

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

IGOR ALEXANDRO ZANELLI ROCHA

**TERMO DE ABERTURA DE PROJETO PARA
IMPLANTAÇÃO DO *BIM - BUILDING INFORMATION
MODELLING* EM INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE
ENSINO**

Taubaté – SP
(2022)

IGOR ALEXANDRO ZANELLI ROCHA

**TERMO DE ABERTURA DE PROJETO PARA
IMPLANTAÇÃO DO *BIM - BUILDING INFORMATION
MODELLING* EM INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE
ENSINO**

Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica, na área de Gestão da Produção.

Orientador(a): Profa. Dra. Miroslava Hamzagic

**Taubaté – SP
(2022)**

Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi
Universidade de Taubaté - Unitau

R672t Rocha, Igor Alexandro Zanelli
Termo de abertura de projeto para implantação do BIM - Building Information Modelling em Instituições Federais de Ensino / Igor Alexandro Zanelli Rocha. -- 2022.
124 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Taubaté, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Taubaté, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Miroslava Hamzagic, Departamento de Engenharia Mecânica.

1. BIM. 2. Modelagem da Informação da Construção. 3. TAP - Termo de Abertura de Projeto. 4. Administração Pública. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica. Mestrado em Engenharia Mecânica. II. Título.

CDD – 692.3

IGOR ALEXANDRO ZANELLI ROCHA

**TERMO DE ABERTURA DE PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DO BIM -
BUILDING INFORMATION MODELLING EM INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE
ENSINO**

Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica, na área de Gestão da Produção.

DATA: _____

RESULTADO: _____

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Miroslava Hamzagic UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: _____

Profa. Dra. Valesca Alves Corrêa UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: _____

Profa. Dra. Divani Barbosa Gavinier FATEC TAUBATÉ

Assinatura: _____

(4, março e 2022)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas me ajudaram na concretização deste trabalho, o que seria extenso aqui elencar, mas a todas deixo aqui minha gratidão.

Agradeço aqui em especial as contribuições de algumas pessoas, de demasiada importância na realização deste estudo:

À minha orientadora Profa. Dra. Miroslava Hamzagic, por todo conhecimento transmitido, auxílio, paciência e motivação durante o desenvolvimento de todo o trabalho.

Às professoras Dra. Valesca Alves Corrêa e Dra. Divani Barbosa Gavinier, por aceitarem compor a banca examinadora, podendo contribuir com este estudo.

Aos meus pais Maria Inês e Alexandre, por me criarem, educarem e motivarem durante toda minha vida.

Aos meus irmãos Isabela e Juliano, pelo companheirismo, amizade, apoio e incentivo em todos os momentos.

À minha esposa Ingrid, pela parceria diária, suporte, motivação, carinho, amor e paciência, principalmente durante todo o período do mestrado.

Aos meus demais familiares e amigos, por todo auxílio durante toda a minha vida.

E agradeço a Deus pela vida e todo conhecimento.

RESUMO

A quarta revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, está diretamente relacionada à inovação tecnológica na indústria, tendo como base conceitos como a digitalização, automação e integração de processos. Quando aplicados, tais conceitos a indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO), a principal tecnologia atualmente em uso é a Modelagem da Informação da Construção (BIM), expressando a inovação na construção civil. O BIM engloba uma série de conceitos e práticas voltados para a melhoria de obras e serviços de engenharia, podendo ser aplicado em todo o ciclo de vida das construções, auxiliando em diversas áreas de atuação dentro do setor de construção civil, inclusive junto ao setor público. Considerando-se a dificuldade da Administração Pública em obter obras e de serviços de engenharia de qualidade, o governo federal brasileiro tem tomado medidas de incentivo à adoção do BIM nas contratações e execuções de tais serviços, visto os benefícios que os conceitos BIM podem trazer. Este estudo propõe um Termo de Abertura de Projeto (TAP) para implantação do BIM em um Instituto Federal de Educação, introduzindo os conceitos BIM aos processos de contratação e elaboração de projetos de engenharia, visando a melhoria de suas construções. Para desenvolvimento do TAP foram analisados dados de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, acrescidos de informações levantadas na bibliografia existente, aplicando-se conceitos de gerenciamento de projetos junto a fatores necessários ao sucesso de implantação do BIM em instituições. O TAP desenvolvido foi submetido juntamente com um questionário à diversas instituições públicas de ensino, de forma aleatória, visando sua validação. Com a validação do documento foi possível propor um caminho para o início das atividades de implantação da Modelagem da Informação da Construção em instituições de ensino da Administração Pública.

Palavras-chave: *BIM*; Modelagem da Informação da Construção; TAP; Termo de Abertura de Projeto; Administração Pública.

ABSTRACT

The fourth industrial revolution, also known as Industry 4.0, is directly related to technological innovation in the industry, based on concepts such as digitization, automation and process integration. When these concepts are applied to the Architecture, Engineering, Construction and Operations (AECO) industry, the main technology currently in use is the Construction Information Modeling (BIM), expressing innovation in civil construction. BIM encompasses a series of concepts and practices aimed at improving engineering works and services and can be applied throughout the life cycle of constructions, assisting in various areas of activity within the civil construction sector, including with the public sector. Considering the difficulty of the Public Administration in obtaining quality engineering works and services, the Brazilian federal government has taken measures to encourage the adoption of BIM in the hiring and execution of such services, given the benefits that BIM concepts can bring. This study proposes a Project Opening Term (TAP) for the implementation of BIM in a Federal Institute of Education, introducing BIM concepts to the processes of contracting and elaboration of engineering projects, aiming at improving their constructions. To develop the TAP, data from a Federal Institute of Education, Science and Technology were analyzed, added to information from the existing bibliography, applying project management concepts together with factors necessary for the successful implementation of BIM in institutions. The developed TAP was sent along with a questionnaire to several specialists and public educational institutions, aiming at validating the proposed term. With the approval of the document, it was possible to propose a way to initiate processes for the implementation of Construction Information Modeling in educational institutions of the Public Administration.

KEYWORDS: BIM; Building Information Modeling; TAP; Project Opening Term; Public administration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tecnologias aplicadas na Indústria 4.0.....	16
Figura 2 – Relação entre Projeto, Programa e Portifólio.....	28
Figura 3 – Partes interessadas envolvidas em um projeto	30
Figura 4 – Áreas de conhecimento envolvendo o gerenciamento de projetos.....	32
Figura 5 – Inter-relação dos componentes-chave do Guia PMBOK em projetos	33
Figura 6 – Grupo de processos de iniciação.....	34
Figura 7 – Desenvolvimento de Termo de Abertura do Projeto.....	35
Figura 8 – Elementos que compõe os conceitos BIM	42
Figura 9 – Uso do BIM no ciclo de vida da edificação.....	44
Figura 10 – ROADMAP de implantação do BIM.....	49
Figura 11 – Ciclo de vida da construção com base em transmissão de informações.....	59
Figura 12 – Causas para a deficiência em orçamentos	62
Figura 13 – Processo de orçamentação de obras	62
Figura 15 – Modelo de execução da Revisão Bibliográfica Sistemática	65
Figura 14 – Método de desenvolvimento do trabalho.....	71
Figura 16 – EAP para Implantação do BIM em Institutos Federais.....	73
Figura 17-1 – Diagrama de Gantt para implantação do BIM – Parte 1.....	82
Figura 18-1 – Cronograma Físico-Financeiro Estimativo para Implantação do BIM – Parte 1	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativa de prazos para cada etapa da implantação.....	80
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Adoção do BIM no Brasil por área de atuação.....	18
Gráfico 2 – Projeção de adoção do BIM no Brasil por área de atuação.	19
Gráfico 3 – Variações de riscos e custos ao longo do projeto	34
Gráfico 4 – Perfil do profissional questionado.....	95
Gráfico 5 – Respostas à questão I.....	96
Gráfico 6 – Respostas à questão II.....	97
Gráfico 7 – Respostas à questão III	97
Gráfico 8 – Respostas à questão IV	98
Gráfico 9 – Respostas à questão V	99
Gráfico 10 – Respostas à questão VI.....	100
Gráfico 11 – Respostas à questão VII.....	100
Gráfico 12 – Respostas à questão VIII.....	101
Gráfico 13 – Respostas à questão IX.....	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplos de fatores que levam à criação de um projeto	26
Quadro 2 – Bases para o Gerenciamento de Projetos.....	27
Quadro 3 – Comparativo entre Projeto, Programa e Portfólio, aplicado no Gerenciamento de Projetos Organizacionais.....	29
Quadro 4 – Conhecimentos necessários para Gerentes de Projeto.....	31
Quadro 5 – Desenvolvimento do TAP – entradas e saídas primárias	35
Quadro 6 – Documentos de negócio do projeto	36
Quadro 7 – Ferramentas e Técnicas aplicadas na elaboração do TAP	37
Quadro 8 – Níveis de Desenvolvimento.....	46
Quadro 9 – Normas BIM.....	50
Quadro 10 – Fatores Críticos de Sucesso para Implantação do BIM.....	51
Quadro 11 – Conceitos de Obras e Serviços de Engenharia.....	58
Quadro 12 – Etapas para concepção de um projeto	60
Quadro 13 – Documentos que compõem o Projeto Básico	61
Quadro 14 – Carga horária de disponibilidade do quadro técnico para o projeto de Implantação BIM.....	79
Quadro 15 – Custo de mão de obra, dada a disponibilidade de cada profissional ..	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileiras De Normas Técnicas
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construções e Operações
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
ENAP	Escola Nacional De Administração Pública
IBRAOP	Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas
IFs	Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia
IPMA	<i>International Project Management Association</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PMKB	<i>Project Management Knowledge Base</i>
RDC	Regime Diferenciado de Contratações Públicas
SEAP	Secretaria De Estado Da Administração E Patrimônio
TCU	Tribunal de Contas da União

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Contextualização.....	15
1.2	Problema	19
1.3	Objetivos.....	21
1.3.1	Objetivo Geral.....	21
1.3.2	Objetivos Específicos	21
1.4	Delimitação do Trabalho	21
1.5	Motivação Regulatória.....	22
1.6	Estrutura do Trabalho	24
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1	Gerenciamento de Projetos.....	25
2.1.1	Conceitos e Definições	25
2.1.2	Termo de Abertura de Projeto (TAP)	34
2.2	Modelagem da Informação da Construção – BIM.....	41
2.2.1	Contexto Histórico e Conceito	41
2.2.2	Interoperabilidade	44
2.2.3	Nível De Desenvolvimento (ND).....	45
2.2.4	Dimensões do BIM	46
2.2.5	Gerente BIM (BIM Manager)	48
2.2.6	Plano de Implantação BIM.....	48
2.3	Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) do uso do BIM no gerenciamento de projetos junto à Administração Pública.....	54
2.4	Obras e Serviços de Engenharia em Instituições Federais de Ensino	56
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	64
3.1	Aspectos Gerais.....	64
3.2	Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) da Literatura	65
3.2.1	Principais fontes de informação (fontes primárias).....	65
3.2.2	Definição de Strings e fontes de busca para as referências.....	67
3.2.3	Definição dos critérios de inclusão	68
3.2.4	Definição dos critérios de qualificação.....	69
3.2.5	Definição do método de busca e as ferramentas	69
4	DESENVOLVIMENTO	72
4.1	Estrutura analítica do projeto (EAP)	72
4.2	Caso de Negócio (<i>Business Case</i>).....	73
4.2.1	Objetivo	73
4.2.2	Justificativa	74
4.2.3	Alinhamento Estratégico.....	75
4.2.4	Contextualização	75
4.2.5	Diagnóstico.....	76
4.2.6	Estimativa de Prazo.....	77
4.2.7	Estimativa de Custos.....	83
4.2.8	Riscos e Fatores Críticos de Sucesso	86
4.2.9	Indicadores e Metas	87
4.2.10	Cronograma Físico-Financeiro Estimativo.....	89
4.2.11	Responsáveis pelos Benefícios.....	91
4.3	Acordos	91
4.4	Fatores ambientais da empresa (FAEs) e Ativos de processos organizacionais (APOs)	91

4.5	Aprovação do TAP	93
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	95
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
	REFERÊNCIAS.....	104
	ANEXOS	111

Anexo I 111

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Atualmente, vive-se no mundo a chamada 4ª Revolução Industrial, também conhecida na Europa como *Industrie 4.0* (Indústria 4.0), ou mesmo *Advanced Manufacturing* (Manufatura Avançada) nos Estados Unidos. Os termos não apresentam exatamente a mesma grafia, devido principalmente às diferenças de abordagens de cada país. De forma geral, os conceitos significam agilizar processos envolvendo a digitalização, conforme Arbix (2017). Já para Cavata *et al.* (2019), a manufatura avançada representa uma evolução da manufatura convencional, tendo-se como base as aplicações dos conceitos desenvolvidos recentemente, quando do avanço tecnológico. Estes conceitos estão ligados diretamente a inovações tecnológicas aplicadas à indústria, tendo como base a integração, digitalização e automação de processo, ainda conforme Arbix (2017).

O avanço em tecnologias de ponta é crucial para viabilizar a implantação da manufatura avançada, sendo que as características de cada país, como a infraestrutura de tecnologia da informação e comunicação, a cultura, o desenvolvimento da educação e da economia, assim como instabilidades políticas, são fatores que interferem muito nos níveis de investimento em tecnologias inovadoras, conforme destacado por Dalenogare (2020).

Para Cavalcanti *et al.* (2018), o que orienta a Indústria 4.0, são seis princípios básicos: a interoperabilidade, a virtualização ou monitoramento remoto de processos, a descentralização da tomada de decisões, a capacidade de análises em tempo real, a orientação a serviço ou integração entre os diversos setores de uma empresa e a modularidade em que existe a aplicação de módulos de produção em função da demanda.

Endeavor (2021) apresenta, como as tecnologias são aplicadas aos conceitos da Indústria 4.0, exibidas na Figura 1.

Figura 1 – Tecnologias aplicadas na Indústria 4.0



Fonte: Endeavor (2021)

Cavalcanti *et al.* (2018) relata que, atualmente, há a aplicação dos conceitos bases da Indústria 4.0 ao setor de construção civil, assim como há o desenvolvimento de novas tecnologias para aplicação nas demandas da área, sendo uma das principais a Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling – BIM*). Cavalcanti *et al.* (2018, p. 152) define o BIM como “uma ferramenta capaz de elaborar todos os projetos de maneira integrada, contemplando todas as informações que afetam todo o ciclo da obra”.

Succar e Kassen (2015) designam o BIM como algo que atualmente expressa a inovação na indústria da construção, demonstrando a importância das tecnologias na melhoria das atividades da indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO). Esta nomenclatura é muito utilizada por estes dois autores.

Kamardeen (2010) considera o BIM um paradigma emergente que permite a criação de modelos 3D, carregados de informações sobre os componentes de uma edificação, tanto para a construção quanto para sua operação, podendo, as decisões, serem tomadas de forma automatizada. Esse novo paradigma pode ampliar o interesse das partes para um melhor desempenho em projetos, situação pontuada por Mcauley, Hore e West (2012).

Neste contexto, é razoável pensar que para se manter em um mercado competitivo, deve-se investir em inovação tecnológica, sendo extremamente relevantes os conceitos BIM para a indústria AECO.

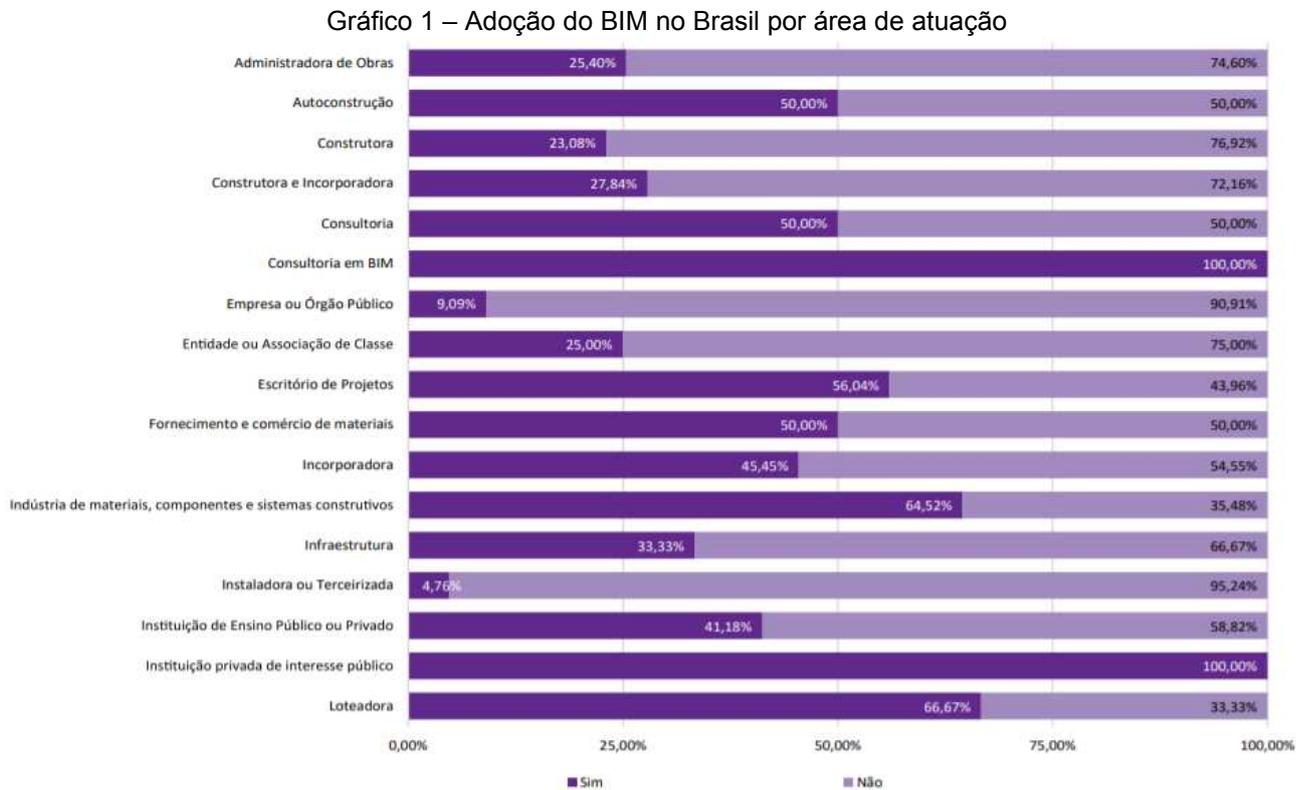
Os conceitos que envolvem o BIM consistem basicamente na melhoria de tecnologias, pessoas, processos e procedimentos envolvidos em determinado sistema, interagindo em todas as fases envolvidas em um processo de construção, conforme relatado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), em ABDI (2017). Tal Agência orienta que para um processo de implantação BIM é necessária uma análise das características de cada pessoa envolvida no processo, levantando-se as capacidades e necessidades de melhoria de cada profissional. Os fatores tecnológicos – equipamentos e *softwares* – os processos e os procedimentos adotados nas atividades devem ser avaliados, providenciando-se as atualizações tecnológicas necessárias, definindo e deixando claros os processos e procedimentos a todas as partes, garantindo maior eficácia na execução dos serviços (ABDI, 2017).

Outro ponto a ser observado é a cultura organizacional da instituição, uma vez que uma implantação BIM gerará grandes alterações na estrutura de execução de serviços, conforme pontuado por Brito (2019).

Instituições Públicas são inseridas dentro da área AECO, uma vez que contratam muitas obras ou serviços de engenharia, visto a necessidade de melhoria, ampliação, adequação ou manutenção de suas instalações, impactadas pelas inovações tecnológicas na área de construção civil. Logo, a aplicação de conceitos BIM deve ser observada para o cenário da indústria AECO voltada para órgãos e entes públicos. Essa importância significativa para a Administração Pública já tem sido considerada pelo governo federal brasileiro com a adoção do Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, que institui a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* no Brasil (Estratégia BIM BR). Além de tal decreto, foi publicada a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos, a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, que define em seu artigo 19, § 3º, a preferência de adoção da Modelagem da Informação da Construção para as licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, consolidando a relevância e necessidade de investimento em tecnologias de ponta e na capacitação de seus profissionais, adequando as instituições públicas ao mercado atual de construção civil, inserindo-os gradualmente na Indústria 4.0.

Um estudo efetuado pela ABDI em 2020, em parceria com o Sienge (Plataforma de Soluções em Construção) e a empresa de consultoria internacional Grand Thornton, avaliou o nível de maturidade do setor de construção para a implementação

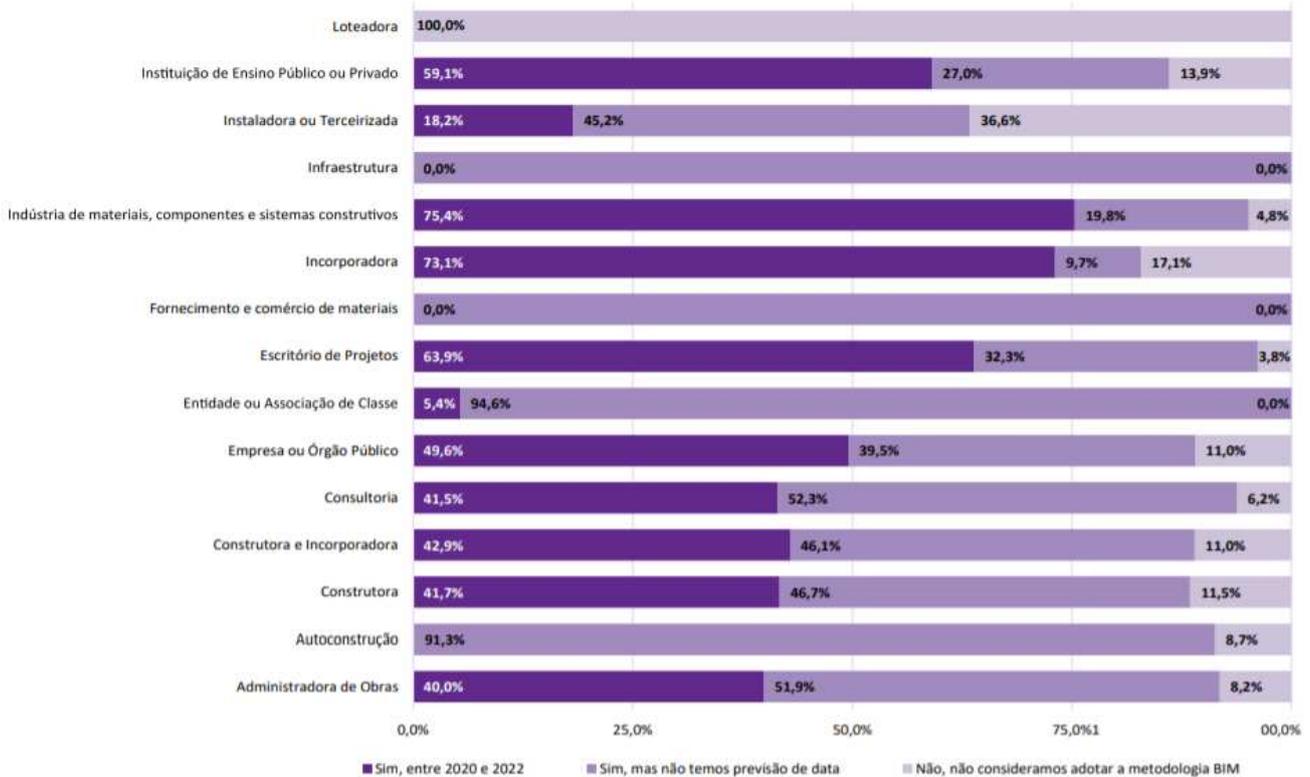
e adoção do BIM no Brasil. No Gráfico 1 é apresentada a adoção do BIM por área de atuação, conforme ABDI *et al.* (2020).



Fonte: ABDI *et al.* (2020)

Nota-se pelo Gráfico 1 a baixa adoção do BIM por parte de Empresas ou Órgãos Públicos, assim como em outras áreas de atuação brasileira, embora para Instituições de Ensino Público ou Privado já exista adoção considerável do BIM. Já no Gráfico 2, também retirado de ABDI *et al.* (2020), são exibidas as projeções de ampliação do uso do BIM no Brasil.

Gráfico 2 – Projeção de adoção do BIM no Brasil por área de atuação.



Fonte: ABDI *et al.* (2020)

Tais dados demonstram que, embora não haja uma maioria de utilização do BIM nos diversos setores analisados, há boa projeção de melhoria, mesmo que não haja definição de uma data concreta para tais investimentos. Para as Empresas e Órgãos Públicos, assim como em Instituições de Ensino Público ou Privado, há previsão de ampliação do uso BIM já para o final de 2022.

1.2 Problema

Obter obras e serviços de engenharia com qualidade na administração pública tem sido uma tarefa com baixo índice de sucesso, visto os inúmeros problemas recorrentes durante a execução de obras, atrasos de cronograma ou medições, conseqüentemente sendo necessários aditivos contratuais de prazo, ou mesmo aditivos de valor, gerados principalmente por ajustes em projetos durante a execução da obra, situação relatada por Junior e Fabricio (2011). Estes autores expõem como fundamental, para as obras públicas, o papel da fase projeto (*design*) na indústria da construção civil, uma vez que organizações públicas devem seguir uma série de procedimentos para contratação, compondo as fases do processo de licitação.

Quando se fala da contratação de obras e serviços de engenharia na Administração Pública, tem-se como principal referência normativa a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Em se tratando das Instituições Federais de Ensino, tem-se também a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, que instituiu o Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC). Devem ainda ser observados outros normativos que poderão influenciar cada tipo de órgão ou ente público, assim como as atividades contratadas. Recentemente, foi publicada a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, que substituirá tanto a Lei nº 8.666 quanto a Lei nº 12.462, revogando-as após um prazo de dois anos, contados a partir de sua publicação. A Lei nº 14.133 estabelece novas normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, devendo todos os órgãos e entes públicos se adequarem a esta nova lei, seus processos e contratação.

As obras e serviços de engenharia licitados pelos Institutos Federais (IFs) são em geral licitadas por 'menor preço' ou 'maior desconto', podendo ser aplicados outros critérios em situações específicas, conforme a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011. Cechetti (2016) conclui em seu estudo que tais tipos de licitações tendem a gerar desgaste junto às empresas executoras das obras, uma vez que são usados como justificativa, pelas contratadas, para solicitações de aditivos e para o uso de materiais de baixa qualidade, prejudicando a qualidade dos serviços prestados à comunidade.

Em levantamento de dados junto à Administração Pública Federal, Junior e Fabricio (2011) observam em seu estudo que existem muitas falhas no processo de concepção de projetos, envolvendo uma baixa interação entre as áreas de projeto resultando em incompatibilidades observadas durante a execução das obras. Há uma grande quantidade de revisões, por não atendimento às normas e especificações previstas para a etapa a ser entregue, mesmo havendo visitas por parte dos projetistas durante a elaboração do projeto. Isto leva a concluir que a maior parte dos problemas ocorridos na execução de obras públicas tem como causa a baixa qualidade de projetos licitados.

