



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SUAS TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



LUCAS DE JESUS PACHECO

IMPLANTAÇÃO DO BIM EM PEQUENAS PREFEITURAS:
UM ESTUDO DE CASO EM MALHADOR-SE

SÃO CRISTOVÃO – SE

2022

LUCAS DE JESUS PACHECO

**IMPLANTAÇÃO DO BIM EM PEQUENAS PREFEITURAS:
UM ESTUDO DE CASO EM MALHADOR-SE**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
Sergipe, Centro de Ciências Exatas e
Tecnologia, Departamento de Engenharia
Civil, como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Fernando
Márcio de Oliveira.

SÃO CRISTOVÃO – SE

2022



ATA DE DEFESA

Lucas de Jesus Pacheco

Implantação do BIM em Pequenas Prefeituras: Um Estudo de Caso em Malhador - SE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como requisito para o título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: **24 de agosto de 2022**

Banca Examinadora		Nota
Orientador(a): Prof. Dr. Fernando Márcio de Oliveira (UFS)	–	9,0
Examinador(a): Prof. Dr. Marco Antônio Brasiel Sampaio (UFS)	–	9,0
Examinador(a): Prof. Msc. Marcelo Augusto Costa Maciel	–	9,0
Média Final:		9,0

Documento assinado digitalmente
gov.br FERNANDO MARCIO DE OLIVEIRA
Data: 26/08/2022 09:33:10-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Fernando Márcio de Oliveira (UFS)
Assinatura do(a) Orientadora(a)

É concedida à Universidade Federal de Sergipe permissão para reproduzir cópias desta monografia e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho acadêmico pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Lucas de Jesus Pacheco

RESUMO

A tecnologia BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção) é uma metodologia que gera várias melhorias em todas áreas da (AECO) Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação. Os órgãos públicos vêm reconhecendo essas vantagens e têm a intenção de tornar obrigatória a implantação dessa metodologia no desenvolvimento dos projetos. Assim, a pesquisa buscou analisar os benefícios e as dificuldades para a implantação da metodologia BIM nas pequenas prefeituras brasileiras, com população de até 50 mil habitantes, que são classificados como municípios de pequeno porte. Foi realizada uma revisão bibliográfica com informações sobre o BIM e a administração pública, analisando assim os desafios e vantagens encontrados por uma prefeitura. Em seguida foram apresentados dois estudos de casos de implantação do BIM em órgãos públicos, a fim de buscar informações mais precisas sobre o processo de implantação, inicialmente foi estudada a implantação no Exército brasileiro, em seguida na CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos). Por fim, foi realizado um diagnóstico da Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal de Malhador para analisar, a partir das informações levantadas os caminhos que o município deve seguir para realizar a implantação da metodologia nos processos construtivos, já que foi visto que o BIM gera várias vantagens econômicas e administrativas para os municípios, proporcionando assim uma melhor gestão das obras, melhor controle dos orçamentos além de uma fiscalização mais efetiva. Porém, deve sempre levar em conta os desafios para essas prefeituras que têm um orçamento limitado e dificuldade de mudança de cultura dos funcionários.

Palavras-chave: Administração pública, BIM, Municípios de pequeno porte.

ABSTRACT

BIM (Building Information Modeling) technology is a methodology that generates several improvements in all areas of (AECO) Architecture, Engineering, Construction and Operation. Public agencies have recognized these advantages and intend to make the implementation of this methodology mandatory in the development of projects. Thus, the research sought to analyze the benefits and difficulties for the implementation of the BIM methodology in small Brazilian municipalities, with a population of up to 50 thousand inhabitants which are classified as small municipalities. A bibliographic review was carried out with information about BIM and public administration, thus analyzing the challenges and advantages encountered by a city hall. Next, two case studies of BIM implementation in public agencies were presented, in order to seek more precise information about the implementation process, initially the implementation in the Brazilian Army was studied, then in the CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos). Finally, a diagnosis was made by the Department of Infrastructure of the Municipality of Malhador to analyze, from the information collected, the paths that the municipality must follow to carry out the implementation of the methodology in the construction processes, since it was seen that BIM generates several economic and administrative advantages for the municipalities, thus providing a better management of the works, better control of the budgets and a more effective inspection. However, it must always take into account the challenges for these municipalities that have a limited budget and difficulty in changing the culture of employees.

Keywords: Public administration, BIM, Small Municipalities.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Fatores que limitam a aplicação do BIM.	22
Quadro 2: Panorama geral das informações obtidas nos estudos de caso.	53
Quadro 3: Cargos e funções do corpo técnico da secretaria.	55
Quadro 4: Atribuições da Secretaria de Infraestrutura.....	56
Quadro 5: Documentos necessários para elaboração de novos empreendimentos pela prefeitura de Malhador.	58
Quadro 6: Meios de comunicação e arquivamento de informações para a execução das obras.	60
Quadro 7: Análise das últimas obras executadas no Município.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índice de Maturidade em BIM	43
Tabela 2: Grau de Maturidade em BIM.....	44
Tabela 3: Matriz de Maturidade em Tecnologia.....	75
Tabela 4: Matriz de Maturidade em Processos.....	75
Tabela 5: Matriz de Maturidade em Políticas.....	75
Tabela 6: Matriz de Maturidade em Estágios/Escalas	76
Tabela 7: Índice de Maturidade em BIM, Secretaria de Infraestrutura.....	78
Tabela 8: Graus de Maturidade em BIM, Secretaria de Infraestrutura	78
Tabela 9: Pontuação por Campos do BIM, Secretaria de Infraestrutura.	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ilustração de funcionamento de uma plataforma de trabalho em BIM.....	18
Figura 2: Três campos interligados da metodologia BIM.....	18
Figura 3: Falha na compatibilização de projetos.....	21
Figura 4: Fluxograma de procedimentos para execução de uma obra pública.....	27
Figura 5: Fatores críticos de sucesso para implantação do BIM.	35
Figura 6: Níveis de maturidade BIM	37
Figura 7: Matriz de Maturidade em BIM.....	39
Figura 8: Matriz de Maturidade em BIM.....	40
Figura 9: Matriz de Maturidade em BIM.....	41
Figura 10: Matriz de Maturidade em BIM.....	42
Figura 11: Ciclo de vida de uma obra militar.....	45
Figura 12: Perspectivas do CCCF executadas pelo <i>Software</i> Revit.	47
Figura 13: Projeto de reforma da Estação Ribeirão Pires, situação anterior x modelo.....	50
Figura 14: Projeto de reforma da Estação Ribeirão Pires, situação anterior x modelo.....	51
Figura 15: Fases de modelagem do projeto de reforma da Estação Ribeiro Pires	52
Figura 16: Organograma das equipes presentes na secretaria de infraestrutura.	56
Figura 17: Fluxograma dos Meios de comunicação e arquivamento de informações para a execução das obras.....	59
Figura 18: Planta Baixa Academia de Saúde do Povoado Alecrim	63
Figura 19: Academia de Saúde do Povoado Alecrim	64
Figura 20: Projeto Executivo da Quadra do Povoado Tabua.	66
Figura 21: Projeto Executivo da Quadra do Povoado Tábua.....	67
Figura 22: Projeto Executivo da Quadra de Esportes do Povoado Tábua.....	68
Figura 23: Projeto Arquitetônico Posto de Saúde do Povoado Adique. ...	69

Figura 24: Projeto Arquitetônico Reforma do Estádio Municipal.....	71
Figura 25: Projeto de Terraplanagem da obra Reforma do Estádio Municipal.....	72
Figura 26: Projeto executivo da obra Revitalização da Avenida Walter Franco.....	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção Civil
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
BEP	<i>BIM Execution Plan</i>
BIM	Building Information Modelling
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CCCF	Centro de Comando e Controle Fixo
CNM	Confederação Nacional de Municípios
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
CRO	Comissões Regionais de Obras
DEC	Departamento de Engenharia e Construção
DOM	Diretoria de Obras Militares
FCS	Fatores Críticos de Sucesso
IBRAOP	Instituto Brasileiro de Obras Públicas
LOD	<i>Level of Development</i>
UBS	Unidade Básica de Saúde

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo Geral	14
1.1.2	Objetivos específicos.....	15
1.2	METODOLOGIA DE PESQUISA	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	BIM (<i>Building information modeling</i>).....	17
2.1.1	Compatibilização de Projetos	19
2.1.2	Dificuldades de Implantação BIM na administração pública	21
2.1.3	Disseminação nacional do BIM	23
2.2	Administração Pública.....	25
2.2.1	Obras Públicas	26
2.2.2	Licitação de Obras Públicas	27
2.2.3	Gestão Pública em municípios de pequeno porte	28
2.3	Implantação do BIM na administração pública	29
2.3.1	Documentações para planejamento e execução.....	30
2.3.2	Planos de Execução para Implantação	32
2.3.3	Fatores críticos para Implantação	33
3	Maturidade em BIM.....	36
3.1	Matriz de Maturidade em BIM	38
3.2	Índice de Maturidade - <i>BIM Maturity Index</i> (BIMMI)	42
4	ESTUDOS DE CASO.....	45
4.1	Implantação do BIM na Diretoria de Obras do Exército Brasileiro	45
4.2	Implantação do BIM na Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM).....	48

4.3	Análise dos resultados	52
5	Diagnóstico da Secretaria de Infraestrutura de Malhador	54
5.1.1	Atribuições e Corpo Técnico da Secretaria	54
5.1.2	Procedimentos para elaboração dos projetos e realização das obras	57
5.1.3	Análise das últimas obras realizadas no município	61
5.1.4	Construção da Matriz de Maturidade BIM	74
6	CONCLUSÃO	81
	REFERÊNCIAS	83
	ANEXO A- Relatório Fotográfico da Praça e Academia de Saúde do Povoado Alecrim	87
	ANEXO B- Relatório Fotográfico a Quadra de Esportes do Povoado Tábua	89
	ANEXO C- Estacionamento do Posto de Saúde do Povoado Adique	90
	ANEXO D- Antes e Depois dos Canteiros Centrais da Avenida Walter Franco	92

1 INTRODUÇÃO

Diante dos avanços tecnológicos na área Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), várias mudanças vêm acontecendo no Brasil e no mundo. Fatores como o aumento da produtividade e diminuição das perdas, têm feito os profissionais começarem a pensar e utilizar novas tecnologias que auxiliam nos projetos, orçamentos e acompanhamento das obras.

Desse modo, surge a Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modeling* (BIM) como uma metodologia inovadora, no âmbito do gerenciamento de projetos, redução de custos, além de melhorar a gestão do tempo e aprimorar o relacionamento do profissional com os clientes.

Considera-se BIM ou Modelagem da Informação da Construção, em português, o conjunto de tecnologias, políticas e processos integrados que viabilizam criar, utilizar e manter atualizados os modelos virtuais desenvolvidos de uma obra (BRASIL, 2019).

É válido salientar que apesar do BIM ter uma interface inicial por meio da visualização em três dimensões (3D), apenas a utilização dessa modelagem geométrica 3D não corresponde ao BIM (Eastman et al., 2011). Desse modo, o objetivo do BIM é construir virtualmente uma estrutura muito antes de construí-la fisicamente. Essa característica permite ao profissional um leque de opções, já que com isso pode projetar, analisar sequenciar e explorar uma construção através de um ambiente virtual, podendo assim fazer mudanças antes mesmo da construção.

O BIM é fundamentado em um modelo coordenado e rico em informações, possibilitando análises, simulações e a construção virtual do projeto, ampliando substancialmente as capacidades atuais da representação *Computer Aided Design* (CAD), ou projeto assistido por computador, e associando informações com processos de negócio, como orçamentação, planejamento e operação do empreendimento. No processo tradicional, as análises são feitas de modo independente, exigindo entrada de dados manuais e sujeitas a erros, resultando em perda do valor dos ativos informacionais ao longo do ciclo de vida e maior esforço para recriação das informações pelas fases seguintes (EASTMAN et al., 2011).

O Governo Federal do Brasil publicou o Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, que inicia o plano de difusão da tecnologia BIM, e a criação de uma estratégia para promover um ambiente adequado, ao investimento do mesmo, no país. Vale salientar que no ano de 2021 foi o prazo para adotar a obrigatoriedade da tecnologia em novos projetos de Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AEC), exigindo-se a elaboração das disciplinas de arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica, aquecimento, ventilação e ar-condicionado (AVAC), além da detecção de interferências, retirada de quantitativos, e documentação gráfica (BRASIL, 2018).

Diante disso, as iniciativas do Governo do Brasil vêm atuando de forma a incentivar uma maior disseminação do BIM, porém depende muito do interesse dos agentes do governo, em todas as esferas do poder. Vale salientar que os investimentos para a disseminação do BIM não devem englobar apenas as Esferas federais, mas também devem integrar obras nas Esferas estaduais e municipais.

Porém, o uso do BIM nas obras públicas ainda é um processo em fase inicial, e em vários casos os próprios órgãos não têm preparo para receber e executar os projetos nessa metodologia. Outro ponto bastante significativo é que nos municípios com população de até 50 mil habitantes, considerados de pequeno porte, essa realidade se torna ainda mais evidente, muitos apresentam dificuldades na gerencia dos dados, uma vez que a falta de profissionais qualificados, equipamentos e condições operacionais são bastante visíveis (BRASIL, 2005).

Diante disso, o estudo em questão tem como objetivo analisar as condições de implantação da metodologia BIM na secretaria de infraestrutura da Prefeitura Municipal de Malhador, que é considerado um município de pequeno porte, levando em conta as metas do Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar as condições de implantação da metodologia BIM na secretaria de infraestrutura da Prefeitura Municipal de Malhador.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o BIM e suas funcionalidades;
- Avaliar os benefícios e as dificuldades do emprego do BIM em todo processo construtivo, desde a concepção do projeto, licitação, até a execução das obras no município;
- Avaliar a viabilidade do emprego da metodologia BIM na concepção de projetos do município;
- Analisar o nível de maturidade do BIM na Secretaria de Infraestrutura do município;

1.2 METODOLOGIA DE PESQUISA

O procedimento de pesquisa se divide em duas partes: primeira, pesquisa bibliográfica sobre o BIM, juntamente com a análise da maturidade BIM na Secretaria de Infraestrutura, segunda, a apresentação de dois estudos de caso, onde se analisa a implantação do BIM em órgãos públicos.

A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir de materiais publicados, nacionais e internacionais, como artigos, livros e revistas. Esse tipo de metodologia de pesquisa traz conhecimento do que já foi estudado e realizado sobre o assunto em questão, além de auxiliar na contextualização, por isso é de suma importância em todo tipo de trabalho científico (FONSECA, 2002, p. 32 apud GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Com base no referencial bibliográfico foi possível realizar um aprofundamento e embasamento sobre a implantação do BIM na prefeitura em questão. A finalidade desse trabalho foi levantar e analisar quais são os obstáculos que os agentes públicos enfrentam quando se fala da adoção da metodologia BIM, trazendo alguns fatores bastante importantes como: tecnologias, profissionais, além de políticas públicas ligadas a obrigatoriedade de adoção da metodologia.

A análise da maturidade BIM foi realizada a partir do método de avaliação qualitativo e quantitativo da Matriz de Maturidade em BIM desenvolvida por Bilal Succar. Sobre a metodologia de avaliação de Succar, Santos (2016, p.27) diz que ela: “(...) *permite não apenas avaliar o status da organização, mas também*

visualizar passos futuros que levem a níveis mais altos de maturidade e, com isso, um processo de permanente melhora no desempenho.”

Em relação aos estudos de casos, foram realizados sobre dois órgãos públicos que implantaram a metodologia BIM. A partir do estudo desses casos, juntamente com a pesquisa bibliográfica obteve-se informações referentes a viabilidade ou não da implantação da metodologia na prefeitura em questão.

Vale salientar, que inicialmente foi estudado o caso de implantação da metodologia BIM no exército brasileiro, mais precisamente na Diretoria de Obras Militares (DOM). Em seguida, foi realizado um estudo referente a implantação da metodologia na Companhia Paulista de Trens Metropolitanos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

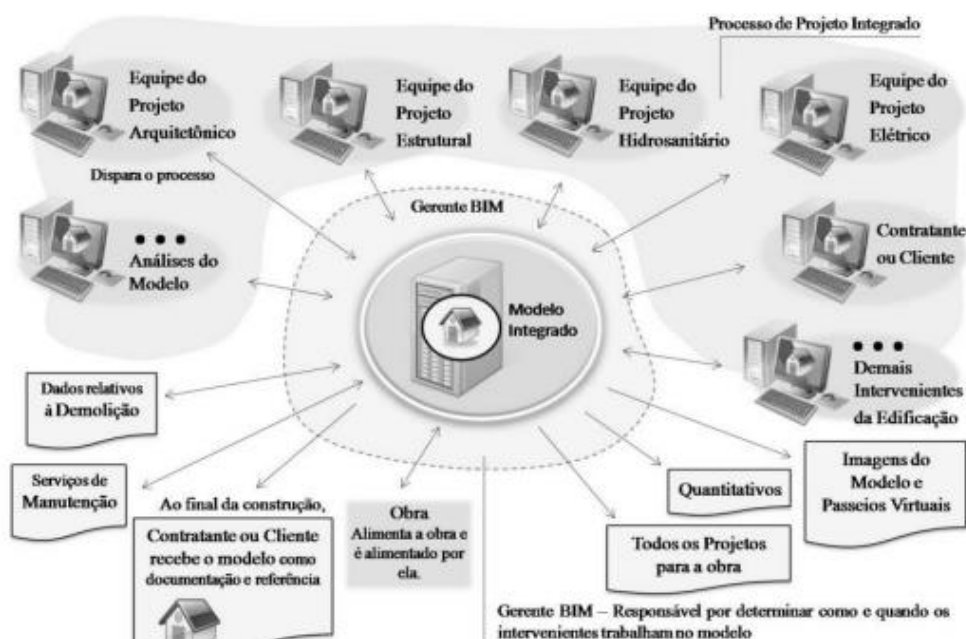
2.1 BIM (*Building information modeling*)

A Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modelling* (BIM) envolve um conjunto de tecnologias computacionais e métodos de trabalho que visam a representação completa da edificação através de modelos que darão suporte aos profissionais da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) durante todo seu ciclo de vida: da concepção, passando pelo planejamento da construção, construção, operação (que envolve uso, gestão e manutenção) e reciclagem ou demolição, quando encerrar sua vida útil (CHECCUCC,2019).

A plataforma BIM é um dos desenvolvimentos mais promissores nas empresas de arquitetura, engenharia e construção (AEC). Com o design dos modelos virtuais da construção é possível apoiar o projeto através de suas fases, permitindo uma melhor análise e controle de processos manuais. Após todas as análises feitas no computador o projeto contém dados de geometria e outros necessários para apoiar com muita precisão a construção, fabricação e execução de atividades através das quais um edifício é realizado (Eastman et al. 2008).

