível de avanço dos procedimentos e identificar áreas que necessitam de mais atenção. Portanto, as entidades podem concentrar-se nos pontos que precisam ser aprimorados, o que resultará em uma adoção equilibrada do BIM em todas as áreas em que ele é utilizado.

A aplicação do modelo de maturidade proposto por Succar mostrou viabilidade mesmo em um contexto específico como organizações militares reduzidas em diferentes estados da região sudeste. Possibilitou a visualização do desenvolvimento da implementação BIM em organizações baseadas em estados distintos, ressaltando assim quais os pontos e ações que envolvem processos de projeto e de trabalho as organizações se encontram atualmente. Dessa forma, visualiza-se que a avaliação da maturidade da adoção BIM pode ser usada como ferramenta de orientação a uma implantação mais eficiente e homogênea no órgão, o Quadro 26 expõe de forma resumida os graus obtidos em cada unidade.

Quadro 26: Níveis de maturidade atingidos.

ORGANIZAÇÃO	NÍVEL ATINGIDO	CLASSIFICAÇÃO TEXTUAL
FAB	C - Gerenciado	média maturidade
CEPE	C - Gerenciado	média maturidade
CO-DCTA	D - Integrado	média-alta maturidade
CFIAe	B - Definido	média-baixa maturidade

Fonte: A autora (2023).

A disparidade apresentada entre as três análises regionais, pode ser atribuída a não experiência prática por parte de todas as organizações e a recente implementação na unidade CFIAe, a unidade possui bagagem teórica, porém menor vivência em situação prática como das unidades observadas, por ser a mais recente em ações de implementação é coerente o menor grau obtido.

Os resultados obtidos com maior pontuação foram alcançados na CO-DCTA, unidade que tem o objetivo principal a execução de obras. Posto isso seu grau de envolvimento com a tecnologia BIM compreende o gerenciamento do fluxo de trabalho, coordenação das atividades entre as equipes, verificação da conformidade do trabalho realizado com o projeto e a garantia da qualidade da obra. Fases essas menos complexas se comparado ao volume inicial que o período de projetos demanda. Outro ponto favorável para o resultado elevado foi que o treinamento dos atores envolvidos iniciou preliminarmente a aplicação do projeto piloto, o que resultou em uma equipe de trabalho unificada e ciente dos novos procedimentos a serem adotados.

Como nesse contexto, o BIM é considerado uma inovação e o CEPE foi uma das primeiras organizações a adotá-lo de forma sistematizada no órgão é compreensível o seu grau de implementação mais avançado, além do tempo de utilização da tecnologia a organização também foi responsável por criar diretrizes como do Manual BIM sendo elemento de suma importância, contendo direcionamentos para ajudar a padronizar e garantir a entrega de um modelo com valores corretos e adequados para os vários usos de gestão.

Ressalta-se que não existiu a possibilidade de os integrantes da unidade anteverem situações ou saberem qual resposta dar aos eventos relacionados à adoção da tecnologia, visto seu caráter inédito. Porém esse resultado também pode ser relacionado ao tempo de existência das ações voltadas ao programa de disseminação, as operações começaram a ser desenvolvidas após o início das atividades da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM.

Conforme era esperado, a adoção de novos processos exigiu um planejamento cuidadoso das atividades a serem realizadas, bem como seu desenvolvimento, adaptação à realidade do setor e implementação. Dado que a adoção começou recentemente, acredita-se que, ao longo do tempo, à medida que os processos são aperfeiçoados, essa situação evolua e se equipare ao nível de maturidade do nível integrado na organização completa.

No que se refere ao andamento das ações determinadas pelo Decreto nº 10.306 a organização demonstrou um andamento benéfico com as ações propostas pré-estabelecidas, além das obrigatoriedades referente ao desenvolvimento de modelos, as questões relacionadas

ao fluxo de trabalho, adaptação e capacitação de pessoal e demais questões de cunho processual estão em maior relevância. Logo, justifica-se que a instituição esteja bem desenvolvida na primeira fase da determinação, e já consiga trabalhar em ações voltadas para a segunda etapa do processo.