Por fim, especificamente para obras e serviços de engenharia, constata-se que o maior problema é conseguir obter produtos de qualidade, que atendam às necessidades da instituição e a todas as normas técnicas vigentes. Nesse contexto, um fator de grande relevância é conseguir atingir patamares de maior qualidade na fase de projetos (*design*), reduzindo-se os problemas nas fases seguintes, permitindo assim melhores construções.

1.3 Objetivos

Tendo em vista os problemas elencados no item anterior, assim como considerando-se o uso dos conceitos BIM na melhoria da gestão de atividades e para maior qualidade das obras e serviços de engenharia, é possível definir o uso preferencial de BIM para as licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura. Observa-se que os recursos fornecidos pela metodologia no gerenciamento de projetos de construção civil junto à Administração Pública devem ser aplicados nas estruturas organizacionais das instituições contando-se com o incentivo do governo através do já citado Decreto nº 9.983, de 22 de agosto 2019, reforçado pela Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021.

1.3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo geral elaborar um Termo de Abertura de Projeto, TAP, para implantação do BIM em um Instituto Federal de Ensino.

1.3.2 Objetivos Específicos

Podemos desdobrar o objetivo principal nos seguintes objetivos específicos:

- Levantar, no estado da arte da literatura, os conceitos, benefícios e riscos da aplicação de práticas de gestão de projetos em BIM na construção civil;
- Desenvolver, para o contexto de negócios de uma instituição federal, uma proposta de projeto, em formato de termo de abertura de projeto, para implantação do BIM;
- Validar o termo de abertura do projeto com especialistas das áreas de construção civil e de gestão de projetos, assim como junto aos IFs, visando a melhoria na qualidade dos projetos de engenharia.

1.4 Delimitação do Trabalho

Devido à variedade de normativos e legislações existentes, distintas entre as esferas municipais, estaduais e federais, foi feita uma análise para elaboração do

Termo de Abertura do projeto para implantação do BIM apenas em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, IFs.

Tendo em vista todas as etapas de construção de uma edificação, a proposta do trabalho consiste em garantir na fase de projeto um produto de maior qualidade, que atenda melhor às necessidades da instituição, assim como a todas as normas pertinentes, gerando poucos erros para a fase de execução. Muitas das dificuldades encontradas nas obras são oriundas de projetos não incipientes, além de planilhas orçamentárias que não refletem as especificações de projetos, nem os preços reais de mercado.

Foi proposta uma abordagem para a implantação dos conceitos BIM em uma Diretoria de Engenharia e Arquitetura de um IF, especificamente para a fase de projeto (*design*), não tendo sido analisados problemas envolvendo outras fases do ciclo de vida das construções.

A proposta do trabalho não consiste em avaliar profundamente inúmeras ferramentas que possam ser implementadas para melhoria de projetos, mas sim mostrar o BIM como uma solução viável, de grande benefício, propondo uma melhor maneira de implantá-lo, dadas as especificidades das Instituições Federais.

1.5 Motivação Regulatória

Nos diversos órgãos ou entidades públicas há setores responsáveis por sua infraestrutura, mais especificamente nas áreas de Engenharia e Arquitetura, estando em seu escopo todas as obras e serviços de engenharia necessários à melhoria e adequação da infraestrutura das instituições. Em geral, há participação dos profissionais do setor em diversas etapas para obtenção de um produto, desde o planejamento até as atividades pós-obras (operação e manutenção das edificações). Devido ao quadro reduzido de profissionais, os serviços de elaboração de projetos e execução de obras tendem a ser licitados, fazendo parte do escopo dos profissionais dos setores a fiscalização dos contratos referentes a essas licitações. No entanto, são notórios os problemas que a Administração Pública vem enfrentando junto às empresas contratadas para elaboração de projetos, com atrasos significativos, rescisões contratuais, diversos processos sancionadores, baixa qualidade dos projetos apresentados, o que tem dificultado a obtenção de produtos de qualidade, bem como sobrecarregado os setores envolvidos com atividades reincidentes e nada produtivas.

Neste contexto, buscar ferramentas capazes de mitigar ou eliminar muitos desses problemas é estratégico para um melhor desempenho dos órgãos e entes públicos. Dentre as ferramentas existentes, o BIM tem ganhado muito espaço e incentivo junto à Administração Pública. ABDI (2017, p. 7) levanta os benefícios do BIM, conforme listado a seguir:

- Melhoria na precisão de projetos, tanto na especificação, quanto para a quantificação e orçamentação;
- Possibilidade de simulação das diversas etapas da construção, permitindo a identificação e eliminação de conflitos antes mesmo da construção;
- Diminuição de retrabalhos e desperdícios (resíduos);
- Disponibilização de simulação de desempenho dos elementos, de sistemas e do próprio ambiente construído;
- Gestão mais eficiente do ciclo de obra;
- Diminuição de prazos e custos;
- Maior consistência de dados e controle de informações e processos, resultando em maior transparência nas contratações públicas e privadas.

A implantação dos conceitos BIM tem sido muito utilizada na construção civil, inclusive já contando com incentivos governamentais, permitindo aprimorar a qualidade de projetos recebidos, facilitar o acompanhamento e execução de obras, sendo uma possível solução para viabilizar a elaboração de projetos executivos detalhados na área de engenharia e arquitetura, nos termos da Lei do Regime Diferenciado de Contratações, a Lei nº 12.462/2011. Com a melhoria dos projetos, conseqüentemente haveria melhoria na qualidade das obras, assim como maior facilidade de operação e manutenção das edificações. O entendimento do governo federal como sendo estratégica a adoção do BIM é observado pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, que institui a Estratégia BIM BR. Além do citado decreto, consta na Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, a Lei de Licitações e Contratos Administrativos, no art. 19, § 3º, que, para as licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, deverá ser preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção, demonstrando a importância para os órgãos e entes públicos da necessidade de investimentos em tecnologias e qualificações de seus profissionais para o aperfeiçoamento de suas equipes de trabalho nesta área da construção civil.

1.6 Estrutura do Trabalho

O capítulo I introduz o presente trabalho, contextualizando o tema e o problema a ser resolvido, bem como descrevendo os objetivos e delimitações do estudo, suas justificativas e motivações.

O Capítulo II apresenta a Revisão Bibliográfica referente aos conceitos de gerenciamento de projetos, à modelagem da informação da construção, ao uso da modelagem da informação no gerenciamento de projetos em obras públicas e às contratações de serviços de engenharia e obras em Instituições Federais de Ensino.

O Capítulo III apresenta a Metodologia de Pesquisa aplicada na elaboração do Termo de Abertura de Projeto.

O Capítulo IV descreve o Desenvolvimento da solução proposta, com o efetivo desenvolvimento do Termo de Abertura de Projeto para a implantação do *Building Information Modeling*.

O Capítulo V apresenta o Resultados Obtidos, ou seja, o Termo de Abertura de Projeto proposto, assim como as discussões resultantes do processo de aprovação do termo.

Por fim, o Capítulo VI apresenta as Considerações Finais sobre o trabalho desenvolvido e sugestões para expansão dos estudos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gerenciamento de Projetos

2.1.1 Conceitos e Definições

PMI (2017, p. 4) define projeto como “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único”. Além da citada definição, PMI (2017) descreve o projeto como a execução de atividades para atingir-se um objetivo, sendo efetuadas diversas entregas, produtos ou resultados, no decorrer de sua execução, tendo-se em vista que os líderes utilizam dos projetos como geradores de valor e de mudança em resposta a fatores que afetam suas organizações, podendo envolver um profissional ou grupos de indivíduos, mantendo um caráter temporário com data de início e término de seu desenvolvimento.

Segundo a norma da ABNT (2012a, p. 5) que publica orientações sobre gerenciamento de projetos, “um projeto é um conjunto único de processos que consiste em atividades coordenadas e controladas com datas de início e fim, empreendidas para atingir os objetivos do projeto”. Vargas (2018) considera a seguinte definição para projeto:

Projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade. (VARGAS, 2018, p. 7)

Em IPMA (2016) o projeto é definido como um esforço único, com prazo definido, que envolve diversas áreas, objetivando entregas que atendam aos requisitos e restrições pré-definidas.

O Quadro 1 exhibe alguns exemplos de fatores que podem levar à criação de um projeto.

Quadro 1 – Exemplos de fatores que levam à criação de um projeto

Fator específico	Exemplos de fatores específicos	Cumprir requisitos regulatórios, legais ou sociais	Atender a pedidos ou necessidades das partes interessadas	Criar, melhorar ou corrigir produtos, processos ou serviços	Implementar ou alterar estratégias de negócio ou tecnológicas
Nova tecnologia	Uma empresa de eletrônicos autoriza um novo projeto para desenvolver um notebook mais rápido, mais barato e menor com base em avanços na tecnologia de memória computacional e eletrônica			X	X
Forças concorrenciais	Preços mais baixos de produtos de um concorrente resultam na necessidade de reduzir os custos de produção para manter a competitividade				X
Problemas de materiais	Uma ponte municipal desenvolveu rachaduras em alguns dos suportes, o que resultou em um projeto para corrigir os problemas	X		X	
Mudanças políticas	Um representante recém-eleito promove mudanças no financiamento de um projeto atual				X
Demanda de mercado	Uma empresa automobilística autoriza um projeto para produzir carros mais eficientes em consumo de combustível, em resposta à escassez de gasolina		X	X	X
Mudanças econômicas	Uma mudança econômica resulta em alteração nas prioridades de um projeto atual				X
Solicitação de cliente	Uma empresa elétrica autoriza um projeto para construir uma subestação para atender um novo parque industrial		X	X	
Demandas de partes interessadas	Uma parte interessada requer que uma nova saída seja produzida pela organização		X		
Requisitos legais	Uma indústria química autoriza um projeto para estabelecer diretrizes para o manuseio adequado de novos materiais tóxicos	X			
Melhorias em processos de negócios	Uma organização implementa um projeto que resulta de um exercício de mapeamento de fluxo de valor Lean Six Sigma			X	
Oportunidade estratégica ou necessidade de negócio	Uma empresa de treinamento autoriza um projeto para criar um novo curso para aumentar sua receita			X	X
Necessidade social	Uma organização não governamental de um país em desenvolvimento autoriza um projeto a fornecer sistemas de água potável, esgoto e educação sanitária às comunidades vítimas de altos índices de doenças infecciosas		X		
Considerações ambientais	Uma empresa pública autoriza um projeto para criar um novo serviço de compartilhamento de carros elétricos para reduzir a poluição			X	X

Fonte: PMI, 2017

Para ENAP (2014), existem na atualidade muitas fontes, guias, metodologias e métodos que discutem o gerenciamento de tais projetos, visto ser este um tema que envolve diversas áreas. Algumas dessas metodologias são exibidas no Quadro 2.

Quadro 2 – Bases para o Gerenciamento de Projetos

ITEM	METODOLOGIA/NORMA/ GUIA	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA
1	PMBOK– A GUIDE TO THE PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (GUIA DO CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS)	UM GUIA QUE IDENTIFICA UM SUBCONJUNTO DE CONHECIMENTOS EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS GERALMENTE RECONHECIDOS COMO BOAS PRÁTICAS.	PMI (2017)
2	ZOPP– ZIEL ORIENTIERTE PROJECKT PLANUNG (PLANEJAMENTO DE PROJETO ORIENTADO POR OBJETIVOS)	O MÉTODO ZOPP (ZIEL-ORIENTIERTE PROJEKT PLANUNG) É UTILIZADO PARA O PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO DE PROJETOS NAS MAIS DIVERSAS ÁREAS.	PMBK (2006)
3	RBM - RESULTS BASED MANAGEMENT (GESTÃO DE PROJETOS COM BASE EM RESULTADOS)	METODOLIGA ONDE OS PROJETOS TÊM COMO FOCO O RESULTADO.	BOUCHAMMA & APRIL (2020)
4	ISO 21.500:2012 - ORIENTAÇÕES SOBRE GERENCIAMENTO DE PROJETO	NORMA QUE FORNECE ORIENTAÇÕES SOBRE CONCEITOS E PROCESSOS DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS QUE SÃO IMPORTANTES E TEM IMPACTO NA REALIZAÇÃO DOS PROJETOS.	ABNT (2012A)
5	PRINCE 2 - PROJECTS IN CONTROLLED ENVIRONMENTS (PROJETOS EM AMBIENTES CONTROLADOS)	MÉTODO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS QUE FOI DESENVOLVIDO E TEM SIDO UTILIZADO COMO PADRÃO NO REINO UNIDO.	ENAP (2014)
6	IPMA - INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT ASSOCIATION (ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS)	É O PADRÃO INTERNACIONAL DE COMPETÊNCIA PARA GERENTES DE PROJETOS, PROGRAMAS E PORTFÓLIO	IPMA (2016)

Fonte: ENAP (2014) – Adaptado pelo autor

Conforme PMI (2017, p. 10), “Gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de cumprir os seus requisitos”, sendo realizada, visando a integração e aplicação eficiente e eficaz dos processos para cada projeto. Já para Vargas (2018, p. 7), uma associação de ferramentas caracteriza o gerenciamento de projetos permitindo que sejam desenvolvidos por uma empresa um “conjunto de habilidades, incluindo conhecimento e capacidades individuais, destinado ao controle de eventos não repetitivos, únicos e muitas vezes complexos, dentro de um cenário de tempo, custo e qualidade predeterminados”.

Numa outra visão, Kerzner (2018, p. 162) diz que “a gestão de projetos, agora é vista como um processo de negócios no qual os gerentes de projetos devem tomar decisões de negócios, assim como decisões baseadas em projetos”.

Em avaliação dos benefícios trazidos pelo gerenciamento de projetos por meio de um *benchmark* junto a vários órgãos da administração pública direta e indireta pela ENAP (2014), identificou-se um aumento da dedicação dos profissionais para com a obtenção de resultados, uma maior integração entre áreas, aumento da satisfação de clientes e da disponibilidade de informação no auxílio à tomada de decisões, redução de falhas com mitigação de riscos e melhor aproveitamento de recursos materiais e humanos, gerando assim maior produtividade na implementação de projetos.

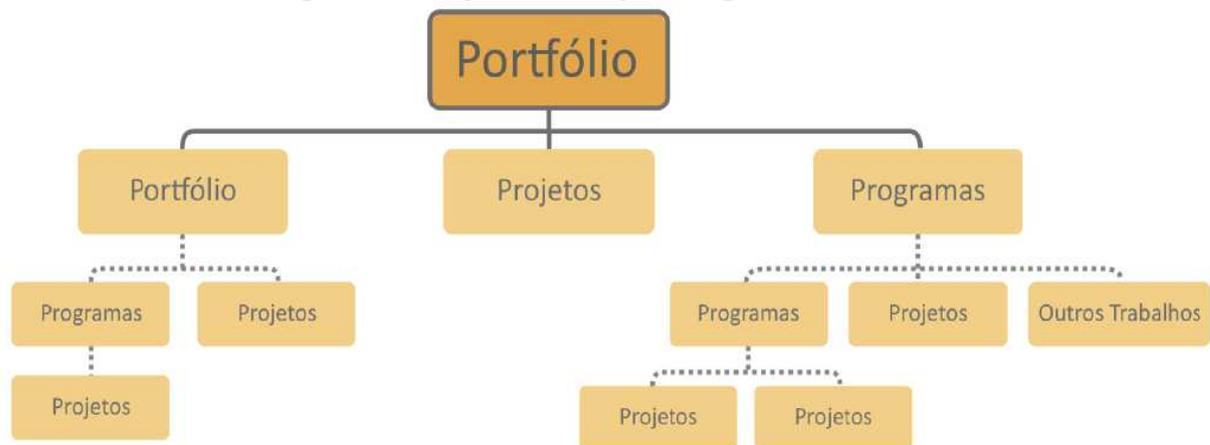
Neste contexto, envolvendo o gerenciamento de projetos, outro conceito importante é o de Programa. “Um programa é um conjunto de projetos relacionados, gerenciados de modo coordenado, a fim de obter benefícios disponíveis, se gerenciados individualmente”, conforme ENAP (2014, p. 12). PMI (2017, p. 11) reforça

a importância do Programa na obtenção de benefícios, não sendo considerados projetos de grande porte, mas sim “um grupo de projetos, programas subsidiários e atividades de programa relacionados” adequadamente gerenciados.

Quando há a necessidade de gerenciar vários programas e projetos ao mesmo tempo, é utilizado o Portfólio de Projetos. PMI (2017, p. 11) define o portfólio como “projetos, programas, portfólios subsidiários e operações gerenciados em grupo para alcançar objetivos estratégicos”, sendo que em ENAP (2014, p. 13) um Portfólio é considerado “uma coleção de projetos, programas e outros trabalhos, que estão agrupados com o propósito de facilitar o gerenciamento efetivo do trabalho para atender objetivos estratégicos organizacionais”.

A Figura 2 apresenta a relação entre Projeto, Programa e Portfólio. Nota-se que, conforme PMI (2017), “um projeto pode ser gerenciado em três cenários distintos: como projeto autônomo (fora de um Portfólio ou Programa), dentro de um Programa ou dentro de um Portfólio”.

Figura 2 – Relação entre Projeto, Programa e Portfólio



Fonte: PMI (2017)

Tendo em vista uma visão organizacional, PMI (2017) enfatiza a importância do gerenciamento de programas e projetos para que se tenham melhores resultados, otimizando-se a aplicação de recursos, cumprindo os objetivos com menores riscos e maiores chances de sucesso. Ressalta a importância do gerenciamento de Portfólio para que os Projetos e Programas corretos sejam executados, tendo em vista que projetos diversos podem necessitar dos mesmos recursos e atender as mesmas pessoas, conforme o Quadro 3.

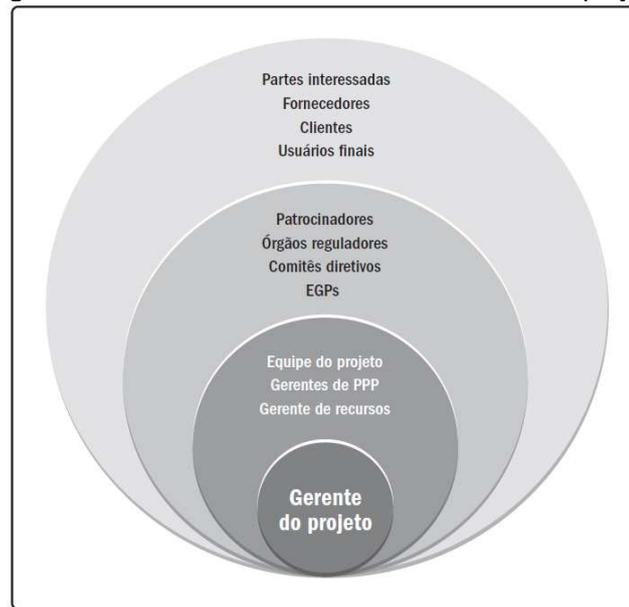
Quadro 3 – Comparativo entre Projeto, Programa e Portfólio, aplicado no Gerenciamento de Projetos Organizacionais

Gerenciamento de Projetos Organizacionais			
	Projetos	Programas	Portfólios
Definição	Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único.	Um programa é um grupo de projetos, programas subsidiários e atividades de programa relacionados, gerenciados de modo coordenado visando a obtenção de benefícios que não estariam disponíveis se eles fossem gerenciados individualmente.	Um portfólio é um conjunto de projetos, programas, portfólios subsidiários e operações gerenciados em grupo para alcançar objetivos estratégicos.
Escopo	Os projetos têm objetivos definidos. O escopo é elaborado progressivamente ao longo do ciclo de vida do projeto.	Os programas têm um escopo que abrange os escopos dos componentes do programa. Os programas produzem benefícios para uma organização ao garantir que as saídas e resultados dos componentes do programa sejam entregues de forma coordenada e complementar.	Os portfólios têm um escopo organizacional que muda com os objetivos estratégicos da organização.
Mudança	Os gerentes de projetos esperam mudanças e implementam processos para manter a mudança gerenciada e controlada.	Os programas são gerenciados de uma forma que aceita as mudanças e se adapta a elas, conforme necessário, para otimizar a entrega de benefícios à medida que os componentes do programa entregam resultados e/ou saídas.	Os gerentes de portfólio monitoram continuamente as mudanças nos ambientes internos e externos mais abrangentes.
Planejamento	Os gerentes do projeto elaboram progressivamente informações de alto nível em planos detalhados ao longo do ciclo de vida do projeto.	Os programas são gerenciados usando planos de alto nível que monitoram as interdependências e o progresso dos componentes do programa. Os planos de programa também são usados para orientar o planejamento em nível de componentes.	Os gerentes de portfólio criam e mantêm os processos necessários e a comunicação relativa ao portfólio agregado.
Gerenciamento	Os gerentes do projeto gerenciam a equipe do projeto para cumprir os objetivos do projeto.	Os programas são gerenciados por gerentes de programa, que garantem que os benefícios do programa sejam entregues conforme esperado, coordenando as atividades dos componentes de um programa.	Os gerentes de portfólio podem administrar ou coordenar o pessoal de gerenciamento de portfólio, ou o pessoal do programa e do projeto que tenha responsabilidades de prestação de contas sobre o portfólio agregado.
Monitoramento	Os gerentes do projeto monitoram e controlam o trabalho de produzir os produtos, serviços ou resultados que o projeto pretendia produzir.	Os gerentes do programa monitoram o progresso dos componentes do programa para que garantir as metas gerais, os cronogramas, o orçamento e os benefícios do programa serão cumpridos.	Os gerentes de portfólio monitoram mudanças estratégicas e agregam alocação de recursos, resultados de desempenho e risco do portfólio.
Sucesso	O sucesso é medido por qualidade do projeto e do projeto, cumprimento de prazos, conformidade com o orçamento e grau de satisfação do cliente.	O sucesso de um programa é medido pela capacidade do programa de entregar seus benefícios esperados para uma organização, e pela eficiência e eficácia do programa para entregar esses benefícios.	O sucesso é medido em termos do desempenho do investimento agregado e da realização de benefício do portfólio.

Fonte: PMI (2017)

As pessoas ou organizações relacionadas ao Projeto, sendo afetadas positiva ou negativamente pelo seu desenvolvimento, são consideradas como partes interessadas, inclusive podendo influenciar os objetivos e os resultados do projeto (ENAP, 2014). Na Figura 3 são exibidos exemplos de partes interessadas de Projeto.

Figura 3 – Partes interessadas envolvidas em um projeto



Fonte: PMI (2017)

Dentre as partes interessadas levantadas na Figura 3, vale destacar a figura do gerente de projeto. Para PMI (2017) o gerente apresenta um papel de liderança da equipe de projeto, sendo a função de líder crítica para que a equipe responsável alcance os objetivos do projeto, mesmo que o gerente não seja capaz de desempenhar adequadamente cada uma das funções necessárias, é responsabilidade dele que a equipe funcione de maneira coordenada e integrada no decorrer do desenvolvimento do projeto. Kerzner (2018) apresenta, por meio do Quadro 4, alguns conhecimentos necessários para a capacitação de Gerentes de Projeto.

Quadro 4 – Conhecimentos necessários para Gerentes de Projeto

Tópicos educationais	Benefícios estratégicos
PM 2.0 – PM 5.0	Compreensão de quais mudanças estão aparecendo no mercado e como a gestão de projetos contribuirá para a competitividade sustentável a longo prazo
Métricas de Gestão de Projetos, KPIs e Painéis de controle (Dashboards)	Compreensão de como os sistemas de relatórios em tempo real do painel de controle estão substituindo relatórios escritos para melhorar a tomada de decisões baseada em fatos
Realização de Benefícios e Gestão de Valor	Compreensão de que gerenciamos projetos para gerar benefícios esperados e valor, ao invés de apenas nos concentrarmos em orçamentos e cronogramas
Melhores práticas em Gestão de Projetos	Compreensão do processo que as empresas utilizam para capturar as melhores práticas e fornecer as informações para toda a empresa
Gestão de Projetos de Inovação	Compreensão de como a gestão de projetos de inovação será diferente das práticas tradicionais de gestão de projetos, incluindo atividades de inovação em modelos de negócios.

Fonte: Kerzner (2018, p. 166)

É função dos Gerentes de Projeto integrar e garantir a estratégia alinhada junto às partes interessadas, gerenciando os processos e atividades, lidando com as mudanças, considerando o nível de complexidade e a cultura organizacional, gerenciando a integração entre todas as áreas de conhecimento relevantes para o projeto (PMI, 2017).

Ainda para o *PMBOK* (PMI, 2017, p. 23) a “área de conhecimento é uma área identificada de gerenciamento de projetos definida por seus requisitos de conhecimento e descrita em termos dos processos que a compõem: práticas, entradas, saídas, ferramentas e técnicas”. A Figura 4 exhibe todas as áreas de conhecimento que envolvem o gerenciamento de projetos. PMI (2017) ainda considera o gerenciamento de cronograma em vez de gerenciamento de tempo.

Figura 4 – Áreas de conhecimento envolvendo o gerenciamento de projetos

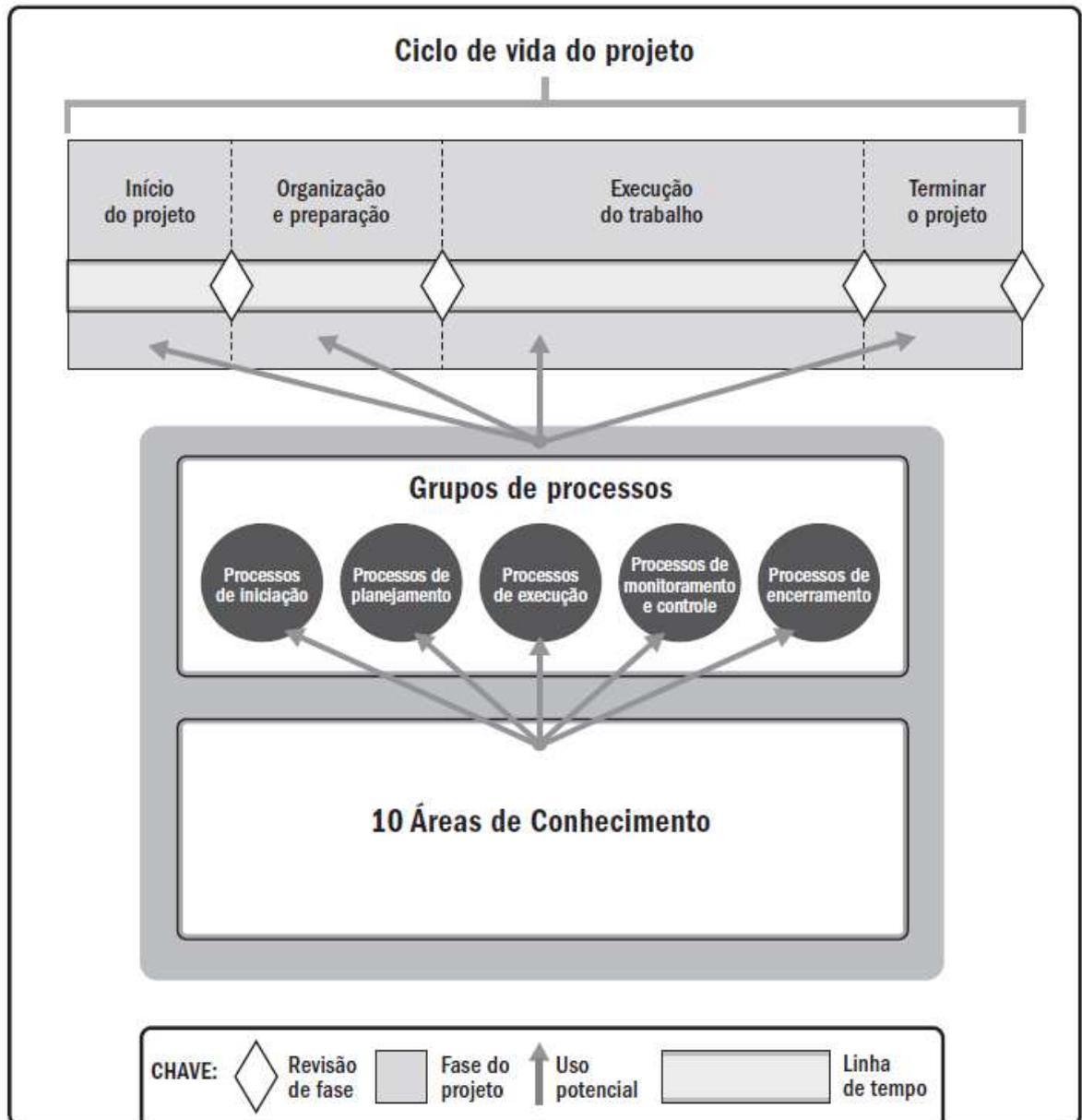


Fonte: ENAP (2014, v. 2, p. 12)

No decorrer do desenvolvimento do projeto, muitas etapas e entregas são cumpridas, visando o resultado planejado. Essa série de fases pelas quais um projeto caminhará do seu início até seu término consiste no ciclo de vida de um projeto (PMI, 2017). Mesmo que existam diversas características exclusivas para cada projeto em cada organização, influenciando em seu grau de complexidade, o ciclo de vida de um projeto pode ser mapeado tipicamente conforme a Figura 5.