A Figura 01 mostra como funciona uma plataforma de trabalho com a utilização do BIM, ilustrando a integração e colaboração de todos os envolvidos no ciclo de vida do empreendimento.

Figura 1- Ilustração de funcionamento de uma plataforma de trabalho em BIM



Fonte: Hippert e Araújo (2010).

Segundo Succar (2009), a metodologia BIM pode ser classificada considerando três ramos distintos: O campo da tecnologia, dos processos e da política, como mostra a Figura 02, onde ilustra com precisão a interligação entre as três esferas citadas, identificando os principais componentes presentes em cada um dos campos citados.

Figura 2: Três campos interligados da metodologia BIM



Fonte: Adaptado de Succar (2009, p.361, tradução nossa).

Ao abordar-se a metodologia como um campo tecnológico, tem-se características do conhecimento científico ligadas as áreas do setor AECO, com a finalidade de melhoria na produtividade, eficiência e rentabilidade das obras, através do desenvolvimento de softwares, equipamentos físicos e sistemas (SUCCAR,2009).

Em relação ao campo do processo sua ligação se dá em relação a ordenação de atividades ao longo de uma linha temporal, dividindo-as por parâmetros e fases específicos para cada etapa dos processos construtivos. É valido salientar, que esse grupo conta com diversos participantes como os engenheiros, arquitetos, gerentes, fornecedores, empreiteiros e vários outros que de alguma forma tenham ligação com o processo construtivo (SUCCAR, 2009).

No campo político, pode ser entendido como fundamentos e diretrizes que levam a tomada e decisões durante as fases da obra, diminuindo a probabilidade de conflitos e riscos, e garantindo uma maior precisão e eficiência aos procedimentos construtivos, sempre resguardando-se através de regulamentações contratuais (SUCCAR, 2009).

Sabe-se, portanto, que a adoção do BIM tem como finalidade principal a obtenção de melhorias na qualidade e economia no processo, conta também com uma redução significativa do tempo de duração das tarefas, além de possibilitar o controle orçamentário pontual para cada atividade.

Outro ponto importante é a possibilidade de verificação de qualidade e acesso a banco de dados precisos para cada elemento do desenho, tais resultados não seriam tão precisos em apenas uma modelagem 3D (ALVES, 2021).

2.1.1 Compatibilização de Projetos

Segundo Graziano (2003), por volta dos anos 60, houve um superávit no setor imobiliário. Diante disso, profissionais que até aquele momento trabalhavam juntos nas empresas que executavam e desenvolviam os projetos tiveram que se separar, se especializando assim em diferentes áreas da engenharia, como na arquitetura, estruturas e instalações em geral.

De acordo com Costa (2013), essa divisão teve grandes consequências, uma vez que pessoas diferentes começaram a participar de todas as fases de projeto sem ter contato algum, assim passaram a surgir problemas de incompatibilidades que só eram encontrados na etapa de execução das obras. Esses problemas, na maioria das vezes aumentavam o tempo e o custo final da obra.

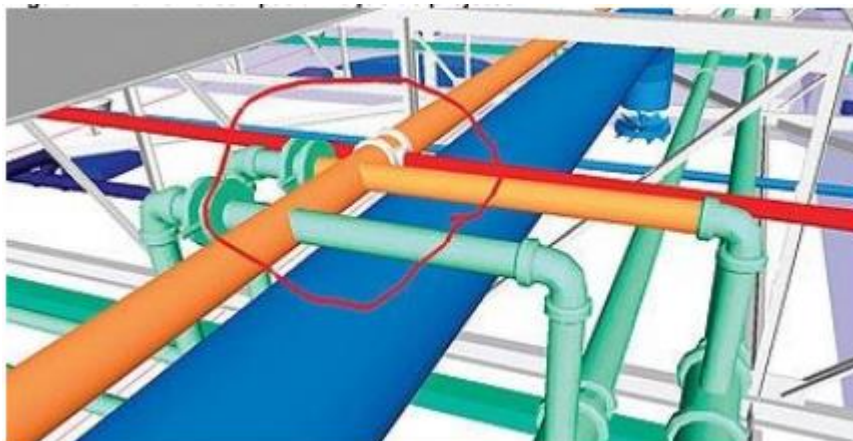
Diante disso, a separação dessas atividades, foi a principal causa para o surgimento da necessidade de se coordenar e compatibilizar projetos. (MIKALDO JÚNIOR, 2006).

O processo BIM é bastante indicado nesses casos, já que ela identifica cada objeto como sendo um objeto- e não um conjunto de linhas- tornando assim a análise confiável pois ela verifica a posição de cada elemento individual e analisa a interferência com outros elementos.

Os projetos, como um todo, necessitam de detalhes de execução que influenciam na hora de construir. Uma residência, por exemplo, é composta por vários sistemas que devem trabalhar harmonicamente para que o tempo útil de construção seja definido com precisão no projeto. Se o projeto não estiver bem compatibilizado, em um caso de instalação da tubulação hidráulica da residência pode haver precisão de interferência no projeto estrutural, ocasionando assim problemas futuros, como a mudança arquitetônica para comportar os sistemas, gastos extras com equipamentos e materiais, além do aumento do tempo de obra (Farinha, 2012).

Na figura 07 pode-se observar em laranja as tubulações que se cruzam por passarem na mesma altura. Com a utilização do BIM é possível obter essas informações, podendo prever e evitar problemas como o da imagem

Figura 3: Falha na compatibilização de projetos



Fonte: (CICHINELLI, 2013).

2.1.2 Dificuldades de Implantação BIM na administração pública

Segundo Lima (2019) a implantação do BIM nos órgãos da administração pública é viável, porém apresenta alguns entraves administrativos e financeiros, a implantação depende das atividades desenvolvidas, necessidades apresentadas e objetivos de cada órgão.

Fatores como limitação tecnológica e custos para a introdução de novos *softwares* e sistemas, são alguns entraves que dificultam o processo de implantação da metodologia BIM. De acordo com Sun et al. (2017) é necessária a identificação de fatores limitantes para a implantação do BIM em cinco classes distintas: tecnologias, custos, gestão, pessoais e legais. Assim, é verificado que os autores utilizam o termo “tecnologia” tanto para identificar os requisitos tecnológicos quanto aos “fatores limitantes”. Essas cinco classes estão identificadas no Quadro 01.

Quadro 1: Fatores que limitam a aplicação do BIM.

Classes	Fatores Limitantes	Sigla
Tecnologia (T)	Funcionalidade de ferramentas BIM	T1
	Acessibilidade de ferramentas BIM	T2
	Exigência de dados de design digital de computador	T3
	Necessidade de gerenciamento sofisticado de dados	T4
	Falta de interoperabilidade de dados	T5
Custo (C)	Custos com treinamento e capacitações	C1
	Custo com software	C2
	Custo com sistemas e infraestrutura	C3
Gestão (G)	Natureza fragmentada da indústria da construção civil	G1
	Ausência de estratégia e padrões práticos bem desenvolvidos	G2
	Falta de conscientização e apoio dos gerentes e proprietários	G3
	Mudanças em fluxos de trabalho e modelos de negócios inadequados	G4
	Falta de cooperação de outros parceiros da indústria	G5
Pessoais (P)	Necessidade de educar profissionais sobre o BIM	P1
	Resistência habitual à mudança	P2
	Não estar familiarizado o suficiente com os recursos BIM	P3
Legais (L)	Responsabilidade entre as partes interessadas	L1
	Estrutura de seguro ausente para o aplicativo BIM	L2
	Propriedade dos dados do BIM e seus direitos autorais	L3
	Ambiente contratual	L4
	Segurança e confiabilidade da informação do edifício	L5
	Falta de protocolos	L6

Fonte: Adaptado de Sun. Et al. (2017, p.771, tradução do autor).

De acordo com Sun et al. (2017), inicialmente, a classe ou categoria Tecnológica (T) é ligada à necessidade de implantação de *softwares* e *hardwares* para processamento da metodologia BIM. Dessa forma, visa-se estabelecer uma comunicação entre os setores de projeto, comunicação e execução. A principal barreira para a implantação dessa classe é a ausência de escalabilidade, interoperabilidade e suporte para a obtenção de informações que acompanhem o andamento da obra.

A classe dos custos (C) traz consigo a necessidade de investimentos em equipamentos e sistemas para o processamento da metodologia, bem como gastos extras com taxas ligadas aos programas e serviços, e com a capacitação e atualização dos funcionários. Verificou-se que os gastos para a implantação do BIM podem ser compensados pelos benefícios futuros desta metodologia (AZHAR et al., 2011).

A classe do Gerenciamento ou Gestão (G) dos vários agentes intervenientes, configura a obrigatoriedade de reorganização de funções e responsabilidades, sendo modificados devido à implantação dos novos sistemas de trabalho. Salienta-se a aceitação da fragmentação do projeto entre diversos

profissionais de modo sinérgico, implantação de estratégias para trabalhar com novas tecnologias, entrega e organização de informações, e transfigurar o ambiente de trabalho mais colaborativo e versátil (SUN et al., 2017). Além disso, a falta de transparência nos processos comunicativos pode trazer falhas, retrabalho e imprevisibilidade quando se leva em conta o cumprimento dos prazos e danos financeiros. Outro ponto importante é que o BIM não se dissemina apenas em um único modelo conceitual, portanto podem acontecer atritos durante sua difusão.

A classe (P) dos fatores Pessoais está ligada à experiência do profissional com o BIM, diante disso, quanto maior for o conhecimento do funcionário, menor será sua hesitação em trabalhar com as novas tecnologias e haverá maior proximidade com as mesmas.

A categoria Legal (L) está vinculada a possíveis ações judiciais, advindas da regulamentação do acesso e proteção das informações contidas na metodologia BIM, criação e aperfeiçoamento de contratos e regulamentos. Tais problemas estão ligados a pouca experiência da equipe com a nova tecnologia (SUN et al., 2017).

Quando se compara o setor da construção civil aos demais ramos de produção, é notória a grande dificuldade e resistência a mudanças, quando se trata da implantação de novas tecnologias (AZHAR et al. 2011). Um grande exemplo é a utilização de papel e a adoção de sistemas comunicativos fragmentados, além disso, todo processo novo na área da construção apresenta legislações rígidas e complexas.

Por fim, outro ponto que contribui para a adoção do BIM é o entendimento de que o setor AECO deve se incluir na modernização tecnológica que advém da indústria 4.0. Cabendo assim ao setor investir na modernização tecnológica, além de tentar acabar com a insegurança dos profissionais, já que muitos resistem às mudanças e ao compartilhamento de informações.

2.1.3 Disseminação nacional do BIM

A criação da Comissão de Estudo Especial de Modelagem de informação da Construção (BIM) da ABNT, foi uma das medidas nacionais com maior

notoriedade dos últimos anos, o objetivo é a concepção de sistema nacional de classificação para padronização de informações codificadas.

No ano de 2017 foi criado o Comitê Estratégico de Implementação do BIM, formado por sete ministérios, e tendo como objetivo principal o desenvolvimento de estratégias para a disseminação nacional do BIM, com a formulação de ações para o setor público e privado (BRASIL, 2017).

Em seguida, foi criado o Comitê Gestor (CG-BIM), com a finalidade do gerenciamento das Estratégias BIM-BR, entre as principais contribuições do Decreto nº 9.983 (BRASIL, 2019), destaca-se modificações quanto a composição e competências designadas ao CG BIM (BRASIL, 2019).

De acordo com os decretos da Estratégia de Disseminação BIM-BR, é de responsabilidade do Comitê Gestor acompanhar a evolução do processo de disseminação do BIM no país, analisando os resultados e propondo ações com a finalidade de atender as metas propostas no programa (BRASIL, 2020).

Vale salientar, que os critérios mínimos para a obrigatoriedade do BIM foram definidos pelo artigo 6º, do Decreto nº 10.306/2020 (BRASIL, 2020), que são apresentados abaixo:

I - Definir e gerenciar as ações necessárias para o alcance dos objetivos da Estratégia BIM BR;

II - Elaborar anualmente o seu plano de trabalho, que conterá cronograma e estabelecerá as ações prioritárias para o período;

III - atuar para que os programas, os projetos e as iniciativas dos órgãos e das entidades públicas que contratam e executam obras públicas sejam coerentes com a Estratégia BIM BR;

IV - Promover o compartilhamento de informações e analisar o impacto das iniciativas setoriais relacionadas a BIM, com vistas à harmonização e à promoção de eficiência e sinergia entre as ações dos órgãos e das entidades públicas;

V - Acompanhar e avaliar periodicamente os resultados da Estratégia BIM BR e subsidiar as atividades de articulação e de monitoramento de programas de governo da Presidência da República, quando solicitado;

VI - Articular-se com instâncias similares de outros países e dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios; e VII - deliberar sobre a atualização e a revisão periódica da Estratégia BIM BR.

Fonte: Brasil (2020)

As orientações para implantação do BIM em obras públicas se devem a necessidade de tempo para que o mercado da construção se adeque às condições estabelecidas. Além disso, tem a finalidade de atender a um prazo para que o governo se estruture adequadamente para o cumprimento da legislação (BRASIL,2018b).

2.2 Administração Pública

Segundo Geneviva (2005), a administração pública é o conjunto de órgãos do Estado que tem como função exercer, em benefício do bem comum, funções previstas na Constituição.

Matias (2012) divide as principais funções do estado em quatro setores:

- **Funções de Estado stricto sensu:** é a manutenção da ordem interna, defesa do território, relações externas, justiça, tributação e administração dos serviços;
- **Funções econômicas:** Administração do tesouro nacional, regulamentação dos mercados e promoção do desenvolvimento e planejamento, geração de incentivos e estímulos, construção de infraestrutura em setores estratégicos;
- **Funções sociais:** Provimento dos bens sociais básicos, como saúde, educação, habitação, alimentação, redes de proteção social dentre outros;
- **Funções de preservação do meio ambiente.**

Na esfera municipal, um município é organizado em duas zonas principais, uma zona urbana e uma zona rural. Entende-se como zona urbana aquela área, delimitada por lei, que foi considerada urbanizável, ou seja, passível de sofrer repartições de acordo com as normas de uso e ocupação do solo. A delimitação da zona urbana, ou perímetro urbano, deve ser feita através de lei municipal tanto para fins urbanísticos como para efeitos tributários (MEIRELLES, 2006, p.77).

A administração municipal é dirigida pelo Prefeito que, como chefe do Executivo local, comanda, supervisiona e coordena os serviços de peculiar interesse do Município, auxiliado pelos Secretários Municipais, Coordenadores ou diretores de Departamento, de acordo com a estruturação da Prefeitura e a maior ou menor desconcentração de suas atividades (MARINS, 2013).

2.2.1 Obras Públicas

Obra pública é considerada toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público. Podendo ser realizada de forma direta, quando é feita pelo próprio órgão ou entidade da Administração, por seus próprios meios, ou de forma indireta, quando a obra é contratada com terceiros por meio de licitação (BRASIL, 2016).

Alguns regimes de contratação devem ser considerados, sendo eles:

- empreitada por preço global: quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo e total;
- empreitada por preço unitário: quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo de unidades determinadas;
- tarefa: quando se ajusta mão-de-obra para pequenos trabalhos por preço certo, com ou sem fornecimento de materiais;
- empreitada integral: quando se contrata um empreendimento em sua integralidade, compreendendo todas as etapas das obras, serviços e instalações necessárias.

As etapas iniciais têm o objetivo de identificar necessidades, estimar recursos e escolher a melhor alternativa para o atendimento dos anseios da sociedade local (BRASIL, 2014).

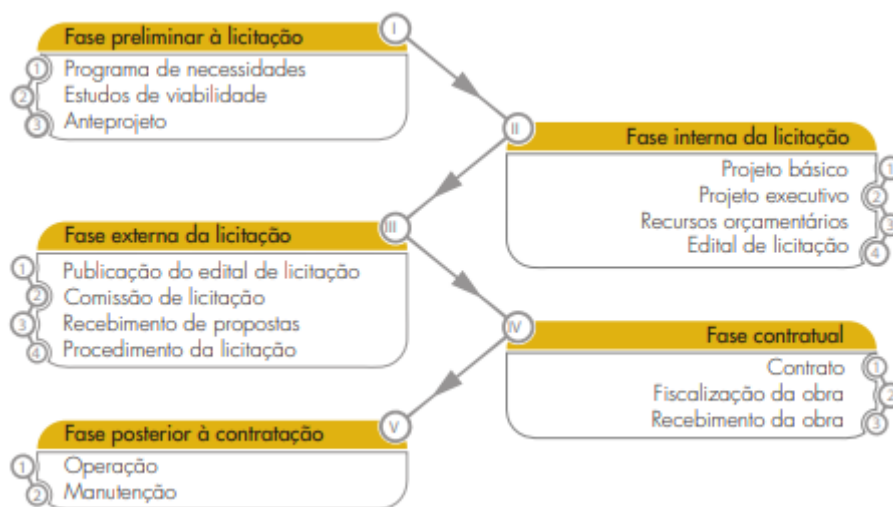
Antes de se tomar a decisão de iniciar novo empreendimento, é importante lembrar o que a Lei de Responsabilidade Fiscal² estabelece no artigo a seguir:

Art. 45. [...] a lei orçamentária e as de créditos adicionais só incluirão novos projetos após adequadamente atendidos os em andamento e contempladas as despesas de conservação do patrimônio público [...]

Fonte: BRASIL (2014).

A figura 4 apresenta um fluxograma, onde demonstra em ordem sequencial, as etapas a serem realizadas para a adequada execução indireta de uma obra pública.

Figura 4: Fluxograma de procedimentos para execução de uma obra pública



Fonte: Brasil, (2014).

2.2.2 Licitação de Obras Públicas

A execução das obras públicas, como todos os atos da Administração Pública, deve atender aos princípios da legalidade, isonomia, eficiência, economicidade e, ao da supremacia do interesse público. Deve haver todo um planejamento que abrange um conjunto de estudos prévios no qual deve conhecer profundamente a viabilidade do objeto a ser contratado e seu custo-benefício (BRASIL, 2016).

Após a verificação da viabilidade do empreendimento é iniciado o processo de licitação. Sendo um procedimento administrativo formal, com uma série de requisitos, que possibilita à administração pública contratar terceiros que reúnam condições para fornecer bens, prestar serviços e executar as obras (BRASIL, 2016).

Segundo determina a Lei nº 8.666/19933, o procedimento da licitação inicia-se com a abertura de processo administrativo, devidamente autuado, protocolado e numerado, o qual contenha a autorização respectiva, a indicação sucinta de seu objeto e a origem do recurso próprio para a despesa. A esse processo devem ser juntados todos os documentos gerados ao longo do procedimento licitatório (BRASIL, 2014). Vale salientar, que a documentação, memórias de cálculo e justificativas produzidas durante a elaboração dos projetos básico e executivo também devem constar nesse processo.