Somado a isso, ao exigir a utilização do BIM, os governos mudam o patamar da Construção Civil em seus estados, municípios e empresas públicas, por serem em geral os maiores contratadores de serviços ligados ao setor de AEC. Em adição ao impacto gerado pelas compras públicas, existem outros benefícios que também são bastante representativos, como a checagem automática sobre os parâmetros urbanísticos ligados às municipalidades para obtenção de autorizações ou alvarás de construção e avaliação do impacto ambiental dos projetos; as verificações sobre os parâmetros de segurança e prevenção contra incêndio, ligados ao Corpo de Bombeiros; ou mesmo as aprovações nas concessionárias públicas que detém informações importantes sobre a infraestrutura urbana das regiões, todas as informações relevantes ao projeto armazenadas em um modelo digital centralizado e facilmente acessível. Isso pode levar a uma tomada de decisão mais informada e eficiente, bem como a uma melhor previsão de necessidades de manutenção e substituição de ativos.

Considerando uma projeção a fim de sugerir o que irá suceder, a tendência é a mudança da sua escala de atuação, ou seja, migração para a escala de ruas, bairros, distritos, cidades, estados e países. O BIM alcançará o âmbito social, em que a gestão dos dados e informações será usada para melhorar a qualidade de vida das pessoas em comunidade. Tal constatação valida o ponto em que se situa atualmente com o modelo na esfera pública da organização analisada, visto que cada unidade militar coleta e gerencia dados geoespaciais de vastas regiões do território nacional e o transfere para diversas divisões da Força Aérea.

Nesse sentido, a participação da organização em comunidades globais como a BuildingSMART e a OGC para desenvolver e promover o uso de padrões abertos, bem como identificar as dificuldades ou tendências da região, contribuindo para a evolução da AEC pode ser vista como uma oportunidade futura.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral, de avaliar o grau de maturidade de implementação BIM na Força Aérea Brasileira e nas suas unidades selecionadas utilizando a metodologia de análise do Prof. Bilal Succar foi atingido.

Os objetivos específicos também foram avaliados, a partir da determinação do nível de maturidade da implementação BIM através de estudo de caso nas unidades do Centro de Estudos e Projetos de Engenharia da Aeronáutica (CEPE), da Comissão de Obras do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (CO-DCTA) e da Caixa de Financiamento Imobiliários da Aeronáutica (CFIAe) e a verificação da relação entre o nível de maturidade atual das organizações e as estratégias estabelecidas pelo Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 que estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, respectivamente.

Os objetivos específicos foram fundamentais para embasar e relacionar-se ao objetivo geral, o que proporcionou resultados mais representativos para o estudo e análises mais significativas sobre a implementação da tecnologia BIM nos órgãos públicos e o avanço das ações voltadas para a infraestrutura urbana.

Durante a realização da pesquisa, notou-se que as instituições estão se preparando para a implementação e as novas estratégias mencionadas no decreto. Praticamente todas as organizações ouvidas e visitadas já ultrapassaram a etapa inicial, tendo incluído o BIM em suas rotinas, oferecido cursos introdutórios e específicos às equipes e estabelecido um grupo de trabalho responsável pela disseminação da tecnologia. Todas essas ações visam a capacitação contínua da equipe técnica para a análise dos projetos das organizações e o acompanhamento da execução das obras com tecnologias compatíveis com o BIM.

Foi possível observar outra mudança notória durante a pesquisa, a readequação do ambiente de trabalho com a aquisição de equipamentos e licenças para atender às necessidades de infraestrutura tecnológica, com o objetivo de cumprir os objetivos de disseminação do BIM e aumentar o espaço para realização do acesso comum de dados.

Ademais, todas as Organizações Militares avaliadas já iniciaram a implementação de projetos pilotos para testar suas habilidades, os modelos de arquitetura já são desenvolvidos no software Revit da Autodesk e o CEPE é responsável por disponibilizar os documentos padrão

apenas em modelos com metodologia BIM, nas principais extensões de softwares utilizados no mercado.

A CFIAe está se preparando para a modelagem de um projeto piloto de edificação, com o intuito de compatibilizar as diversas disciplinas, extrair quantitativos, elaborar orçamentos e gerar documentação técnica de forma automatizada. O objetivo desse projeto é oferecer uma primeira aproximação com os modelos ou processos de modelagem, comparando-os com a análise padrão. Após a conclusão da modelagem, as ferramentas disponíveis poderão ser utilizadas para acompanhar a obra.