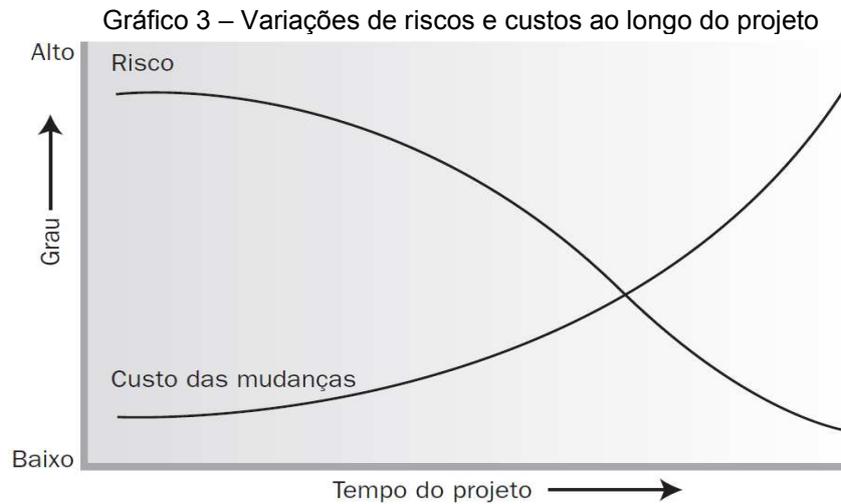
Com vista na Figura 5, nota-se a relação existente entre o ciclo de vida do projeto, os grupos de processos e as áreas de conhecimento previstas em PMI (2017). Ainda, conforme PMI (2017), “um Grupo de Processos de Gerenciamento de Projetos é um agrupamento lógico de processos de gerenciamento de projetos para atingir os objetivos específicos do projeto” (PMI, 2017, p. 23).

Figura 5 – Inter-relação dos componentes-chave do Guia PMBOK em projetos



Fonte: PMI (2017, p.18).

Cabe ressaltar que, conforme Gráfico 3, nas fases iniciais de projeto a capacidade de influência das partes interessadas em fatores de projeto é maior, com menor impacto sobre os custos, o que é elevado com o decorrer do projeto, conforme ENAP (2014). Em contrapartida, as incertezas são maiores no início do projeto, fazendo com que os riscos sejam mais elevados, mas reduzidos com o passar do tempo.

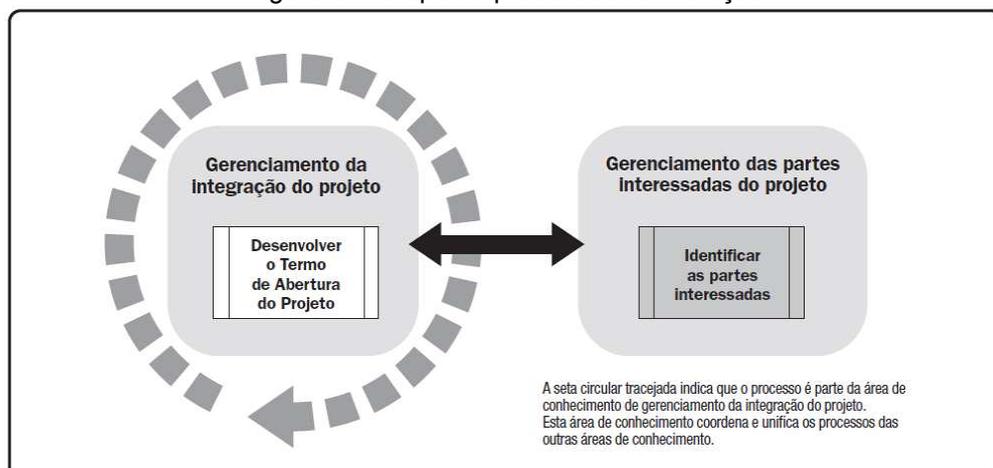


Fonte: PMI (2017, p. 549)

2.1.2 Termo de Abertura de Projeto (TAP)

Tendo em vista o Grupo de Processos de Iniciação, é nesta etapa onde são identificados e definidos os projetos mais relevantes a serem executados. São estabelecidos os primeiros parâmetros (objetivo, justificativa, partes envolvidas, público-alvo, escopo, recursos necessários, gerente do projeto, entre outros) e é nesta etapa também que é obtida sua aprovação formal, conforme ENAP (2014). PMI (2017), enfatiza a importância dos citados processos no alinhamento de expectativas, escopo, objetivos e recursos, junto às partes interessadas para um melhor resultado, estando incorporadas ao Grupo de Processos de Iniciação os processos de Gerenciamento da Integração e das partes interessadas do projeto conforme Figura 6.

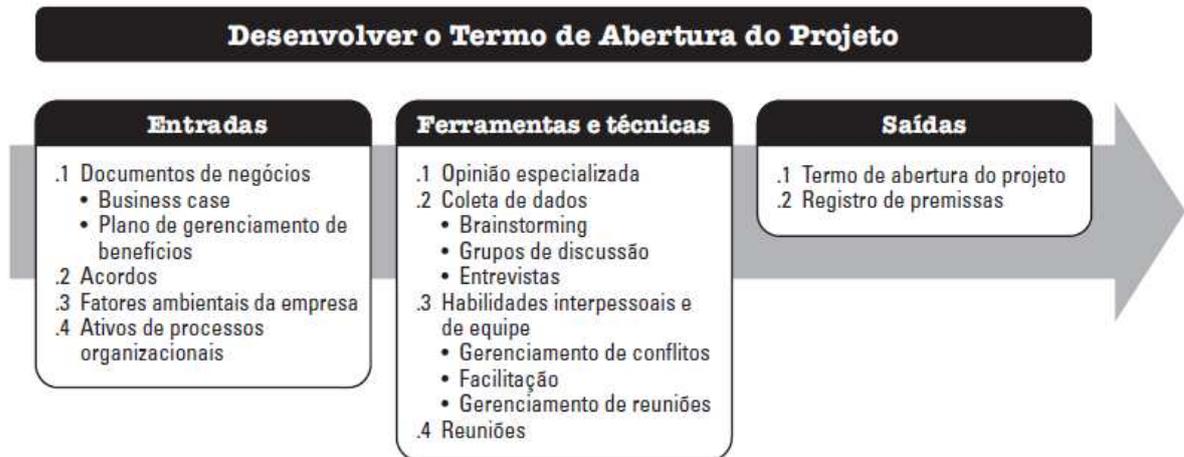
Figura 6 – Grupo de processos de iniciação



Fonte: PMI (2017, p. 562)

O documento que define formalmente o início do projeto, dando autoridade ao líder de projeto, bem como disponibilizando os recursos institucionais, é o Termo de Abertura de Projeto (TAP) (PMI, 2017). Na Figura 7 são exibidos os componentes de entrada, as ferramentas e técnicas necessários para o desenvolvimento de um Termo de Abertura de Projeto segundo o PMI (2017).

Figura 7 – Desenvolvimento de Termo de Abertura do Projeto



Fonte: PMI (2017, p. 75)

Em ABNT (2012) há ainda uma proposta similar para o desenvolvimento de um TAP, conforme o Quadro 5.

Quadro 5 – Desenvolvimento do TAP – entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Especificações do trabalho de projeto — Contrato — Business case ou documentos da fase anterior	— Termo de abertura do projeto

Fonte: ABNT (2012, p. 18)

Para Mendrot (2016) as principais informações necessárias para a elaboração de um TAP são: a declaração do escopo do projeto, o caso de negócio (*Business Case*), o contrato, os fatores ambientais e os ativos governamentais.

Para PMI (2017), temos como base para o início do desenvolvimento do TAP os documentos de negócio do projeto, formados principalmente pelo *Business Case* e pelo plano de gerenciamento de benefícios do projeto, estando estes definidos no Quadro 6.

Quadro 6 – Documentos de negócio do projeto

Documentos de negócio do projeto	Definição
Business case do projeto	Estudo documentado de viabilidade econômica usado para determinar a validade dos benefícios de um componente ainda sem definição suficiente, usado como base para a autorização de outras atividades de gerenciamento de projetos.
Plano de gerenciamento de benefícios do projeto	A explicação documentada com a definição dos processos para criar, maximizar e sustentar os benefícios proporcionados por um projeto.

Fonte: PMI (2017, p. 29)

“O *Business Case* lista os objetivos e as razões para a iniciação do projeto”, observação feita por PMI (2017, p. 30), possibilitando assim avaliar os resultados em relação aos objetivos pré-definidos. Mendrot (2016, p. 4) descreve o *Business Case* como um “documento que fornece informações de custo-benefício para determinar se o projeto justifica o investimento”. Em um *Business Case* deverá constar, basicamente, as necessidades do negócio, uma análise da situação com os riscos, fatores críticos de sucesso e critérios aplicados na análise, considerando-se os objetivos a serem alcançados, bem como as recomendações a serem seguidas, tendo por fim meios de mensurar os benefícios que o projeto trará (PMI, 2017).

Já o plano de gerenciamento de benefícios do projeto que também compõe os documentos de negócios “é o documento que descreve como e quando os benefícios do projeto serão entregues e descreve os mecanismos que devem estar implementados para medir esses benefícios”, conforme PMI (2017, p. 33), utilizando-se das informações registradas no *Business Case*, complementando-o. Deverá constar no plano de gerenciamento de benefícios, principalmente: os benefícios-alvo, o alinhamento estratégico, o cronograma para a realização dos benefícios, o proprietário ou responsável pelos benefícios, os indicadores, as premissas e os riscos (PMI, 2017).

Já os Acordos, são utilizados para firmar condições iniciais de projeto, podendo ser feitos através de contratos, memorandos, e-mails, entre outros (PMI, 2017).

Quanto aos fatores ambientais, muitos são os que podem impactar o desenvolvimento do projeto e devem ser considerados, tais como padrões, requisitos ou restrições governamentais, situações de mercado, estrutura e cultura organizacional, expectativas das partes interessadas, entre outras (PMI, 2017).

Por fim, temos os Ativos de Processos Organizacionais que constam no PMBOK (PMI, 2017) como:

- Políticas, processos e procedimentos organizacionais padrão;
- Estrutura de governança do projeto, portfólio e programa (funções e processos de governança para fornecer orientação e tomada de decisão);
- Métodos de monitoramento e produção de relatórios;
- Modelos (por exemplo, modelo do termo de abertura do projeto); e
- Informações históricas e repositório de lições aprendidas (por exemplo, registros e documentos de projeto, informações sobre os resultados de decisões anteriores de seleção de projeto e informações sobre desempenho de projetos anteriores).

As ferramentas e técnicas utilizadas na elaboração do TAP, conforme PMI (2017) estão listadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Ferramentas e Técnicas aplicadas na elaboração do TAP

FERRAMENTAS / TÉCNICAS		DESCRIÇÃO
<i>Opinião Especializada</i>		<i>Opinião fornecida baseada em expertise numa área de aplicação.</i>
<i>Coleta de Dados</i>	<i>Brainstorming</i>	<i>Esta técnica é usada para identificar uma lista de ideias em um curto intervalo de tempo. É realizada em um ambiente de grupo e liderada por um facilitador. O brainstorming é composto por duas partes: geração e análise de ideias. O brainstorming pode ser usado para coletar dados, soluções ou ideias de partes interessadas, especialistas no assunto e membros da equipe no momento do desenvolvimento do termo de abertura do projeto.</i>
	<i>Grupos de discussão</i>	<i>Grupos de discussão reúnem as partes interessadas e especialistas no assunto para compartilhar informações sobre riscos percebidos do projeto, critérios de sucesso e outros tópicos num formato mais de conversa do que entrevista frente a frente.</i>
	<i>Entrevistas</i>	<i>As entrevistas são usadas para obter informações sobre requisitos de alto nível, premissas ou restrições, critérios de aprovação e outras informações de partes interessadas conversando diretamente com elas.</i>
	<i>Gerenciamento de conflitos</i>	<i>O gerenciamento de conflitos pode ser usado para ajudar a alinhar as partes interessadas quanto aos objetivos, critérios de sucesso, requisitos de alto nível, descrição do projeto, resumo de marcos e outros elementos do termo de abertura.</i>
<i>Habilidades Interpessoais e Equipe</i>	<i>Facilitação</i>	<i>Facilitação é a capacidade de orientar eficazmente um evento de grupo para uma decisão, solução ou conclusão bem-sucedida. Um facilitador garante que haja participação efetiva, que os participantes alcancem uma compreensão mútua, que todas as contribuições sejam consideradas, que conclusões ou resultados sejam plenamente aceitos de acordo com o processo de decisão estabelecido para o projeto e que os acordos e ações alcançados sejam tratados de forma adequada posteriormente.</i>
	<i>Gerenciamento de reuniões</i>	<i>O gerenciamento de reuniões inclui preparar a agenda, garantir que um representante de cada grupo de partes interessadas chave seja convidado e preparar e enviar as minutas e ações de acompanhamento.</i>
<i>Reuniões</i>		<i>Para este processo, são realizadas reuniões com partes interessadas para identificar os objetivos do projeto, critérios de sucesso, entregas-chave, requisitos de alto nível, resumo de marcos e outras informações resumidas.</i>

Fonte: PMI (2017) – Adaptado pelo autor

Além das citadas ferramentas, outras poderão ser aplicadas no desenvolvimento do TAP, caso de análise de documentos de empresas, ou busca em bases bibliográficas para a coleta de dados.

Para estimativas de duração das atividades, assim como na estimativa de custos, são utilizadas diversas ferramentas ou técnicas. PMI (2017) apresenta para tais situações as seguintes ferramentas:

- Opinião especializada, já descrita no Quadro 7;
- Estimativa análoga, baseando-se em dados históricos a casos semelhantes;
- Estimativa paramétrica, com uso de algoritmos para estimativas com base em dados ou parâmetros de projeto;
- Estimativa de três pontos, quando não há dados históricos, definindo-se uma faixa para a duração com base em uma estimativa pessimista, uma otimista e outra mais provável de ocorrer;
- Estimativa *bottom-up*, na qual agregam-se as estimativas de componentes em níveis mais baixos para compor uma estimativa total; reuniões, entre outras.

Outro fator importante no gerenciamento de projetos é o gerenciamento dos riscos envolvidos, tendo por objetivo “aumentar a probabilidade e/ou o impacto dos riscos positivos e diminuir a probabilidade e/ou o impacto dos riscos negativos, a fim de otimizar as chances de sucesso do projeto”, conforme PMI (2017, p. 395). Destaca-se que são considerados em um *Business Case* os riscos iniciais de um projeto. PMI (2017, p. 395) lista que são necessários sete processos para o gerenciamento de riscos:

- Planejar o gerenciamento de riscos;
- Identificar os riscos;
- Realizar a análise qualitativa dos riscos;
- Realizar a análise quantitativa dos riscos;
- Planejar as Respostas aos Riscos;
- Implementar Respostas a Riscos;
- Monitorar os Riscos.

Os riscos, que podem ser positivos (oportunidades) ou negativos (ameaças), devem ser identificados e gerenciados, uma vez que estes podem desviar o projeto de seus objetivos, impedindo a execução do planejado, devendo ser analisado e acompanhado os riscos individuais de projeto, envolvendo cada objetivo, assim como o risco geral do projeto, decorrente de todas as incertezas que envolve o projeto (PMI, 2017).

ABNT (2012) informa que os riscos devem ser inicialmente identificados. Este é um processo repetitivo, uma vez que novos riscos podem surgir durante o decorrer de todo o processo, devendo envolver diversos participantes, para em seguida serem avaliados, medindo-se e priorizando-se os riscos para ações futuras. Em seguida estes devem ser tratados, buscando-se aumentar as oportunidades e mitigar as ameaças. Por fim, devem ser controlados os riscos, monitorando se as respostas a cada risco têm sido executadas e se estas têm gerado os resultados pretendidos (ABNT, 2012).

Logo, na fase de iniciação correspondente à elaboração do TAP, são levantados os riscos iniciais relevantes ao projeto em questão, que são analisados e confirmados durante todo o desenvolvimento do projeto. Outro fator importante é a criação de indicadores para o acompanhamento do desenvolvimento adequado de um projeto. TCU (2000, p. 9) define um indicador de desempenho como sendo “um número, percentagem ou razão que mede um aspecto do desempenho, com o objetivo de comparar esta medida com metas preestabelecidas”. Já PMI (2017, p. 33) informa que indicadores “fornecem a verificação do valor de negócio e a validação do sucesso do projeto”.

Indicadores podem ser compostos por diversas variáveis, mas quase sempre são relacionados aos custos, ao tempo, à qualidade e à quantidade, conforme indicado por TCU (2000), possibilitando avaliações e o acompanhamento de desempenhos qualitativos e quantitativos, permitindo análises ao longo do tempo e comparações entre situações atuais em relação às anteriores, a padrões e à planejadas. Logo, os indicadores auxiliam no processo de coordenação e desenvolvimento organizacional, eliminando inconsistências e encaminhando para o atingimento de objetivos (TCU, 2000).

De posse dos indicadores, deverão ser estabelecidas metas a serem atingidas pela instituição, que devem refletir o desempenho, onde tais metas deverão ser reais, exequíveis, desafiadoras, comparáveis e claras (TCU, 2000).

Por fim, definidos os documentos de entrada, aplicadas as ferramentas e técnicas adequadas, ao final do desenvolvimento, teremos como saída o próprio TAP, composto, basicamente, dos itens descritos abaixo, conforme PMI (2017, p. 81):

- Finalidade do projeto;
- Objetivos mensuráveis do projeto e critérios de sucesso relacionados;
- Requisitos de alto nível;
- Descrição de alto nível do projeto, seus limites e entregas-chave;
- Risco geral do projeto;
- Resumo do cronograma de marcos;
- Recursos financeiros pré-aprovados;
- Lista das partes interessadas chave;
- Requisitos para aprovação do projeto (ou seja, o que constitui o sucesso do projeto, quem decide se o projeto é bem-sucedido e quem autoriza o encerramento do projeto);
- Critérios de término do projeto (ou seja, quais são as condições que devem ser cumpridas para encerrar ou cancelar o projeto ou fase);
- Gerente do projeto designado, responsabilidade e nível de autoridade;
- Nome e autoridade do patrocinador ou outra(s) pessoa(s) que autoriza(m) o termo de abertura do projeto.

Para Vargas (2018), deverão conter as seguintes informações em um TAP:

- Título do projeto;
- Um resumo das condições que definem o projeto (introdução);
- Justificativa do projeto;
- Nome do gerente de projeto e suas responsabilidades e autoridades;
- Necessidades básicas do trabalho a ser realizado;
- Principais partes interessadas;
- Descrição do produto do projeto;
- Cronograma básico do projeto;
- Estimativas iniciais de custo;

- Necessidades iniciais de recursos;
- Necessidade de suporte pela organização;
- Premissas e restrições;
- Controle e gerenciamento das informações do projeto;
- Aprovações com assinatura do executivo responsável pelo documento (elemento externo ao projeto).

Por fim, temos que, conforme PMI (2017, p. 81), “o registro de premissas é usado para registrar todas as premissas e restrições durante todo o ciclo de vida do projeto”, considerando-se que premissas de alto nível estratégicas e operacionais são registradas no *Business Case*, enquanto as demais de baixo nível, como especificações técnicas e estimativas, são registradas ao longo do projeto.

2.2 Modelagem da Informação da Construção – BIM

2.2.1 Contexto Histórico e Conceito

O conceito de *Building Information Modeling* – BIM surgiu há mais de 30 anos, proposto por Chuck Eastman (ABDI, 2017), sendo melhorado com passar do tempo, muito por conta da possibilidade de implantação junto aos avanços na área de tecnologia da informação e processamento de dados, permitindo-se a utilização de *softwares* que trabalham com uma grande quantidade de informações pertinentes à área de construção civil. A coletânea ABDI (2017, v. 1, p. 10) cita que “BIM é uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações”, definição também utilizada por Eastman *et al.* (2008), caracterizando um modelo BIM da seguinte forma:

Os componentes da edificação são representados com representações digitais inteligentes (objetos) que ‘sabem’ o que são e podem ser associados com gráficos computacionais, dados, atributos e regras paramétricas;
Componentes que incluem dados descritivos de seu comportamento como necessário para análises e processos de projeto, tais como levantamentos de quantitativos, especificações e análise energética;
Dados consistentes e sem redundância de modo que alterações nos componentes sejam representadas em todas as vistas do componente;
Dados coordenados de modo que todas as vistas do modelo sejam representadas de modo coordenado. (EASTMAN, 2008, p. 11-12)

Analisando o significado e a evolução da modelagem da informação da construção durante o decorrer da história, Gaspar e Ruschel (2017) identificaram que o termo BIM foi o mais encontrado na literatura, sendo que o aparecimento de tal

termo ocorre pela primeira vez em 1992 no artigo de Van Nederveen e Tolman (1992). Gaspar e Ruschel (2017) ainda apontam que a definição mais citada em diversos artigos é a proposta por Succar (2009), onde o conceito BIM engloba não só o campo tecnológico, mas também os processos e as políticas envolvidas como requisitos para sua implementação.

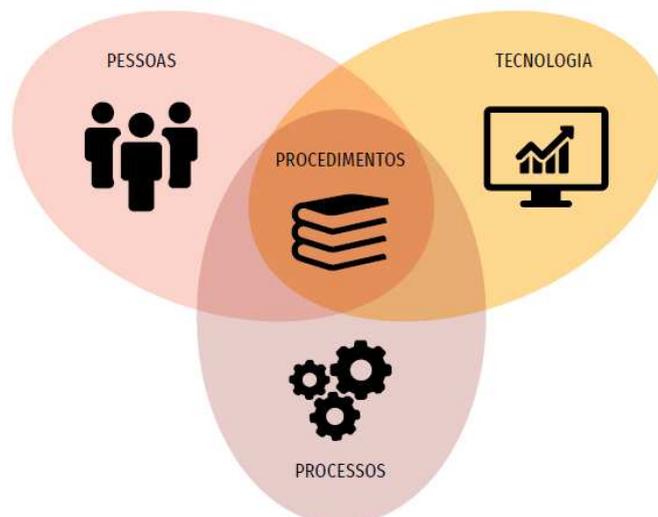
Gonçalves (2020) reúne muitos conceitos para a Modelagem da Informação da Construção, utilizando tal termo, visto ser esta a tradução apresentada pela Norma Brasileira NBR 15965, para *Building Information Modeling*, referenciada em ABNT (2011).

Para Eadie *et al.* (2013, p.145) define-se a “Modelagem da Informação da Construção como o processo de geração, armazenamento, gerenciamento, extração e compartilhamento das informações dos edifícios de uma maneira interoperável e reutilizável”. Tal definição é indicada também em Coelho (2017).

A visão do BIM na sociedade está muito ligada ao uso de *softwares* e tecnologias que permitem a elaboração de projetos, orçamentação e acompanhamento de obras. Na realidade, este é um conceito muito mais amplo que abrange, não só as tecnologias, mas também as pessoas envolvidas, os processos e os procedimentos pertinentes à execução das atividades (ABDI, 2017).

A Figura 8 mostra a relação entre os fatores mais relevantes para a implantação do BIM.

Figura 8 – Elementos que compõe os conceitos BIM



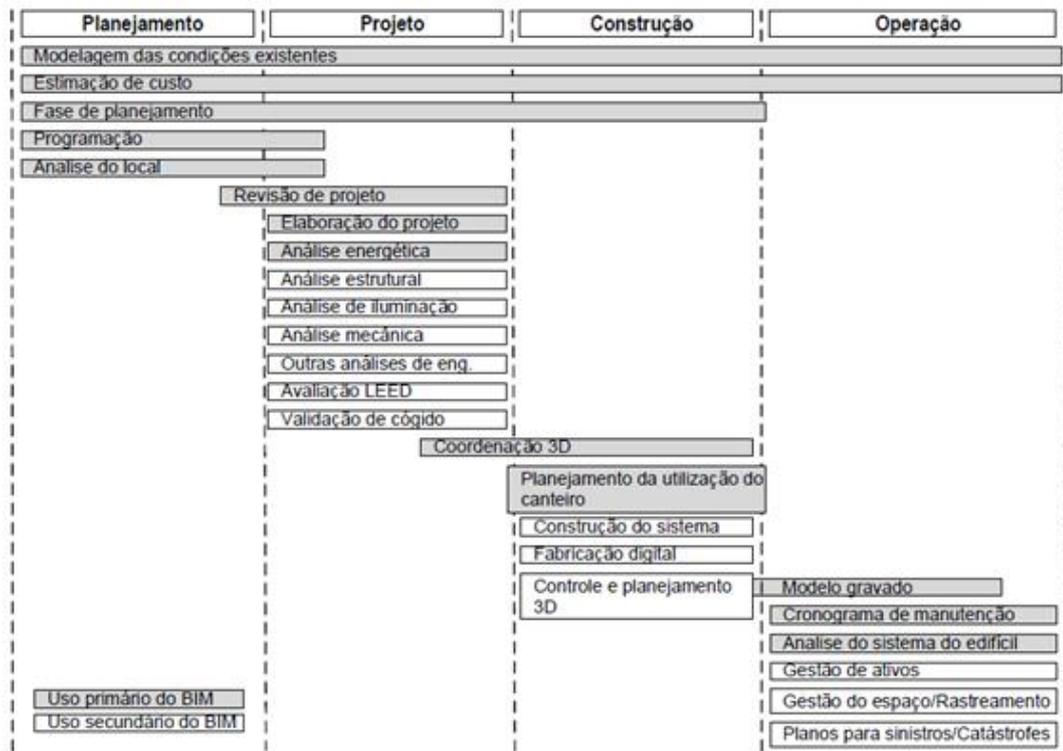
A modelagem da informação da construção consiste em trabalhar com informação para cada componente de uma edificação. Diferentemente da elaboração de projetos tradicionais em duas dimensões (2D), em que cada desenho é apenas uma representação de cada componente, na modelagem BIM cada componente conterá todas as informações reais que o caracterizam. ABDI (2017, v. 1, p. 18) define os componentes BIM como sendo objetos virtuais, ou “uma simulação de um objeto construído ou a construir, contendo a representação de seus materiais construtivos, suas dimensões reais, suas características de desempenho térmico e quaisquer outras qualidades demandadas pelo projeto”.