Logo após a licitação, é realizada a contratação da empresa ganhadora na qual, se firma uma relação jurídica bilateral, que visa realizar o objeto almejado pela administração pública. A fiscalização é exercida por meio de um fiscal habilitado, designado para a função, que busca garantir a consecução do objeto pretendido nos moldes pactuados (BRASIL,2016).

Após o recebimento definitivo do empreendimento, inicia-se a fase relativa à sua utilização, onde estão incluídas a sua operação e as intervenções necessárias à manutenção das condições técnicas definidas em projeto, de modo que sua vida útil e, conseqüentemente, seus benefícios, sejam prolongados o mais possível (BRASIL,2014).

Durante o período de garantia de cinco anos, é função da administração o acompanhamento da utilização dos imóveis para a proposição de medidas administrativas ou judiciais no prazo de 180 dias seguinte a eventual aparecimento de vício ou defeito resultante da execução da obra (BRASIL,2016).

2.2.3 Gestão Pública em municípios de pequeno porte

Os órgãos públicos que são responsáveis pela administração dos municípios brasileiros, têm como dever a implantação de políticas públicas que sejam essenciais à cidadania como serviços nas áreas da educação, saúde, assistência social, infraestrutura, saneamento básico e meio ambiente (CNM,2018).

É notório que existe um grande déficit quando se fala da elaboração de políticas urbanas para os municípios de pequeno porte. O governo federal não demanda investimentos, capacitações, ações de fortalecimento institucional e assistência técnica significativa na mesma proporção que para os grandes municípios.

As práticas gerenciais que são promovidas pelos municípios de pequeno porte, na maioria das vezes, acontecem em razão das pressões dos entes governamentais supralocais e não das necessidades do território local, já que as políticas urbanas no âmbito federal, não consideram na mesma proporção as necessidades desses municípios e não consta nenhum plano de ação na área de planejamento e ordenamento urbano que incentivem os pequenos Municípios a elaborarem os Planos Diretores (CNM,2015).

Vale salientar que a legislação do país apresenta muitas exigências e condições para a obtenção de financiamentos, que só conseguem ser cumpridas, na maioria das vezes, pelos grandes municípios, assim dificulta a obtenção de financiamento federal dos pequenos municípios, conseguindo recursos apenas com a ajuda dos governos supralocais.

De acordo com Carneiro (2010), a falta de sucesso dos programas de modernização de processos nos municípios de pequeno porte se deve às limitações da gestão pública em cumprir as funções que são de sua competência. Os municípios de pequeno porte, necessitam de uma capacidade de gestão e planejamento, que só conseguem no longo prazo e com pessoas bastante capacitadas na liderança.

2.3 Implantação do BIM na administração pública

A Legislação brasileira vem incentivando o uso do BIM, que visa a entrega de serviços públicos de qualidade, além da melhor utilização dos recursos públicos. Sob esse ponto de vista, o Governo Federal estabeleceu o uso do BIM para a execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia. Sejam elas feitas tanto pelos órgãos quanto pelas entidades da administração pública federal. O decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020 instituiu a medida, visando uma maior precisão, transparência e eliminação do desperdício nas obras.

Com um horizonte de 10 anos, a criação de uma política pública que define uma estratégia clara pode ser um divisor de águas para o uso da metodologia BIM no Brasil e a criação de um mandato de longo prazo. Ela dá condições para que os setores público e privado andem alinhados às práticas já adotadas por muitos países exemplos no tema. A Nova Lei de Licitações (Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021) é outro instrumento legal que vai ter forte impacto na forma de contratação de projetos em BIM. Tanto pelos órgãos públicos como pela iniciativa privada. Seu texto declara que a metodologia BIM na administração pública será adotada preferencialmente nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura (Gestão Publica,2021).

2.3.1 Documentações para planejamento e execução

Kassem et al. (2015) analisaram 57 documentos, intitulados de publicações notáveis sobre BIM, que foram emitidos por associações industriais, órgãos governamentais e comunidades acadêmicas de oito países, com o objetivo de facilitar a análise do conteúdo e diminuir ambiguidades. Essas publicações são voltadas para uma ampla audiência e visam promover a compreensão, regular a implementação ou exigir requisitos para o BIM (BRITO, 2019).

Os guias BIM são definidos como documentos que descrevem metas, reportam pesquisas e simplificam temas complexos, porém são opcionais. Os protocolos também são opcionais, mas são prescritivos, estes fornecem detalhadamente etapas ou condições para se conseguir um objetivo ou resultado mensurável. Já os mandates são um conjunto de troca de informações e requisitos de entrega estipulados por uma autoridade conhecida, eles identificam o que deve ser entregue, e por vezes quando e por quem deverá ser entregue (KASSEM et al., 2015).

De acordo com pesquisas, em alguns países, como na Austrália que tem grandes índices de utilização do BIM, há uma predominância de guias com temas sobrepostos, protocolos insuficientes e falta de mandates governamentais, causando assim desafios pelas interessadas na implantação do BIM pela indústria. Já em outros países como Dinamarca e Noruega, que foram pioneiros no desenvolvimento de protocolos e mandates, e exigem o BIM em empreendimentos públicos desde 2010, percebe-se constantes atualizações e reduções de valores financeiros nos procedimentos BIM.

Nos países com maior desenvolvimento do BIM, além de estabelecer metas para a utilização, as organizações públicas também trabalham na criação de grupos de trabalho ou comitês para suporte na adoção, visando uma padronização e um maior entendimento na adoção da metodologia, evitando assim conflitos no setor (CHENG; LU, 2015).

As publicações notáveis sobre BIM nos Estados Unidos são impulsionadas pela existência de numerosos órgãos da indústria, agências públicas e autoridades governamentais dos diversos níveis que desenvolveram ativamente guias e mandates desde 2007 (KASSEM et al., 2015).

Segundo Cheng e Lu (2015), a maior diferença da adoção do BIM nos Estados Unidos, quando comparado com outros países está na contribuição do setor público, independentemente do nível. Eles consideram que as normas devem abranger: plano de execução do empreendimento, metodologia de modelagem, níveis de detalhe e desenvolvimento, estilo de apresentação dos componentes e organização dos dados.

Estudos de Faria, Barros e Santos (2016), analisaram os mandates de países pioneiros na adoção do BIM, onde constatam que possuem:

- plano de execução;
- definição dos formatos de arquivos para troca de informações;
- usos esperados;
- papéis e responsabilidades;
- propriedade intelectual dos entregáveis;
- nível de desenvolvimento LOD dos componentes; e
- controle de qualidade dos modelos.

De acordo com Sacks et al. (2016) a preparação de diretrizes adequadas de como se utilizar o BIM, em questão de valores nos contratos deve ser uma das principais etapas que devem ser exercidas pelos grandes clientes do setor da construção.

O setor público brasileiro possui iniciativas, como por exemplo o Caderno de apresentação de projetos do Instituto de Cardiologia pelo Governo de Santa Catarina (2015), além de aplicações no Exército e o projeto de cooperação do governo federal com a União Europeia (KASSEM; AMORIM, 2015).

No caderno do Governo de Santa Catarina (2015), que é considerado um documento pioneiro nesse tema, quando se fala da área governamental brasileira, ele apresenta níveis de desenvolvimento associado às etapas de projeto, documentos e anexos a serem entregues pelo contratado e algumas condições de modelagem.

Outra iniciativa brasileira em documentações que visam a implantação do BIM é a publicação do Caderno de especificação técnica para contratação de projetos de edificações em BIM, que foi publicado em 2018 pelo Governo do Estado do Paraná (2018), sob consulta para recebimento de contribuições do setor AECO. Esse caderno traz alguns requisitos sobre o plano de execução,

checagem de modelos, codificação dos elementos, fluxos de trabalhos, além de diretrizes gerais para a modelagem de diversas disciplinas de projeto, planejamentos das obras e quantitativos (BRITO, 2019).

2.3.2 Planos de Execução para Implantação

O chamando *BIM Execution Plan* (BEP) ou Plano de execução, é preparado pelo contratante com a finalidade de explicar como serão realizados os aspectos da implantação do BIM.

O BEP é um componente de suma importância para a adoção do BIM, uma vez que nele está contido como o prestador do serviço irá realizar seu trabalho e indica os moldes nos quais a informação será disponibilizada e integrada para os membros da equipe (RIBEIRO, 2020).

Pereira e Amorim (2017) propuseram BEP para a etapa de projeto de uma superintendência responsável pelo empreendimento da Universidade Federal da Bahia, com a finalidade de desenvolver um maior fluxo de trabalho através da metodologia BIM, para tanto realizou mapeamento dos novos processos e fez a identificação das atividades, além dos fluxos de compartilhamento de informações. A partir dessa análise foram percebidos vários pontos positivos, já que esse procedimento permitiu: conhecer detalhadamente os processos a serem otimizados, considerou as especificidades organizacionais, promoveu a integração e colaboração, além da elaboração de procedimentos de colaboração e gestão.

Os procedimentos para controle de qualidade de modelos BIM que são recebidos de projetistas devem ser realizados antes da integração com o modelo federado, que é um conjunto de modelos 3D integrados, e da disponibilização como referência para os demais projetistas. Essas verificações visam assegurar a consistência das informações e a conformidade dos componentes e seu uso (BRITO, 2019).

Gurevich et al. (2017) foram responsáveis por uma pesquisa em cinco agências públicas do Reino Unido que adotaram o BIM, com a finalidade de propor um Mapa de Impacto da Adoção nos locais estudados, desse modo, eles relacionaram possíveis ações tomadas pelas agências, os resultados da implantação e possíveis impactos sociais no valor entregue aos ocupantes dos

empreendimentos e as mudanças em relação às atividades diárias, assim foi possível observar quais o pontos fortes, fraquezas e mudanças na implantação.

A partir do estudo alguns pontos foram bastante evidentes, por exemplo, a elaboração dos guias BIM possui bastante impacto nos locais estudados, apoiando na prescrição do conteúdo dos contratos, além de influenciar no gerenciamento do empreendimento, com a utilização dos planos de execução. Além disso, as agências trouxeram à tona a importância da informação do valor dos ativos que é obtida no final de um processo de contratação e construção em BIM.

Os gestores de empreendimentos públicos são fundamentais na adoção do BIM, uma vez que os níveis de motivação e de compreensão sobre essa metodologia e seus processos são fundamentais para a implantação bem-sucedida. No momento em que participam da elaboração de contratos, os gestores influenciam no trabalho dos projetistas e construtores, já que o papel deles é especificar como o BIM será usado nas fases, ou exigindo a elaboração de um BEP específico. Porém, é válido salientar que um impacto mais significativo no âmbito da vida útil da edificação, quando se fala do valor gerado para os usuários, exige uma maior consciência das agências públicas, clientes e usuários no potencial de gerar benefícios a partir das simulações presentes no BIM (GUREVICH et al., 2017).

2.3.3 Fatores críticos para Implantação

Segundo Succar (2009) as implementações e discussões sobre BIM continuam a crescer à medida que seu potencial valor-agregado é reconhecido pelas organizações. Isso é bastante visto com o acelerado surgimento de diretrizes e relatórios que tem como finalidade definir requisitos e entregas do BIM.

Com o aumento das discussões sobre o BIM, com a finalidade de melhorias quando comparados as práticas tradicionais baseadas em CAD, a indústria da construção passou a estudar como adotar a metodologia de forma satisfatória pelas organizações (KHOSROUSHAHI; ARAYICI, 2012). Os Fatores Críticos de Sucesso (FCS), ou *Critical Success Factors*, é um conceito que veio à tona no final da década de 1970 com a finalidade de analisar as áreas em que resultados

satisfatórios assegurarão o desempenho competitivo bem sucedido para uma organização.

Taborda e Cachadinha (2012) investigaram alguns aspectos condicionantes para o sucesso da implantação do BIM:

- Política: Está nas mãos dos dirigentes do país preparar o cenário, e assegurar o seguimento prático para a implantação;
- Social: A implantação da plataforma terá impactos na sociedade;
- Cultural: Os aspectos culturais e hábitos são fatores de peso para a implantação do BIM, portanto o modo de aplicar a metodologia deve levar em conta a cultura vigente na localidade;
- Financeira: O Governo deve criar sistemas de incentivos para a implantação do BIM;
- Operacional: Durante a implementação os processos operacionais sofrem grandes alterações;
- Educacional: São necessárias alterações no sistema de ensino para um maior sucesso na implantação;
- Técnica: Alterações nas normas, regulamentos e legislações são necessárias, conforme o nível de implantação da metodologia.

A investigação trouxe como estratégia política de adoção do BIM o estabelecimento de um valor mínimo dos empreendimentos, com a obrigatoriedade da utilização do BIM, bem como reduções no valor com o passar do tempo para que alcancem todas as obras públicas, sempre com transparência perante os agentes envolvidos para que se preparem e realizem as alterações em seus processos operacionais.

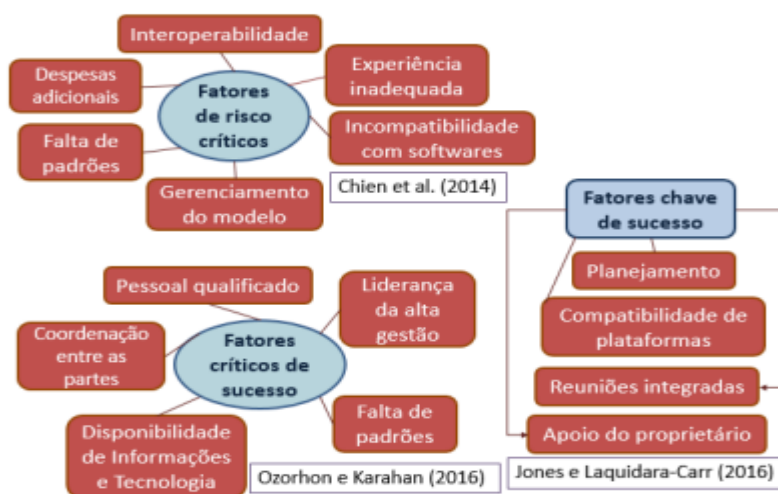
A adoção com sucesso do BIM deve implementar algumas estratégias que levem em conta tecnologias, pessoas e processos, como por exemplo: custos para implementação; falta de demanda; falta de capital; benefícios que não sejam o suficiente para garantir o uso e relutância em iniciar novos fluxos de trabalho ou de treinamentos (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

Para quebrar essas barreiras, é necessário que os profissionais passem por treinamentos, orientações e suporte técnico (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012). Portanto, o sucesso da implantação ocorre quando uma organização

supera as barreiras dos FCS (Fatores Críticos de Sucesso) em relação à adoção do BIM.

A Figura 05 mostra alguns fatores considerados relevantes para a implantação da metodologia, sendo divididos em três partes: os Fatores de risco críticos, que estão ligados aos problemas comumente vistos na fase inicial de implantação, e os Fatores críticos de sucesso, juntamente com os Fatores chave de sucesso que destacam os benefícios da metodologia.

Figura 5: Fatores críticos de sucesso para implantação do BIM.



Fonte: BRITO, 2019.

Antwi-Afari et.al. (2018) realizaram estudos sobre os FCS para implementação bem-sucedida do BIM e perceberam cinco fatores críticos, sendo eles:

- Visualização 3D antecipada do projeto;
- Colaboração em stakeholders;
- Intercâmbio aprimorado de informações e gerenciamento do conhecimento;
- Melhora do planejamento do canteiro de obras;
- Coordenação e planejamento na construção.

Porém, vale salientar que esses FCS não estavam relacionados com a adoção do BIM em organizações públicas. Portanto, para um melhor entendimento das abordagens a serem consideradas para a implantação do BIM, são necessários estudos mais aprofundados em países onde a metodologia está bem disseminada.

3 Maturidade em BIM

Segundo Succar (2009) o conceito de maturidade já era existente em outros setores e ficou mais potente nos Estados Unidos, é utilizado para avaliar a capacidade de uma empresa para o desenvolvimento de um *software*. Alguns modelos de maturidade de capacidade servem para indicar um conjunto de melhorias, de processos que permitem que os implementadores alcancem grandes resultados.

Succar (2009), ainda afirma que para que o estágio de Capacidade em BIM seja atingido são necessários alguns requisitos mínimos, porém não é possível a análise ou certificação da velocidade de entrega, riqueza dos dados ou qualidade da modelagem. Diante disso, a Maturidade em BIM está ligada às melhorias graduais e contínuas em qualidade, repetibilidade e previsibilidade dentro da Capacidade em BIM disponibilizada.

A semelhança entre os projetos é atingida de acordo com alguns fatores como: pontos de vista relacionados a como os projetos de construção devem ser conduzidos, estruturas organizacionais razoavelmente estáveis, além de conceitos de mudança e políticas de risco (SUCCAR, 2009). Desse modo, a avaliação da maturidade em BIM é baseada em alguns princípios, sendo eles:

- Flexibilidade: 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.
- Uniformidade: 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

O índice de maturidade é classificado em cinco níveis, como mostra a Figura 06:

Figura 6: Níveis de maturidade BIM



Fonte: BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução do Prof. Dr. Leonardo Manzione.

Succar (2009) define os níveis de maturidade da seguinte forma:

- **Nível de Maturidade a (Inicial):** Houve a implantação das ferramentas de BIM (*software* de modelagem ou outros), entretanto, não há uma estratégia geral. Os processos e políticas do BIM presentes na empresa, organização ou equipe não estão definidos. Além disso, não existem preparações adequadas para as mudanças que o BIM exige no processo de projeto.
- **Nível de maturidade b (Definido):** São vistas diretrizes para o BIM, manuais de treinamento, guias de trabalho e padrões de entrega. Mesmo o BIM sendo visto como inovação e oportunidades de negócio, nesse estágio as possibilidades de mercado ainda não são exploradas.
- **Nível de Maturidade C (Gerenciado):** A organização ou empresa tem objetivos claros, com planos de ação e monitoramento. Além disso, há um compartilhamento da visão do BIM entre todos os funcionários. São institucionalizadas as metas do BIM, que passam a ser alcançadas de forma mais ou menos regular. São vistas as mudanças nas esferas da tecnologia, processos e políticas. Além disso, a colaboração entre parceiros prevê alocação de risco e atribuição de responsabilidades, mas, também as recompensas, podendo existir parcerias a longo prazo.
- **Nível de Maturidade d (Integrado):** As funções e metas do BIM já fazem parte da organização. A modelagem já é vista como vantagem competitiva no mercado e é utilizada para atrair e manter os clientes.

Já existem requisitos estratégicos para implantação e manutenção de *softwares*, não se limitando apenas aos operacionais e o processo de projeto é caracterizado pelo envolvimento dos principais stakeholders nas fases iniciais.