Como próxima etapa para algumas organizações, o planejamento e a execução das obras estão se mostrando como o novo desafio, já que, como órgão público, as contratações de suas obras são realizadas por licitação, seguindo a nova Lei 14.133. Em seu Capítulo II, intitulado de "fase preparatória", a lei aborda a instrução do processo licitatório e já menciona a promoção e a adoção gradual de tecnologias e processos integrados que permitam a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de obras e serviços de engenharia. Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequado ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modelling - BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que possam substituí-la.

A instituição tem se dedicado a estudar e definir procedimentos jurídicos para a contratação de projetos utilizando a metodologia BIM no futuro. O processo de implementação da metodologia BIM na Aeronáutica será avaliado continuamente para permitir ajustes e evitar revisões e retrabalhos nas análises de projetos, controlar efetivamente o tempo de execução das obras, reduzir significativamente termos aditivos de metas e prazos dos contratos e mudar paradigmas no setor, com o objetivo de alcançar maior qualidade durante a execução das ações.

Posto isso, é importante ressaltar que esta pesquisa apresenta algumas limitações. A metodologia a ser implantada, conforme as estratégias definidas, terá foco na recepção e análise de projetos, com o auxílio de algumas ferramentas para o acompanhamento das obras. No entanto, é preciso destacar que já existem tecnologias e métodos bastante aprofundados para o acompanhamento e gestão de obras utilizando a metodologia BIM. Após a obtenção de amplo conhecimento e aprendizado da metodologia para elaboração, recepção, análise e aprovação de projetos com BIM, os próximos passos a serem estudados, durante a implantação e revisão, serão a gestão e medição das obras com as ferramentas disponíveis.

Um fator adicional que influencia a maturidade alcançada é o nível de granularidade estabelecido. A pesquisa não incluiu uma análise mais detalhada, uma vez que o método de observação dependeu das organizações participantes. No entanto, é importante destacar que o nível de maturidade está em constante evolução, que resulta no seu processo de amadurecimento.

Vale observar também que a gestão pública do território urbano deve estar plenamente capaz de acompanhar as transformações que acontecem na cidade, com destaque para os efeitos da construção de novos edifícios em somatório com os preexistentes. Esta tarefa é nitidamente dependente da implementação bem-sucedida da tecnologia BIM e sua capacidade de armazenamento, monitoramento e análise de informações.

Por fim, a experiência deste estudo revalida a análise de que a tecnologia BIM proporciona à indústria da AEC maior clareza da intenção do projeto para todas as partes interessadas, fornecimento de informações mais precisas e de forma ágil, além da possibilidade de continuidade da produção de dados ao longo do ciclo de vida do projeto.

4.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

O tema abordado por essa pesquisa permite desenvolvimento em demais áreas que não as do contexto exclusivo da avaliação do grau de implementação BIM na Força Aérea Brasileira. Como sugestões, são apresentados os temas a seguir.

A aplicação da avaliação do grau de maturidade da implementação BIM como estudo de caso em organizações militares da Aeronáutica que estejam implementando os processos BIM de forma a identificar os pontos críticos da implementação;

Evoluir a pesquisa atual, ao nível de desenvolvimento de categorias, critérios e bases. Isso visando chegar-se a um processo de certificação em implementação em BIM, com o objetivo de apoiar órgãos públicos a atender ao Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020;

Pesquisa referente a evolução levantamento dos dados já obtidos pelos órgãos públicos para contribuição à base de dados da buildingSMART agregando na facilitação e integração de padrões internacionais abertos para infraestrutura e edifícios.

Desenvolver um estudo que avalie a implementação do BIM na gestão de obras de infraestrutura do Ministério da Defesa e sua contribuição para a eficiência operacional, com o objetivo de analisar como a tecnologia BIM pode contribuir para a melhoria da eficiência

operacional nas etapas de planejamento, execução e manutenção dessas obras, bem como projetos de construção civil envolvendo obras de grande envergadura.

Examinar a integração do BIM na disciplina de Engenharia Civil, visando a promover a sustentabilidade e resiliência em projetos de infraestrutura, tanto no âmbito militar quanto civil, com foco nas melhores práticas para incorporar critérios sustentáveis e de resiliência em projetos de engenharia, enfatizando a otimização de recursos, mitigação de impactos ambientais e a criação de infraestruturas adaptáveis a cenários de mudanças climáticas.