Tendo em vista as diversas fases de obtenção de uma edificação, os conceitos BIM podem influenciar positivamente todas as etapas, envolvendo todo o ciclo de vida de uma construção. Para Kuo *et al.* (2016) são consideradas como fases que compõem o ciclo: o planejamento, a construção e a manutenção. Orientando-se pela NBR ISO 12006-2, referenciada em ABNT (2018), que estabelece uma estrutura para o desenvolvimento de sistemas de classificação do ambiente construído, nota-se uma visão de que para um processo de construção deverão ser observados os processos de inepção (pré-design), concepção ou projeto (design), produção e manutenção.

Nos modelos descritos, a ideia é de que um produto obtido dentro da área de construção civil será iniciado por uma etapa de planejamento, onde são definidos os requisitos que deverão ser atendidos, tendo em vista as necessidades do cliente. Em seguida entra-se na Fase de Desenvolvimento do Projeto, englobando a proposta de solução e atendimento às necessidades e requisitos previamente definidos, para, por fim, ser executada a obra de construção da edificação ou execução do empreendimento. Após a conclusão desta última etapa, devem ser efetuadas as devidas manutenções, bem como garantida a adequada utilização do produto obtido, para que ele tenha a maior vida útil possível, sendo utilizado nas melhores condições de desempenho.

Gonçalves (2020) relata que foi disponibilizada uma versão do guia de implementação BIM *Project Execution Planning Guide* pela Penn State University, conforme a Figura 9, com ênfase no impacto do BIM no ciclo de vida das construções.

Figura 9 – Uso do BIM no ciclo de vida da edificação



Fonte: Gonçalves (2020)

Resume-se o BIM como um conceito que, diferente dos processos tradicionais, permite maior facilidade no planejamento, na elaboração de projetos, orçamentação, acompanhamento de execução, operação e manutenção de empreendimentos. Uma vez que permite processos colaborativos e integrados, multidisciplinares, com maior comunicação entre pessoas e aplicativos em diversas etapas, além de geração de informações, como quantitativos e preços de maneira automatizada, ganha-se em tempo e qualidade na execução das atividades.

2.2.2 Interoperabilidade

Um dos conceitos que compõem todo o paradigma BIM é a Interoperabilidade, que visa garantir a comunicação e troca de informações digitais entre todos os *softwares* envolvidos em um processo. No processo de importação e exportação de modelos entre programas e aplicativos, o significado, o sentido, as informações, ou seja, a essência do que foi desenvolvido deve ser preservado em tais processos de troca de informações, visando atender à interoperabilidade (ABDI, 2017).

Em análise a referências bibliográficas, Coelho (2017) relata que a primeira abordagem sobre uma linguagem neutra que permitisse troca de dados ou de informações teve como um de seus criadores Jerry Laiserin, analista industrial e

arquiteto. Tal abordagem deu origem à *International Alliance for Interoperability* (IAI), atualmente *BuildingSMART*, uma organização responsável por conduzir as transformações digitais, criando padrões internacionais abertos aplicáveis à construção civil, criadora, inclusive, do esquema de dados *Industry Foundation Class* (IFC), considerado essencial dentro dos conceitos BIM.

Brigitte e Ruschel (2016, p. 12) informam que o “principal formato utilizado hoje para a troca de dados é o *Industry Foundation Classes* (IFC), capaz de manter as associações entre o modelo completo e o simulado”.

A base para garantir a interoperabilidade entre programas e aplicativos é o esquema de dados IFC, sendo uma representação virtual estática de um modelo, junto às normas que definem os parâmetros e a organização da informação no processo BIM (ABDI, 2017).

ABDI (2017) explica que, junto às estruturas que garantem a Interoperabilidade, está também o padrão de comunicação BCF (*BIM Collaboration Format*), que visa facilitar a gestão e comunicação na elaboração dos projetos, podendo ser utilizado independente da origem ou língua. *BuildingSMART* (2021) descreve que o BCF permite que aplicativos diversos, ou especificamente as ferramentas e *softwares* BIM, comuniquem situações entre si, aproveitando-se de dados IFC compartilhados entre projetistas e colaboradores.

2.2.3 Nível De Desenvolvimento (ND)

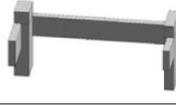
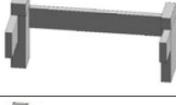
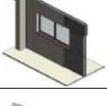
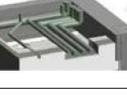
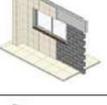
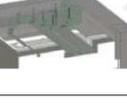
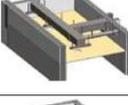
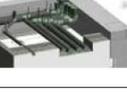
Nível de Desenvolvimento (ND) ou *Level of Development* (LOD) é uma representação do nível de confiabilidade ou qualidade atingida pelo modelo dentro do processo de evolução do projeto, diferente de um nível de detalhamento que está relacionado ao número de informações e desenhos agregados a um elemento (ABDI, 2020).

CBIC (2016, p. 112) aborda o conceito inicialmente utilizado de nível de detalhamento (*Level Of Detail*) envolvendo a quantidade de detalhes incluída em um modelo BIM, diferenciando do nível de desenvolvimento (*Level of Development*) atualmente utilizado. Este último é considerado uma ampliação do conceito inicial, definido como um “nível de confiança que usuários podem ter nas informações incorporadas em um Modelo BIM”.

A especificação de ND fornece, quanto aos elementos BIM, definições e ilustrações de diferentes sistemas de construção, em estágios distintos de seu desenvolvimento, assim como o seu uso nas fases de *design* e construção (BEDRICK, IKERD e REINHARDT, 2020).

O Quadro 8 exibe os conceitos que envolvem os níveis de desenvolvimento utilizados para projetos em BIM, levando-se em conta as principais disciplinas da área de construção, segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial em ABDI (2017).

Quadro 8 – Níveis de Desenvolvimento

LOD	Conceito	Arquitetura	Estrutura	Instal.Prediais	HVAC
100	O Elemento do Modelo pode ser representado graficamente no Modelo com um símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz os requisitos para LOD 200. Informações relacionadas ao Elemento do Modelo (isto é, custo por m ² quadrado, tonagem de HVAC, etc.) podem ser derivadas de outros Elementos do Modelo.		N.A.	N.A.	N.A.
200	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema genérico, objeto ou montagem com quantidades aproximadas, tamanho, forma, localização e orientação. As informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento Modelo.				
300	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. As informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento Modelo.				
350	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de quantidade, tamanho, forma, orientação e interfaces com outros sistemas de construção. Informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento do Modelo.				
400	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação com detalhes, fabricação, montagem e informações de instalação. Informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento do Modelo.				
500	O Elemento do Modelo é uma representação verificada em campo em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos Elementos do Modelo.				

Fonte: ABDI (2020, v. 1, p. 27)

2.2.4 Dimensões do BIM

Nas atividades da construção civil, há possibilidade de múltiplos usos para a modelagem da informação na construção. Estas informações caracterizam diversas visões dentro de um processo, definindo assim as múltiplas dimensões possíveis para o BIM. Uma definição proposta por Kamardeen (2010) consiste em que, para cada dimensão incorporada 'nD', um novo fator relevante à concepção da construção passa a ser considerado. Segundo o citado autor, iniciando-se em um projeto 2D (duas dimensões) usual, que consiste em uma planta baixa de uma construção, é possível a migração para uma abordagem em modelo 3D, gerado em *softwares* de modelagem

BIM, em que se tem uma representação mais real da construção. Com isto, integram-se as diversas disciplinas, avaliando todas as possíveis interferências de uma maneira mais clara, permitindo ainda uma geração automática de quantitativos entre outras informações pertinentes à obra. Segundo Kamardeen (2010), o conteúdo de cada Dimensão, até um nível 8D, são:

- 4D é adicionada à dimensão 'Tempo' ao projeto 3D, permitindo um planejamento do fluxo execução de todas as atividades envolvidas no projeto de construção.
- 5D é a integração do 'Custo' ao modelo BIM, permitindo a concepção de orçamentos e a descrição financeira do modelo junto ao tempo, obtendo-se assim um cronograma físico-financeiro. Tal incorporação reduz a estimativa de custos junto a quantitativos levantados, melhorando a qualidade da representação financeira do modelo.
- 6D inclui o gerenciamento de instalações, visto que o conjunto de informações fornecidas pelo modelo básico do BIM, assim como suas funcionalidades, permitem a criação de um rico banco de dados, facilitando o gerenciamento das instalações.
- 7D incorpora componentes voltados à sustentabilidade, permitindo comparações entre possíveis soluções, visando melhor eficiência das instalações.
- 8D integra aspectos de segurança às fases de Projeto e Construção.

Brigitte e Ruschel (2016) reforçam a contribuição do setor de tecnologia da informação para a construção civil, com todo o suporte computacional no ciclo de vida da edificação, tendo em vista a evolução dos sistemas *Computer Aided Design* (CAD) que possibilitam a execução, desde desenhos bidimensionais (CAD 2D), até outros contendo maior precisão de informação, integração e inteligência. Estes modelos 3D parametrizados, permitem agregar a tais modelos informações como o tempo (4D), custos e materiais, além de outras, que ampliam os modelos a dimensões superiores (nD).

Nota-se que novas dimensões podem ser acrescentadas, à medida que novas funcionalidades podem ser integradas, dando ao BIM a capacidade de prever com mais facilidade desempenhos de projetos, tendo um menor tempo de resposta às

mudanças, possibilitando uma otimização dos projetos, podendo por fim gerar documentações de qualidade para a construção (KAMARDEEN, 2010).

2.2.5 Gerente BIM (*BIM Manager*)

Um Gerente BIM pode ser considerado uma representação do Gerente de Projetos, responsável por identificar, integrar e coordenar diferentes equipes, envolvendo e conectando todas as partes. É considerado, em uma condição ideal, um profissional com grande qualificação, capaz de unir todas as competências relacionadas a este meio de trabalho (DORNELAS, 2013).

Segundo Durante (2013, p. 80) as atividades exercidas pelo profissional gerente BIM “demonstram se tratar de uma evolução, ou uma possível vertente, do gerente de projetos tradicional, com características à parte ligadas aos conhecimentos de TI e dos processos BIM”.

Barison e Santos (2010, p. 6) efetuam um estudo das responsabilidades de diversos especialistas BIM, destacando a importância de estudos das atividades exercidas por tais profissionais, relacionando o BIM ao *Integrated Project Delivery* (IPD). Consultores BIM e Gerentes BIM têm um papel importante na transição da prática atual para IPD e BIM, principalmente por serem responsáveis pelo plano de implementação BIM nas organizações, afirmando ainda que a principal atribuição de tais especialistas é a de gerenciar pessoas em processos BIM de implementação ou mesmo de manutenção.

Manzione (2013) considera estratégica a participação do *BIM Manager*, incluindo em suas atribuições a organização de treinamentos, atualização de *softwares* e disseminação dos conceitos BIM na instituição.

Nota-se a extrema relevância do papel desempenhado pelo Gerente BIM nos projetos BIM, em especial em processos de implantação nas organizações.

2.2.6 Plano de Implantação BIM

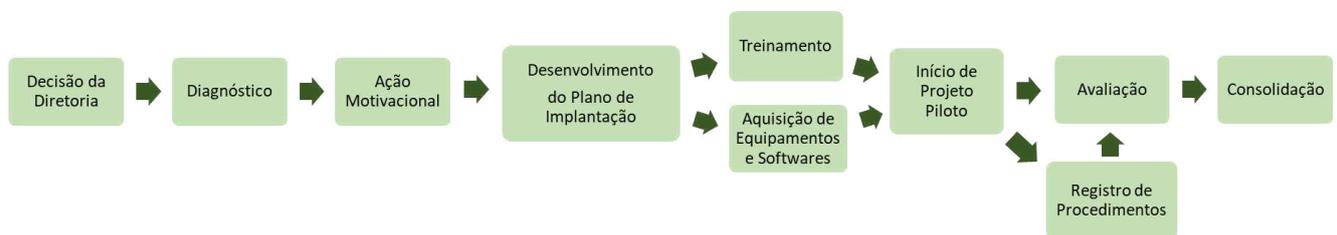
Segundo a coletânea referenciada em ABDI (2017), o melhor caminho para o sucesso na efetivação do BIM como meio de trabalho que garanta qualidade do produto, é por meio da criação de um plano de implantação da metodologia BIM, considerando principalmente três parâmetros fundamentais: tecnologia, pessoas e processos, em que todos estariam entrelaçados por procedimentos pré-definidos,

assim como pelas normas e legislações vigentes. Reforça-se que o BIM trará grande alteração na estrutura da organização, impactando significativamente todos os processos e serviços, não sendo apenas uma questão de equipamentos, aplicativos, *softwares* e treinamento de pessoal, mas sim uma alteração de toda a cultura organizacional (ABDI, 2017).

Para implantação do BIM em uma instituição, deve-se considerar sempre quais são as prioridades dentro da organização, quais recursos técnicos e humanos disponíveis e necessários, quais investimentos deverão e poderão ser feitos, quais procedimentos deverão ser revistos, considerando-se tudo que pode intervir na perfeita implantação do plano. É importante que seja definida a situação atual do órgão e onde pretende-se chegar com a implantação dos conceitos (ABDI, 2017).

Abaixo mostra-se o *ROADMAP* (Figura 4), ou seja, uma representação das etapas que permitirão uma adequada implantação do BIM na instituição, segundo ABDI (2017):

Figura 10 – ROADMAP de implantação do BIM



Fonte: ABDI (2017. v. 6, p. 27) – Adaptado pelo Autor

Jobim *et al.* (2017) destaca a importância de serem conhecidos, previamente ao início do projeto de implantação, os conceitos BIM e as transformações que existirão nos processos de projeto, pois as mudanças não ocorrerão apenas nos processos de projetos, mas também na forma de trabalho em que toda a equipe terá necessidade de trabalhar colaborativamente. Assim a interoperabilidade deve ser garantida para que se tenha um fluxo de trabalho natural, atingindo-se os níveis adequados de modelo da informação.

Nas atividades de planejamento e acompanhamento da execução é importante a presença do *BIM Manager* (gerente BIM), sendo este responsável pela “gestão da informação e de todos os processos BIM específicos, tais como desenvolvimento de

objetos e famílias de componentes BIM, assim como a verificação de qualidade do modelo” (ABDI, 2017, v. 6, p. 24).

Destaca-se que devem ser observados os normativos pertinentes aos conceitos BIM, tanto a recomendações internacionais, quanto aos normativos brasileiros vigentes. No Quadro 9 são exibidas normas relevantes para o desenvolvimento de projetos BIM.

Quadro 9 – Normas BIM

NORMATIVO	DESCRIÇÃO
ABNT NBR 15965	Sistema de classificação da informação da construção: - 2011 Parte 1: Terminologia e estrutura. - 2012 Parte 2: Características dos objetos da construção. - 2014 Parte 3: Processos da construção. - 2015 Parte 7: Informação da construção.
ABNT NBR ISO 12006-2: 2018	Construção de edificação - Organização de informação da construção - Parte 2: Estrutura para classificação.
ABNT NBR 15575: 2013	Edificações Habitacionais – Desempenho
ABNT NBR ISO 16354:2018	Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objetos
ABNT NBR ISO 16757:2018	Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais - Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo - Parte 2: Geometria.
ISO 19650: 2018	Estabelece padrões internacionais para a aplicação e implementação do BIM
ISO 29481: 2012	Building Information Models — Information Delivery Manual
ISO 16739-1: 2018	Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema.

Fonte: Autor

Outros pontos a serem observados, são referentes a quaisquer fatores que possam impactar no andamento do projeto, tanto positivamente quanto negativamente. Em um trabalho desenvolvido por Brito (2019), foram identificados os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para a implantação do BIM em organizações públicas. Em tal estudo, o autor inicialmente definiu os fatores críticos, efetuando uma

priorização dos fatores em uma avaliação junto a especialistas, além de propor ações potenciais para o efetivo gerenciamento dos FCS, conforme Quadro 10.

Quadro 10 – Fatores Críticos de Sucesso para Implantação do BIM

PRIORIZAÇÃO	FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS)	AÇÕES POTENCIAIS PARA GERENCIAMENTO
1º	Envolvimento adequado da equipe	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de mecanismos que promovam maior entendimento do processo de adoção e comprometimento com os papéis e responsabilidades; - Acompanhamento das necessidades de treinamento ou requalificação da equipe;
2º	Cultura organizacional favorável	<ul style="list-style-type: none"> - Explicitação de visão, clima e valores aderentes aos objetivos da implantação; - Proposição de capacitação, incentivos, recursos e planos de ação à equipe;
3º	Fluxo de processos colaborativo entre os envolvidos	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimentos de comunicação e colaboração entre os stakeholders; - Mapeamento dos processos do fluxo de informação;
4º	Interoperabilidade na troca de informações relevantes	<ul style="list-style-type: none"> - Proposição de protocolos para compartilhamento de informações; - Mapeamento dos softwares e aplicativos de acordo com os usos previstos;
5º	Utilidade percebida e facilidade de uso pelos envolvidos	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoramento do progresso e cumprimento das metas do Plano de Execução; - Desenvolvimento de indicadores para avaliação da modelagem, etapas e marcos; - Coleta, armazenamento e análise de informações de empreendimentos similares;
6º	Requisitos e diretrizes para recebimento dos entregáveis	<ul style="list-style-type: none"> - Definição das informações, níveis de desenvolvimento e qualidade mínimos requeridos para cada processo e entregáveis previstos; - Procedimentos de controle de qualidade e conformidade dos entregáveis; - Análise de custo benefício no desenvolvimento de bibliotecas virtuais de objetos BIM;
7º	Liderança e incentivo governamental	<ul style="list-style-type: none"> - Promoção e fomento à adoção pelo setor; - Definição de metas, objetivos estratégicos, estágios e marcos para adoção;
8º	Forma de contratação apropriada	<ul style="list-style-type: none"> - Definição de critérios para qualificação em BIM, seleção dos métodos de entrega, cronogramas físico-financeiro, direitos de propriedade e responsabilidades; - Incentivo ao compartilhamento de riscos e resultados dos empreendimentos;

Fonte: Modificado de Brito (2019)

Para uma adequada implantação, devem ser avaliados os riscos de todo o processo. Chien, Wu e Huang (2014) efetuam um estudo de avaliação de fatores de risco para projetos em BIM, onde são levantados fatores de riscos divididos em três grupos: gerais da construção, de projetos de tecnologia da informação e de gerenciamento de informações da construção.

Quanto aos fatores gerais de risco da construção, Chien, Wu e Huang (2014) consideram riscos técnicos, como informações de projeto insuficientes ou incorretas e escassez de habilidades ou técnicas; de gestão onde temos por exemplo especificações, viabilidade e planejamento inadequados do projeto, junto a um relacionamento precário com as partes interessadas; financeiro; legal; ambiental; e político contendo fatores de inconsistência das políticas governamentais.

Já para os fatores relacionados à tecnologia da informação, Chien, Wu e Huang (2014) citam a falta de comprometimento da alta administração com o projeto, com envolvimento inadequado do usuário e falha de gerenciamento de expectativas, além de equipe insuficiente ou inadequada, mudanças constantes de requisitos. Ainda existem: falta de especificações técnicas adequadas, políticas corporativas que afetam negativamente os projetos, ambiente organizacional instável, usuários resistentes a mudanças ou não comprometidos com o projeto, falta de gerenciamento e monitoramento do projeto, estimativa inadequada dos recursos necessários e uma comunicação ineficaz.

Por fim, Chien, Wu e Huang (2014, p. 5) relacionam para o gerenciamento de informações da construção os riscos, dentre outros, a falta de experiência de projeto e de pessoal qualificado, incompatibilidade de *softwares*, dificuldades de gerenciamento de modelos e na mudança nos processos, os aumentos de custos em um curto prazo e a falta de compromisso da alta administração.

Azhar (2011) divide os riscos envolvendo conceitos BIM em dois grandes grupos, sendo um referente a aspectos legais ou contratuais, em que estão relacionados à falta de determinação da propriedade dos dados BIM, e o segundo abrangendo riscos técnicos.

Já especificamente quanto ao processo de implantação do BIM, Brunet *et al.* (2019) cita como fatores mais importantes para a implantação o envolvimento da alta administração e a postura dos profissionais quanto à mudança.

Além de avaliações de riscos e fatores de sucesso, para o acompanhamento do andamento do projeto, deverão ser criados indicadores para avaliação de desempenho da instituição e refletindo-se as metas estabelecidas (ABDI, 2017).

ABDI (2017, v. 6, p. 31) afirma que os indicadores mais relevantes em um projeto BIM são “o de produtividade, expresso em geral pelas horas técnicas por m² de projeto e o de rentabilidade, representado pelo faturamento/mês/posto de trabalho”.

Barlish e Sullivan (2012) avaliam na literatura os benefícios do BIM, levantando-se diversas métricas para avaliação de projetos BIM, definindo como mais quantificáveis as durações das melhorias (cronogramas), as requisições de mudança, as solicitações de informações e os custos de projeto e construção.

Eadie *et al.* (2013) consideram que os benefícios trazidos pelo BIM devem ser medidos para que se garanta uma melhoria contínua, sendo que para a indicação de performance deverão ser considerados vários outros fatores, uma vez que para a indústria da construção são importantes medidas de satisfação do cliente quanto aos produtos e serviços prestados, os defeitos que podem ocorrer, a previsibilidade de custo e tempo de execução, a capacidade de lucro, a produtividade, a segurança, os custos e prazos de construção. Eadie *et al.* (2013) conclui que para o BIM existe a utilização de muitas métricas, mas os fatores mais gerenciados seriam os custos gerais e do processo de mudanças.

Com uma outra abordagem, Succar, Sher e Williams (2012) propõe para avaliação de desempenho BIM, uma estrutura que envolve cinco componentes: estágios de capacidade BIM, níveis de maturidade, conjunto de competências BIM, escalas organizacionais e níveis de granularidade.

São descritos cada um dos cinco componentes propostos por Succar, Sher e Williams (2012, p. 124) para a avaliação de desempenho:

- I. Estágios de capacidade BIM: está relacionado à capacidade básica de executar uma tarefa ou entregar um serviço / produto BIM, definindo-se requisitos mínimos para cada estágio ao longo da implementação. Divide-se em 5 marcos:
 - a. Pré-BIM: *status* antes da implementação BIM;
 - b. Estágio 1 – modelagem baseada em objetos: implantação de ferramenta que permita a modelagem baseada em objeto;
 - c. Estágio 2 – colaboração baseada em modelo: envolvimento em processo multidisciplinar baseado em projeto colaborativo;
 - d. Estágio 3 – integração baseada em rede: utilização de rede conectada a banco de dados e compartilhamento de modelos interdisciplinares nD, incluindo inteligência de negócios, princípios

de construção enxuta, políticas verdes e todo o custo de todo o ciclo de vida da construção, conforme Succar (2009);

- e. Pós-BIM: Ponto final ou meta em constante evolução, objetivando empregar *design* virtualmente integrado.
- II. Níveis de maturidade: para Succar, Sher e Williams (2012, p. 124) “o termo ‘maturidade BIM’ refere-se à qualidade, repetibilidade e grau de excelência dentro de uma capacidade BIM”. É proposto pelos autores um índice de maturidade BIM (BIMMI) objetivando refletir as especificidades do BIM, quanto a capacidade, requisitos de implementação, metas de desempenho e gestão de qualidade. O índice BIMMI é dividido em cinco níveis: inicial ou *ad hoc*, definido, gerenciado, integrado e otimizado.
- III. Conjunto de competências BIM: conjunto hierárquico de competências individuais que permitem uma avaliação e implementação do BIM, variando conforme o estágio BIM, divididas em três grupos: tecnologia, processos e políticas.
- IV. Escalas organizacionais: considera as diversidades existentes quanto aos mercados, disciplinas e tamanho da empresa.
- V. Níveis de granularidade: desenvolvido para melhorar a capacidade BIM e as avaliações de maturidade, assim como aumentar sua flexibilidade. Tais ‘filtros’ de granularidade possuem quatro níveis, onde a progressão de níveis mais baixos para mais altos indicam um aumento em amplitude de avaliação, detalhes de pontuação, formalidade e especialização do avaliador.

Neste tópico foram identificados todos os pontos principais a serem observados para o sucesso de um Plano de Implantação BIM, devendo-se avaliar cada um destes pontos de acordo com a realidade de cada instituição, assim como a fase de andamento do projeto analisado.

2.3 Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) do uso do BIM no gerenciamento de projetos junto à Administração Pública

Com o auxílio do *software* StArt e com a utilização dos critérios de busca, inclusão e qualificação definidos no item 3.2 deste trabalho, foi possível um levantamento do estado da arte quanto a estudos existentes abordando a utilização dos conceitos BIM.

Observou-se um número considerável de estudos onde os conceitos BIM são utilizados como meios para um melhor gerenciamento de projetos diversos, sendo aplicados em diversas etapas de concepção de um produto, tendo-se em vista o ciclo de vida de uma construção, podendo-se integrar o BIM a outras ferramentas.

Quanto aos estudos de implementação e boas práticas do BIM, Junior, Pellanda e Reis (2019) buscaram fatores que garantissem um desenvolvimento otimizado de projetos em BIM, considerando uma relação entre três grupos de gerenciamento: modelo, produto e governança. Mcauley, Hore e West (2012) abordou que tecnologias que trazem consigo os conceitos BIM podem permitir avaliações de projetos alternativos, trabalhando-se com a mesma base de dados, eliminando erros de coordenação e evitando alterações que geram elevados custos. Ainda segundo Mcauley, Hore e West (2012), o BIM pode trazer maior certeza e previsão de custos, melhor previsão de riscos, possibilidade de análises energéticas, tendo em vista ainda sua possibilidade de testes de *design* em busca da solução que melhor atenda o cliente. Sholeh *et al.* (2020) avaliou o potencial de utilização do BIM na gestão da cadeia de suprimentos da construção como promissor, embora ainda pouco presente a sua utilização. Gurevich, Sacks e Shrestha. (2017) efetuou estudos em organizações atuantes em todo o ciclo de vida de construções e infraestrutura, apresentando benefícios do BIM em diversas aplicações.