- Nível de Maturidade e (Otimizado): Succar (2009) comenta que soluções inovadoras de produtos, processos e oportunidades de negócios são procuradas e seguidas de forma implacável. São otimizados os canais de comunicação e integração de dados, a alocação de responsabilidades, contratos, recompensas e riscos. Os *softwares* são sempre revisados, para que as melhorias dos produtos e da produtividade sejam sempre vistas, ou seja, existe um processo contínuo de revisão dos objetivos do BIM da organização e suas estratégias.

3.1 Matriz de Maturidade em BIM

Succar (2009) criou a Matriz de Maturidade em BIM (BIM³) se baseando em alguns modelos de maturidade que já existiam no mercado, destinados à AECO ou não. Ele afirma que ao analisar os modelos de maturidade preexistentes percebeu que eram baseados em experiência de mercado e benchmarks (processo de comparação de produtos, serviços e práticas empresariais), que procuravam criar classificações simples para facilitar melhorias dentro das organizações.

Para fazer a adaptação específica à modelagem BIM, foi necessário criar um sistema de pontuação adequado. Segundo Succar (2009), é de suma importância detalhar o processo, ou seja, não apenas determinar os pontos característicos da evolução, mas também fazer a identificação de como atingir os marcos de maturidade em BIM. Diante disso, foram estudados alguns modelos de qualidade e excelência em BIM já existentes, além de mais algumas pesquisas de avaliação de maturidade em BIM. Portanto, chegou-se à conclusão que era necessário criar poucos níveis, bem distintos entre si, com critérios claros e fáceis de se compreender.

Segundo Succar, Sher e Willians (2012), a Matriz de Maturidade é um instrumento que serve como acompanhamento e operacionalização do conceito

de modelagem. Succar (2009) diz que a Matriz apresenta várias qualidades, uma delas é a ligação entre todos os estágios e todos eles podem ser atingidos por um processo gradativo a partir de ações bem determinadas, sendo uma progressão lógica dos fatos e ações. Desse modo, a matriz tem o intuito de orientar e estimular a evolução do nível de maturidade da equipe ou organização. A matriz pode ser utilizada por diferentes agentes da AEC, de diferentes escalas organizacionais e em vários pontos do ciclo de vida de um projeto. Segundo Santos (2016), a sofisticação da Matriz de Maturidade é percebida durante sua utilização, já que todas as características citadas são percebidas.

A BIM³ apresenta dois eixos: Conjuntos de Capacidade em BIM e Índice de Maturidade. As tabelas abaixo servem como guia para a avaliação dos requisitos e estão divididas em quatro partes: tecnologia, processos, política e estágio, como mostram as figuras 07,08, 09 e 10.

Figura 7: Matriz de Maturidade em BIM

Áreas-chave de maturidade - Granularity levels		a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)
CONJUNTO DE CAPACIDADES EM BIM TECNOLOGIA baseadas 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.	Os equipamentos existentes e as soluções inovadoras são continuamente testadas, atualizadas e implantadas. O hardware torna-se parte da vantagem competitiva da organização ou da equipe do projeto.
		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

Fonte: BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução do Prof. Dr. Leonardo Manzione.

Figura 8: Matriz de Maturidade em BIM

Áreas-chave de maturidade - Granularity level1		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 é acessível e facilmente recuperável.	Os fatores físicos no local de trabalho são revisados para garantir a satisfação pessoal e um ambiente propício à produtividade. As estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, representação e divulgação são revistas e reforçadas sistemicamente
		pontos	pontos	pontos	pontos	pontos
	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 tornam parte da cultura. A produtividade é consistente e previsível.	Os objetivos de competência são continuamente atualizados para corresponder com os avanços tecnológicos e alinhar com os objetivos organizacionais. As práticas em relação ao RH são revistas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda com as necessidades dos processos.
		pontos	pontos	pontos	pontos	pontos
	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.
		pontos	pontos	pontos	pontos	pontos
	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.
		pontos	pontos	pontos	pontos	pontos

Fonte: BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução do Prof. Dr. Leonardo Manzione.

Figura 9: Matriz de Maturidade em BIM

Áreas-chave de maturidade - Granularity level 1		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 1	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.
	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 revisitos repetidamente para garantir a melhor qualidade possível em processos, produtos e serviços.
	Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos	Os contratos seguem os modelos convencionais 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 revisitos e realinhados. Os modelos contratuais são modificados para conseguirem as melhores práticas e o maior valor à todas as partes interessadas.
	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 revisitos continuamente para se beneficiarem da inovação e adquirir alvos de alto desempenho.

Fonte: BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução do Prof. Dr. Leonardo Manzione.

Figura 10: Matriz de Maturidade em BIM

Áreas-chave de maturidade - Granularity levels		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 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.
		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

Fonte: BIM EXCELLENCY INITIATIVE. 301in.PT Matriz de Maturidade BIM. Tradução do Prof. Dr. Leonardo Manzione.

3.2 Índice de Maturidade - BIM Maturity Index (BIMMI)

A metodologia da Matriz de Maturidade de Succar é desenvolvida a partir da análise de várias competências em BIM, como mostram as figuras 07, 08, 09 e 10 (nos Campos da Tecnologia, Processos e Políticas). Essa matriz é basicamente resumida em um índice, ou seja, um valor capaz de compilar e mensurar o quadro global da organização. Assim, os cinco níveis de maturidade BIM são pontuados, do 0 (zero) pontos ao Otimizado, 40 (quarenta) pontos.

Segundo Santos (2016): "(...) 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, são avaliadas dez competências, contidas nas Figuras 07, 08 e 09, relacionadas aos: *Softwares*, *Hardwares*, Rede, Recursos, Atividades e Fluxo de trabalho, Produtos e Serviços, Liderança e Gerenciamento, Política Preparatória, Regulatória e Contratual, bem como aspectos relativos aos Estágios do BIM,

divididos em três que estão explicados nas figuras 09 e 10, e a inserção da organização nas Escalas do BIM, sendo também divididas em três, a Escala Micro, Meso e Macro, como mostra a Figura 10. A escala Macro é desconsiderada nesse estudo, conforme orientado pela BIM³, já que se tem a ausência de consultor no processo de avaliação. A pontuação máxima é de 600 pontos, onde representa o nível Otimizado para todas as competências. A tabela 01 mostra o esquema de pontuação e como se calcula.

Tabela 1: Índice de Maturidade em BIM

ÍNDICE DE MATURIDADE EM BIM (BIMMI)						
Avaliação na Granularidade (nível 1)		inicial 0	definido 10	gerenciado 20	integrado 30	otimizado 40
Tecnologia	Software					
	Hardware					
	Rede					
Processos	Recursos					
	Atividades e Fluxo de trabalho					
	Produtos e serviços					
	Liderança e Gerenciamento					
Políticas	Preparatória					
	Regulatória					
	Contratual					
Estágio 1	Modelagem					
Estágio 2	Colaboração					
Estágio 3	Integração					
Escala	Micro					
Escala	Meso					
Subtotal						
Total de pontos						600
Grau de Maturidade						600
Índice de Maturidade						100

Fonte: Adaptado de SANTOS (2016).

Após a pontuação na Tabela Índice de Maturidade, são encontrados dois valores, Grau de Maturidade e o Índice de Maturidade. O Grau de Maturidade é a

média aritmética das 16 (dezesseis) áreas analisadas (soma total 640 dividido por 16), onde seu valor máximo é 40. Já o Índice de Maturidade é um valor percentual, tendo o Grau de Maturidade como referência e a pontuação máxima de (100%) equivale aos 40 pontos, como mostra a Tabela 02, vale salientar que os níveis de maturidade já foram definidos anteriormente.

Tabela 2: Grau de Maturidade em BIM

GRAU DE MATURIDADE EM BIM			
	Nível de Maturidade	Classificação textual	Classificação numeral
A	Inicial	Baixa maturidade	0-19%
B	Definido	Média-baixa maturidade	20-39%
C	Gerenciado	Média maturidade	40-59%
D	Integrado	Média–alta maturidade	60-79%
E	Otimizado	Alta maturidade	80-100%

Fonte: Adaptado de SANTOS (2016).

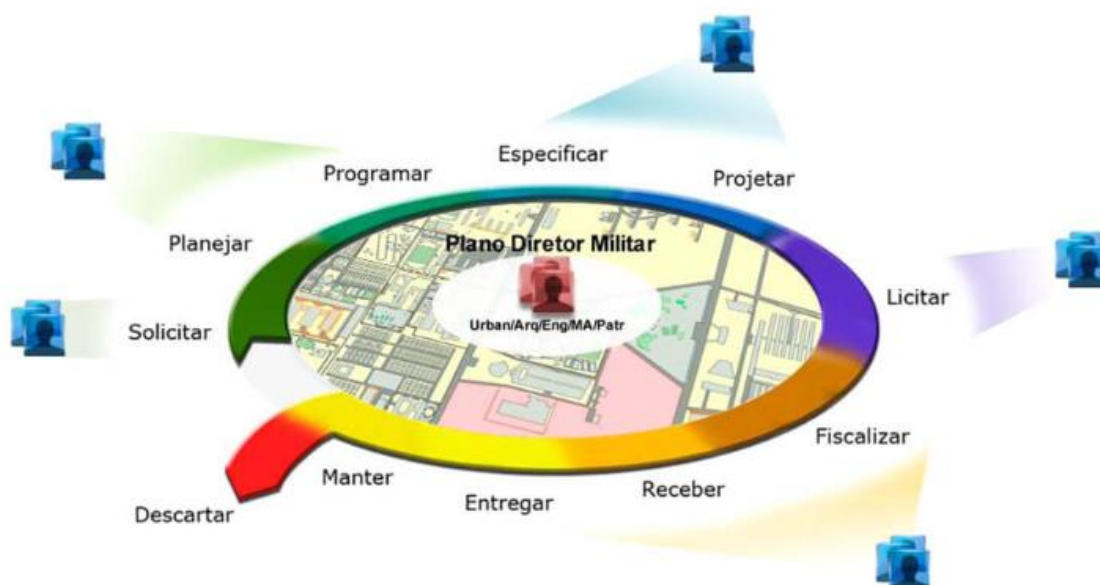
4 ESTUDOS DE CASO

4.1 Implantação do BIM na Diretoria de Obras do Exército Brasileiro

A Diretoria de Obras Militares (DOM) é um órgão do exército, com função de tratar dos assuntos relacionados ao Departamento de Engenharia e Construção (DEC), as atividades de reforma, ampliação, adaptação, restauração, reparação, conservação, demolição e remoção de instalações relacionadas a obras militares, além de controlar o material de sua gestão.

A estrutura do sistema de obras militares do Exército é composta por um conjunto de macroprocessos finalísticos que são gerenciados pela Diretoria de Obras Militares que ficam sob responsabilidade normativa e gerencial do DOM. Eles são responsáveis por todo o ciclo de vida de uma obra pública que são de responsabilidade do Exército, vão desde a concepção até a demolição, onde nesse meio tem as fases de estudo de viabilidade de implantação, anteprojeto, projeto, planejamento, licitação, contratação, acompanhamento, fiscalização, controle e conclusão da obra, além da fase de manutenção após a entrega, como mostra a Figura 11 abaixo.

Figura 11: Ciclo de vida de uma obra militar



Fonte: <http://www.dom.eb.mil.br/opus/>. Acesso em: 05 mai. 2022.

Vale salientar que a DOM conta com 12 unidades de engenharia, que são chamadas de Comissões Regionais de Obras (CRO), que ficam localizadas em

algumas capitais brasileiras, sendo elas: Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre, Belo Horizonte, Curitiba, Salvador, Recife, Belém, Campo Grande, Fortaleza, Brasília e Manaus. As CRO são constituídas por um corpo técnico de engenheiros, arquitetos, e demais pessoas que atuam na área da construção, que ficam responsáveis pelo desenvolvimento de projetos necessários para a contratação das obras públicas. Além disso, no decorrer da obra as CRO ficam responsáveis pelas atividades de fiscalização, medição e pagamento dos serviços executados.

Como a DOM é responsável por todas as fases do ciclo de vida das edificações militares, o BIM com todas suas funcionalidades surgiu como uma opção de metodologia bastante viável para a realização das atividades, já que diferentemente de um escritório de engenharia que apenas realiza a entrega do projeto, sem maiores obrigações posteriores, o DOM como já foi ressaltado trabalha em todo o ciclo de vida das edificações do Exército.

Inicialmente foi necessário estabelecer uma estratégia de execução BIM estruturada em ações básicas para assimilação gradativa e incremental. Para tanto, foram criados os chamados “Pilares BIM”, a partir deles o desenvolvimento e implementação foram apoiados, resultando no sucesso do BIM no exército (FERREIRA,2015).

O investimento inicial foi no elemento humano, por meio de incentivo a pesquisas, treinamentos e capacitações. Vale salientar, que são poucos os profissionais que dominam essa tecnologia, assim a formação interna foi bastante necessária para os resultados futuros.

Outra área que recebeu mudanças foram os processos de produção, já que precisaram ser revistos, com alterações nas funções, responsabilidades e conteúdo de produtos ao longo do ciclo de vida das construções. A partir da utilização do BIM, a comunicação entre os diferentes agentes do projeto e demais participantes do ciclo de vida das edificações fez com que houvesse reorganização de fases, agentes e produtos no projeto. Um fator que chamou atenção após a alteração da metodologia é que no processo convencional imagina-se em 3D e representa em 2D, já no projeto feito em BIM a imaginação em 3D é levada para o programa e representada através de uma construção virtual chamada de “modelo”.

Como o Exército possui uma estrutura de engenharia distribuída, foi necessário a padronização dos *softwares*, dos procedimentos e dos modelos de dados, para tanto foi necessária uma normatização interna. Possibilitando assim, uma coordenação geral centralizada.

Como as bibliotecas BIM são escassas, a DOM criou um conjunto de bibliotecas próprias, com informações necessárias para atender sua necessidade de negócio.

A construção do Centro de Comando e Controle Fixo (CCCCF) do 34º Batalhão de Infantaria Mecanizado, localizado em Foz do Iguaçu, foi realizada após a implantação do BIM pela CRO 5.

A partir da implantação do BIM a integração proporcionada melhorou as práticas realizadas. Neste projeto do CCCCf a equipe de topografia realizou vários vídeos com o uso de um drone, o que facilitou o desenvolvimento do estudo preliminar, com melhoras na visualização e detalhes da localização.

Os projetos arquitetônicos, complementares, estrutural e elétrico foram realizados através da estrutura interna com a utilização da metodologia BIM, apenas os projetos de fundação e hidráulico foram realizados por empresas terceirizadas, que utilizaram ferramentas bidimensionais. A Figura 12 mostra algumas perspectivas do projeto com a utilização da metodologia BIM.

Figura 12: Perspectivas do CCCCf executadas pelo *Software Revit*.



Fonte: Fernandes, Scheer, Junior, 2020.

Um ponto positivo já visto foi a diminuição do número de interferências entre as disciplinas, na etapa de projeto executivo, houve um número significativamente

menor de incompatibilidades, além disso, foram extraídas várias informações de especificações e quantitativos, para elaboração do orçamento.

Outro ponto positivo foi o maior envolvimento da empresa contratada para a execução da obra, mostrando assim a importância do BIM na etapa de planejamento para a execução.

Assim, foi possível observar que o processo de implantação do BIM no exército brasileiro aconteceu de maneira gradual, inicialmente com a capacitação dos profissionais, que é uma dificuldade da maioria dos órgãos que decidem utilizar a metodologia.

Além disso, foi visto no estudo de caso que o BIM não é uma exigência de contrato com empresas terceiras que realizam projetos, dependendo assim da capacitação voluntária das empresas, se essa fosse uma exigência nas licitações, poderia haver uma melhora na qualidade técnica das obras, além de induzir a capacitação para o domínio das ferramentas BIM por parte das empresas que participam das licitações das obras do exército.

Vários fatores positivos foram observados, o uso da modelagem permite uma melhor visualização e controle dos processos, com uma base de dados mais precisa, proporcionando assim um ambiente favorável para as mudanças ocorridas, a organização das equipes multidisciplinares que atuam de maneira colaborativa em todo o processo é bastante importante, uma vez que todos os envolvidos na construção participam de todas as fases, diminuindo assim a quantidade de erros e problemas tão comuns nas obras.

4.2 Implantação do BIM na Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM)

A Diretoria de Planejamento da CPTM teve a iniciativa da implantação do BIM no ano de 2012, visando aprimorar a qualidade dos projetos, além de evitar incompatibilidades, e futuros atrasos e aditivos nas obras.

Inicialmente foi contratada uma consultoria para orientação técnica a respeito da implantação da metodologia, com o intuito de ajudá-la a mudar os processos de projeto e treinar a equipe para uma nova metodologia de trabalho. Nos primeiros meses da consultoria, foram realizadas diversas entrevistas e reuniões para uma compreensão do funcionamento da companhia. A partir do

estudo, foi elaborada uma estratégia de implantação do BIM, considerando as informações obtidas, além dos *softwares* e *hardwares* a serem utilizados, assim foram realizados os treinamentos necessários e os métodos mais adequados. Em seguida, foi elaborado um plano de divulgação dos procedimentos e disseminação do conhecimento adquirido para os funcionários da empresa. Foram realizadas várias palestras para apresentação do conceito da metodologia e como se dava o plano de implantação.

Os treinamentos se iniciaram nos anos de 2014 com as equipes de projeto e planejamento. Foram selecionados alguns *softwares* de modelagem, georreferenciamento e gerenciamento de projetos da Autodesk, sendo eles: *Revit*, *AutoCAD Civil 3D*, *Infraworks* e *Naviswoks Manage*.

Os resultados esperados a partir da implantação da metodologia, a princípio, eram agilizar o processo de projeto, melhorar a qualidade da compatibilização entre as disciplinas envolvidas, melhoramento da qualidade das planilhas de projeto e minimizar aditivos e imprevistos nas obras.

Em um estudo realizado após a execução de algumas obras já com o BIM implantado na companhia, foi possível observar que algumas mudanças aconteceram, como já era de se esperar, houveram contatos mais diretos entre os projetistas de diferentes especialidades, aumentando assim a comunicação entre as equipes. Além disso, a utilização da metodologia proporcionou uma simultaneidade na elaboração dos projetos de arquitetura, estrutura, elétrica, hidráulica e sistemas, agilizando assim a compatibilização entre eles.

Outro ponto importante visto, foi o compartilhamento dos projetos em nuvem, juntamente com a inserção de comentários diretamente no modelo. Desse modo, a plataforma permitiu a visualização remota do modelo, fazendo com que houvesse uma maior troca de informações entre todos os envolvidos no projeto.

A detecção antecipada de interferências também chamou a atenção das equipes, sendo verificada em todos os projetos realizados. A utilização do BIM permitiu a sobreposição de projetos de diferentes disciplinas, gerando assim um relatório de todas as interferências, tendo assim maior chance da solução do problema entre a equipe envolvida.