Espera-se por fim, que os pontos que não foram aprofundados ao longo do trabalho possam ser ampliados e melhor explorados em futuros trabalhos acadêmicos, como, por exemplo, a realização da avaliação do grau de maturidade da implementação BIM nos outros órgãos do Ministério da Defesa que contribuam para o desenvolvimento da infraestrutura urbana territorial. Acredita-se também que esse trabalho tenha uma utilidade prática para os diversos intervenientes que trabalham na tomada de decisão para cidades mais justas, sustentáveis, desenvolvidas e inteligentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). A BNBIM. Disponível em: <<https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/#/conteudo/62>> Acesso em: 10 jun. 2020b.

AHUJA R. et al. **Prioritizing BIM Capabilities of an Organization: An Interpretive Structural Modeling Analysis**. Procedia Engineering Journal. Vol 196, junho 2017, pp 2-10.

ALMEIDA, F.; ANDRADE, M. **A integração entre BIM e GIS como ferramenta de gestão urbana**. VII Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

ALMEIDA NETO, Humberto Rocha de. **Um modelo de maturidade para governança ágil em tecnologia da informação e comunicação**. 2015. Tese de Doutorado. Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2015.

BARSZCZ A.; WALASEK D. **Analysis of the Adoption Rate of Building Information Modeling (BIM) and its Return on Investment (ROI)**. Procedia Engineering Journal. Vol 172, 2017, pp 1227-1234.

BRADLEY, A. et al. **BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective**. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/307957613_BIM_for_infrastructure_An_overall_review_and_constructor_perspective>. Acessado em: 17 de março de 2023.

BRASIL. Presidência da República. Constituição (1988). **Emenda constitucional nº 19, de 4 de junho de 1998**. Modifica o regime e dispõe sobre princípios e normas da Administração Pública, servidores e agentes políticos, controle de despesas e finanças públicas e custeio de atividades a cargo do Distrito Federal, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc19.htm>. Acessado em: 16 de março de 2023.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). **BS EN ISO 19650-2:2018**: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including Building Information Modeling (BIM) - information management using Building Information Modeling. Delivery phase of the assets. London, 2018.

CARTILHA BIM. **10 motivos para evoluir com o BIM - 2ª EDIÇÃO**, Brasília, DF maio de 2017. Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Cartilha_do_BIM_2016.pdf> Acessado em 14 de janeiro de 2022.

COSTA L. R. **O Uso do BIM como Ferramenta na Gestão da Construção Civil**. Monografia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

DECRETO Nº 10.306, de 2 de abril de 2020. **Utilização do Building Information Modelling - BIMou Modelagem da Informação da Construção 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 Modelling – Estratégia BIMBR**. Diário Oficial da União. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946> > Acessado em: 13 de janeiro de 2021.

DESAI N. et al. Panel: **How the construction industry and media can work together to attract more diversity**. Class presentation at Autodesk University. 2020.

EASTMAN, C. M. et al. **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. Editora Bookman, 1ª edição, 2014.

ESTEVES A. C. et al. **O uso da tecnologia BIM como ferramenta na gestão de projetos. Pós-graduação de Gestão de Projetos de Engenharia do UNI-BH**. 2018. Disponível em: < <https://pmkb.com.br/artigos/o-uso-da-tecnologia-bim/>>. Acessado em: 10 de dezembro de 2020.

FARIAS J. C. **A História do BIM**. SPBIM Arquitetura Digital. Artigo Publicado em 11 de março de 2021. Disponível em: < <https://spbim.com.br/a-historia-do-bim/>>. Acessado em: 11 de fevereiro de 2022.

FERNANDES, F. L. M. B.; SCHEER, S.; JUNIOR, G. M. **O uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM) no ciclo de vida de edificações militares**. Revista Militar de Ciência e Tecnologia. Vol. 37, nº. 4, 2020, pp 19-37.

FORTUNE J.; MESSNER J. **BIM Standards Where are we? Where are we going?** BIM Forum 2019. Disponível em: < <http://www.bimforum.org>>. Acessado em: 10 de dezembro de 2020.

ICA 85-17 – Instrução do Comando da Aeronáutica. **Programa de Disseminação do BIM no âmbito do COMAER**. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria EMAER Nº 11/4SC, de 28 de fevereiro de 2019.