Seguindo-se casos de aplicação do BIM, Hadzaman, Takim e Nawawi (2015) definem uma estratégia para implantação do BIM com base em lições aprendidas em processos de implantação de outros países. Também, por meio de um projeto piloto, para onde foram definidos os elementos estratégicos, tendo em vista sete pilares: padrões e credenciamento, colaboração e incentivos, educação e conscientização, biblioteca BIM nacional, diretrizes BIM, *special interest group* (SIG), P&D. Lindblad e Gustavsson (2021) avaliaram a possibilidade de o cliente público impactar uma mudança na indústria, analisada a aptidão de absorção do cliente público para um processo de mudança intra organizacional durante um processo de implementação do BIM, sendo necessária inicialmente uma mudança interna, para que a estrutura organizacional tenha a capacidade de influenciar a indústria de construção em geral. Cibrini, Ventura e Paneroni (2016) apresentam uma pesquisa objetivada em implementar e validar um processo BIM nas fases de projeto e construção do primeiro

projeto piloto italiano, utilizando-se ferramentas que permitam otimização, acompanhamento e melhor gerenciamento da construção.

Foram obtidos muitos trabalhos aplicados junto à Administração Pública, com diversos apresentando parcerias público privadas como forma de viabilizar uma melhor aplicação do BIM. Foram encontrados estudos desenvolvidos em diversos países, mas apenas dois foram implementados no Brasil. Destes dois, Junior, Pellanda e Reis (2019) buscaram uma estrutura contendo fatores de gestão que garantissem sucesso em uma implantação BIM em organizações públicas brasileiras. O outro trabalho selecionado foi desenvolvido por Soares *et al.* (2020), em que foi modificado o ambiente de um *software* BIM para atender melhor aos requisitos brasileiros. Mesmo não tendo sido selecionados pelos critérios aqui estabelecidos, Machado, Ruschel e Scheer (2017) apresentam uma análise de produções brasileiras sobre o tema BIM, demonstrando que foram publicados muitos documentos por diversos autores brasileiros nos últimos anos.

2.4 Obras e Serviços de Engenharia em Instituições Federais de Ensino

No Brasil, diversas são as instituições federais de ensino, tais como as universidades e os institutos federais, mas todas com necessidades similares de contratação de obras e serviços de engenharia, regidas pelas mesmas leis de licitações e contratos administrativos, casos das Leis nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e nº 14.133, de 1º de abril de 2021.

Os Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia, ou simplesmente Institutos Federais (IFs), foram criados pela Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, que instituiu a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, além de criar os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, entre outras providências. Com a citada lei, muitas Escolas Técnicas Federais foram convertidas em IFs, além de que “novas unidades descentralizadas, *campus*, foram criados em todos os estados brasileiros, contemplando regiões onde antes não havia educação profissional pública federal”, conforme Oliveira e Cruz (2017, p. 640).

Os IFs foram criados “a fim de oferecer educação profissional e tecnológica em todos os níveis e modalidades, além de promover a integração e verticalização da educação profissional, abarcando desde a educação básica até o ensino superior” (BARROS, 2017, p. 69).

Diante de uma realidade em que não há mão de obra própria, em cada ente público, para execução de todos os serviços necessários ao perfeito funcionamento das instituições, tem-se a terceirização dos serviços, em que as contratações ocorrem através de processos licitatórios regidos principalmente pela Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

Com o intuito de maior celeridade nas contratações para atender à Copa do Mundo de 2014 e aos Jogos Olímpicos de 2016, foi criado o Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC) (Cruz, 2017), regido pela Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011. Cruz (2017, p. 51) ainda aborda que gradualmente o RDC vai “alargando seus limites de aplicação em razão da necessidade de simplificar e trazer maior rapidez na conclusão dos processos licitatórios”. Com a Lei nº 13.190, de 19 de novembro de 2015, ampliando-se a área de aplicação do RDC, incluindo-se a contratação de obras e serviços de engenharia.

As obras e serviços de engenharia, atualmente, são contratados pelos IFs seguindo-se o previsto na Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, para o RDC. Em 2021, foi publicada a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos, a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, que revoga as leis de licitações anteriores após decorridos dois anos da publicação oficial desta Lei. Logo, em projetos futuros deverão ser consideradas os normativos descritos na nova lei de licitações.

Visando mais clareza na definição de obras e serviços de engenharia, bem como dos itens que as compõe dentro da Administração Pública, o Acórdão 632/2012 – TCU – Plenário considera as definições descritas pelas Orientações Técnicas do Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas (IBRAOP):

15. A referida Orientação Técnica apresenta o conceito de projeto básico de engenharia e detalha cada um de seus componentes (desenhos; memorial descritivo; especificações técnicas; orçamento, composto de planilha de custos e serviços e composições de custos unitários de serviços; cronograma físico-financeiro) (TCU, 2012, p. 3).

[...] que dê conhecimento às unidades jurisdicionadas ao Tribunal que as orientações constantes da OT IBR 01/2006, editada pelo Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas (IBRAOP), passarão a ser observadas por esta Corte, quando da fiscalização de obras públicas; (TCU, 2012, p. 6).

Tendo-se em vista a Orientação Técnica OT – IBR 002/2009 do IBRAOP, temos a distinção entre obras e serviços de engenharia demonstradas pelo Quadro 11.

Quadro 11 – Conceitos de Obras e Serviços de Engenharia

OBRA	OBRA DE ENGENHARIA É A AÇÃO DE CONSTRUIR, REFORMAR, FABRICAR, RECUPERAR OU AMPLIAR UM BEM, NA QUAL SEJA NECESSÁRIA A UTILIZAÇÃO DE CONHECIMENTOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS ENVOLVENDO A PARTICIPAÇÃO DE PROFISSIONAIS HABILITADOS CONFORME O DISPOSTO NA LEI FEDERAL Nº 5.194/66.
CONCEITOS:	
AMPLIAR	PRODUZIR AUMENTO NA ÁREA CONSTRUÍDA DE UMA EDIFICAÇÃO OU DE QUAISQUER DIMENSÕES DE UMA OBRA QUE JÁ EXISTA.
CONSTRUIR	CONSISTE NO ATO DE EXECUTAR OU EDIFICAR UMA OBRA NOVA.
FABRICAR	PRODUZIR OU TRANSFORMAR BENS DE CONSUMO OU DE PRODUÇÃO ATRAVÉS DE PROCESSOS INDUSTRIAIS OU DE MANUFATURA.
RECUPERAR	TEM O SENTIDO DE RESTAURAR, DE FAZER COM QUE A OBRA RETOME SUAS CARACTERÍSTICAS ANTERIORES ABRANGENDO UM CONJUNTO DE SERVIÇOS.
REFORMAR	CONSISTE EM ALTERAR AS CARACTERÍSTICAS DE PARTES DE UMA OBRA OU DE SEU TODO, DESDE QUE MANTENDO AS CARACTERÍSTICAS DE VOLUME OU ÁREA SEM ACRÉSCIMOS E A FUNÇÃO DE SUA UTILIZAÇÃO ATUAL.
SERVIÇOS DE ENGENHARIA	
SERVIÇO DE ENGENHARIA É TODA A ATIVIDADE QUE NECESSITE DA PARTICIPAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE PROFISSIONAL HABILITADO CONFORME O DISPOSTO NA LEI FEDERAL Nº 5.194/66, TAIS COMO: CONSERTAR, INSTALAR, MONTAR, OPERAR, CONSERVAR, REPARAR, ADAPTAR, MANTER, TRANSPORTAR, OU AINDA, DEMOLIR. INCLUEM-SE NESTA DEFINIÇÃO AS ATIVIDADES PROFISSIONAIS REFERENTES AOS SERVIÇOS TÉCNICOS PROFISSIONAIS ESPECIALIZADOS DE PROJETOS E PLANEJAMENTOS, ESTUDOS TÉCNICOS, PARECERES, PERÍCIAS, AVALIAÇÕES, ASSESSORIAS, CONSULTORIAS, AUDITORIAS, FISCALIZAÇÃO, SUPERVISÃO OU GERENCIAMENTO.	
CONCEITOS:	
ADAPTAR	TRANSFORMAR INSTALAÇÃO, EQUIPAMENTO OU DISPOSITIVO PARA USO DIFERENTE DAQUELE ORIGINALMENTE PROPOSTO. QUANDO SE TRATAR DE ALTERAR VISANDO ADAPTAR OBRAS, ESTE CONCEITO SERÁ DESIGNADO DE REFORMA.
CONSERTAR	COLOCAR EM BOM ESTADO DE USO OU FUNCIONAMENTO O OBJETO DANIFICADO; CORRIGIR DEFEITO OU FALHA.
CONSERVAR	CONJUNTO DE OPERAÇÕES VISANDO PRESERVAR OU MANTER EM BOM ESTADO, FAZER DURAR, GUARDAR ADEQUADAMENTE, PERMANECER OU CONTINUAR NAS CONDIÇÕES DE CONFORTO E SEGURANÇA PREVISTO NO PROJETO.
DEMOLIR	ATO DE POR ABAIXO, DESMANCHAR, DESTRUIR OU DESFAZER OBRA OU SUAS PARTES.
INSTALAR	ATIVIDADE DE COLOCAR OU DISPOR CONVENIENTEMENTE PEÇAS, EQUIPAMENTOS, ACESSÓRIOS OU SISTEMAS, EM DETERMINADA OBRA OU SERVIÇO.
MANTER	PRESERVAR APARELHOS, MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E OBRAS EM BOM ESTADO DE OPERAÇÃO, ASSEGURANDO SUA PLENA FUNCIONALIDADE.
MONTAR	ARRANJAR OU DISPOR ORDENADAMENTE PEÇAS OU MECANISMOS, DE MODO A COMPOR UM TODO A FUNCIONAR. SE A MONTAGEM FOR DO TODO, DEVE SER CONSIDERADA FABRICAÇÃO.
OPERAR	FAZER FUNCIONAR OBRAS, EQUIPAMENTOS OU MECANISMOS PARA PRODUZIR CERTOS EFEITOS OU PRODUTOS.
REPARAR	FAZER QUE A PEÇA, OU PARTE DELA, RETOME SUAS CARACTERÍSTICAS ANTERIORES. NAS EDIFICAÇÕES DEFINE-SE COMO UM SERVIÇO EM PARTES DA MESMA, DIFERENCIANDO-SE DE RECUPERAR.
TRANSPORTAR	CONDUZIR DE UM PONTO A OUTRO CARGAS CUJAS CONDIÇÕES DE MANUSEIO OU SEGURANÇA OBRIGUEM A ADOÇÃO DE TÉCNICAS OU CONHECIMENTOS DE ENGENHARIA.

Fonte: IBRAOP (2009, p. 2-3) – Adaptado pelo autor

Já para a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, temos as seguintes definições:

Art. 6º Para os fins desta Lei, consideram-se:

[...]

XII – obra: toda atividade estabelecida, por força de lei, como privativa das profissões de arquiteto e engenheiro que implica intervenção no meio ambiente por meio de um conjunto harmônico de ações que, agregadas, formam um todo que inova o espaço físico da natureza ou acarreta alteração substancial das características originais de bem imóvel;

[...]

XXI – serviço de engenharia: toda atividade ou conjunto de atividades destinadas a obter determinada utilidade, intelectual ou material, de interesse para a Administração e que, não enquadradas no conceito de obra a que se refere o inciso XII do caput deste artigo, são estabelecidas, por força de lei, como privativas das profissões de arquiteto e engenheiro ou de técnicos especializados, que compreendem:

a) serviço comum de engenharia: todo serviço de engenharia que tem por objeto ações, objetivamente padronizáveis em termos de desempenho e qualidade, de manutenção, de adequação e de adaptação de bens móveis e imóveis, com preservação das características originais dos bens;

b) serviço especial de engenharia: aquele que, por sua alta heterogeneidade ou complexidade, não pode se enquadrar na definição constante da alínea ‘a’ deste inciso; (BRASIL, 2021).

O processo de obras ou serviços de engenharia é interpretado por Gonçalves (2020) na Figura 11. Nesta figura, notam-se as etapas que compõem o ciclo de vida de uma construção, na qual temos as etapas de estudos e planejamentos, execução da obra, seguida da operação, uso e manutenção do empreendimento. Para Gonçalves (2020, p. 25) “O ciclo de vida é subdividido de forma macro em design, obra e uso”.

Figura 11 – Ciclo de vida da construção com base em transmissão de informações



Fonte: Gonçalves (2020, p. 25)

Considerando o termo ‘projeto’ ligado à fase ‘*design*’, com o objetivo de estabelecer as diretrizes gerais para a elaboração de projetos de construção, complementação, reforma ou ampliação de uma edificação ou conjunto de edificações, foi criado o “Manual de Obras Públicas – Edificações: Projetos, da Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio (SEAP)”, conforme SEAP

(2020). Tal manual apresenta as definições, documentos, condições, diretrizes, normas, regulamentos e legislações que deverão ser seguidas durante a elaboração de um projeto de construção civil para a Administração Pública.

Na concepção de uma edificação para os IFs, inicialmente, contrata-se, via licitação, a elaboração de projeto (serviço de engenharia) para todas as disciplinas pertinentes, sendo elaborados desenhos, memoriais, quantitativos, orçamentos e cronograma para execução de todas as atividades. De posse de tal documentação, são desenvolvidos os demais documentos que compõem o processo de licitação, podendo-se licitar a obra para execução do projeto, com posterior execução contratual com a construção da edificação.

Utilizando como base o Manual de Obras Públicas do SEAP, referenciado em SEAP (2020), temos para concepção de um projeto as seguintes etapas consecutivas: Estudo Preliminar, Projeto Básico e Projeto Executivo. Tais etapas são descritas no Quadro 12.

Quadro 12 – Etapas para concepção de um projeto

ESTUDOS PRELIMINARES	<p>O ESTUDO PRELIMINAR VISA À ANÁLISE E ESCOLHA DA SOLUÇÃO QUE MELHOR RESPONDA AO PROGRAMA DE NECESSIDADES, SOB OS ASPECTOS LEGAL, TÉCNICO, ECONÔMICO E AMBIENTAL DO EMPREENDIMENTO.</p> <p>ALÉM DE ESTUDOS E DESENHOS QUE ASSEGUREM A VIABILIDADE TÉCNICA E O ADEQUADO TRATAMENTO DO IMPACTO AMBIENTAL, O ESTUDO PRELIMINAR SERÁ CONSTITUÍDO POR UM RELATÓRIO JUSTIFICATIVO, CONTENDO A DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DA ALTERNATIVA SELECIONADA, AS SUAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS, OS CRITÉRIOS, ÍNDICES E PARÂMETROS UTILIZADOS, AS DEMANDAS A SEREM ATENDIDAS E O PRÉ-DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS PREVISTOS. SERÃO CONSIDERADAS AS INTERFERÊNCIAS ENTRE ESTES SISTEMAS E APRESENTADA A ESTIMATIVA DE CUSTO DO EMPREENDIMENTO.</p>
PROJETO BÁSICO	<p>O PROJETO BÁSICO DEVERÁ DEMONSTRAR A VIABILIDADE TÉCNICA E O ADEQUADO TRATAMENTO DO IMPACTO AMBIENTAL, POSSIBILITAR A AVALIAÇÃO DO CUSTO DOS SERVIÇOS E OBRAS OBJETO DA LICITAÇÃO, BEM COMO PERMITIR A DEFINIÇÃO DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS E PRAZOS DE EXECUÇÃO DO EMPREENDIMENTO. SERÃO SOLUCIONADAS AS INTERFERÊNCIAS ENTRE OS SISTEMAS E COMPONENTES DA EDIFICAÇÃO.</p> <p>ALÉM DOS DESENHOS QUE REPRESENTEM TECNICAMENTE A SOLUÇÃO APROVADA ATRAVÉS DO ESTUDO PRELIMINAR, O PROJETO BÁSICO SERÁ CONSTITUÍDO POR UM RELATÓRIO TÉCNICO, CONTENDO O MEMORIAL DESCRITIVO DOS SISTEMAS E COMPONENTES E O MEMORIAL DE CÁLCULO ONDE SERÃO APRESENTADOS OS CRITÉRIOS, PARÂMETROS, GRÁFICOS, FÓRMULAS, ÁBACOS E 'SOFTWARES' UTILIZADOS NA ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS E COMPONENTES.</p> <p>O PROJETO BÁSICO CONTERÁ AINDA OS ELEMENTOS DESCRITOS NA LEI DE LICITAÇÕES E CONTRATOS, COM ESPECIAL ATENÇÃO PARA O FORNECIMENTO DO ORÇAMENTO DETALHADO DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS E OBRAS, FUNDAMENTADO EM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E QUANTITATIVOS DE MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS, BEM COMO EM MÉTODOS CONSTRUTIVOS E PRAZOS DE EXECUÇÃO CORRETAMENTE DEFINIDOS.</p>
PROJETO EXECUTIVO	<p>O PROJETO EXECUTIVO DEVERÁ APRESENTAR TODOS OS ELEMENTOS NECESSÁRIOS À REALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO, DETALHANDO TODAS AS INTERFACES DOS SISTEMAS E SEUS COMPONENTES.</p> <p>ALÉM DOS DESENHOS QUE REPRESENTEM TODOS OS DETALHES CONSTRUTIVOS ELABORADOS COM BASE NO PROJETO BÁSICO APROVADO, O PROJETO EXECUTIVO SERÁ CONSTITUÍDO POR UM RELATÓRIO TÉCNICO, CONTENDO A REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO MEMORIAL DESCRITIVO E DO MEMORIAL DE CÁLCULO APRESENTADOS NAQUELA ETAPA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.</p> <p>O PROJETO EXECUTIVO CONTERÁ AINDA A REVISÃO DO ORÇAMENTO DETALHADO DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS E OBRAS, ELABORADO NA ETAPA ANTERIOR, FUNDAMENTADA NO DETALHAMENTO E NOS EVENTUAIS AJUSTES REALIZADOS NO PROJETO BÁSICO.</p>

Fonte: SEAP (2020, p. 6) – Adaptado pelo autor

Diante das etapas para desenvolvimento dos projetos, tem-se, no Quadro 13, os itens que deverão compor um Projeto Básico, conforme Orientação Técnica OT – IBR 001/2006 do IBRAOP, referenciada em IBRAOP (2006).

Quadro 13 – Documentos que compõem o Projeto Básico

ITEM	CONTEÚDO TÉCNICO	DESCRIÇÃO
1	DESENHO	<i>Representação gráfica do objeto a ser executado, elaborada de modo a permitir sua visualização em escala adequada, demonstrando formas, dimensões, funcionamento e especificações, perfeitamente definida em plantas, cortes, elevações, esquemas e detalhes, obedecendo às normas técnicas pertinentes.</i>
2	MEMORIAL DESCRITIVO	<i>Descrição detalhada do objeto projetado, na forma de texto, onde são apresentadas as soluções técnicas adotadas, bem como suas justificativas, necessárias ao pleno entendimento do projeto, complementando as informações contidas nos desenhos referenciados no item 1.</i>
3	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	<i>Texto no qual se fixam todas as regras e condições que se deve seguir para a execução da obra ou serviço de engenharia, caracterizando individualmente os materiais, equipamentos, elementos componentes, sistemas construtivos a serem aplicados e o modo como serão executados cada um dos serviços apontando, também, os critérios para a sua medição.</i>
4	ORÇAMENTO	<i>Avaliação do custo total da obra tendo como base preços dos insumos praticados no mercado ou valores de referência e levantamentos de quantidades de materiais e serviços obtidos a partir do conteúdo dos elementos descritos nos itens 1, 2 e 3, sendo inadmissíveis apropriações genéricas ou imprecisas, bem como a inclusão de materiais e serviços sem previsão de quantidades. O Orçamento deverá ser lastreado em composições de custos unitários e expresso em planilhas de custos e serviços, referenciadas à data de sua elaboração, sendo considerado o valor do BDI (benefícios e despesas indiretas) para compor o preço total.</i>
5	CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO	<i>Representação gráfica do desenvolvimento dos serviços a serem executados ao longo do tempo de duração da obra demonstrando, em cada período, o percentual físico a ser executado e o respectivo valor financeiro despendido.</i>

Fonte: IBRAOP (2006, p. 3) – Adaptado pelo Autor

Dos itens citados que compõem os Projetos Básico e Executivo, vale destacar a importância do orçamento. Para TCU (2014, p. 6) “o orçamento de uma obra é a peça de fechamento do projeto, traduzindo-o em termos econômicos e financeiros. Trata-se de etapa preparatória indispensável em qualquer contratação pública”. O Tribunal de Contas da União (TCU) disponibilizou a Cartilha de Orientações para Elaboração de Planilhas Orçamentárias em Obras Públicas, visando auxiliar a elaboração de orçamentos de obras e serviços de engenharia. A citada cartilha do TCU relata a importância de projetos completos e adequados para que se tenha um orçamento correto. Outros problemas como referências inadequadas de preços são fatores que devem ser analisados com cuidado no processo de orçamentação, conforme Figura 12.

Figura 12 – Causas para a deficiência em orçamentos



Fonte: TCU (2014, p. 8)

A formação da planilha orçamentária depende do levantamento e quantificação de todos os itens pertinentes à execução do projeto, definindo os custos de cada item para, por fim, formar o preço final, tal como demonstrado pela Figura 13 (TCU, 2014).

Figura 13 – Processo de orçamentação de obras



Fonte: TCU (2014, p. 37)

Tendo em vista todos os conceitos elencados sobre obras e serviços de engenharia, tem-se a adoção da Modelagem da Informação da Construção agregando mais valor à construção civil. Quanto à adoção do BIM pela Administração Pública, o governo federal entendeu como estratégica a adoção do BIM nos serviços públicos, conforme observado pelo Decreto nº 9.377, de 17 de Maio de 2018, que instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* no Brasil. Em 2019, tal decreto foi revogado pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto 2019, que institui

a Estratégia BIM BR, vigente até a presente data. Tal decreto, referenciado em Brasil (2019), objetiva, conforme seu Art. 2º:

- Difundir o BIM e os seus benefícios;
- Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- Estimular a capacitação em BIM;
- Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e,
- Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

Observa-se a importância para os órgãos e entes públicos que sejam feitos investimentos em tecnologias e qualificações de seus profissionais para o aperfeiçoamento nesta área da construção civil. Com a publicação da Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos, nota-se a importância de utilização do BIM através do Art. 19, § 3º, transcrito abaixo:

§ 3º Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modelling–BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la. (BRASIL, 2021).

Logo, as instituições públicas deverão adequar sua infraestrutura, seus profissionais e seus processos, aos padrões e conceitos da Modelagem da Informação da Construção, tanto para adequação aos normativos que vêm surgindo, quanto para melhoria de seus produtos.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 Aspectos Gerais

Esta trabalho teve início com a identificação do problema de baixa qualidade das obras na Administração Pública. Para melhoria, foram seguidos normativos e legislações vigentes que priorizavam a utilização dos conceitos BIM. Almejando avaliar um processo de implantação do BIM, foram feitas duas revisões bibliográficas: uma revisão sistemática voltada para validação do BIM no gerenciamento de projetos junto à Administração Pública, e uma revisão bibliográfica da literatura buscando conceitos para servirem de base para uma implantação BIM, seguindo-se orientações reconhecidas sobre gerenciamento de projetos.

O desenvolvimento deste trabalho teve como foco a análise do ambiente de uma IF, avaliando-se as condições existentes no local e propondo um planejamento inicial via aprovação de TAP para implantação dos conceitos de Modelagem da Informação da Construção na respectiva instituição.

A elaboração do TAP teve como base as orientações previstas em PMI (2017) e ABDI (2017), assim como a metodologia da pesquisa proposta por Mendrot (2016).

Após o desenvolvimento do TAP, este foi encaminhado de forma aleatória, juntamente com um questionário, para especialistas que não foram identificados. Os especialistas eram da área da pesquisa e pertencentes preferencialmente aos IFs, visando a colher opiniões sobre o termo desenvolvido.

Quanto à classificação da pesquisa, foram consideradas as classificações listadas por Silva e Menezes (2005), sendo enquadrada a pesquisa desenvolvida neste estudo como descrito a seguir:

- Quanto a sua 'Natureza': a pesquisa possui característica aplicada, uma vez que os conhecimentos têm aplicação prática com foco na resolução de um problema específico;
- Como o problema foi abordado com vistas no processo e seus fenômenos, não sendo quantificável, nem sendo necessário o uso de métodos e técnicas estatísticas, a pesquisa é de 'Abordagem Qualitativa';
- Também foi considerada como 'Pesquisa Exploratória', pois foi efetuada busca na bibliografia objetivando ampliar os conhecimentos e construir uma

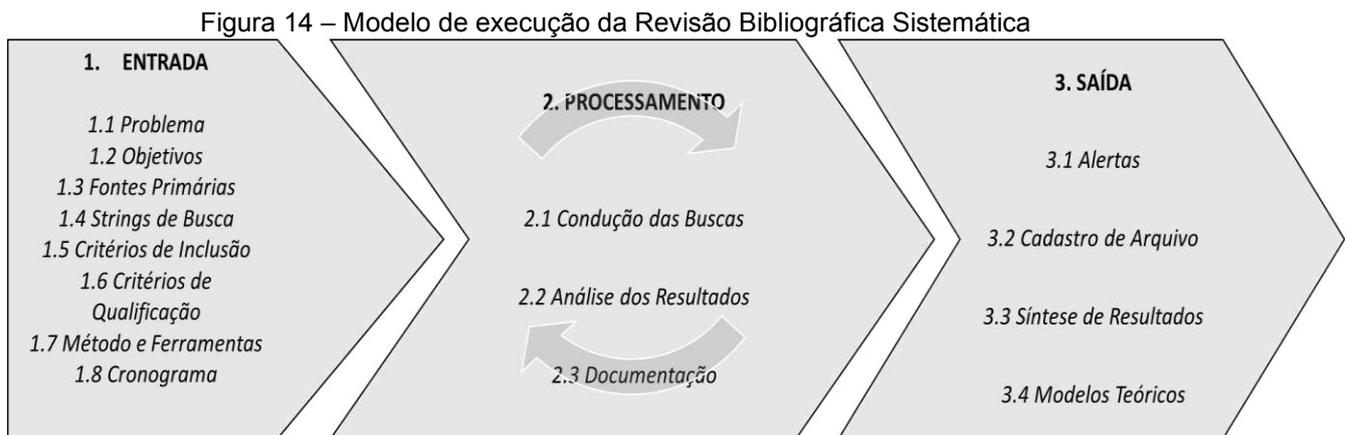
base para desenvolver o gerenciamento de projetos em BIM nas instituições públicas federais;

- Quanto aos ‘Procedimentos Técnicos’ adotados, obteve-se uma pesquisa bibliográfica e documental, pois a elaboração foi efetuada a partir de documentos já publicados, assim como aqueles disponíveis em uma Instituição Federal, mas que não foram tratados analiticamente.

3.2 Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) da Literatura

Foi efetuada uma exploração na bibliografia existente sobre a utilização do BIM s na Administração Pública.