Já em relação aos prazos, o estudo não verificou a diminuição inicialmente esperada, sobretudo na elaboração dos projetos, quando comparado ao tempo

gasto no método convencional. Porém, é válido salientar que no momento as equipes da CPTM ainda estavam em fase de aprendizado, se adaptando ao novo procedimento de trabalho.

Em outro estudo realizado após a fase inicial de implantação da metodologia na CPTM o gerente de projetos Eduardo Tavares afirmou que os projetos em BIM otimizaram o tempo gasto em pelo menos 30%. Além disso, a frequência de ida a campo também foi reduzida drasticamente, já que a partir da modelagem vários cenários são previstos antes mesmo da execução, sendo assim um processo com bastante assertividade após a evolução da implantação.

As Figuras 13 e 14 mostram alguns projetos realizados após a implantação do BIM na companhia.

Figura 13: Projeto de reforma da Estação Ribeirão Pires, situação anterior x modelo



Fonte: CPTM.

Figura 14: Projeto de reforma da Estação Ribeirão Pires, situação anterior x modelo

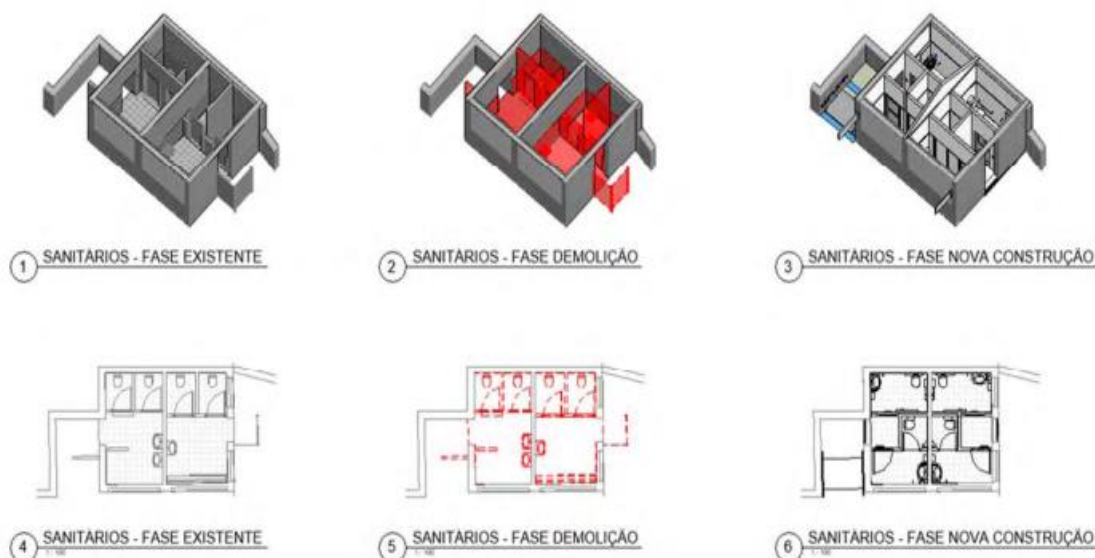


Fonte: CPTM.

As imagens acima mostram projetos de reforma da Estação Ribeirão Pires, no lado esquerdo uma foto da situação anterior à reforma, já na direita projetos modelados em 3D com o modelo para a reforma. É bastante visível como a metodologia torna os projetos precisos e com uma visualização exata do modelo final, diminuindo assim o número de erros e dúvidas durante o processo construtivo.

Outro ponto visto foi o projeto arquitetônico para reforma dos banheiros da Estação citada, a partir dos levantamentos realizados se obteve a situação atual do local em 3D, em seguida foi feito o projeto de reforma, a visualização em 3D permitiu uma maior precisão do local, tornando assim mais fácil a detecção dos locais onde seriam demolidos e posteriormente reconstruídos, como mostra a Figura 15.

Figura 15: Fases de modelagem do projeto de reforma da Estação Ribeiro Pires



Fonte: CPTM.

4.3 Análise dos resultados

A partir dos estudos de caso, foi perceptível que o ponto inicial para a implantação da metodologia BIM é o investimento na capacitação dos profissionais, já que o número de profissionais que dominam a tecnologia é bastante pequeno. Outro ponto bastante importante é o investimento em consultorias como no caso da implantação na CPTM.

A adoção dos *softwares* de modelagem também é de suma importância, já que demanda um investimento significativo. A partir da implantação se busca agilizar e melhorar os processos de projeto, um aumento de produtividade, além da potencialização da interação e do trabalho em equipe.

O ponto negativo são as dificuldades para adaptação e implantação, já que através dos estudos foi perceptível o alto tempo de adaptação das equipes ao novo modelo de trabalho, além dos custos bastante elevados do processo como um todo, desde o investimento inicial nas consultorias até a adoção dos *hardwares* e *softwares* necessários.

O Quadro 02 mostra um panorama geral dos estudos de caso, resumindo todas as informações levantadas.

Quadro 2: Panorama geral das informações obtidas nos estudos de caso.

INFORMAÇÕES COLETADAS	IMPLANTAÇÃO NO EXÉRCITO	IMPLANTAÇÃO NA CPTM
PRINCIPAIS OBJETIVOS PARA IMPLANTAÇÃO	MELHORAR A GESTÃO DAS INFORMAÇÕES REFERENTES ÀS EDIFICAÇÕES MILITARES.	MELHORAR A QUALIDADE DOS PROJETOS, EVITANDO INCOMPATIBILIDADES E ADITIVOS NAS OBRAS.
PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS	INCENTIVO A PESQUISAS, TREINAMENTOS E CAPACITAÇÕES.	CONSULTORIAS E TREINAMENTOS.
PRINCIPAIS MUDANÇAS NO PROCESSO DE TRABALHO	MAIOR CONTROLE SOBRE TODO O PROCESSO CONSTRUTIVO, ATRAVÉS DA INTENSA COMUNICAÇÃO ENTRE OS AGENTES DE PROJETO.	MAIOR COMUNICAÇÃO ENTRE AS EQUIPES, ALÉM DA SIMULTANIEDADE NA ELABORAÇÃO DE TODOS OS PROJETOS.
SERVIÇOS DESENVOLVIDOS COM A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA	TODOS TIPOS DE PROJETO NECESSÁRIOS PARA REALIZAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO.	TODOS TIPOS DE PROJETO NECESSÁRIOS PARA REALIZAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO.
PRINCIPAIS DIFICULDADES	ALTO TEMPO PARA IMPLANTAÇÃO, CUSTOS E POUCA QUALIFICAÇÃO DAS EQUIPES.	DIFICULDADE DE ADAPTAÇÃO DAS EQUIPES, ALTO CUSTO E ERROS NO INÍCIO DO PROCESSO.
BENEFÍCIOS	AUMENTO NA QUALIDADE DOS PROJETOS E MAIOR CONTROLE SOBRE AS OBRAS.	DETECÇÃO ANTECIPADA DAS INTERFERÊNCIAS, DIMINUIÇÃO DOS ERROS NA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS, ALÉM DA MELHOR VISUALIZAÇÃO DOS PROJETOS.

Fonte: Autor (2022).

5 Diagnóstico da Secretaria de Infraestrutura de Malhador

Foi realizado um estudo crítico na Secretaria de Infraestrutura do Município com a finalidade da obtenção de todas as informações referentes às obras e serviços executados. Inicialmente foram analisadas as atribuições, ou seja, quais funções são de responsabilidade da secretaria, em seguida foram vistos os profissionais que realizam as funções e como atuam.

Também foi realizado um estudo dos processos para realização de uma obra no município, desde a solicitação para a realização dos projetos até a entrega do empreendimento, evidenciando a ligação existente entre todos os setores da prefeitura, assim foram destacados também os problemas comumente vistos durante a execução dos empreendimentos.

Por fim, foi analisado o nível de maturidade BIM no município através do método de Succar, para a obtenção de informações em relação a implantação da metodologia, mostrando através dos exemplos dos estudos de caso quais os caminhos para ter sucesso na implantação.

5.1.1 Atribuições e Corpo Técnico da Secretaria

A secretaria de infraestrutura do município de Malhador é o setor responsável pela execução de todos os serviços que se referem a obras e serviços públicos, atentando sempre aos aspectos sociais e de bem estar, econômicos, administrativos e políticos, tendo como função a construção de obras sociais, além da revitalização, reforma e manutenção geral dos prédios públicos.

É composta pelo secretário municipal que coordena a implantação e execução das obras, além de garantir a execução de serviços públicos voltados ao bem estar da população, como a manutenção das estradas, iluminação pública e coleta seletiva, uma arquiteta que tem como função a execução de projetos desde os estudos de viabilidade até a finalização do projeto em si, um engenheiro com a função de realizar orçamentos de obras, acompanhar e fiscalizar os empreendimentos executados no município e um estagiário que tem como função o auxílio na realização dos orçamentos e fiscalização das obras.

O Quadro 03 mostra os cargos que compõem a secretaria e suas respectivas obrigações perante o Município.

Quadro 3: Cargos e funções do corpo técnico da secretaria.

CARGO	FUNÇÃO
SECRETÁRIO DE INFRAESTRUTURA	Formular, executar e avaliar a Política Municipal de Desenvolvimento da Infraestrutura Urbana, em consonância com as diretrizes gerais do Governo Municipal, com o Plano Diretor Urbano e com a legislação vigente; Formular, desenvolver e fiscalizar, direta ou indiretamente, a realização de projetos e obras públicas de ordenamento e embelezamento urbano, em consonância com as diretrizes gerais do Governo Municipal, o Plano Diretor Urbano e a legislação vigente; Controlar e fiscalizar a execução, direta ou indiretamente, dos projetos de construção e manutenção de obras da Administração Municipal sob sua responsabilidade técnica; Acompanhar e controlar a execução de contratos e convênios celebrados pelo Município, na sua área de competência;
ARQUITETA	Planejar, executar, acompanhar e controlar atividades da Administração ligadas à arquitetura, respeitadas a formação, a legislação profissional e os regulamentos do serviço; executar outras tarefas compatíveis com as exigências para o exercício da função, realizar trabalhos de arquitetura em geral; executar outras tarefas correlatas,
ENGENHEIRO	Elaborar, planejar, executar, fiscalizar, supervisionar, assumir responsabilidade técnica e dirigir projetos de engenharia civil, estudando características e preparando planos, métodos de trabalho e demais dados requeridos para possibilitar e orientar a construção, manutenção e reparo em obras e assegurar padrões técnicos exigidos; planejar, acompanhar e controlar o cumprimento legal de normas e padrões técnicos.
ESTAGIÁRIO	Elaboração de Orçamentos de Obras Ajudar na Fiscalização e Acompanhamento das Obras Ajudar na elaboração e auxílio de projetos

Fonte: Autor (2022).

A secretaria contém apenas um computador, que contempla como programas o *AutoCad* e o *Orse*, para realização dos projetos e orçamentos, portanto é necessária a colaboração do engenheiro e arquiteta para a utilização do computador pessoal visando a melhoria dos procedimentos de execução de projetos e obras.

Além de serviços de fiscalização e execução direta das obras, a secretaria é responsável pelos paliativos para manutenção das vias públicas e iluminação municipal, além da garantia da limpeza pública sendo estes serviços de responsabilidade do secretário municipal, como já foi citado.

O Quadro 04 mostra um resumo dos serviços constantemente executados pela secretaria.

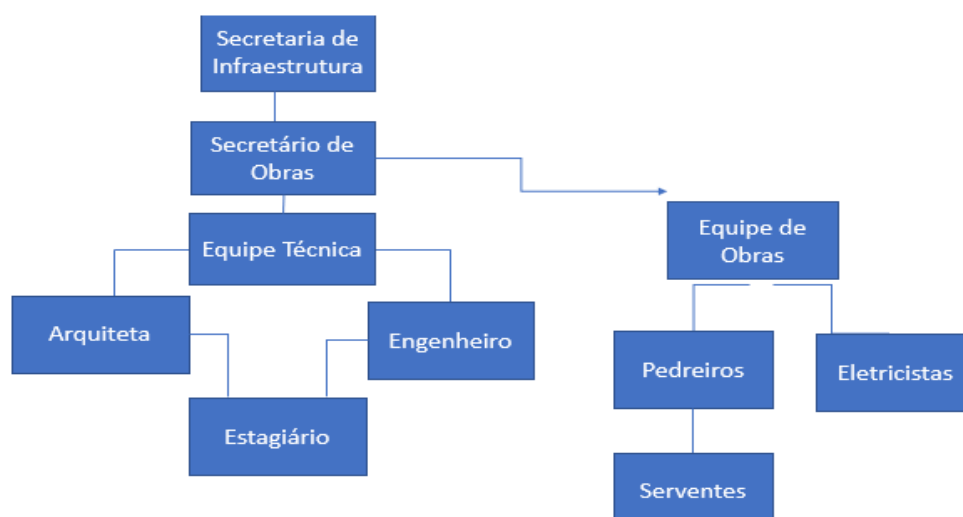
Quadro 4: Atribuições da Secretaria de Infraestrutura

Atribuições da Secretaria Municipal de Infraestrutura
Elaborar e executar os projetos de construção civil no Município destinados a edificações e demais obras de infraestrutura;
Executar os serviços de ampliação da rede de iluminação pública existente no município;
Promover por determinação da autoridade competente a demolição das obras embargadas ou que ameacem iminente ruína;
Realizar as ações de limpeza das artérias e logradouros públicos, mantendo serviço apropriado para a remoção de entulhos e resíduos sólidos, provenientes dos trabalhos de demolição e assemelhados;
Realizar a manutenção e conservação das vias, praças, galerias de águas pluviais, esgotos, prédios e demais logradouros públicos, no tocante aos serviços de construção civil;
Executar os serviços de manutenção da rede de iluminação pública existente no município
Realizar manutenção e melhorias das estradas municipais.

Fonte: Autor (2022).

Para a execução das obras diretas no município, ou seja, sem a necessidade de licitação para contratação de empresas terceiras, a secretaria conta com 9 pedreiros e 2 serventes, além de 2 eletricitas. A Figura 16 mostra a composição da equipe técnica e da equipe de obras e serviços da secretaria.

Figura 16: Organograma das equipes presentes na secretaria de infraestrutura.



Fonte: Autor (2022).

Os projetos arquitetônicos, na maioria das vezes são realizados pela arquiteta, apenas em necessidades específicas são contratados outros

profissionais para a realização, ficando a cargo do engenheiro e do estagiário a realização dos memoriais descritivos e orçamentos, além de projetos complementares, porém o trabalho é feito sempre em conjunto. Outra atribuição do engenheiro e estagiário, como já foi citada, é a fiscalização dos empreendimentos realizados por empresas terceiras, feita a partir de boletins de medição, sempre analisando o que está descrito em planilha comparando com o serviço executado *in loco*, a partir disso os valores referentes a cada serviço executado são liberados.

Os projetos básico e executivo realizados pela equipe municipal servirão sempre como diretriz para a execução das obras por parte das construtoras contratadas após a licitação, porém é visto que nem sempre os projetos executivos apresentam os detalhes necessários, sendo esse um problema grave, já que segundo a Orientação Técnica nº 08/2020 do Instituto Brasileiro de Obras Públicas (IBRAOP): “ O projeto executivo constitui-se de projeto básico (conforme OT IBR 001/2006) acrescido de detalhes construtivos necessários e suficientes para a perfeita instalação, montagem e execução dos serviços e obras, elaborado de acordo com as normas técnicas pertinentes e sem alterar o projeto básico, inclusive seus quantitativos, orçamento e cronograma”. Assim, alguns problemas na realização das obras são comumente vistos, como atrasos e aditivos de valor.

5.1.2 Procedimentos para elaboração dos projetos e realização das obras

O ponto inicial para a execução de um novo projeto, tanto de recurso próprio, quanto de emendas parlamentares, parte da solicitação do Prefeito do Município, juntamente com o setor de Obras, de Contratos e de Convênios. As principais situações que levam a realização dos projetos são: emendas orçamentárias parlamentares com objetivos definidos; solicitação de alguma secretaria ou iniciativa própria do Prefeito.

Todas as informações sobre os novos projetos são levadas a equipe técnica de engenharia do Município, para posterior contratação de um engenheiro agrimensor para a realização de um levantamento planialtimétrico do local onde será realizada a obra. A partir disso, o projeto básico é realizado, juntamente com os orçamentos e o restante dos documentos necessários.

O Quadro 05 mostra a documentação necessária de cada departamento da Prefeitura para a realização das obras.

Quadro 5: Documentos necessários para elaboração de novos empreendimentos pela prefeitura de Malhador.

Setores	Documentos necessários
Sec. Infraestrutura	Projeto Básico, memoriais e planilhas orçamentárias
Gabinete Prefeito	Autorização do Prefeito para abertura da licitação
Dep. Licitações	Elaboração das Portarias de Designação dos Servidores para Comissão de Licitação
Sec. Finanças	Apresentação de Dotação Orçamentária
Dep. Licitações	Elaborar o Edital
Dep. Jurídico	Parecer sobre a legalidade do procedimento de licitação
Dep. Licitações	Abertura de procedimento e Contratos

Fonte: Autor (2022).

Quando os documentos ficam prontos, são levados diretamente para o setor de Licitações quando a obra é realizada com recurso próprio. Já quando é realizada de forma indireta, ou seja, com repasses estaduais ou federais, o projeto é enviado ao setor de Contratos e Convênios, que encaminhará para a aprovação dos órgãos responsáveis, a partir da aprovação o documento é levado para o setor de Licitações.

A partir da planilha orçamentária, o Departamento de Contratos e Convênios solicita a Secretaria de Finanças a análise da disponibilidade dos recursos para a realização do empreendimento, este procedimento é feito tanto para a realização das obras de forma direta, quando indireta. Com todos esses passos realizados, é elaborado o edital de licitação, sendo publicado no Diário Oficial do município, assim os trâmites licitatórios podem ter prosseguimento.