INFORMATIVO ECONÔMICO PIB 2º trimestre, 1 de setembro de 2021. Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. Disponível em: < <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/09/informativo-economico-pib-2o-trimestre-2021-final-final.pdf> > Acessado em: 13 de janeiro de 2021.

JÚNIOR, G. M. **Implantação do BIM no Sistema de Obras Militares do Exército Brasileiro**. Apresentação no Programa de Pós Graduação de Engenharia de Defesa. Instituto Militar de Engenharia. Instituto Militar de Engenharia. Setembro de 2019.

JUSZCZYK M. et al. **Current Issues of BIM-based Design Change Management, Analysis and Visualization**. Procedia Engineering Journal. Vol 164, Junho 2016, pp 518-252.

KREIDER R. G.; MESSENER J. I. **The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses.** Penn State Computer Integrated Construction. Versão 0.9. setembro 2013.

LACERDA M. A. **Implementação da metodologia BIM na Marinha do Brasil.** Revista Obras Civis. Vol. 9, nº. 1, 2021, pp 18-27.

LARIVOIR L. C. B. P. **A utilização de sistemas BIM na fase de projeto de edificações para análise de impactos ambientais dos materiais de construção.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2017.

LEÃO L. et al. **Plataforma Bim como Sistema de Gestão e Coordenação de Projeto da Reserva Camará.** XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Maceió, AL. 10.17012/entac2014.487.

LEUSIN S. R. **Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM.** Editora: GEN LTC; 1ª edição, 2020.

LI X.; XU J.; ZHANG Q. **Research on Construction Schedule Management Based on BIM Technology.** Procedia Engineering Journal. Vol 174, 2017, pp 657-667.

LOU J.; XU J.; WANG K. **Study on Construction Quality Control of Urban Complex Project Based on BIM.** Procedia Engineering Journal. Vol 174, 2017, pp 668-676.

MACLEAMY, P. **Possibilities of using BIM for Deep Energy Renovation analyses.** Conference: International Conference on Sustainable Materials, Systems and Structures. Croatia, 2019. Disponível em: < https://www.researchgate.net/figure/MacLeamy-Curve-2-Curve-4-preferred-design-process-describes-BIM-design-process_fig1_331983271>. Acessado em 12 de fevereiro de 2022.

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

MCA 86-1 – Manual do Comando da Aeronáutica. **Manual de Modelagem BIM – BIM Mandate.** Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica. Portaria DIRINFRA Nº 38/ANCN, de 7 de dezembro de 2021.

OLIVEIRA H. **Pipe networks design in high density underground infrastructure environment.** Class presentation at Autodesk University. 2020.

OTHMAN I. et al. **The level of Building Information Modelling (BIM) Implementation in Malaysia.** Artigo da Faculdade de Engenharia da Universidade de Ain Shams. 2020 Disponível em: < <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>>. Acessado em: 02 de dezembro de 2020.

PARANÁ, Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. **Caderno BIM: caderno de especificações técnicas para contratação de projetos em BIM.** Curitiba, Pr: Governo Paraná, 2018. (Coletânea de cadernos orientadores).

PAVLOVKIS M. et al. **Problems in reconstruction projects, BIM uses and decision-making: Lithuanian case studies.** Procedia Engineering Journal. Vol 208, 2017, pp 125-128.

PLEBANKIEWICZ E. et al. **Analysis of the First Polish BIM-Based Cost Estimation Application**. Procedia Engineering Journal. Vol 123, 2015, pp 405-414.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos: Guia PMBOK**. 6. ed. Newton Square, Pennsylvania (USA): Project Management Institute, 2017.

PRADO, Darci. **Maturidade em Gerenciamento de Projetos – Série Gerenciamento de Projetos**. Volume 7. Editora Falconi. 2016.

RODRIGUES K. C.; MESQUITA H. C.; EDUARDO R. C.; PAULA H. M. **Mapeamento sistemático de referências do uso do BIM na compatibilização de projetos na construção civil**. REEC –Revista Eletrônica de Engenharia Civil. Vol 13, nº 1, 2017, pp 219-239.

SANTOS, William Rodrigues **Estudos de Caso de Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Microescritórios de Arquitetura**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2016.