O método aplicado no processo teve como base a metodologia de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) proposta por Conforto, Amaral e Silva (2011), descrita na Figura 15.



Fonte: Conforto, Amaral e Silva (2011) – Adaptado pelo Autor

Considerando-se as classificações das pesquisas listadas por Silva e Menezes (2005), o estudo foi realizado através de uma pesquisa de natureza aplicada, associando o problema a uma abordagem qualitativa e exploratória, buscando na bibliografia analisar a utilização do BIM como ferramenta de Gerenciamento de Projetos de construção civil na Administração Pública.

3.2.1 Principais fontes de informação (fontes primárias)

Inicialmente, em uma pesquisa prévia, foram avaliados autores ou instituições de referência no cenário BIM atual para servirem como base para o desenvolvimento deste trabalho. Como este estudo busca casos relacionados principalmente à Administração Pública, muitas das referências principais definidas foram com base na legislação em vigor ou normativos de agências reguladoras. Ainda, foram retiradas

referências de guias e manuais orientativos de fontes vinculadas à Administração Pública. As referências selecionadas previamente:

3.2.1.1 ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL: Em 2017, a ABDI em parceria com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) criou uma coletânea com o objetivo de consolidar e disponibilizar, de forma clara e precisa, informações de boas práticas sobre o processo e a contratação de projetos BIM para profissionais dos setores público ou privado envolvidos no ciclo de vida das edificações – Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC Volumes 1 a 6, Brasília, 2017.

3.2.1.2 ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: É a ABNT que disponibiliza todas as normas que deverão ser seguidas, orientando quaisquer atividades no Brasil.

3.2.1.3 PMI – PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE: Uma das principais referências mundiais em Gerenciamento de Projetos. Principal referência utilizada: PMI (2017).

3.2.1.4 IMPA – International Project Management Association: Referência internacional para padrões em gerenciamento de projetos. Principal referência utilizada: IMPA (2016).

3.2.1.5 ISO 21.500:2012 – Orientações sobre gerenciamento de projeto: Norma que fornece orientações sobre conceitos e processos do gerenciamento de projetos que são importantes e tem impacto na realização dos projetos.

3.2.1.6 TCU – Tribunal de Contas da União: Instituição responsável por fiscalizar as atividades exercidas pela União. Principal referência utilizada: TCU (2014).

3.2.1.7 SEAP – SECRETARIA DE ESTADO DA ADMINISTRAÇÃO E PATRIMÔNIO: Apresenta as orientações nas quais obras e serviços de engenharia devem ser executados. Principal referência utilizada: SEAP (2020).

3.2.1.8 Chuck Eastman: Muito citado em diversos trabalhos como proponente dos conceitos BIM. Principal referência utilizada: Eastman (2008).

3.2.1.9 Edivando Carlos Conforto: Apresenta a metodologia de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) a ser desenvolvida neste estudo. Principal referência utilizada: Conforto, Amaral e Silva (2011).

3.2.1.10 Bilal Succar: Referenciado em documentos de orientação BIM para a Administração Pública, apresentando uma das definições mais utilizadas para o BIM. Principal referência utilizada: Succar (2009).

3.2.1.11 G.A. Van Nederveen e F.P. Tolman: Apresentaram conceitos iniciais para o BIM, bem como iniciaram a utilização do termo. Principal referência utilizada: Van Nederveen e Tolman (1992).

3.2.1.12 Ricardo Viana Vargas: Escritor e especialista em gerenciamento de projetos, com diversas publicações, possuindo reconhecido conhecimento na área. Principal referência utilizada: Vargas (2018).

3.2.1.13 Regina Coeli Ruschel e Sérgio Scheer: Pesquisadores brasileiros com grande número de publicações sobre BIM. Principal referência utilizada: Machado, Ruschel e Scheer (2017).

3.2.1.14 Eduardo Toledo Santos: Pesquisador brasileiro com grande número de publicações sobre BIM. Principal referência utilizada: Santos (2012).

3.2.1.15 Imriyas Kamardeen: Referenciado em documentos de orientação BIM para a Administração Pública, efetuando análise de tema diretamente relacionado ao proposto neste trabalho, analisando inclusive as diversas dimensões para a modelagem da informação da construção. Principal referência utilizada: Kamardeen (2010).

3.2.2 Definição de Strings e fontes de busca para as referências

Foram consideradas mais relevantes e utilizadas para buscas de referências, as seguintes palavras-chaves e termos: “BIM”, “*Building Information Modeling*”, “*Public*”, “*Project*” e “*Management*”.

Com a definição das palavras-chave, foi definida a *string* utilizada na busca de referências conforme descrito a seguir:

(“BIM” OR “*Building Information Modeling*”) AND “*Public*” AND “*Project*” AND “*Management*”.

Inicialmente foi efetuada uma busca pelo Portal de Periódicos da Capes visando identificar as bases de dados com maior quantidade de trabalhos relacionados ao tema. Desta busca, foram selecionadas as bases com maior quantidade de documentos, mas que também permitiam a exportação das informações de cada documento para algum formato de trabalho compatível com o *software* utilizado para análise. Logo, foram selecionadas as coleções *Scopus (Elsevier)* e *Web of Science*. Foram obtidos um total de 333 documentos, sendo 276 da base *Scopus* e 57 da base *Web of Science*.

3.2.3 Definição dos critérios de inclusão

A fim de efetuar uma seleção entre todos os documentos obtidos na busca realizada no item anterior, foram definidos critérios objetivos de inclusão para seleção dos documentos mais compatíveis ao tema em estudo, dentre as bases selecionadas. Foram considerados os seguintes critérios de inclusão:

Com o suporte do *software* StArt foram pontuados e ordenados cada um dos documentos obtidos no item 3.2.2, tendo como critério o número de vezes que as palavras-chave aparecem no título, no resumo e nas palavras-chave dos documentos importados. O aparecimento de cada palavra-chave foi pontuado da seguinte forma:

- No título: cinco pontos por ocorrência;
- No resumo: um ponto por ocorrência;
- Nas palavras-chave: três pontos por ocorrência.

O *software* StArt realizou uma classificação dos documentos com base no somatório das pontuações, sendo aceitos para avaliação todos os que apresentem somatório superior a 30 pontos (denominado como ponto de corte). Os demais documentos foram automaticamente excluídos da avaliação. Com base na pontuação, foram excluídos 253 documentos.

Foram considerados relevantes os documentos que apresentavam os conceitos BIM relacionados à Gestão de Projetos ou que apresentassem os conceitos BIM ligados à Administração Pública. Também foram mantidos para análise os estudos que apresentavam boas práticas para uma melhor implementação do BIM. Documentos que não estivessem de acordo com tais descrição foram excluídos da análise. Com base na incompatibilidade com o tema, foram excluídos mais 12 documentos.

Considerando-se os assuntos abordados em cada documento, 40 estudos apresentavam conceitos BIM envolvendo também a Administração Pública, 46 apresentavam o BIM utilizado no gerenciamento de projetos e 49 trabalhos apresentavam o uso de boas práticas BIM. Nota-se que muitos trabalhos apresentavam mais de um item considerado para seleção do documento.

Em resumo, com base nos critérios de inclusão, foram aceitos 53 documentos, sendo rejeitados todos os 280 restantes. Desses 280 excluídos, 253 foram excluídos devido à pontuação, 12 com base no escopo do trabalho e 15 eram documentos duplicados ou repetidos nas bases.

3.2.4 Definição dos critérios de qualificação

Após a seleção, via critérios de inclusão, foi efetuada uma nova análise dos documentos, buscando avaliar os tipos de informação apresentada em cada um deles. Durante o processo de análise dos documentos, quatro foram excluídos devido à impossibilidade de acesso ao documento completo. Para os demais 49, foram extraídas as seguintes informações de cada documento:

- Foi verificado se o documento apresentou uma aplicação prática do BIM, como por exemplo um estudo de caso, ou foi feita uma abordagem teórica, voltada, por exemplo, para apresentação de boas práticas de implantação do BIM tendo em vista uma revisão bibliográfica: Considerando estas observações, dos 49 documentos selecionados, 29 apresentaram uma aplicação prática de implantação do BIM, sendo que os demais 20 apresentaram uma abordagem de análise teórica;
- Outra consideração foi se o estudo foi implementado no Brasil: De todos os 49 estudos, apenas dois foram implementados no Brasil.
- O outro questionamento foi se houve um resultado positivo da aplicação do BIM no gerenciamento de projetos na administração pública no estudo apresentado: Todos os 29 documentos que apresentaram casos de aplicação prática do BIM, apresentaram um resultado positivo.

3.2.5 Definição do método de busca e as ferramentas

Com base nos objetivos e nas fontes primárias, foram definidas as palavras-chave do estudo em questão, definindo-se assim as *strings* de busca, permitindo-se a procura de documentos relacionados ao tema.

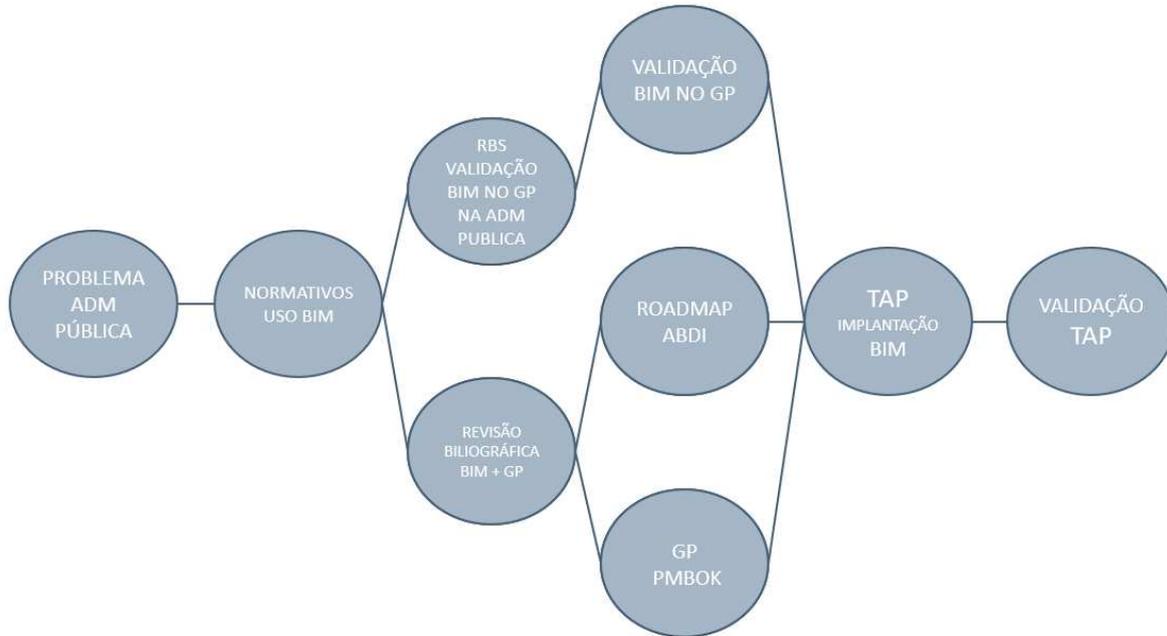
Os dados obtidos nas buscas, considerando-se as bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, foram exportados por método BibTex para o *software* StArt (*State of the Art through Systematic Review*) do Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LaPES) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Tal *software* gratuito permite a criação de um protocolo visando aceitação e rejeição dos documentos com base em critérios pré-definidos. Conforme citado por Hernandez *et al.* (2010), há a facilidade de geração de dados e relatório, facilitando a caracterização do estado da arte do tema em estudo. Com a aplicação do *software*, foi possível a seleção dos documentos mais relevantes ao tema, considerando-se critérios de inclusão, exclusão e qualificação.

Inicialmente os documentos foram importados para o *software* StArt e pontuados conforme os critérios de inclusão, excluindo-se todos com pontuação igual ou inferior ao ponto de corte. Em seguida foram analisados os resumos dos documentos para seleção dos que estivessem relacionados ao tema. Após o processo de inclusão ou seleção, os documentos foram novamente avaliados seguindo os critérios de qualificação para que fosse possível a extração de informações relevantes dos documentos para, por fim, ser possível obter-se uma visão do estado da arte quanto à utilização do BIM na gestão de projetos para a Administração Pública.

Os resultados obtidos da análise foram expressos no item 2.3 deste estudo.

Os métodos de desenvolvimento utilizados neste trabalho estão apresentados na Figura 15.

Figura 15 – Método de desenvolvimento do trabalho



Fonte: Autor

4 DESENVOLVIMENTO

Nesta etapa foi desenvolvido o Termo de Abertura, aplicando-se os conceitos e técnicas apresentados na Revisão da Literatura realizada e apresentada no Capítulo 2 deste documento.

Foram levantados dados e informações em um IF para serem utilizados como base para a elaboração do TAP proposto por este trabalho.

Inicialmente é proposta uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP) para desenvolvimento do processo de Implantação BIM, unindo-se os conceitos de gerenciamento de processos do PMBOK sexta edição ao *ROADMAP* proposto por ABDI (2017).

Em seguida é apresentado o Caso de Negócio (*Business Case*) detalhando o problema em questão e sua necessidade. Seus objetivos foram definidos através da regra prática SMART. Todo o desenvolvimento teve como suporte as informações obtidas de um diagnóstico da Instituição, via análise de documentos e processos existentes. Seguiu-se para uma análise de viabilidade do empreendimento, onde foram utilizadas as ferramentas de estimativa de três pontos para obter um prazo estimado de implantação, assim como a ferramenta de estimativa de custos *bottom-up*, onde obteve-se a estimativa dos custos do processo de implantação BIM. Com base nos documentos existentes, assim como por meio da pesquisa bibliográfica realizada, foram definidos os riscos iniciais do projeto e fatores críticos para o sucesso da implantação BIM. Ao final do Caso de Negócio, foi proposto um Diagrama de Gantt e um cronograma físico-financeiro estimado a ser monitorado e controlado pelos responsáveis para a adequada implantação do BIM em IFs.

Ainda durante o desenvolvimento do TAP, foram apresentados os procedimentos para formalização e autorização do projeto, os fatores ambientais da empresa e ativos organizacionais que impactaram no desenvolvimento do processo de implantação, concluindo-se a elaboração do TAP. Ele então foi encaminhado, junto a um questionário, aleatoriamente para validação de especialistas da área e de Instituições Federais de Ensino.

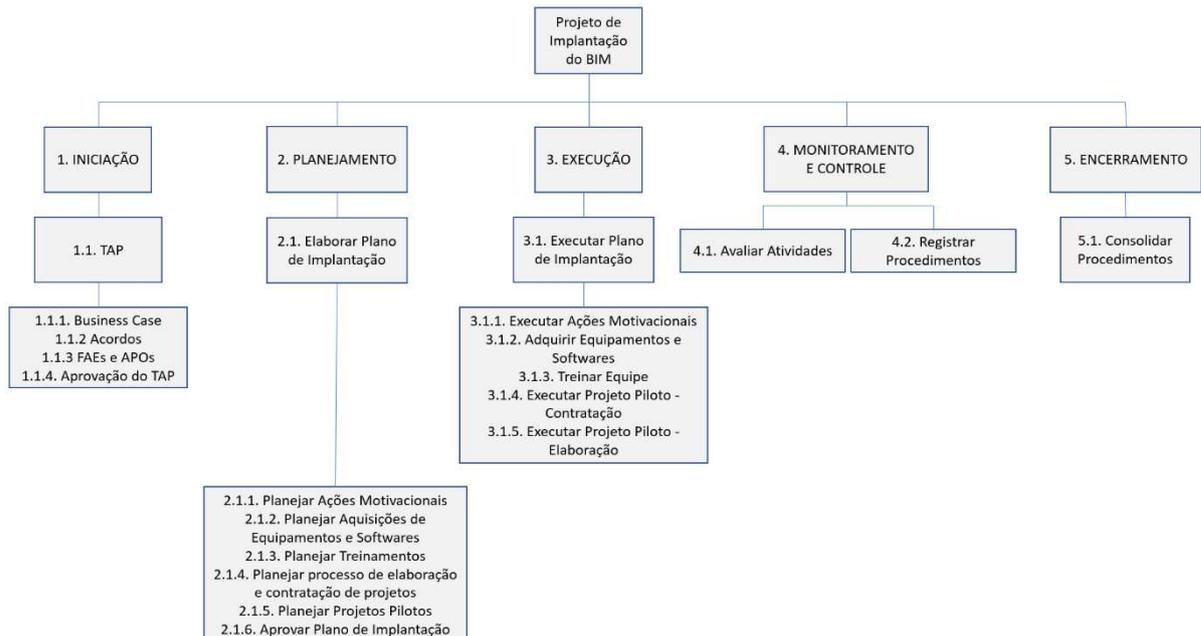
4.1 Estrutura analítica do projeto (EAP)

A EAP é uma “subdivisão das entregas e do trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis”, conforme PMI (2017, p. 570),

forneendo uma melhor visão de todo o processo para alcançar o objetivo. ABNT (2012, p. 23) esclarece que o propósito da criação de uma EAP é “fornecer uma decomposição da estrutura hierárquica para apresentar o trabalho que necessita ser completado, a fim de alcançar os objetivos do projeto”.

Com base nos conceitos acima descritos e considerando o grupo de gerenciamento de processos do PMBOK sexta edição, referenciado em PMI (2017), tem-se uma EAP para os projetos composta das fases de Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle, e Encerramento. Para o presente estudo, foram agregadas às fases de gerenciamento de processos as etapas contidas no *ROADMAP* proposto por ABDI (2017), representando um detalhamento de cada etapa, onde a elaboração do TAP foi prevista na fase de Iniciação, conforme a EAP proposta na Figura 16. Tal detalhamento foi utilizado na estimativa de custos e prazos para o processo de implantação.

Figura 16 – EAP para Implantação do BIM em Institutos Federais



Fonte: Autor

4.2 Caso de Negócio (*Business Case*)

4.2.1 *Objetivo*

Em um projeto, os objetivos devem ser realistas e não gerar dúvidas, devendo ser avaliados com periodicidade, garantindo que são alcançados, adotando ações para correção quando necessário, podendo ser adotada em suas definições uma

regra prática chamada SMART. Neste caso, define-se que um objetivo deve ser: Específico (*Specific*), Mensurável (*Measurable*), Realizável (*Achievable*), Relevante (*Relevant*) e Dentro de um prazo (*Time Framed*) (SOTILLE *et al.*, 2014).

Para o projeto em desenvolvimento, tem-se como objetivo implantar a utilização de conceitos de modelagem da informação da construção nas fases de contratação e elaboração de projetos de infraestrutura (fase *design*) nas diretorias de engenharia dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, conforme cronograma físico-financeiro aprovado pelas partes interessadas e autoridades responsáveis das instituições.

Nota-se que o objetivo proposto atende aos itens especificados por Sotille *et al.* (2014) uma vez que são identificadas as seguintes características:

- Específico: uma vez que foram estipulados, especificamente, as fases, setores e instituições que foram englobados no processo de implantação;
- Mensurável: visto que foi proposto neste estudo um cronograma de execução, que foi aprovado pelos *stakeholders*, assim como acompanhado pelo gerente de projetos;
- Realizável: tendo em vista que a proposta de implantação do plano era viável de ser executada considerando-se os prazos e custos levantados, sujeita à aprovação das autoridades responsáveis da instituição para início do projeto;
- Relevante: pois notou-se a abrangência do projeto, dependendo-se, inclusive, da aprovação das partes interessadas;
- Dentro de um prazo: já que foram estipulados todos os prazos de execução conforme o cronograma físico proposto neste estudo.

4.2.2 Justificativa

Na busca da Administração Pública por meio de melhorar a qualidade dos serviços prestados à sociedade, no caso específico de obras e serviços de engenharia, foi destacada a utilização dos conceitos BIM no item 2.3 deste estudo, onde verificou-se a utilização do BIM no gerenciamento de projetos e junto a órgãos e entes públicos.

Ainda neste estudo, por meio do item 1.5, foi referenciada a importância do BIM na melhoria dos projetos, reforçando mais tal fato, pela incorporação do BIM às estratégias nacionais, adotadas pelo governo federal. Notou-se a importância para os órgãos e entes públicos de investimentos em tecnologias e na qualificação de seus profissionais, uma vez que práticas que gerassem melhoria na qualidade dos produtos adquiridos pelas instituições, devam ser incorporadas aos processos existentes, objetivando-se melhores serviços prestados a seus usuários.

4.2.3 Alinhamento Estratégico

A implantação do BIM deve estar alinhada com o planejamento estratégico do governo federal, conforme a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, que estabelece o uso preferencial de BIM nas licitações de obras e serviços de engenharia, assim como é contemplada no Decreto nº 9.983, de 22 de agosto 2019, que institui a Estratégia BIM BR. Para a instituição em análise, já consta em seus documentos de planejamento, considerado como objetivo estratégico, assegurar a infraestrutura física e a inovação tecnológica adequadas às atividades administrativas e acadêmicas em todas as unidades, benefícios esses trazidos com a implantação do BIM e consequente melhoria na qualidade da infraestrutura do ente público.

4.2.4 Contextualização

O caso em estudo trata da implantação da metodologia BIM em um Instituto Federal da área de Educação, que necessita contratar a execução de obras ou de serviços de engenharia para ampliação, melhoria e manutenção de sua infraestrutura. Ressalta-se que alguns serviços de engenharia, como por exemplo a elaboração de projetos (*design*), serão executados pela própria Instituição.

Avaliando-se as partes interessadas ou afetadas por tal projeto, pelos normativos neste estudo, notou-se o interesse governamental em tal processo, o que leva os gestores das instituições a terem que adotar medidas para se adequar a tais legislações. Para que sejam aprimoradas as atividades com a utilização do BIM, haverá impacto nas atribuições de todo o quadro de engenharia da instituição, além de afetar atividades da gestão e de demais setores relacionados à engenharia. Com a melhoria na qualidade das construções, a implantação do BIM trará benefícios para todos os usuários das edificações.

Ressalta-se que a implantação do BIM está condicionada à aprovação do TAP pelas autoridades responsáveis da instituição.

4.2.5 Diagnóstico

Foi feito um diagnóstico da instituição quanto às tecnologias disponíveis, ao número de profissionais e suas qualificações, e quanto aos processos adequadamente definidos por procedimentos consolidados na instituição (ABDI, 2017).

São descritas neste tópico as condições observadas quando do levantamento e análise dos documentos da instituição, efetuados no início do desenvolvimento deste estudo.

Quanto às tecnologias aplicadas ao BIM, a Instituição em questão não possui *softwares* e equipamentos compatíveis com a tecnologia. Atualmente são utilizados *softwares* de desenho 2D e de orçamentação, não permitindo o armazenamento de informações em desenhos, não tendo capacidade de comunicação BCF, nem garantindo a interoperabilidade, estando, portanto, em desacordo com os conceitos BIM. Os equipamentos, embora adequados para os *softwares* atualmente em uso, exigiriam uma melhoria, tendo em vista as maiores exigências de desempenho para *softwares* BIM. Quanto a questões de armazenamento e *backup* de informações, já existe a utilização de nuvem como padrão, sendo esta uma opção que permite segurança e maior integração, atendendo a requisitos BIM. Em acréscimo, a infraestrutura de rede de dados interna já é adequada à possibilidade de implantação dos conceitos BIM, permitindo o fluxo de informação e garantindo um trabalho colaborativo. Estão ainda em andamento na instituição a padronização e a criação de procedimentos de distribuição de arquivos, permitindo assim melhores possibilidades no processo de implantação.

No caso de aquisição de novos *softwares*, serão necessários treinamentos para qualificação dos profissionais nos respectivos programas adquiridos.

Implantar o BIM na instituição impactará diretamente na cultura da organização (BRITO, 2019), devendo haver a previsão de ações que subsidiem as mudanças de processos e procedimentos existentes na instituição.

Não há para o setor de engenharia da instituição processos bem definidos através de procedimentos, sendo aplicadas apenas boas práticas já vinculadas à

cultura organizacional da instituição. Logo, novos processos deverão ser criados, documentados, devendo ser bem definidos e consolidados ao final da implantação do BIM. A criação e a consolidação de novos processos e procedimentos necessitarão de dispêndio de tempo dos profissionais dos setores envolvidos.

Deve ser considerado o fato de que praticamente todas as instituições apresentam quadro de profissionais e orçamento restrito. Atualmente, o IF analisado conta com um corpo técnico para atuação junto a obras e serviços de engenharia de um arquiteto, quatro engenheiros civis, três engenheiros eletricitas, um engenheiro mecânico, dois técnicos em edificações, um técnico em eletrotécnica e um técnico em eletromecânica, além do diretor de engenharia, responsáveis por todos os serviços da área em mais de dez unidades, lotados em localidades diferentes, visto que os IFs possuem uma estrutura formada por uma Reitoria e diversos *campi* situados em diversas cidades de uma determinada região de abrangência.

Quanto à atuação dos profissionais, todos exercem continuamente atividades de fiscalização de obras e serviços de engenharia, executados sem a utilização de conceitos BIM, não havendo no quadro técnico profissionais que possuam conhecimentos em BIM. Logo, nota-se a necessidade de qualificação de todos os profissionais na utilização de conceitos e tecnologias BIM, dando destaque à importância de um profissional específico para exercer a função de *BIM Manager*.

4.2.6 Estimativa de Prazo

O processo de implantação BIM é longo, estando seu término não vinculado apenas à finalização de apenas um projeto piloto, devendo-se avaliar repetidamente os resultados a cada projeto para consolidar os procedimentos por toda a organização, conforme relatado em ABDI (2017). Sendo assim, ficou complexa a estimativa de um prazo de implantação real para todo o processo. Neste estudo foi apresentado um prazo estimado para a implantação do BIM, até a fase de consolidação de procedimentos definidos em um projeto piloto.

Na definição de prazos para um processo de implantação BIM, o cronograma deve apresentar metas primárias e secundárias relacionadas à disponibilidade financeira da empresa, assim como monitorar e controlar tais metas, adequando o planejamento quando necessário (ASBEA, 2013).

Segundo TCU (2014) a quantificação de horas técnicas para o desenvolvimento de projetos é complexa e subjetiva, sendo necessário um escopo detalhado do trabalho a ser executado, assim como os prazos de conclusão.

Não havia, para a estimativa de prazos, referências históricas ou um escopo detalhado, uma vez que a Instituição em estudo se encontrava em fase de iniciação de um projeto de implantação, algo novo, não estando definidos nem os projetos pilotos a serem desenvolvidos. Para tal situação, PMI (2017, p. 201) apresentou a ferramenta de estimativa de três pontos, que forneceu “uma expectativa de duração e esclareceu a faixa de incerteza sobre a mesma”, ferramenta também aplicada por Mendrot (2016). PMI (2017) detalha tal ferramenta como uma melhoria nas estimativas de ponto único, sendo considerados os riscos e as incertezas, através da utilização de três pontos aplicados a equação descrita abaixo para se obter a duração esperada (tE) da atividade.

$$tE = (tO + tM + tP) / 3$$

Onde,

- tM (Mais provável): Essa estimativa é baseada na duração da atividade, dados os recursos prováveis de serem alocados, sua produtividade, expectativas realistas de disponibilidade para executar a atividade, dependências de outros participantes e interrupções;
- tO (Otimista): A duração da atividade é baseada na análise do melhor cenário para a mesma;
- tP (Pessimista): A duração é baseada na análise do pior cenário para a atividade.