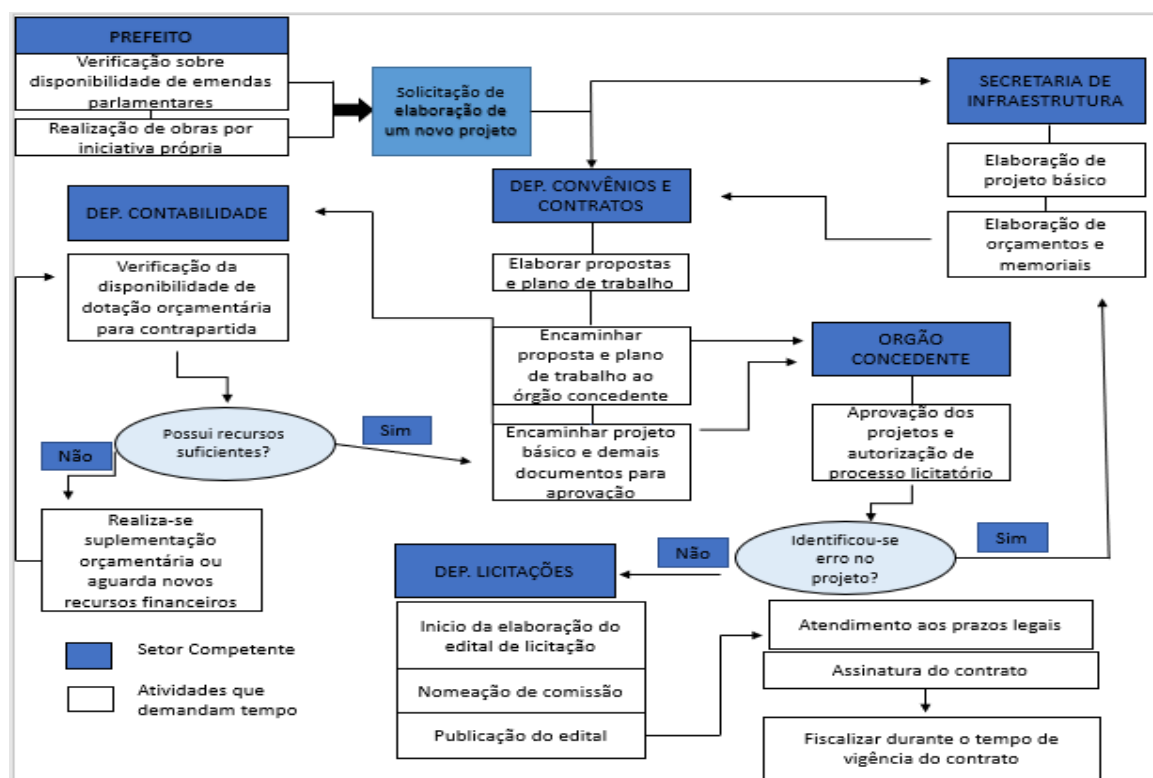
O corpo técnico para execução de projetos pela prefeitura é limitado, composto por uma arquiteta e um engenheiro, que acumulam outras funções. Em situações específicas é necessária a contratação de empresas terceiras para a elaboração de alguns projetos, estes são desenvolvidos também na metodologia tradicional, não sendo solicitado nada em BIM.

Esteves e Falcowski (2013), identificaram situações similares às apresentadas na secretaria de infraestrutura do município, observando caos de escritórios de projeto com extensas demandas de serviços que resultam na sobrecarga dos profissionais, além da redução do tempo de dedicação aos projetos, afetando assim na qualidade final do serviço.

Com base em um levantamento interno realizado, o tempo médio para execução de um projeto por completo na prefeitura pela equipe técnica de Obras, desde o levantamento planialtimétrico, até a elaboração do projeto arquitetônico, orçamentos e memoriais é de 30 (trinta) dias, em média. Sem considerar correções e alterações nos projetos, que muitas vezes acontecem por conta do pouco detalhamento, ou de erros durante a execução.

A Figura 17 mostra as etapas necessárias para a elaboração de um projeto até a sua execução na Prefeitura estudada.

Figura 17: Fluxograma dos Meios de comunicação e arquivamento de informações para a execução das obras.



Fonte: Autor (2022).

O quadro 06 mostra os principais métodos de comunicação e gerenciamento das informações, em cada etapa da execução de uma obra da Prefeitura estudada.

Quadro 6: Meios de comunicação e arquivamento de informações para a execução das obras.

Emissor da Informação	Receptor da Informação	Atividade	Arquivamento/ Meios de comunicação
Prefeito	Sec. Infraestrutura	Solicitação para elaboração de novo projeto	Comunicação verbal, sem necessidade de formalizar.
Prefeito	Dep. Convênios e Contratos	Solicitação para elaboração de novo projeto	Comunicação verbal, sem necessidade de formalizar.
Dep. Convênios e Contratos	Dep. Contabilidade	Verificação do orçamento	Comunicação verbal, arquivamento da ficha orçamentária.
Dep. Convênios e Contratos	Órgão Concedente	Encaminhamento da proposta e plano de trabalho	Protocolo de ofício com descrição de remessas dos documentos, e arquivamento na prefeitura municipal.
Sec. Infraestrutura	Dep. Convênios e Contratos	Encaminhamento de projetos e documentos	Registros formais dos documentos encaminhados, com arquivamento de uma cópia física para posse do setor.
Dep. Convênios e Contratos	Órgão Concedente	Encaminhamento de projetos e documentos	Protocolo de ofício com descrição de remessas dos documentos, e arquivamento na prefeitura municipal.
Órgão Concedente	Dep. Convênios e Contratos	Respostas e correções dos documentos encaminhados	Encaminhamento de e-mail a todos os departamentos relacionados ao projeto.
Dep. Convênios e Contratos	Sec. Infraestrutura	Correções ou modificações nos projetos caso necessário	Comunicação verbal, sem necessidade de formalizar.
Dep. Convênios e Contratos	Dep. Licitações	Encaminhamento dos projetos aprovados pelo órgão concedente	Encaminhamento de e-mail com diretrizes para o processo licitatório, e envio dos projetos impressos.
Dep. Licitações	Sec. Infraestrutura	Solicitação de informações ou documentos adicionais	Comunicação verbal, sem necessidade de formalizar.
Dep. Licitações	Dep. Convênios e Contratos	Solicitação de informações ou documentos adicionais	Comunicação verbal, sem necessidade de formalizar.
Dep. Licitações	Dep. Jurídico	Solicitação para análise do processo	Encaminhamento de ofício e comunicação verbal.

Fonte: Autor (2022).

Por fim, foi verificada a falta de percepção dos gestores quando da importância da adoção de novas tecnologias de informação, como a

implementação do BIM no desenvolvimento dos projetos, já que a Prefeitura além de não utilizar, não solicita às empresas terceiras a adoção da metodologia para a realização dos empreendimentos.

5.1.3 Análise das últimas obras realizadas no município

Foi feita uma análise das obras realizadas e finalizadas no Município de Malhador pela Prefeitura Municipal, com a finalidade de se verificar alguns imprevistos, como o aumento do tempo da obra e a necessidade de aditivos de valor, que além de encarecer as obras, acabam gerando problemas no planejamento como um todo.

Vale salientar, que foram escolhidas obras realizadas nos últimos 5 anos, excluindo da lista obras de recapeamento e pavimentação asfáltica já que são menos complexas, tendo assim baixa probabilidade de ocorrência de imprevistos significativos, as obras selecionadas foram aquelas com os maiores valores e que apresentavam maior probabilidade de ocorrência de aditivos de tempo ou valor, como mostra o Quadro 07.

Quadro 7: Análise das últimas obras executadas no Município.

Obra	Valor Inicial	Tempo Previsto Inicialmente	Aditivos de Tempo	Aditivos de Valor
Academia de Saúde do Povoado Alecrim	R\$ 192.603,40	3 meses	2 meses	R\$ 34.284,99
Quadra do Povoado Tabua	R\$ 309.537,76	6 meses	18 meses	R\$ 7.488,72
Reforma do Posto de Saúde do Povoado Adique	R\$ 143.806,84	6 meses	—	R\$ 14.292,00
Reforma do Estádio Municipal	R\$ 258.044,90	18 meses	2 meses	—
Revitalização da Avenida Walter Franco	R\$ 202.942,48	4 meses	2 meses	R\$ 88.070,98

Fonte: Autor (2022).

Vale salientar que todas as obras mostradas no quadro foram realizadas pelo modelo de Empreitada por Preço Global, ou seja, é adotado o critério de Menor Preço, para tanto é realizado um julgamento pela equipe técnica da Prefeitura com o intuito de verificar se os preços estão compatíveis com a realidade, observando sempre as composições existentes na planilha orçamentária.

- **Academia de Saúde do Povoado Alecrim:**

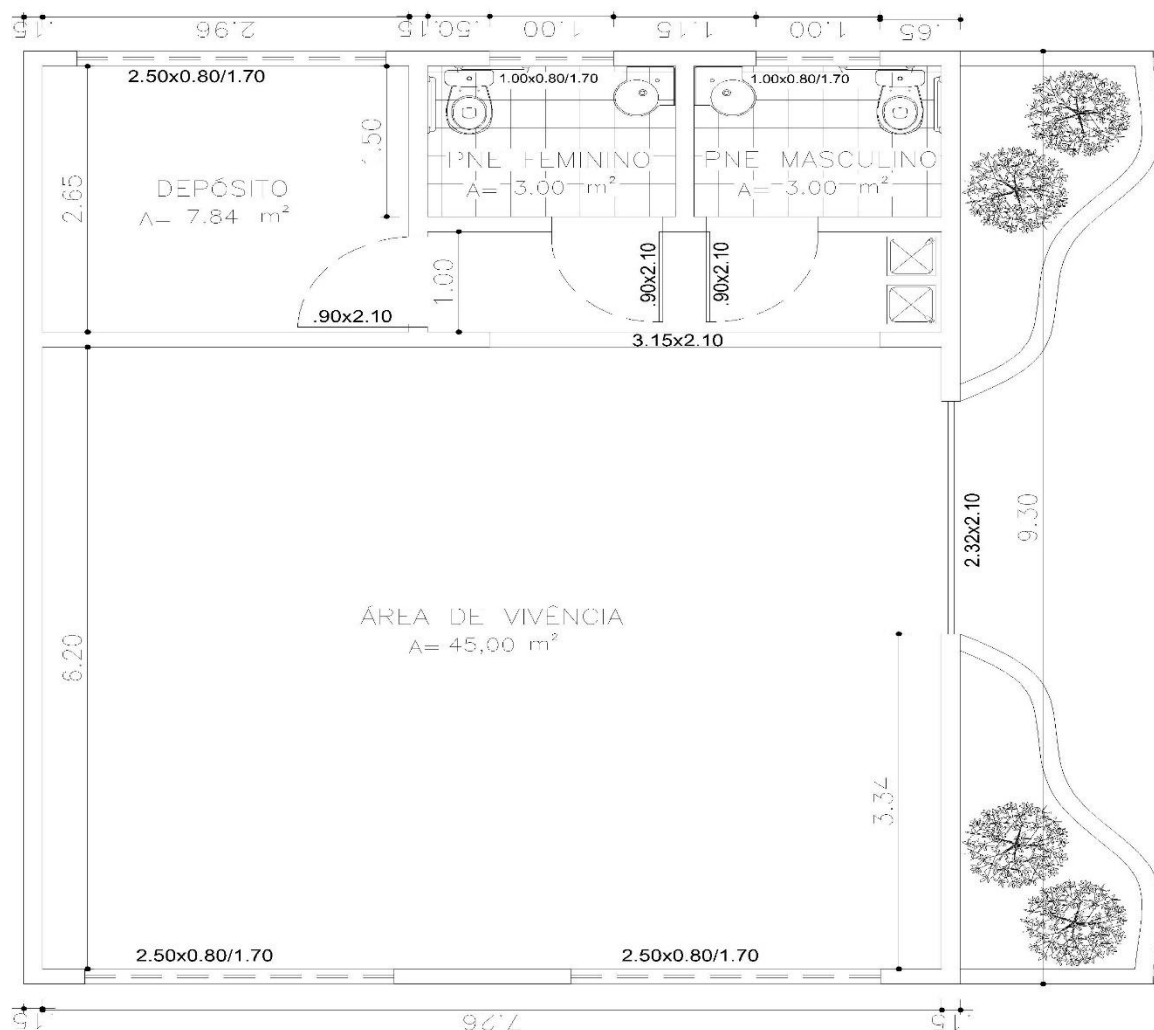
Foi realizada a construção de uma academia de Saúde no ano de 2021 em um dos povoados do Município com a finalidade do incentivo à prática de atividades físicas para a população da região, como o espaço destinado a construção era uma praça, houve também a reforma da área da praça.

A Academia de Saúde tem uma área de 204,50 m², essa obra envolveu a construção de uma área de vivência, um depósito e dois banheiros na parte interna, já na parte externa foi construída uma estrutura com equipamentos para a realização das atividades físicas, além disso, a obra contou com a reforma da praça, que tem uma área de 858,60 m². O projeto executivo da academia pode ser observado na Figura 18.

A planta baixa foi o único projeto executivo da área interna da obra, evidenciando o mínimo detalhamento, além da não verificação dos projetos complementares, fato esse que foi um dos motivos do aditivo de tempo citado no Quadro 3, uma vez que na execução dos serviços que estavam sem projeto a equipe teve algumas dificuldades, além de retrabalhos, causando assim problemas que não foram levados em conta inicialmente.

. Já o aditivo de valor foi necessário por conta de a obra ter sido realizada em um período de pandemia, diante disso alguns insumos tiveram uma grande oscilação de seu valor.

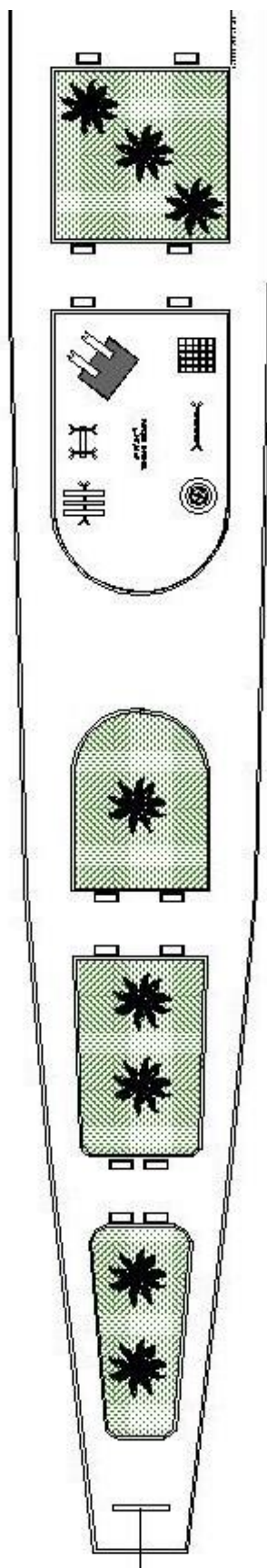
Figura 18: Planta Baixa Academia de Saúde do Povoado Alecrim



Fonte: Autor (2022).

A reforma da praça contou com a execução de um piso em concreto, um parquinho com alguns brinquedos, e uma arborização com gramas e palmeiras como mostra o projeto contido na Figura 19, é notório que o projeto apresenta pouco detalhe, sem nenhum tipo de corte para uma melhor visualização e consequentemente uma maior facilidade para a execução. As fotos do empreendimento concluído constam no anexo A.

Figura 19: Academia de Saúde do Povoado Alecrim



Fonte: Autor (2022).

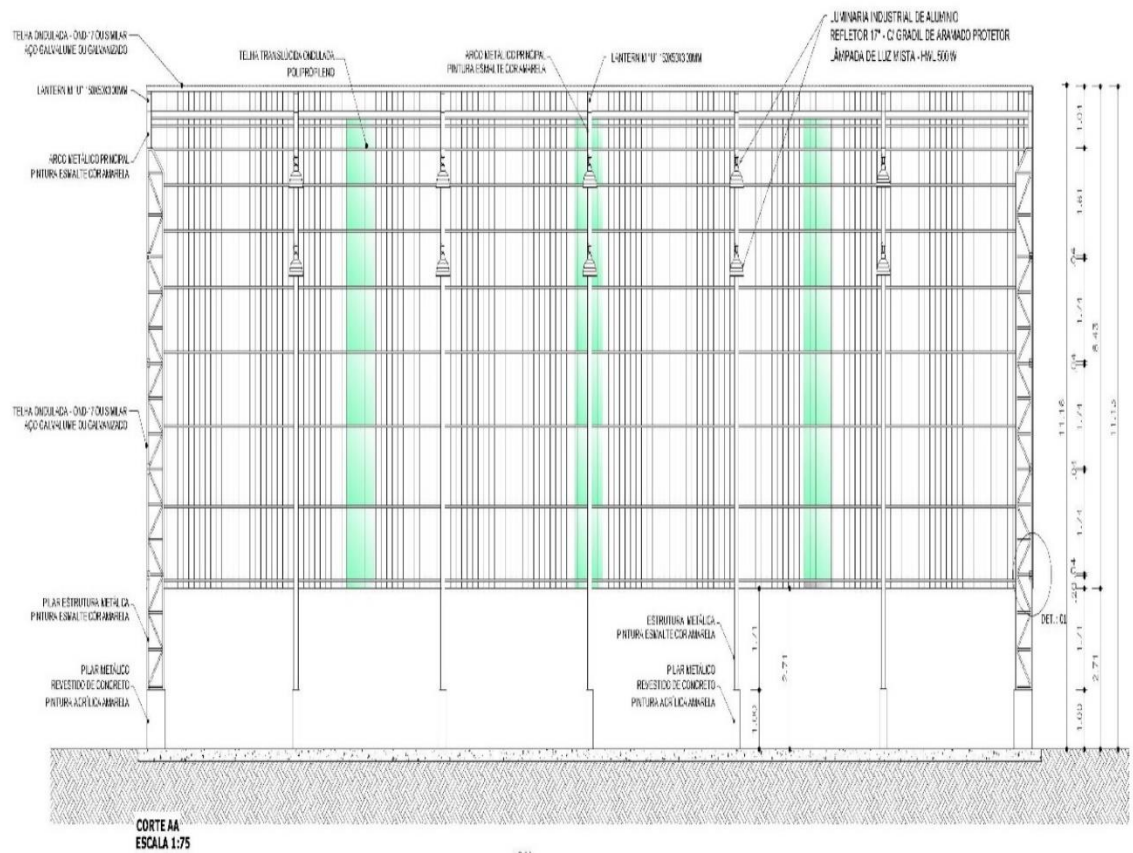
- **Quadra do Povoado Tábua**

Diante da necessidade de construção de uma Quadra de esportes no povoado Tabua foi contratada uma empresa especializada nesse tipo de projeto no ano de 2019, já que a equipe técnica da secretaria não realiza esse tipo de serviço, os projetos executivos foram bastante detalhados, mesmo assim ainda foram necessários aditivos de tempo e de valor para a obra.

A justificativa técnica do aditivo de valor, segundo a empresa contratada, foi a não consideração da contenção de um talude existente no local que recebia esgoto, que podia adentrar na quadra de esportes, esse fato é bastante importante de ser ressaltado, uma vez que na fase de planejamento da obra deveriam ser levados em conta todos os possíveis problemas existentes, como além da equipe da prefeitura ter sido modificada, como já foi relatado houve a contratação de uma empresa terceira para a realização da obra e dos projetos, assim não foram obtidas informações precisas do motivo da não consideração desse problema durante a fase de planejamento do empreendimento.