SILVA, R. F. T. D. **Conceituação Básica em BIM**. Apostila Democratizando o BIM. Escola Nacional de Administração Pública. 2020.

SUCCAR, Bilal. **Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies**. In: Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies p.65-103. Austrália: IGI Publishing, November 2010.

SUCCAR, Bilal. **BIM Maturity Index**. 2013. Disponível em: < <https://www.bimframework.info/2013/12/bim-maturity-index.html> >. Acessado em 18 de janeiro de 2022.

SUCCAR, Bilal. **BIM Performance Measurement & Improvement**. Sustainable Design Through Building Information Modelling. Seminar and Workshop at the University of Malaya. April 2013.

SUCCAR, Bilal, and Mohamad Kassem. **Macro-BIM Adoption: Conceptual Structures**. Automation in Construction. Volume 57 (2015): Page 64-79.

SUCCAR, Bilal, and Mohamad Kassem. **Macro-BIM Adoption: Comparative Market Analysis**. Automation in Construction. Volume 81 (2017): Page 286-299.

THOMAS G. et al. **Built environment data standards and their integration: an analysis of IFC, CityGML and LandInfra**. IDBE. Vol 1.0, Março 2020.

VAN ELDIK W. et al. **BIM-based environmental impact assessment for infrastructure design projects**. Automation in Construction Journal. Vol 120, agosto 2020, pp 103379.

VINHAL, B. de S.; SILVA. D.M.; ALMEIDA, R.C.; SILVA, S.R. **O que é a Multidisciplinariedade em Projetos de Construção**. Projeto de Pós-graduação de Gestão de Obras de Edificações, Tecnologia e Desempenho da Construção Civil. Centro Universitário de Patos de Minas, 2018.

VOLKOV A.; CHELYSHKOV P.; LYSENKO D. **Information Management in the Application of BIM in Construction. Stages of Construction.** Procedia Engineering Journal. Vol 156, 2016, pp 833-837.


VOUGUINHA, P. M. V. **Metodologia BIM – Aplicação das Ferramentas na Fase de Gestão de Projetos e os Reflexos Gerados no Campo da Arquitetura.** Projeto de Pós-graduação de Gestão de Projetos de Engenharia. Centro Universitário de Belo Horizonte, 2018.

ZAGO, J. P. **O uso da tecnologia Building Information Modeling na melhoria da gestão e eficiência das obras militares.** Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro, 2019.

APÊNDICES

Apêndice A – Planilha para pesquisa de avaliação da maturidade da implementação BIM. Fonte Succar (Adaptado, 2022).

Apêndice A – Planilha para pesquisa de avaliação da maturidade da implementação BIM. Fonte Succar (Adaptado, 2022).



Estudo: Avaliação da maturidade de implementação do BIM.
MATRIZ: MATUREZA DE IMPLEMENTAÇÃO BIM. Fonte Succar (Adaptado, 2022).

Nome da Organização: _____

Nome: _____

Cargo: _____

Sector de Atuação: _____

Área de Atuação: _____

Formação Acadêmica: _____

Tempo de Atuação na Construção Civil: _____

Tempo de Atuação com BIM: _____

INSTRUÇÕES GERAIS PARA PREENCHIMENTO DA PLANILHA:
 → Para cada Conjunto de Capacidades BIM (Tecnologia - **AMARELO**, Processos - **VERMELHO** e Políticas - **VERDE**), classifique (marcando um "X") todos os itens (apresentados nas linhas em CINZA) de acordo com a maturidade da implementação em que a sua organização se encontra (maturidade INICIAL, DEFINIDO, GERENCIADO, INTEGRADO OU OPTIMIZADO).
 → Para Estágio - **AZUL ESCURO** e para Escala - **AZUL CLARO** primeiro seleccione em qual Estágio (1, 2 ou 3) e Escala (MICRO, MESO OU MACRO) a sua organização se encontra. Depois classifique a maturidade como nos itens anteriores, mas apenas para o estágio/escala seleccionado (apenas uma das três linhas).