Foi considerado, neste estudo, para a estimativa de prazos, o quadro técnico do IF informado na fase de diagnóstico. Uma vez que os profissionais do corpo técnico da Instituição não poderão dedicar-se exclusivamente às atividades de implantação BIM, foi considerada uma porcentagem de disponibilidade da carga horária semanal de 40 horas de cada trabalhador para que estes atuassem na implantação BIM, conforme o Quadro 14.

Quadro 14 – Carga horária de disponibilidade do quadro técnico para o projeto de Implantação BIM

PROFISSIONAL	QUANTIDADE	DISPONIBILIDADE
<i>Arquiteto com especialização</i>	1	30%
<i>Engenheiro Civil com especialização</i>	2	30%
<i>Engenheiro Civil com mestrado</i>	2	30%
<i>Engenheiro Eletricista com especialização</i>	1	30%
<i>Engenheiro Eletricista com mestrado</i>	2	30%
<i>Engenheiro Mecânico com especialização</i>	1	30%
<i>Técnico em Eletrotécnica</i>	1	30%
<i>Técnico em Eletromecânica com graduação</i>	1	30%
<i>Técnico em Edificações</i>	1	30%
<i>Técnico em Edificações com especialização</i>	1	30%
<i>Diretor de Engenharia</i>	1	10%
<i>BIM Manager</i>	1	80%

Fonte: Autor

A disponibilidade foi estimada tendo em vista que todos os profissionais da área técnica da Instituição terão outras atribuições rotineiras, não podendo dedicar-se integralmente aos serviços necessários ao plano de implantação. Inclusive, deverá haver participação de um Gerente BIM pertencente ao quadro da Instituição, atuando no processo de implantação por pelo menos 80% de sua carga horária de trabalho. Na Tabela 1 são apresentadas as estimativas de tempo de atividade detalhadas, obtendo-se o prazo total de implantação. Foi considerado que a fase de Iniciação está prevista para ser finalizada com a aprovação e assinatura do TAP aqui proposto. Na Tabela 1 tem-se duas situações: nas primeiras colunas são apresentadas as estimativas de prazos dos serviços executados pela equipe de engenharia, impactando diretamente no prazo de execução das atividades do setor, assim como nos custos levantados; já nas últimas colunas são apresentados os prazos estimados para tramitação dos documentos em outros setores, que podem impactar ou não no cronograma da diretoria de engenharia e arquitetura, mas que não tiveram seus custos avaliados.

Tabela 1 – Estimativa de prazos para cada etapa da implantação

ITEM	FASE	PRAZOS (dias úteis) para desenvolvimento - Engenharia				PRAZOS (dias úteis) para tramitações - Demais Setores				OBSERVAÇÕES
		Otimista (tO)	Provável (tM)	Pessimista (tP)	ESTIMADO (tE)	Otimista (tO)	Provável (tM)	Pessimista (tP)	ESTIMADO (tE)	
1	INICIAÇÃO									
1.1	TAP									Prazo de implantação contado a partir de assinatura do TAP.
2	PLANEJAMENTO									
2.1	Elaborar o Plano de Implantação									
2.1.1	Planejar Ações Motivacionais	3	6	14	8	0	0	0	0	Considerado apenas o desenvolvimento pela engenharia.
2.1.2	Planejar Aquisições de Equipamentos e Softwares	2	4	7	4	0	0	0	0	Considerado apenas o desenvolvimento pela engenharia.
2.1.3	Planejar Treinamentos	2	5	7	5	0	0	0	0	Considerado apenas o desenvolvimento pela engenharia.
2.1.4	Planejar processo de elaboração e contratação de projetos	15	25	50	30	0	0	0	0	Considerado apenas o desenvolvimento pela engenharia.
2.1.5	Definir Projetos Pilotos	2	3	5	3	0	0	0	0	Considerado apenas o desenvolvimento pela engenharia.
2.1.6	Aprovação do Plano de Implantação	5	15	45	22	0	0	0	0	Considerado apenas o desenvolvimento pela engenharia.
2.2	Contratação de Consultoria	1	3	5	3	33	44	66	48	Fase de desenvolvimento pelo setor de engenharia ocorre em paralelo com item 2.1.1 e 2.3. Tramitação em outros setores ocorre em paralelo com item 2.3.
2.3	Qualificação BIM Manager: Contratação + curso 360h	88	132	176	132	33	44	66	48	Fase de desenvolvimento pelo setor de engenharia ocorre em paralelo com item 2.1.1 e 2.2. Curso 360h ocorre ao longo do projeto, em paralelo com outras atividades. Tramitação em outros setores ocorre em paralelo com item 2.2.
3	EXECUÇÃO									
3.1	Executar Plano de Implantação									
3.1.1	Executar Ações Motivacionais	6	8	12	9	0	0	0	0	Considerado apenas a execução pela engenharia.
3.1.2	Adquirir Equipamentos e Softwares	15	20	30	22	33	44	88	55	Tramitação em outros setores ocorre em paralelo com outras atividades.
3.1.3	Treinar Equipe	20	25	40	28	33	44	88	55	Tramitação em outros setores ocorre em paralelo com outras atividades.
3.1.4	Executar Projeto Piloto - Contratação	330	379	506	405	99	143	198	147	Ocorre em paralelo com item 3.1.5. Tramitação em outros setores ocorre em paralelo com outras atividades.
3.1.5	Executar Projeto Piloto - Elaboração	176	264	440	293	0	0	0	0	Ocorre em paralelo com item 3.1.4.
4	MONITORAMENTO E CONTROLE									
4.1	Avaliar Atividades	5	15	30	17	0	0	0	0	Tais atividades ocorrerão em paralelo com demais atividades durante todo projeto. Considerado apenas o acompanhamento pela engenharia.
4.2	Registrar Procedimentos	5	15	35	18	0	0	0	0	
5	ENCERRAMENTO									
5.1	Consolidar Procedimentos	5	10	20	12	0	0	0	0	Considerado apenas a execução pela engenharia.

Fonte: Autor

Os prazos foram estimados, considerando o TAP aprovado pelas autoridades da Instituição, para assim ocorrer a liberação do início da fase de planejamento. As atividades de Monitoramento e Controle tiveram contabilizados seus prazos, observando-se que tal fase deverá ocorrer em paralelo com as demais fases, devendo ser avaliado e registrado cada procedimento adotado para cada etapa executada.

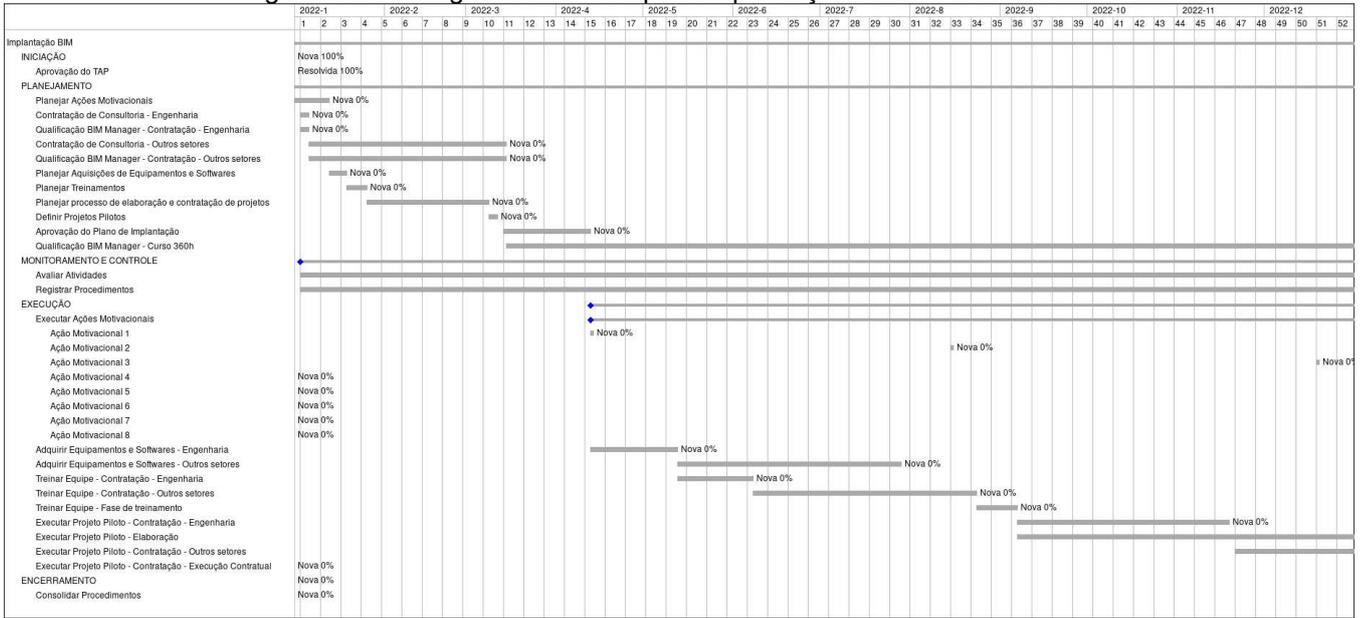
Para a estimativa de prazos otimista, foram consideradas as situações em que as atividades serão executadas em tempos ótimos, visto a necessidade de participação de poucas áreas técnicas da Instituição (apenas as indispensáveis), assim como uma tramitação de processos de aprovação na menor quantidade de setores possível. Para a estimativa provável, foram considerados tempos usuais de atividades similares executadas na instituição, com tramitação nos setores mais prováveis de serem envolvidos em cada etapa, uma vez que já existiria uma aprovação de prazos e orçamentos como consequência da aprovação prévia do TAP. Já para a situação pessimista, foram consideradas as atividades que continuamente atrasam, principalmente quando se tratou de terceirização de serviços (caso da execução do projeto piloto – contratação), assim como as participações de diversos setores, além da aprovação em colegiados das instituições.

Destaca-se que as atividades de contratação de empresa de consultoria e qualificação do gerente BIM tiveram seu início previsto para momento imediatamente após a aprovação do TAP, para que tais profissionais possam ser envolvidos na maior parte do processo de implantação. Não foi considerado vantajoso o adiamento da fase de planejamento, com consequente atraso em todo o cronograma, pois dilataria muito um cronograma já extenso. Ainda, com a contratação da empresa de consultoria, antes do término da fase de planejamento, ela poderá contribuir de maneira a propor melhorias no plano de implantação. Logo, seguindo-se a Tabela 1, os itens 2.2 e 2.3 foram executados em paralelo com o item 2.1.1. Em acréscimo, houve complementação dos prazos dos itens 2.2 e 2.3 para os trâmites envolvendo outros setores, assim como para o período de qualificação do BIM *Manager* (item 2.3) que correspondente a 360 horas divididas em um período de 12 meses.

Já na fase de execução, observou-se que os itens 3.1.4 e 3.1.5 da Tabela 1 ocorreram também paralelamente, ou seja, houve a proposta da elaboração de um projeto piloto pela própria equipe da diretoria de engenharia e arquitetura, assim como a contratação de empresa para elaboração de um outro projeto piloto, devendo as duas etapas ocorrerem simultaneamente.

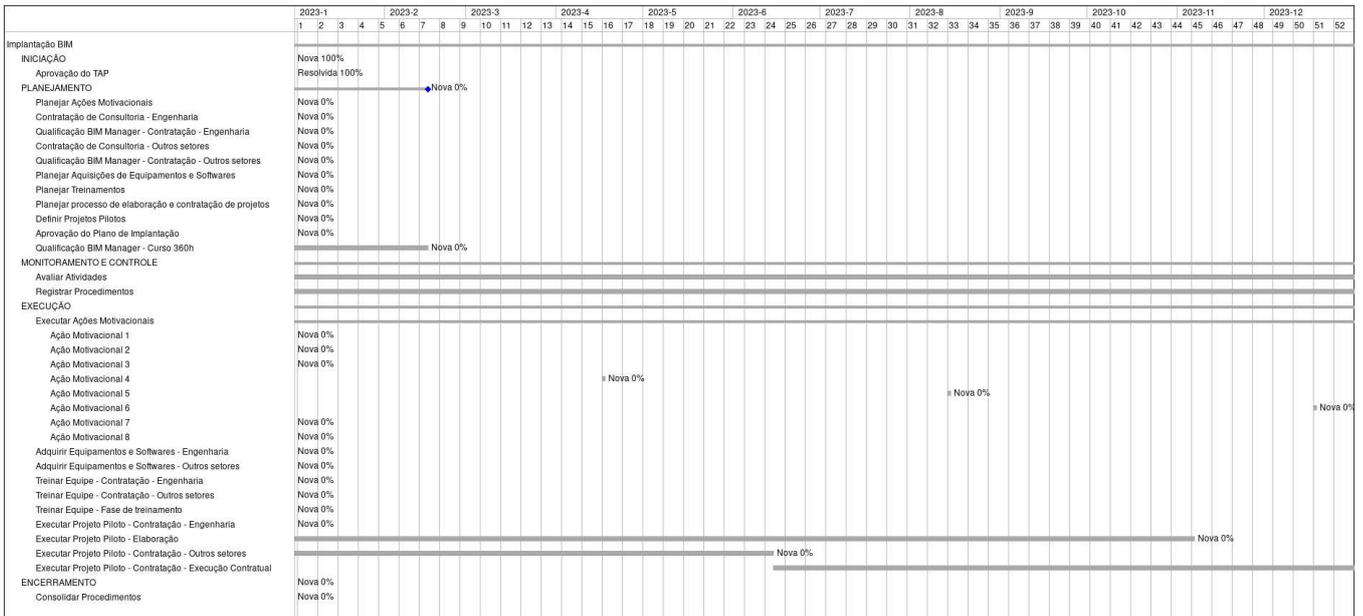
Diante das informações levantadas e estimadas, foi elaborado um Diagrama de Gantt, conforme as Figuras 17-1, 17-2 e 17-3. Tal diagrama também está exibido no Anexo II.

Figura 17-1 – Diagrama de Gantt para implantação do BIM – Parte 1



Fonte: Autor

Figura 17-2 – Diagrama de Gantt para implantação do BIM – Parte 2



Fonte: Autor.

Administrativos em Educação, no âmbito das Instituições Federais de Ensino vinculadas ao Ministério da Educação, conforme apresentado no Quadro 15.

Quadro 15 – Custo de mão de obra, dada da disponibilidade de cada profissional

PROFISSIONAL	QUANTIDADE	DISPONIBILIDADE	SALÁRIO MENSAL	CUSTO MENSAL
Arquiteto com especialização	1	30%	R\$ 5.434,86	R\$ 1.630,46
Engenheiro Civil com especialização	2	30%	R\$ 5.434,86	R\$ 3.260,91
Engenheiro Civil com mestrado	2	30%	R\$ 6.354,60	R\$ 3.812,76
Engenheiro Eletricista com especialização	1	30%	R\$ 5.434,86	R\$ 1.630,46
Engenheiro Eletricista com mestrado	2	30%	R\$ 6.354,60	R\$ 3.812,76
Engenheiro Mecânico com especialização	1	30%	R\$ 5.434,86	R\$ 1.630,46
Técnico em Eletrotécnica	1	30%	R\$ 2.446,96	R\$ 734,09
Técnico em Eletromecânica com graduação	1	30%	R\$ 2.691,66	R\$ 807,50
Técnico em Edificações	1	30%	R\$ 2.446,96	R\$ 734,09
Técnico em Edificações com especialização	1	30%	R\$ 3.107,64	R\$ 932,29
Diretor de Engenharia	1	10%	R\$ 10.740,29	R\$ 1.074,03
BIM Manager	1	80%	R\$ 5.434,86	R\$ 4.347,89
TOTAL				R\$ 24.407,69

Fonte: Autor

Diante do Quadro 15, considerando-se 22 dias úteis por mês, há um custo diário de mão de obra total para a Instituição no valor de R\$ 1.109,44.

Como não há no quadro profissional da empresa um especialista BIM, deverá ser fornecida qualificação para um profissional da Instituição, para que ele exerça adequadamente tais atribuições. Foi levantado um custo médio de qualificação do profissional BIM *Manager* de aproximadamente R\$ 9.050,00, considerando-se uma especialização em BIM com carga horária de 360 horas.

Em acréscimo à qualificação do profissional, poderá ser efetuada a contratação de empresa de consultoria em BIM para auxiliar no serviço de implantação. Para tal contratação foi considerado o custo orçado do serviço de consultoria para transformação digital e migração de processos e métodos para BIM, assim como para implementação do primeiro projeto BIM com a equipe já treinada, tendo-se um valor aproximado de R\$ 48.000,00.

É possível apenas a utilização da consultoria, ou mesmo apenas o gerente BIM no processo de implantação. No entanto, alguns motivos levam a pensar em formar um profissional capaz de atuar de maneira integral nas demandas do BIM:

- O prazo de real da consolidação do BIM na Instituição poderá ser muito longo;

- Haverá a extensão dos conceitos para as diversas fases do ciclo de vida da construção;
- Qualquer contratação de serviço, mesmo que de consultoria, poderá gerar o aumento das atividades de fiscalização de contratos.

Torna-se interessante para a Administração da Instituição possuir, em seu quadro, um profissional qualificado em Modelagem da Informação da Construção, inclusive para atuar na fiscalização de quaisquer contratos ligados ao BIM.

Por outro lado, uma empresa que possua reconhecido saber na área de implantação BIM poderia contribuir significativamente para uma implantação bem-sucedida. Logo, a solução ideal proposta foi qualificar um profissional como BIM *Manager* para a Instituição, assim como a contratação de consultoria BIM, tendo-se um trabalho colaborativo entre ambas no acompanhamento do processo de implantação.

Avaliando-se as necessidades de infraestrutura, é necessária a aquisição de *softwares* e equipamentos adequados. Quanto aos *softwares*, visando atender a todos os profissionais do quadro técnico, quanto a todas as disciplinas necessárias à concepção dos projetos, incluindo a orçamentação dos projetos, torna-se necessário um investimento aproximado de R\$ 343.178,00, já inclusos os custos referentes ao treinamento nos respectivos *softwares*. Quanto aos novos equipamentos, o custo da aquisição para todos os profissionais envolvidos, atendendo a requisitos mínimos de desempenho, foi de aproximadamente R\$ 114.800,00.

Como não há profissionais qualificados em BIM, deve ser previsto treinamento BIM, pelo menos em nível básico, estimado em um custo total de R\$ 23.100,00. Quanto às características e área de atuação de cada profissional, devem ser identificadas as dificuldades específicas de cada um, incentivando a qualificação, melhorando o desempenho em suas atividades. Neste estudo não foram levantados os pontos de melhoria específicos de cada profissional do quadro técnico da instituição.

PMI (2017, p. 241) esclarece que “as estimativas de custos devem ser revisadas e refinadas durante o curso do projeto para refletir detalhes adicionais, quando disponíveis e as premissas tiverem sido testadas”.

Por fim, considerando-se todos os pontos levantados neste tópico, assim como sugerindo-se a qualificação de um profissional como *BIM Manager* e a contratação de consultoria especializada para o processo de implantação, junto ao Diagrama de Gantt exibido no item 4.2.6, foi elaborado um Cronograma Físico-Financeiro Estimativo, conforme Figuras 18-1, 18-2 e 18-3 exibidas no item 4.2.10. Obteve-se uma previsão de investimento total no processo de implantação do BIM de R\$ 1.335.182,16 para o período de 35 meses. O demonstrativo dos custos de cada etapa, durante todo o processo de implantação é apresentado no Cronograma Físico-Financeiro Estimado.

Reforça-se que os custos de mão de obra levantados levaram em conta apenas a equipe de engenharia, não sendo estimados os valores para tramitação dos processos em outros setores da instituição, tendo em vista que o foco do estudo foram as atividades desenvolvidas no setor de engenharia da instituição. Ainda assim, as estimativas de prazos foram consideradas envolvendo todas as áreas, visto que as etapas em outros setores poderiam impactar no andamento das atividades desenvolvidas pelo setor de engenharia.

4.2.8 Riscos e Fatores Críticos de Sucesso

A implantação do BIM depende de fatores tecnológicos, das pessoas envolvidas e dos processos bem elaborados e garantidos através de procedimentos bem definidos.

Atualmente na instituição em estudo é efetuada uma análise de riscos para cada processo de contratação, em que são levantados os possíveis riscos durante todo o projeto, considerando-se as fases de planejamento da contratação, seleção do fornecedor e execução contratual, avaliando-se o impacto e a probabilidade da ocorrência de cada risco, levantando-se os possíveis danos, assim como definindo previamente as ações de contingência que deverão ser executadas por cada responsável para mitigar o impacto dos danos causados.

No entanto, não houve mapeamento de riscos para o processo de elaboração de projetos, uma vez que apenas poucos projetos, de menor porte, vem sendo elaborados por profissionais da Instituição.

Neste contexto, na fase de planejamento para implementação do BIM deverão ser ajustadas as análises de riscos de contratação levando-se em conta os processos

em BIM, assim como efetuada uma análise para os processos de elaboração de projetos. Deverão ser avaliados, inclusive os riscos de não cumprimento das metas.

Logo, considerando-se todos as referências elencadas, em especial os riscos e fatores críticos de sucesso levantados no item 2.2.6 deste trabalho, assim como o caso de negócio apresentado, junto à EAP proposta e ao cronograma desenvolvido para a implantação BIM, foram elencados os seguintes riscos iniciais de projeto:

- Falta de comprometimento da alta administração;
- Falta de envolvimento e motivação da equipe de implantação;
- Ausência de uma cultura organizacional favorável ao processo;
- Falta de treinamento e qualificação dos profissionais;
- Infraestrutura existente inadequada;
- Utilização de processos e procedimentos inadequados;
- Não cumprimento das etapas planejadas;
- Não cumprimento dos prazos estimados;
- Não cumprimento dos custos estimados.

Ressalta-se que não foi desenvolvido neste trabalho uma análise de riscos aprofundada, sendo apenas identificados riscos iniciais do processo, não sendo avaliados os impactos e probabilidades de ocorrência para cada um desses fatores. Deverá ser efetuada, na fase de planejamento, uma análise detalhada dos riscos envolvidos em cada etapa, assim como de não cumprimento de quaisquer fatores críticos de sucesso, devendo também ser considerados os riscos de não atingimento das metas. Durante a execução da implantação, caso sejam identificados novos riscos potenciais, estes deverão ser incluídos no mapeamento de riscos efetuados. Destaca-se que será possível uma melhor análise de riscos após sucessivos projetos desenvolvidos, uma vez que esta é a primeira atividade envolvendo este processo BIM, sendo uma etapa inicial, podendo-se aperfeiçoar a análise em processos futuros.

4.2.9 Indicadores e Metas

Conforme ABDI (2017), devem ser estabelecidos indicadores de maneira que estes reflitam as metas e permitam uma avaliação de desempenho da instituição.

No item 2.2.6 deste estudo, foram levantados diversos indicadores aplicáveis aos conceitos BIM. No entanto, notou-se que, embora sejam propostos muitos indicadores, eles são efetivamente utilizados apenas durante a fase de execução de

obras ou projetos em BIM, ou mesmo após estas fases. Como exemplo, não foi possível a aplicação ao processo de implantação de indicadores de medidas de variação entre o custo orçado para a obra e o valor real utilizado, número de revisões de projeto e o número de aditivos contratuais. No mesmo contexto, para projetos contratados, poderão ser observados os números de atrasos identificados apenas durante a fase de execução contratual.

Considerando ainda a realidade da Instituição em análise, onde não há dados históricos pertinentes a alguns indicadores, foi impossível a aplicação destes, em um primeiro momento. Como exemplo tem-se o indicador de produtividade, pois não há registro de horas técnicas gastas para cada projeto. No entanto, tal indicador deverá ser escolhido para acompanhamentos futuros do andamento dos projetos BIM, avaliando-se a melhoria contínua do desenvolvimento dos projetos.

Ainda, por não se tratar de empresa com finalidade lucrativa, mas sim uma organização sujeita à disponibilidade de verbas, que variam muito por condições externas, ficou impossível a aplicação de outros indicadores, como o indicador de rentabilidade.

A elaboração do TAP é considerada uma fase de análise inicial para autorizar o início de um projeto. Logo, não foi efetuado um estudo aprofundado de indicadores para o processo de implantação. Neste primeiro momento, foram levantados fatores ao longo de todo o estudo que permitirão o cumprimento do objetivo do projeto de maneira satisfatória, conforme riscos, custos e prazos estimados.

Nos estudos efetuados, a estrutura de avaliação de desempenho proposta por Succar, Sher e Williams (2012) foi a que melhor atendeu ao processo de implantação, permitindo uma avaliação do desempenho BIM. Portanto, foi proposto que os parâmetros utilizados em tal estudo sejam continuamente observados ao longo de todo o processo de implantação, para que ao final do projeto inicialmente proposto, tais avaliações possam ser planejadas e aplicadas em novos projetos, objetivando a melhoria do uso do BIM, de maneira contínua, na Instituição.

Além de tais parâmetros, devem ser colhidos durante todo o desenvolvimento do projeto todos os dados possíveis, identificados durante a fase de planejamento ou execução, que sejam pertinentes à tomada de decisões futuras, tais como prazos, custos e horas de trabalho gastos nos desenvolvimentos de projetos.

Por fim, embora não definido um acompanhamento de indicadores específicos neste documento, não havendo, portanto, metas específicas para cada indicador,

propõe-se como meta a execução e acompanhamento do cronograma desenvolvido neste estudo, garantindo-se o escopo, prazos e custos previamente definidos, considerando-se os riscos e situações já elencados.

4.2.10 *Cronograma Físico-Financeiro Estimativo*

O cronograma físico-financeiro estimado foi apresentado, tendo em vista os custos e prazos necessários para desenvolvimento do projeto, observando-se as entregas a serem realizadas ao final de cada etapa.

Sotille *et al.* (2014) conceitua ‘entrega’ como um produto, resultado ou capacidade qualquer, necessária para execução de um serviço, produzido para finalização de uma fase, de um projeto ou mesmo de um processo, sendo uma confirmação de uma atividade que foi encerrada e produziu um resultado.

Quando dos serviços que envolvam contratação de empresas externas, ou seja, que estejam relacionados a processos de licitação, os custos considerados não levaram em conta todo o prazo estimado, visto que ocorrerão etapas que, embora sejam consideradas para o prazo total da atividade, não exigirão mão de obra institucional, pois não existirão atividades a serem desenvolvidas, caso de períodos de publicação de edital da licitação por exemplo. Ainda, os custos contabilizados foram referentes às atividades desenvolvidas pela diretoria de engenharia e arquitetura da Instituição, não sendo levantados os custos durante a tramitação de processos por outros setores.

Quando dos serviços de aquisição, os custos de pagamento pelo serviço ou produto foram alocados ao final do prazo do respectivo serviço, com exceção à qualificação BIM, onde o custo foi dividido por todo o período do curso.

Foi considerada a contratação de empresa de consultoria e de qualificação do profissional BIM *Manager* diretamente após a aprovação do TAP, visando não retardar um cronograma já extenso, e garantir a participação de tais profissionais o mais breve possível dentro do processo.