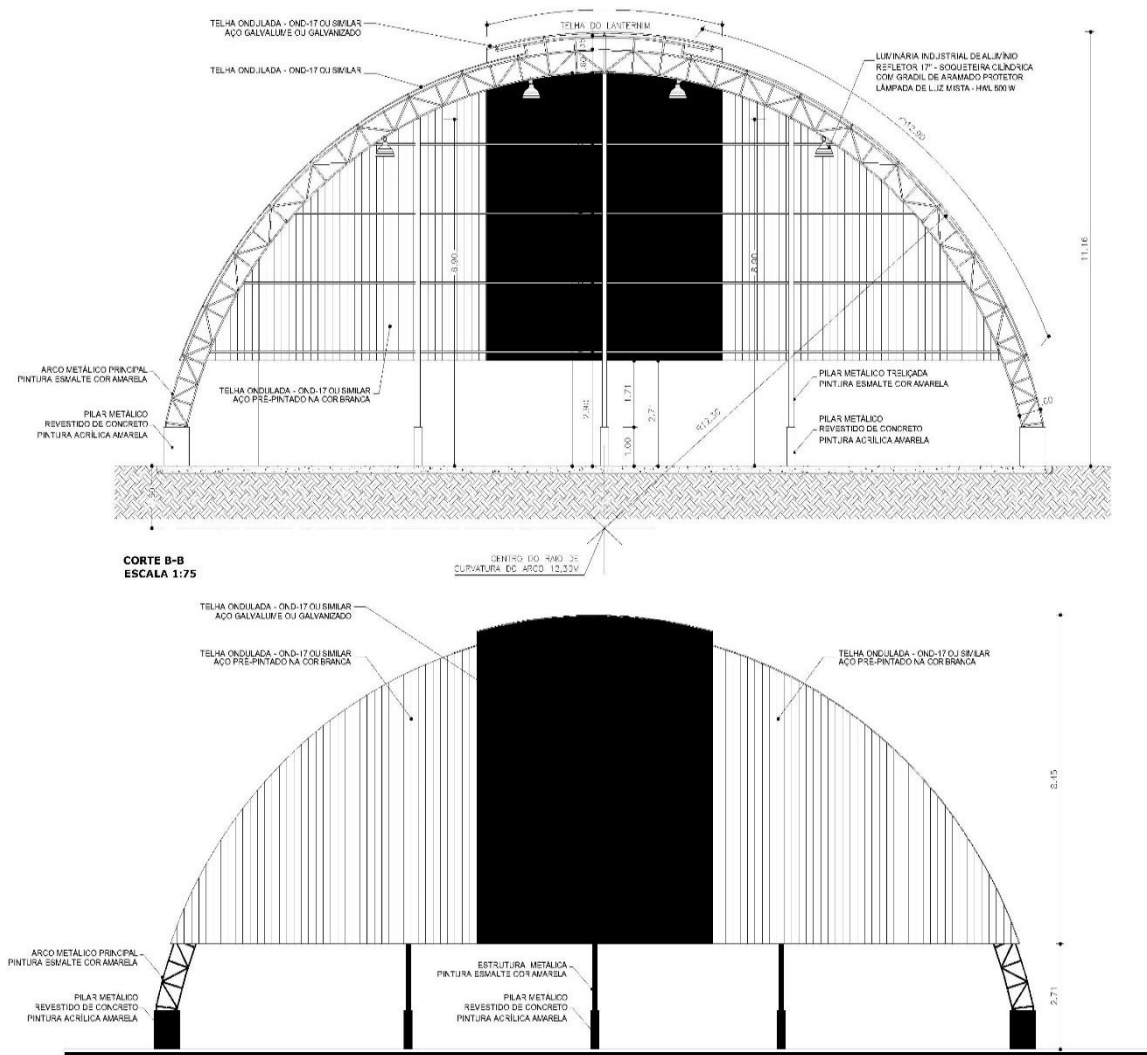
Além disso, o tempo gasto nessa obra foi o triplo do planejado inicialmente, as informações obtidas em relação ao grande aumento do tempo de execução dessa obra foi que a empresa teve alguns problemas, por falta de planejamento em relação aos materiais necessários e a obra teve que ser paralisada por um tempo. Os projetos podem ser vistos nas Figuras 20, 21 e 22 e as fotos da obra finalizada constam no anexo B.

Figura 20: Projeto Executivo da Quadra do Povoado Tabua.



Fonte: Autor (2022).

Figura 21: Projeto Executivo da Quadra do Povoado Tábua



Fonte: Autor (2022).



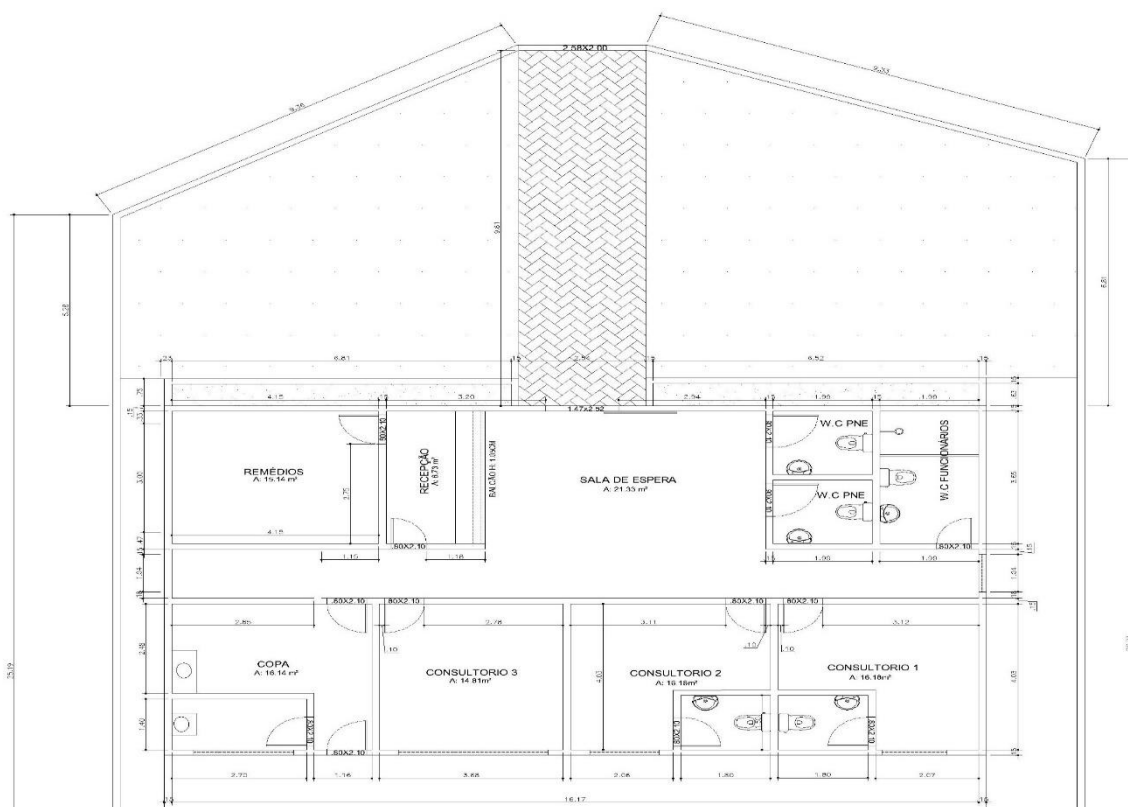
As Unidades Básicas de Saúde (UBS), conhecidas como postos de saúde, são locais onde a população recebe os atendimentos gratuitos essenciais em saúde. Diante do estado precário que se encontrava o posto de saúde do povoado Adique, foi realizada a reforma no ano de 2019 para uma melhor qualidade de

vida dos cidadãos da região, o espaço destinado para o empreendimento conta com uma área de 550,20 m².

A partir das informações obtidas, foi visto que não houve aditivos de tempo na execução da obra, algo que chamou bastante atenção, já que diante do estudo foi a única obra que não houve a necessidade desse tipo de aditivo, mostrando que dá para realizar as obras sem esse tipo de contratempo, em contrapartida, a equipe da Prefeitura não levou em consideração alguns serviços para a execução do estacionamento do posto, fato esse que foi motivo de um aditivo de valor para a obra.

Após a busca de informação sobre esse problema, foi visto que não foi planejada a execução desse estacionamento durante a fase inicial, porém após a execução da obra se percebeu que no período de chuva o local destinado para os carros acumulava muita lama, já que o posto é localizado em um ambiente sem nenhum tipo de calçamento, como mostram as imagens contidas no Anexo C. A planta baixa desse empreendimento pode ser encontrada na Figura 23.

Figura 23: Projeto Arquitetônico Posto de Saúde do Povoado Adique.



Fonte: Autor (2022).

Outro ponto negativo visto mais uma vez, é que o projeto executivo encontrado para o empreendimento foi apenas a planta baixa, esse fato mostra que a falta de detalhamento para a realização das obras sempre gera algum tipo de contratempo, mesmo essa obra não apresentando o aditivo de tempo, mas o aditivo de valor foi necessário.

- **Reforma do Estádio Municipal**

O Estádio Municipal tem uma área de 12.569,30 m², contando com uma arquibancada, vestiários, os alambrados, uma área livre além da parte do gramado em si, a obra foi iniciada em 2018 e contou com serviços de pintura das arquibancadas, troca dos alambrados e recuperação do gramado com a substituição da grama e realização da drenagem para a irrigação.

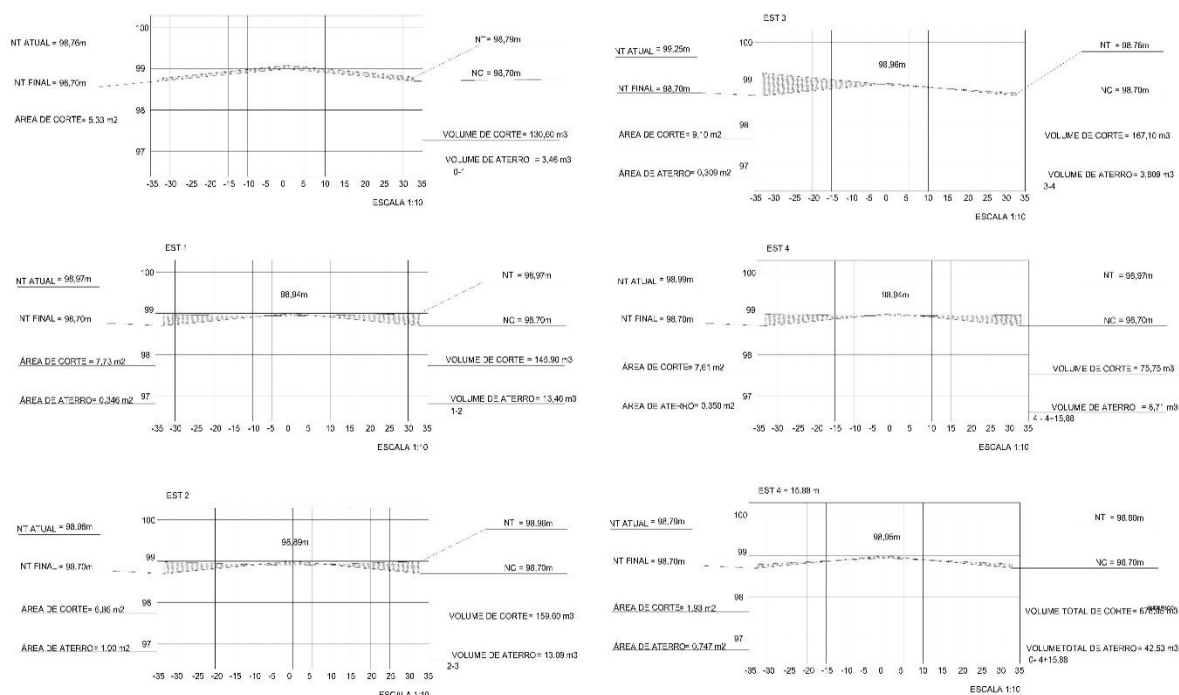
Houve a contratação de uma empresa terceira para a execução dos projetos, além do projeto arquitetônico, também foram feitos projetos de terraplanagem, drenagem, contendo todos os cortes, com a especificação de cada material utilizado, ou seja, essa obra teve um detalhamento muito grande quando comparada a outras vistas nesse estudo. Desse modo, não foram verificados aditivos de valor, já em relação ao aditivo de tempo, não foram encontradas informações dos motivos que levaram ao prolongamento do tempo de obra de 2 meses. Os projetos arquitetônico e de terraplanagem podem ser vistos nas Figuras 24 e 25.

Figura 24: Projeto Arquitetônico Reforma do Estádio Municipal.



Fonte: Autor (2022).

Figura 25: Projeto de Terraplanagem da obra Reforma do Estádio Municipal.



Fonte: Autor (2022).

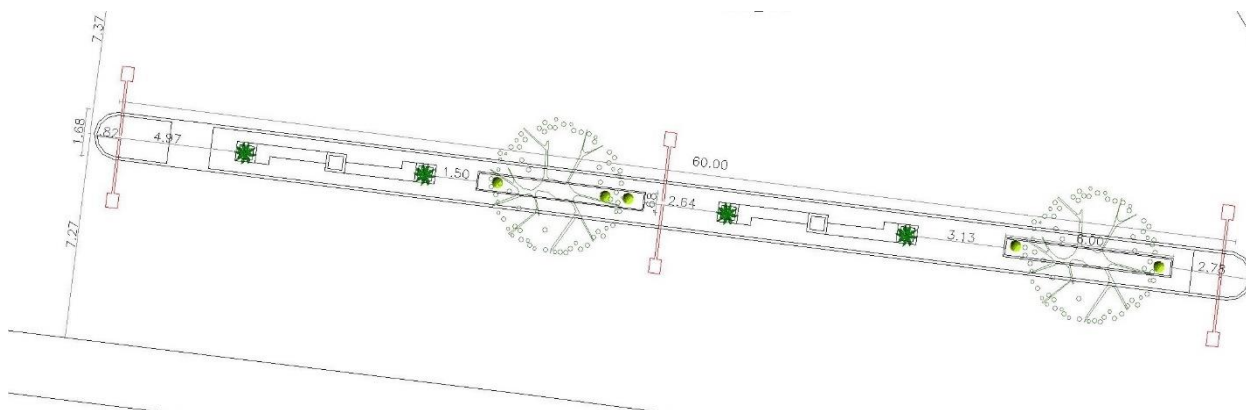
• Revitalização da Avenida Walter Franco

A avenida Walter Franco é localizada no centro do município de Malhador e tem uma extensão de 700 m, a reforma iniciou-se no ano de 2019 e contou com serviços de demolição para a posterior reconstrução dos canteiros centrais, que estavam em péssimas condições como consta no anexo D, são 7 canteiros com uma área de 101 m² cada, espaçados em média a cada 30 metros de comprimento, foram colocadas placas de gramas e plantadas várias palmeiras, além da execução de bancos em alvenaria. A melhoria na iluminação também foi realizada, sendo instaladas lâmpadas do tipo LED em toda a extensão da avenida.

O aditivo de valor chegou a ser 43% do valor total da obra, fato que chama bastante atenção, principalmente quando se leva em conta o motivo que foi a não consideração de alguns serviços na realização da planilha orçamentária. Como a equipe de obras que realizou o serviço foi alterada, não se obteve informações mais precisas dos motivos que levaram a essa grande porcentagem do aditivo de valor, porém após a análise dos projetos, foi bastante perceptível a pobreza nos detalhes, fato esse que deve ter dificultado bastante o levantamento dos serviços

necessários na obra. A Figura 26 mostra o projeto executivo de um dos 7 canteiros executados.

Figura 26: Projeto executivo da obra Revitalização da Avenida Walter Franco.



Fonte: Autor (2022).

A partir do estudo foi visto que todas as obras tiveram problemas durante a execução, principalmente por conta do pouco detalhamento dos projetos, fato esse que modifica todo o planejamento inicial, sendo o principal motivo dos atrasos vistos.

As obras que tiveram a necessidade da contratação de empresas terceiras para a execução dos projetos foram as únicas com um maior detalhamento, como no caso da Reforma do Estádio Municipal e da Construção da Quadra de esportes no Povoado Tábua. É válido salientar que o investimento na fase inicial do projeto é de suma importância para a diminuição de problemas e erros futuros.

Foi realizada uma visita em todos os empreendimentos do estudo, todos se encontram em boas condições, apenas com alguns problemas pontuais por conta do tempo de uso e ocupação, como a Academia de Saúde do Povoado Alecrim foi finalizada recentemente, nenhum problema foi encontrado. Já o Posto de Saúde do Povoado Adique, apresenta problemas com infiltração e necessita do retoque na pintura, em relação a estrutura não apresenta nenhum tipo de problema.

Na visita ao Estádio Municipal, um problema chamou atenção, a drenagem não está funcionando corretamente e alguns pontos do campo estão acumulando

água, este problema foi causado pelo entupimento da tubulação de uma das caixas de passagem da água drenada, fato esse que foi resolvido dias após a visita, ou seja, só foram encontrados problemas relacionados a utilização do empreendimento.

Na Quadra de Esportes do Povoado Tábua também foram encontrados problemas relacionados a ocupação, como desgaste da pintura e problemas na iluminação com lâmpadas queimadas que já foram trocadas, em relação à estrutura está normal sem nenhum tipo de problema.

Desse modo, após o estudo feito obtendo-se informações relacionadas as fases iniciais, executivas e após ocupação das obras, foi visto que os maiores problemas são relacionados à questão de projeto, uma vez que o detalhamento foi visto apenas em obras contratadas por empresas terceiras, nas obras projetadas pela equipe da secretaria sempre foram necessários aditivos de tempo ou de valor, portanto o investimento em uma metodologia mais eficaz para as fases iniciais dos empreendimentos é de suma importância para evitar problemas gerados durante a execução das obras.

Por fim, todas as obras estudadas tiveram repasses destinados pela união, assim os problemas encontrados não se limitam apenas ao Município. Uma possível solução para esses casos é a disseminação e o incentivo da utilização do BIM, já que os decretos são realizados, mas não são colocados em prática. Essa nova metodologia pode tornar as obras mais eficientes e econômicas para todos os níveis da esfera governamental e evitar esses problemas que são comumente vistos.

5.1.4 Construção da Matriz de Maturidade BIM

As tabelas 03, 04, 05 e 06 foram adaptadas da Matriz de Maturidade BIM, em tabelas gradativas para facilitar a visualização.