Áreas: chaves de maturidade		a. INICIAL (máx.0 pts)	b. DEFINIDO (máx. 10 pts)	c. GERENCIADO (máx. 20 pts)	c. INTEGRADO (máx. 30 pts)	c. OPTIMIZADO (máx. 40 pts)	
CONJUNTO DE CAPACIDADES EM BIM	TECNOLOGIA	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 é unificada 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 é gerenciada e controlada 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 revisados 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 ao armazenamento, uso e troca de dados interoperáveis são documentados, controlados, refletidos e proativamente reforçados.
	TECNOLOGIA	Hardware: equipamento, entregáveis, 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 toma-se parte da vantagem competitiva da organização ou da equipe do projeto.
	TECNOLOGIA	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 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.
	TECNOLOGIA	NÍVEL DE MATUREZA SELECIONADO					

Áreas: chaves de maturidade		a. INICIAL (máx.0 pts)	b. DEFINIDO (máx. 10 pts)	c. GERENCIADO (máx. 20 pts)	c. INTEGRADO (máx. 30 pts)	c. OPTIMIZADO (máx. 40 pts)
CONJUNTO DE CAPACIDADES EM BIM PROCESSOS	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 identificadas 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 e 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 sistematicamente
	NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO					
	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 são 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 que os novos processos se tomam 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 revistas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda com as necessidades dos processos.
	NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO					
	Produtos & Serviços: Especificação, diferenciação e P&D	As entregas de modelos 3D (um produto BIM) sofrem de muitos altos ou muito baixos e 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 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 ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. A empresa passa a ser reconhecida como padrão de referência de mercado.
	NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO					
	Liderança & Gerenciamento: Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação	Líderes sêniores e gerentes tem visões variadas a respeito do BIM. A implementação do 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 do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação do 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 do BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados na estratégia.	Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e realinhada com outras estratégias.
NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO						
Áreas: chaves de maturidade		a. INICIAL (máx.0 pts)	b. DEFINIDO (máx. 10 pts)	c. GERENCIADO (máx. 20 pts)	c. INTEGRADO (máx. 30 pts)	c. OPTIMIZADO (máx. 40 pts)
CONJUNTO DE CAPACIDADES EM BIM POLÍTICAS	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. Os treinamentos são variados, permitindo flexibilidade na entrega do conteúdo.	Os requisitos de treinamento são gerenciados para aderirem aos amplos objetivos de competência e desempenho pré-definidos. Os treinamentos são adaptados para atingirem os objetivos de aprendizagem de uma maneira rentável.	O treinamento é integrado nas 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.
	NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO					
	Regulatória: códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência (benchmarks)	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, representação, quantificação, especificações e 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 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 códigos são continuamente alinhados e refinados. Os valores de referência são revisados repetidamente para garantir a melhor qualidade possível em processos, produtos e serviços.
	NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO					
	Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos	Os contratos seguem os modelos convencionais pre-BIM. Os riscos relacionados com base em modelos de colaboração não são reconhecidos ou são ignorados.	Os requisitos do BIM são reconhecidos. "Declarações definindo a responsabilidade de cada interessado em relação à gestão de informação" estão agora disponíveis.	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 revisados e realinhados. Os modelos contratuais são modificados para conseguirem as melhores práticas e o maior valor à todas as partes interessadas.
NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO						

Áreas: chaves de maturidade		a. INICIAL (máx.0 pts)	b. DEFINIDO (máx. 10 pts)	c. GERENCIADO (máx. 20 pts)	c. INTEGRADO (máx. 30 pts)	c. OPTIMIZADO (máx. 40 pts)
ESTÁGIOS	() 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 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.
	NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO					
	() 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 a 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.
	NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO					
	() 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, 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.
	NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO					
Áreas: chaves de maturidade		a. INICIAL (máx.0 pts)	b. DEFINIDO (máx. 10 pts)	c. GERENCIADO (máx. 20 pts)	c. INTEGRADO (máx. 30 pts)	c. OPTIMIZADO (máx. 40 pts)
ESCALAS	() 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.
	NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO					
	() 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 pela auto otimização das equipes de projeto interdisciplinar e inclui a maioria das partes interessadas.
	NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO					
() MACRO Markets: dinâmicas e entregáveis em BIM (Aplique esse tópico apenas assessorado por um consultor)	Muito 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 estão disponíveis através de repositórios centrais altamente acessíveis e pesquisáveis. Os componentes não são interativamente conectados às bases de dados dos fornecedores.	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.	
NÍVEL DE MATURIDADE SELECIONADO						