Tabela 3: Matriz de Maturidade em Tecnologia

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM- SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA					
CONJUNTOS DE CAPACIDADE- TECNOLOGIA					
áreas chave de maturidade	a Inicial (pts 0)	b Definido (até 10 pts)	c Gerenciado (até 20 pts)	d Otimizado (até 30 pts)	e Inicial (até 40 pts)
software	0				
hardware	0				
rede	0				

Fonte: Autor (2022).

Tabela 4: Matriz de Maturidade em Processos

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM- SECRETARIA					
CONJUNTOS DE CAPACIDADE- PROCESSOS					
áreas chave de maturidade	Inicial (pts 0)	Definido (até 10 pts)	Gerenciado (até 20 pts)	Otimizado (até 30 pts)	Inicial (até 40 pts)
recursos		5			
atividades e fluxo de trabalho	0				
produtos e serviços	0				
liderança e gerenciamento	0				

Fonte: Autor (2022).

Tabela 5: Matriz de Maturidade em Políticas

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM- SECRETARIA					
CONJUNTOS DE CAPACIDADE- POLÍTICAS					
áreas chave de maturidade	Inicial (pts 0)	Definido (até 10 pts)	Gerenciado (até 20 pts)	Otimizado (até 30 pts)	Inicial (até 40 pts)
preparatória	0				
regulatória	0				
contratual	0				

Fonte: Autor (2022).

Tabela 6: Matriz de Maturidade em Estágios/Escalas

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM- SECRETARIA					
CONJUNTOS DE CAPACIDADE- ESTÁGIOS/ESCALAS					
áreas chave de maturidade	Inicial (pts 0)	Definido (até 10 pts)	Gerenciado (até 20 pts)	Otimizado (até 30 pts)	Inicial (até 40 pts)
estágio 01	0				
estágio 02	0				
estágio 03	0				
micro	0				
meso	0				

Fonte: Autor (2022).

Logo abaixo está a justificativa da pontuação ponto a ponto:

- Item 1- *Software*: aplicações, entregáveis e dados- Foi considerado o nível *Inicial*, já que não existe o uso de nenhum *software* advindo da metodologia BIM.
- Item 2- *Hardware*: equipamento, entregáveis, localização e mobilidade- O nível *Inicial* foi considerado, devido à falta de máquinas que suportem a tecnologia, como já foi citado no trabalho.
- Item 3- Rede: soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso- Foi considerado o nível *Inicial* já que não existe a utilização do BIM, portanto nada em BIM é compartilhado.
- Item 4- Recursos: Infraestrutura Física e de Conhecimento- Foi considerado o nível *Definido*, já que o ambiente de trabalho é produtivo e motivacional.
- Item 5- Atividades & Fluxo de trabalho: Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes: O nível *Inicial* foi adotado, pois não existe planejamento de projeto em BIM.
- Item 6- Produtos e Serviços: Especificação, diferenciação e P&D- Foi considerado o nível *Inicial*, uma vez que não há previsão de entregáveis em BIM.
- Item 7- Liderança & Gerenciamento: Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação – O nível *Inicial* foi considerado, já que o BIM não está sendo implementado na secretaria.

- Item 8- Preparatória: pesquisa, programas de treinamento educacional. – Classificado no nível Inicial, já que não foi realizado nenhum treinamento relacionado ao BIM.
- Item 9- R Preparatória: pesquisa, programas de treinamento educacional. - Também foi considerado o nível *Inicial*, pois não existe nenhuma diretriz para a implementação do BIM na secretaria.
- Item 10- Contratual: responsabilidades, recompensas e alocação de riscos. – Não existe nenhum contrato baseado em BIM, portanto o nível *Inicial* foi considerado.
- Item 11- Estágio 01: Modelagem baseada em objetos: simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida. – Foi considerado o nível *Inicial*, uma vez que não há a implementação de nenhuma ferramenta de modelagem.
- Item 12- Estágio 02: multidisciplinar, intercâmbio acelerado de modelos. – Não há nenhuma colaboração em BIM, desse modo são incompatíveis com os parceiros de projeto, assim foi considerado o nível *Inicial*.
- Item 13- Estágio 03 – Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos ND através das fases do ciclo de vida da edificação. – O nível considerado também foi o *Inicial*, já que como não há nada em BIM, este passo está longe de ser utilizado na secretaria.
- Item 14- Escala Micro – Organizações: Dinâmicas e entregáveis BIM. – Não existe nenhum processo em BIM, assim o nível considerado é o *Inicial*.
- Item 15- Escala Meso – Equipes de Projetos: múltiplas organizações dinâmicas Inter organizacionais e entregáveis em BIM. – Foi considerado o nível Inicial, já que não há implantação de BIM, e consequentemente não existe acordo entre as partes interessadas na colaboração em BIM.

A partir da metodologia de Succar (2009), foi feita a soma da pontuação levantada na tabela de Índice de Maturidade em BIM.

Tabela 7: Índice de Maturidade em BIM, Secretaria de Infraestrutura

MATRIZ DE MATURIDADE EM BIM- SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA						
Avaliação na Granularidade (nível 1)		Inicial	Definido	Gerenciado	Integrado	Otimizado
		0	10	20	30	40
Tecnologia	software	0				
	hardware	0				
	rede	0				
Processos	recursos		5			
	atividades e fluxo de trabalho	0				
	produtos e serviços	0				
	liderança e gerenciamento	0				
Política	preparatória	0				
	regulatória	0				
	contratual	0				
Estágio 01	Modelagem	0				
Estágio 02	Colaboração	0				
Estágio 03	Integração	0				
Escala	Micro	0				
Escala	Meso	0				
Subtotal		0	5	0	0	0
Total de pontos						5
Grau de Maturidade						0,33
Índice de Maturidade						0,83%

Fonte: adaptado de SANTOS (2016).

Tabela 8: Graus de Maturidade em BIM, Secretaria de Infraestrutura

GRAU DE MATURIDADE EM BIM- SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA			
	Nível de Maturidade	Classificação Textual	Classificação Numeral
a	Inicial	Baixa Maturidade	0-19%
b	Definido	Média-Baixa Maturidade	20-39%
c	Gerenciado	Média Maturidade	40-59%
d	Integrado	Média- alta Maturidade	60-79%
e	Otimizado	Alta Maturidade	80-100%

Fonte: adaptado de SANTOS (2016).

A partir da tabela 08, é observado que a Secretaria de Infraestrutura está considerada no Nível de Maturidade Inicial, a somatória dos pontos separadas de acordo com os três Campos é mostrada na tabela abaixo.

Tabela 9: Pontuação por Campos do BIM, Secretaria de Infraestrutura.

TECNOLOGIA	PROCESSOS	POLÍTICAS
0	5	0

Fonte: Autor (2022).

Desse modo, é possível verificar que para ser realizada a Implantação da Metodologia BIM na Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal de Malhador é necessário um investimento em basicamente todos os campos que contemplam o BIM.

Como foi visto que não há nenhum incentivo em relação a utilização do BIM pelos profissionais da Prefeitura, para a implantação da metodologia é necessário o investimento inicial em treinamentos e capacitações. Além disso, o estudo mostrou a precariedade dos *hardwares* disponíveis na secretaria, outro ponto que necessita de investimentos.

Como os *softwares* utilizados são os convencionais, a partir da implantação de *hardwares* com maior potencial é de suma importância a adoção dos programas necessários para iniciar o processo de mudanças visando a adoção do BIM. Através dos estudos de caso foi visto que esse processo requer bastante investimento e disponibilidade dos gestores para que o caminho siga em passos longos.

As consultorias são fundamentais para o processo de implantação, como no caso na CPTM, servindo para treinar a equipe nos novos processos de projeto, além disso, através de um estudo interno deve ser traçada uma estratégia de implantação indicando os *softwares* e *hardwares* a serem utilizados. As mudanças geram várias dúvidas e dificuldades no início, sendo normal acontecer falhas e atrasos no início da implantação. Por isso, deve haver um projeto piloto com o auxílio dos profissionais da consultoria contratada para assim a equipe começar a se adaptar à nova metodologia de trabalho e tirar as dúvidas que vão surgir ao longo do processo.

Por fim, através do passo inicial os gestores devem sempre buscar atualizar a equipe, pois o estudo mostrou que o BIM é um processo que se desenvolve a todo momento e sempre surgem opções mais atualizadas no mercado.

6 CONCLUSÃO

A partir do estudo realizado, foi visto que a implantação da metodologia BIM vem crescendo no país, sobretudo após as políticas públicas fomentadas pelo governo, porém para que o BIM seja de fato efetivo é necessária a estruturação de processos, principalmente nas pequenas Prefeituras, que recebem pouco investimento, para que haja uma maior orientação e incentivo do uso, além da frequente investigação da maturidade BIM, visando assim o desenvolvimento dessa ferramenta.

A partir das informações acerca do BIM, e dos processos existentes na administração pública, nos municípios de pequeno porte, foi possível estabelecer uma relação entre as vantagens da metodologia e como ela pode ser útil na redução dos problemas encontrados na execução dos empreendimentos realizados pela prefeitura.

Foi visto que a utilização do BIM é de interesse da gestão pública, já que permite aos gestores um maior controle e fiscalização sobre as obras em todas as suas fases, evitando assim aditivos e equívocos no orçamento.

Como os municípios de pequeno porte, que é o caso da prefeitura em análise no trabalho, possuem limitações financeiras, a adoção da metodologia pode trazer vantagens, já que a partir da implantação as obras podem ter um maior planejamento, assim, decisões melhores podem ser tomadas pela equipe durante a realização dos empreendimentos.

Porém, também foi visto que as mudanças necessárias para uma completa implantação do BIM nos municípios de pequeno porte geram grandes desafios para o governo, uma vez que existem poucos profissionais capacitados, além de uma grande dificuldade para a mudança de cultura dos profissionais da área. Além disso, as ferramentas tecnológicas utilizadas possuem um alto valor e necessitam da capacitação dos profissionais para saber lidar com os novos *softwares*, necessitando assim de investimento em treinamentos.

Os estudos de caso mostraram que a implantação do BIM não ocorre de forma imediata, nem simples, é um processo gradativo que requer um certo investimento, tanto nos recursos quanto no embasamento teórico, além de um acompanhamento constante durante a execução. Outro ponto visto, é que o BIM é um processo vivo, a cada dia há uma quantidade nova de funcionalidades,

estudos, tecnologias e melhorias, por isso, após a implantação é sempre necessária a busca por inovações e o monitoramento de processos.

O diagnóstico da Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal de Malhador, mostrou que o sistema convencional que é utilizado para a execução das obras gera vários transtornos, sobretudo na parte de planejamento, várias obras tiveram problemas durante a execução por conta da pobreza no detalhamento, ou erros no projeto. Os aditivos de tempo e de valor foram encontrados em todas as obras do estudo, fato esse que encarece bastante o processo construtivo atual.

As prefeituras de pequeno porte apresentam sérias limitações na infraestrutura gerencial e sistemas operacionais existentes. São encontradas limitações financeiras para que haja investimentos nas redes físicas, compra de *softwares* e capacitação dos profissionais, na Secretaria de Infraestrutura de Malhador esse problema não é diferente.

Desse modo, a adoção do BIM é um grande passo para a melhoria do processo construtivo da Secretaria, para tanto é de suma importância que o Governo Federal atenda às necessidades das pequenas prefeituras para que o BIM seja difundido, melhorando assim o desenvolvimento das pequenas cidades, iniciando pela capacitação dos profissionais para o posterior investimento em *softwares* e nas redes físicas.

REFERÊNCIAS

ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **A Implantação de processos BIM** - Guia 06. Brasília: 2017.

ALVES, T. **DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE**. Programa de Pós - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, p. 193. 2021.

ANTWI-AFARI, M. F.; LI, H.; PARN, E.A.; EDWARDS, D. J. **Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): A longitudinal review**. Automation in Construction, [s. l.], v. 91, p. 100-110, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.010> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580517310610>. Acesso em: 02 maio. 2022.

A Organização Administrativa do Município e o Orçamento Municipal – WITOLD ZMITROWICZ, CIBELE BISCARO, KARIN REGINA DE CASAS CASTRO MARINS. 30p.

BRASIL, Secretaria de Gestão. **Modelo de excelência em gestão pública**. Brasília.2014.

BRASIL, Tribunal de Contas da União. **Livreto FISCOBRAS**. Brasília. 2016.

BRASIL, Tribunal de Contas da União. **Obras Públicas**. Brasília.2014.

BRITO, D. **FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA IMPLANTAÇÃO DE BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) POR ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS**. Programa de Pós-Graduação - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, p.193.2019.

CARNEIRO, Ricardo; BRASIL, Flávia de Paulo Duque. **Descentralização e financiamento dos municípios no Brasil contemporâneo**. 2010. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/facesp/article/view/183>> Acesso em: 25 abril 2022.

CAVALCANTI, L. **A IMPLANTAÇÃO DO BIM E A MELHORIA DO PROCESSO DE PROJETO NA CPTM**. Monografia – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 102. 2018.

CHECCUCCI, E. de S. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019008, fev. 2019. DOI 10.20396/parc.v10i0.8653708. Disponível em: <

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653708>> . Acesso em: 20 abril. 2022.

CHENG, J.C.P; LU, Q. **A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide**, *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, [s. l.], v. 20, p. 442-478, 2015. Disponível em: <https://www.itcon.org/paper/2015/27>. Acesso em: 25 abr. 2022.

CICHINELLI, G. C. BIM. 2012. **Construção Mercado**. Disponível em <construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/127/integracao-absoluta-disparidade-na-adocao-entre-projetistas-arquitetos-e-282614-1.aspx > Acesso em: 05 maio 2022.

CNM, Confederação Nacional dos Municípios. **Catálogo de Parcerias entre Centros de Ensino e Pesquisa e Municípios**. Brasília: 2018.

CNM, Confederação Nacional dos Municípios. **Planos Diretores para Municípios de pequeno porte**. Brasília: 2015.

CPTM otimiza serviços e projetos com soluções da Autodesk. Disponível em <<https://itforum.com.br/noticias/cptm-otimiza-servicos-e-projetos-com-solucoes-da-autodesk/>>. Acesso em: 26 julho 2022.

_____. Decreto de 5 de junho de 2017. **Institui o Comitê Estratégico de Implantação do Building Information Modelling**. Revogado. 2017. Disponível em: . Acesso em: 22 abril. 2022.

_____. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p.2, col.2. de 23/08/2019. ISSN 1677-7042. 2019. Disponível em: . Acesso em: 23 abril. 2022.

_____. Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020. **Estabelece a utilização do Building Information Modelling 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 BIM-BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 5, col. 2, de 03/04/2020. ISSN 1677-7042. 2020. Disponível em: . Acesso em: 23 abril. 2022.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Katheleen. **BIM Handbook, A Guide to Building Information, Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors** . New Jersey: 2008.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to Building Information Modelling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons. 2011.

FARIA, D.R.G; BARROS, M.M.S.B; SANTOS, E.T. **Proposição de um protocolo para contratação de projetos em BIM para o mercado da construção civil nacional**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16., São Paulo, Brasil. Anais [...]. São Paulo, 2016.

FERNANDES, F.; SCHEER, S.; JUNIOR, G. **O uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM) no ciclo de vida de edificações militares**. Programa de Pós-Graduação- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p.19, 2020.GOVERNO DE SANTA CATARINA. Caderno de Apresentação de Projetos em BIM. Florianópolis: Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina, 2015. 98 p.

GUREVICH, U.; SACKS, R.; SHRESTHA, P. BIM Adoption by Public Facility Agencies: **Impacts on Occupant Value**. **Building Research & Information**, [s. l.], v. 45, n. 6, p. 610-630, 2017. v. 36, p. 145-151, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1289029>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613218.2017.1289029?journalCode=rbri20>. Acesso em: 25 abril. 2022.

GENEVIVA, Walter. **Lei dos registros públicos comentados**. São Paulo: 2005, 16 ed.
KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia. Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais. Brasília: MDIC, 162 p., 2015.

KASSEM, M.; LEUSIN, S. **Projeto de apoio aos diálogos setoriais União Europeia – Brasil. BIM: Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**, Brasília, DF, 2015. Disponível em: . Acesso em: 25 abril. 2022.

KHOSROWSHAHI, F.; ARAYICI, Y. **Roadmap for Implementation of BIM in the UK Construction Industry**. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [s. l.], v. 19, n. 6, p. 610-635, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1108/09699981211277531>. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/09699981211277531>. Acesso em: 30 abril. 2022.

LIMA, L. O. **Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do Building Information Modeling**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Curitiba, 2019. Disponível em: . Acesso em: 20 abril. 2022.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). **Livreto Estratégia BIM-BR: Construção Inteligente**. Brasília, DF, 2018b. Disponível em . Acesso em: 22 abril. 2022.

_____. Ministério Público do Distrito Federal e Territórios. **Caderno de Projetos e de Gestão de Edificações em BIM (CPGE-BIM)**. Brasília, 2020. Disponível em: . Acesso em: 22 abril. 2022.

MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito Municipal Brasileiro**. São Paulo, Malheiros Editores, 2006.

PEREIRA, A.P.; AMORIM, A. **Implantação BIM: Gestão dos Processos de Projeto**. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 1., Simpósio Brasileiro De Gestão E Economia Da Construção, 10., Fortaleza, Brasil. Anais [...]. Fortaleza, CE: Marketing Aumentado, 2017.

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, M. **ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS E DIFICULDADES DA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM EM OBRAS PÚBLICAS DE MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE**. Monografia - Centro Universitário de Brasília. Brasília, p. 76. 2018.

SUCCAR, B. Building information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, Netherlands, n. 18, p. 357-375, 2009. DOI 10.1016/j.autcon.2008.10.003.

SUCCAR, B.; SHER W.; WILLIAMS, A.: **Measuring BIM performance: Five metrics**. In: **Architectural Engineering and Design Management**, Volume 8, 2012, p. 120-142. School of Architecture and Built Environment, University of Newcastle, Australia. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/225088877_Measuring_BIM_Performance_Five_Metrics> . Acesso em: 02 maio 2022.

TABORDA, P., CACHADINHA, N. **BIM nas obras públicas em Portugal: Condicionantes para uma implementação com sucesso**. In: Congresso Construção 2012, 4., 2012, Coimbra, Portugal, Anais [...]. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/10012>. Acesso em: 30 de abril 2022.

ANEXO A- Relatório Fotográfico da Praça e Academia de Saúde do Povoado Alecrim



Fonte: Autor (2022).



Fonte: Autor (2022).



Fonte: Autor (2022).



Fonte: Autor (2022).

ANEXO B- Relatório Fotográfico a Quadra de Esportes do Povoado Tábua



Fonte: Autor (2022).



Fonte: Autor (2022).

ANEXO C- Estacionamento do Posto de Saúde do Povoado Adique



Fonte: Autor (2022).



Fonte: Autor (2022)

ANEXO D- Antes e Depois dos Canteiros Centrais da Avenida Walter Franco



Fonte: Autor (2022).



Fonte: Autor (2022).