Nas figuras 18-1, 18-2 e 18-3 é apresentado o cronograma físico-financeiro estimado, desenvolvido neste estudo. Tal cronograma também está exibido no Anexo III.

Figura 18-1 – Cronograma Físico-Financeiro Estimativo para Implantação do BIM – Parte 1

ITEM	FASE	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6	MÊS 7	MÊS 8	MÊS 9	MÊS 10	MÊS 11	MÊS 12
		R\$ 24.407,69	R\$ 24.407,69	R\$ 73.161,88	R\$ 25.161,88	R\$ 25.161,88	R\$ 25.161,88	R\$ 460.118,99	R\$ 25.161,88				
1	INICIAÇÃO												
2	PLANEJAMENTO	R\$ 23.298,25	R\$ 23.298,25	R\$ 72.052,44	R\$ 9.378,77	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55
2.1	Elaborar o Plano de Implantação												
2.1.1	Planejar Ações Motivacionais	R\$ 4.904,89											
2.1.2	Planejar Aquisições de Equipamentos e Softwares	R\$ 2.452,45											
2.1.3	Planejar Treinamentos	R\$ 3.065,56											
2.1.4	Planejar processo de elaboração e contratação de projetos	R\$ 3.065,56	R\$ 23.298,25	R\$ 5.232,02									
2.1.5	Definir Projetos Pilotos			R\$ 3.139,21									
2.1.6	Aprovação do Plano de Implantação			R\$ 14.649,66	R\$ 8.347,22								
2.2	Contratação de Consultoria BIM	R\$ 4.904,89		R\$ 48.000,00									
2.3	Qualificação BIM Manager	R\$ 4.904,89		R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55				
3	EXECUÇÃO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 14.673,67	R\$ 23.020,89	R\$ 23.020,89	R\$ 457.978,00	R\$ 23.020,89				
3.1	Executar Plano de Implantação												
3.1.1	Executar Ações Motivacionais				R\$ 1.109,44				R\$ 1.109,44				R\$ 1.109,44
3.1.2	Adquirir Equipamentos e Softwares				R\$ 13.564,23	R\$ 9.417,64		R\$ 457.978,00					
3.1.3	Treinar Equipe					R\$ 13.603,25	R\$ 23.020,89		R\$ 21.911,45	R\$ 2.557,88			
3.1.4	Executar Projetos Pilotos - Contratação									R\$ 9.592,04	R\$ 11.510,44	R\$ 9.208,36	
3.1.5	Executar Projetos Pilotos - Elaboração									R\$ 10.870,98	R\$ 11.510,44	R\$ 13.812,53	R\$ 21.911,45
4	MONITORAMENTO E CONTROLE	R\$ 1.109,44	R\$ 1.109,44	R\$ 1.109,44	R\$ 1.109,44	R\$ 1.109,44	R\$ 1.109,44						
4.1	Avaliar Atividades	R\$ 554,72	R\$ 554,72	R\$ 554,72	R\$ 554,72	R\$ 554,72	R\$ 554,72						
4.2	Registrar Procedimentos	R\$ 554,72	R\$ 554,72	R\$ 554,72	R\$ 554,72	R\$ 554,72	R\$ 554,72						
5	ENCERRAMENTO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -						
5.1	Consolidar Procedimentos												

Fonte: Autor

Figura 18-2 – Cronograma Físico-Financeiro Estimativo para Implantação do BIM – Parte 2

ITEM	FASE	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18	MÊS 19	MÊS 20	MÊS 21	MÊS 22	MÊS 23	MÊS 24
		R\$ 25.161,88	R\$ 25.161,88	R\$ 24.407,69									
1	INICIAÇÃO												
2	PLANEJAMENTO	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ -									
2.1	Elaborar o Plano de Implantação												
2.1.1	Planejar Ações Motivacionais												
2.1.2	Planejar Aquisições de Equipamentos e Softwares												
2.1.3	Planejar Treinamentos												
2.1.4	Planejar processo de elaboração e contratação de projetos												
2.1.5	Definir Projetos Pilotos												
2.1.6	Aprovação do Plano de Implantação												
2.2	Contratação de Consultoria BIM												
2.3	Qualificação BIM Manager	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55										
3	EXECUÇÃO	R\$ 23.020,89	R\$ 23.020,89	R\$ 23.298,25									
3.1	Executar Plano de Implantação												
3.1.1	Executar Ações Motivacionais				R\$ 1.109,44				R\$ 1.109,44				R\$ 1.109,44
3.1.2	Adquirir Equipamentos e Softwares												
3.1.3	Treinar Equipe												
3.1.4	Executar Projetos Pilotos - Contratação						R\$ 8.472,09	R\$ 11.649,12	R\$ 11.094,40	R\$ 11.649,12	R\$ 11.649,12	R\$ 19.570,53	R\$ 22.188,81
3.1.5	Executar Projetos Pilotos - Elaboração	R\$ 23.020,89	R\$ 23.020,89	R\$ 23.298,25	R\$ 22.188,81	R\$ 23.298,25	R\$ 14.826,16	R\$ 11.649,12	R\$ 11.094,40	R\$ 11.649,12	R\$ 11.649,12	R\$ 3.727,72	
4	MONITORAMENTO E CONTROLE	R\$ 1.109,44											
4.1	Avaliar Atividades	R\$ 554,72											
4.2	Registrar Procedimentos	R\$ 554,72											
5	ENCERRAMENTO	R\$ -											
5.1	Consolidar Procedimentos												

Fonte: Autor

Figura 18-3 – Cronograma Físico-Financeiro Estimativo para Implantação do BIM – Parte 3

ITEM	FASE	MÊS 25	MÊS 26	MÊS 27	MÊS 28	MÊS 29	MÊS 30	MÊS 31	MÊS 32	MÊS 33	MÊS 34	MÊS 35	TOTAL IMPLANTAÇÃO
		R\$ 24.407,69	R\$ 13.313,29										
1	INICIAÇÃO												
2	PLANEJAMENTO	R\$ -											
2.1	Elaborar o Plano de Implantação												
2.1.1	Planejar Ações Motivacionais												
2.1.2	Planejar Aquisições de Equipamentos e Softwares												
2.1.3	Planejar Treinamentos												
2.1.4	Planejar processo de elaboração e contratação de projetos												
2.1.5	Definir Projetos Pilotos												
2.1.6	Aprovação do Plano de Implantação												
2.2	Contratação de Consultoria BIM												
2.3	Qualificação BIM Manager												
3	EXECUÇÃO	R\$ 23.298,25	R\$ 22.188,81	R\$ -									
3.1	Executar Plano de Implantação												
3.1.1	Executar Ações Motivacionais				R\$ 1.109,44				R\$ 1.109,44				
3.1.2	Adquirir Equipamentos e Softwares												
3.1.3	Treinar Equipe												
3.1.4	Executar Projetos Pilotos - Contratação	R\$ 23.298,25	R\$ 23.298,25	R\$ 23.298,25	R\$ 22.188,81	R\$ 23.298,25	R\$ 23.298,25	R\$ 23.298,25	R\$ 22.188,81	R\$ 23.298,25	R\$ 22.188,81		
3.1.5	Executar Projetos Pilotos - Elaboração												
4	MONITORAMENTO E CONTROLE	R\$ 1.109,44											
4.1	Avaliar Atividades	R\$ 554,72											
4.2	Registrar Procedimentos	R\$ 554,72											
5	ENCERRAMENTO	R\$ -	R\$ 1.109,44	R\$ 12.203,85									
5.1	Consolidar Procedimentos										R\$ 1.109,44	R\$ 12.203,85	

Fonte: Autor

4.2.11 Responsáveis pelos Benefícios

O profissional da Instituição, qualificado como Gerente BIM e a empresa de consultoria, deverão ser responsáveis por todo o processo de implantação, acompanhando a execução do cronograma, o atingimento das metas, assim como objetivando a melhoria dos indicadores. O processo também deverá ser acompanhado pela Diretoria de Engenharia e Arquitetura.

4.3 Acordos

O TAP aqui elaborado deverá ser encaminhado para aprovação pelas autoridades responsáveis, conforme trâmites internos da instituição.

4.4 Fatores ambientais da empresa (FAEs) e Ativos de processos organizacionais (APOs)

Os fatores ambientais da empresa (FAEs) e os ativos de processos organizacionais (APOs) são importantes categorias de influência no desenvolvimento do projeto. Os FAEs representam condições que influenciam no projeto, mas que não estão no controle da equipe, podendo ser internos ou externos à organização. Já os APOs são fatores internos à organização, podendo ser atualizados durante todo o

projeto, incluindo artefatos, práticas ou conhecimentos disponíveis na organização, ou em outras instituições envolvidas, mas que devem ser utilizadas para o projeto (PMI, 2017).

Souza e Reinhard (2015) fazem uma revisão da literatura quanto aos fatores ambientais que impactam projetos da área de sistema da informação para a gestão de projetos na Administração Pública. Como o BIM está diretamente envolvido com a área de tecnologia da informação, as mesmas situações podem ser consideradas. Souza e Reinhard (2015) trazem uma abordagem onde são consideradas três características principais: técnicas, onde não há utilização de métodos de gerenciamento de projetos, sem a presença de integração no ambiente; políticas, envolvendo um ambiente político conturbado e com diversas partes interessadas; e organizacionais, formado por uma estrutura muito burocrática, baixo planejamento, pouca capacitação, fornecedores ainda menos qualificados, dificuldades de custeio, sujeitos a muitos mecanismos de vigilância e tendo-se uma dificuldade de definição de metas devido a disparidades políticas.

Junior, Pellanda e Reis (2019) consideram como fatores que influenciam um ambiente público, na utilização do BIM, as ações de gestão quanto a modelos de informação, quanto ao gerenciamento do produto para atender as necessidades do cliente em se tratando de especificações técnicas, prazos e custos, assim como em relação à gestão de governança pública submetida a auditorias e a normativos legais.

Internamente à instituição, não há atualmente em sua estrutura organizacional atividades de gerenciamento de projetos adequadas aos conceitos BIM, sendo necessária uma modificação da cultura e adequação da governança da organização. Brunet *et al.* (2019) destaca que fatores como a falta de clareza quanto aos benefícios BIM, falta de treinamentos, não existência de interoperabilidade e uma falta de cultura de trabalho colaborativo, são consideradas barreiras para a implantação do BIM.

O instituto em análise conta com diversos *campi*, localizados em cidades diferentes de uma região, abrangendo uma determinada região brasileira. Cada *campi* possui características distintas de infraestrutura, pessoas e orçamento. Embora a diretoria de engenharia e arquitetura, responsável pelas obras e serviços de engenharia esteja localizada na Reitoria de uma instituição, parte do corpo técnico de engenharia está distribuído entre os demais *campi*, onde questões específicas de cada local impactam nas características dos serviços a serem executados.

Por serem instituições públicas, os Institutos Federais de Ensino estão diretamente ligados às políticas governamentais, ou seja, são sujeitos a mudanças de governos, de leis, de incentivos ou de quaisquer outros normativos responsáveis por reger suas atividades. Logo, tais questões devem ser consideradas, sendo previstos tais riscos e possibilidades de ajustes durante o andamento do projeto.

Outro ponto relevante para o desenvolvimento do projeto são as questões orçamentárias de cada instituição, aprovadas anualmente, podendo sofrer variações bruscas em função de condições de mercado ou políticas governamentais.

Impactos financeiros em equipamentos e *softwares* devido a fatores externos supervenientes devem ser considerados nos riscos durante todo o desenvolvimento do projeto.

Por fim, deve-se manter e controlar todos os processos e procedimentos, ajustando-os de acordo com a realidade e necessidade da instituição.

4.5 Aprovação do TAP

Após a finalização da proposta de TAP para implantação do BIM em Institutos Federais de Educação, o TAP foi encaminhado para diversas instituições e especialistas da área para aprovação.

Junto ao TAP, foi encaminhado um questionário composto de nove perguntas, objetivando validar o TAP aqui construído. A seguir são apresentados os questionamentos efetuados às instituições e especialistas:

- I. Os conceitos BIM devem ser aplicados nas fases de elaboração de projetos (*design*) em Institutos Federais, com o intuito de obter-se projetos de melhor qualidade?
- II. O objetivo proposto neste TAP está claro? É mensurável, exequível e relevante?
- III. O objetivo proposto nesse TAP está de acordo com o Planejamento Estratégico do Governo Federal?
- IV. A EAP proposta, considerando a possibilidade de alguma adequação, poderá ser aplicada a realidade de outras instituições?
- V. Os riscos envolvidos no processo de implantação elencados no TAP, são realmente relevantes para o processo de implantação BIM?

- VI. O Diagrama de Gantt proposto representa adequadamente as etapas necessárias para um processo de implantação BIM bem-sucedido, com prazos estimados razoáveis, dadas as condições diagnosticadas da instituição?
- VII. O Cronograma Físico-Financeiro Estimativo proposto representa adequadamente um processo de implantação BIM, com custos estimados razoáveis, dadas as condições diagnosticadas da instituição?
- VIII. Os fatores ambientais da empresa e os ativos de processos organizacionais levantados, geram realmente impacto no processo de implantação BIM, devendo ser observados?
- IX. Dadas todas as informações disponibilizadas neste TAP, considerando a possibilidade de ajuste do TAP para a realidade de outros órgãos ou entidades públicas, conclui-se que o termo aqui proposto poderá ser aplicado a outras instituições?

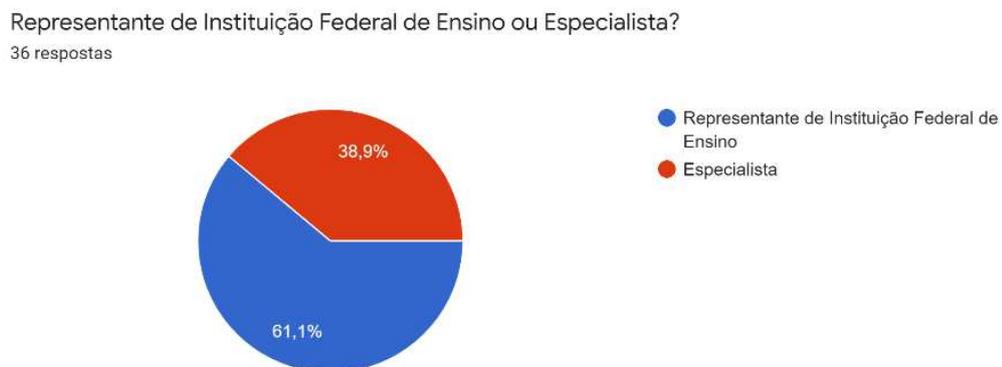
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Termo de Abertura de Projeto, TAP, desenvolvido neste estudo é apresentado no Anexo I deste documento, já considerando o resultado da consulta aos especialistas.

Tendo em vista o TAP desenvolvido, este foi encaminhado para 44 representantes de Instituições Federais de Ensino, atuantes nas áreas de Engenharia, Arquitetura e Infraestrutura. O TAP foi encaminhado também a aproximadamente 100 especialistas da área relacionada ao estudo, sendo estes Arquitetos, Engenheiros e Técnicos. Não houve qualquer direcionamento por parte do autor, tendo a Instituição a liberdade para definir a quem destinaria o questionário. Foram enviadas aproximadamente 200 consultas.

Como resultado da pesquisa, foram obtidas 36 respostas ao questionário. Destes 36, 22 eram representantes de instituições e 14 eram especialistas da área, conforme Gráfico 4.

Gráfico 4 – Perfil do profissional questionado



Fonte: Autor

Os questionamentos feitos à representantes de Instituições Federais de Ensino visou observar a aceitação do TAP proposto por outras instituições com estrutura organizacional similar à analisada neste estudo, mesmo que cada uma tenha sua especificidade. Já quanto à visão dos especialistas, foi possível verificar se a estrutura do TAP estava coerente para um processo de implantação, tendo e vista não só as características BIM, mas as de gerenciamento de projetos e processo.

Quanto às respostas aos questionários, houve grande número de concordância com as questões propostas.

Na Questão I, perguntou-se quanto ao uso dos conceitos BIM, sua aplicabilidade, na realidade dos Institutos Federais e junto às fases de elaboração de projetos. O questionamento estava relacionado à importância do BIM para a qualidade das construções, uma vez que, conforme destacado na descrição da relevância deste trabalho, as instituições públicas são penalizadas por altos custos sem qualidade e rigor nas especificações. Para esta questão, é possível observar pelo Gráfico 5 que houve 100% de aprovação, o que reforça a importância de agregação do BIM junto a elaboração de projetos na Administração Pública, dados todos os benefícios que ele poderá trazer. Acredita-se que, mesmo com a certeza de se obter uma resposta favorável, há a necessidade de se vencer uma recusa, por parte dos IFs, inicial. Como o BIM implica em uma mudança organizacional, não será fácil sua implantação, mesmo com os grandes benefícios que serão obtidos.

Gráfico 5 – Respostas à questão I

O objetivo proposto neste TAP está claro? É mensurável, exequível e relevante?
36 respostas



Fonte: Autor

Quanto a Questão II, que propunha analisar o objetivo definido no TAP, como sendo claro, mensurável, exequível e relevante diante do tema do estudo, este também teve 100% de validação, conforme Gráfico 6, mostrando que a aplicação da regra prática SMART permitiu a geração de um objetivo adequado ao TAP desenvolvido. Destaca-se que é fundamental a preocupação com o objetivo bem definido, pois é ele quem definirá o rumo inicial para o desenvolvimento do projeto, tornando essencial a validação do mesmo.

Gráfico 6 – Respostas à questão II

Os conceitos de BIM (Modelagem da Informação da Construção) devem ser aplicados nas fases de elaboração de projetos (design) em Institutos F... intuito de obter-se projetos de melhor qualidade?
36 respostas



Fonte: Autor

Já o questionamento III, onde apresentava uma questão onde tentava-se validar o objetivo proposto junto ao Planejamento Estratégico do Governo Federal, houve a discordância de um representante de uma instituição de ensino, estando todos os demais de acordo, conforme Gráfico 7. Mesmo havendo um profissional discordando dessa relação do objetivo para com o Governo Federal, através dos normativos citados no TAP é possível perceber o quanto a Administração Pública tem entendido como estratégica a adoção do BIM pelos órgãos e entes públicos. Logo, não há prejuízo da avaliação em tal negativa. Ressalta-se a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, onde já há a referência ao uso preferencial de BIM nas contratações públicas.

Gráfico 7 – Respostas à questão III

O objetivo proposto nesse TAP está de acordo com o Planejamento Estratégico do Governo Federal?
36 respostas



Fonte: Autor

A questão IV do questionário objetivava avaliar a EAP proposta no estudo junto a possibilidade de aplicação da mesma em outras instituições, considerando que pode ser necessário algum ajuste na EAP, dada a especificidade de cada instituição. É possível observar a importância de tal validação, uma vez que a EAP apresenta uma proposta de estrutura para execução de todo o processo de implantação, impactando nas diversas análises posteriores. Pelo Gráfico 8, nota-se que tal questão apresentou 100% de aceitação, mostrando como a EAP proposta é relevante e está exibida de forma clara para um processo de implantação BIM, visto basear-se nos grupos de gerenciamento de processos propostos pelo PMBOK em PMI (2017), assim como no *roadmap* proposto em ABDI (2017).

Gráfico 8 – Respostas à questão IV

A EAP proposta, considerando a possibilidade de alguma adequação, poderá ser aplicada a realidade de outras instituições?

36 respostas



Fonte: Autor

Neste estudo são apresentados riscos iniciais para o projeto de implantação, considerados no item V do questionário, onde buscou-se a confirmação de tais riscos como relevantes ao processo. Os riscos elencados no estudo foram os considerados mais relevantes nas análises bibliográficas e documentais efetuadas. Logo, devem ser considerados, mas não são os únicos a impactar Implantação BIM, devendo ser reavaliados para cada instituição, assim como em cada etapa do processo.

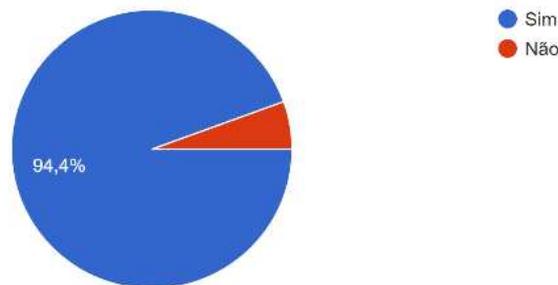
Do total de respostas a questão V, apenas duas foram contrárias aos riscos elencados, situação apresentada no Gráfico 9, sendo um profissional representante de instituição e outro especialista da área. Tais discordâncias podem envolver o fato da existência de riscos diversos ao processo, podendo algum deles não ser a realidade de uma instituição, ou ainda por não estarem contemplados todos os riscos

de uma outra instituição. Em todo o caso, tal número de discordância não prejudica a validação dos riscos, uma vez que para cada instituição eles podem ser ajustados, modificados os estudos, consideradas as características de cada instituição.

Gráfico 9 – Respostas à questão V

Os riscos envolvidos no processo de implantação elencados no TAP, são realmente relevantes para o processo de implantação BIM?

36 respostas



Fonte: Autor

Dadas as condições diagnosticadas na instituição objeto de análise neste estudo, foi proposto um Diagrama de Gantt que representasse as principais etapas para o sucesso de um processo de implantação BIM. Como o citado diagrama exibe todo o cronograma físico de execução, demonstrando todo o relacionamento das etapas, tal documento deve estar construído de maneira correta representando como será executado todo o projeto, sendo essencial sua validação. A questão VI do questionário visava validar o diagrama proposto, considerando todas as informações contidas nele, com base no Diagnóstico BIM efetuado, assim como nas especificidades das instituições de ensino. Houve apenas um representante de Instituição de Federal de Ensino que discordou do diagrama proposto, conforme Gráfico 10, podendo ser considerada válida a ideia para implantação BIM apresentada pelo diagrama, uma vez que tal diagrama poderá ser adequado a realidade da instituição do respectivo representante.

Gráfico 10 – Respostas à questão VI

O Diagrama de Gantt proposto representa adequadamente as etapas necessárias para um processo de implantação BIM bem-sucedido, com p...das as condições diagnosticadas da instituição?
36 respostas



Fonte: Autor

Com o questionamento VII, avaliava-se o Cronograma Físico-Financeiro Estimativo desenvolvido no estudo, buscando certificar que havia razoabilidade nos custos abordados para cada etapa a ser implantada. O cronograma desenvolvido permite a visualização dos custos e prazos de desenvolvimento em um mesmo documento. Logo, se bem construído, este poderá contribuir com grande peso para o sucesso de implantação BIM. Daí a importância de validação deste item. Nesta questão, observando o Gráfico 11, novamente tivemos a discordância de apenas um representante de Instituição Federal de Ensino, o que permitiu confirmar que o dimensionamento dos custos para cada etapa estava coerente com a realidade.

Gráfico 11 – Respostas à questão VII

O Cronograma Físico-Financeiro Estimativo proposto representa adequadamente um processo de implantação BIM, com custos estimados razoáveis, dadas as condições diagnosticadas da instituição?
36 respostas



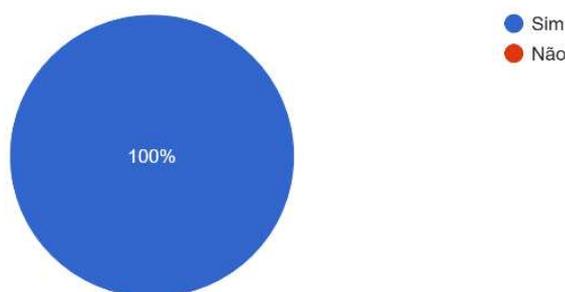
Fonte: Autor

Com o intuito de confirmar os fatores ambientais da empresa e os ativos de processos organizacionais elencados no TAP, foi proposta a questão VIII. Todos os fatores elencados, assim como outros que poderão ser observados ao longo do tempo, podem impactar direta ou indiretamente o desenvolvimento de atividades em BIM, em especial seu processo de implantação. Com isso, FAEs e APOs também devem ser validados para o processo em análise. Observa-se no Gráfico 12, que tal questão apresentou 100% de aprovação, o que demonstra que todos os itens elencados impactariam, positiva ou negativamente, o processo de implantação BIM, devendo ser observados continuamente.

Gráfico 12 – Respostas à questão VIII

Os fatores ambientais da empresa e os ativos de processos organizacionais levantados, geram realmente impacto no processo de implantação BIM, devendo ser observados?

36 respostas



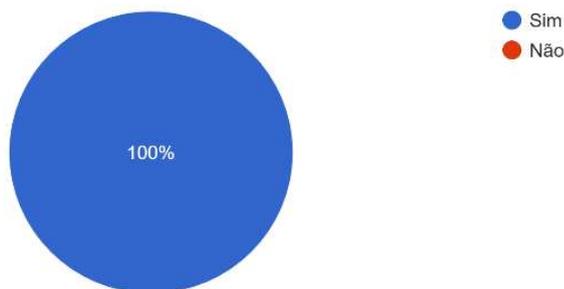
Fonte: Autor

Por fim, tentou-se através da última questão, o item IX, validar a possibilidade de aplicação do TAP a outras Instituições Federais de Ensino, dadas as condições elencadas ao longo do documento, considerando que para cada instituição deverão ser feitos ajustes ao TAP, mas mantida a estrutura proposta. A validação de tal questão teve muita importância pois permitia a confirmação da construção coerente de todo o TAP, uma vez que se ele foi bem elaborado, deverá ser possível sua replicação a outras instituições. Embora existam especificidades para cada uma, no geral, os normativos e as estruturas de Instituições Federais de Ensino, são similares, não havendo justificativas para a não replicabilidade do documento desenvolvido. Nesta questão, houve mais uma vez 100% de validação, o que pode ser observado pelo Gráfico 13, demonstrando a aceitação do TAP, bem como a possibilidade de

replicá-lo em outros entes de Administração Pública voltados para a área de educação.

Gráfico 13 – Respostas à questão IX

Dadas todas as informações disponibilizadas neste TAP, considerando a possibilidade de ajuste do TAP para a realidade de outros órgãos ou entidade...o posto poderá ser aplicado a outras instituições?
36 respostas



Fonte: Autor

Com a aplicação do questionário foi possível obter uma visão, não só geral do TAP, assim como específica de cada um dos pontos que permitiram sua construção. Este processo de validação permitiu obter uma visão interna de outras instituições através de seus representantes, assim como uma visão mais externa, tendo em vista as opiniões dos especialistas questionados.

Por fim, conclui-se que o Termo de Abertura de Projeto para o processo de implantação de conceitos BIM em Instituições Federais de Ensino desenvolvido neste estudo foi adequadamente construído, tendo uma boa aceitação pelo questionário aplicado, podendo ser considerado válido como documento que inicia uma implantação BIM. O TAP proposto permite um planejamento inicial para implantação BIM, com razoáveis estimativas de prazos e custos, bem como elencando os passos, riscos e fatores iniciais relevantes para toda a implantação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer do estudo, diversas fontes foram consultadas, buscando-se a base para a elaboração de um Termo de Abertura de Projeto que contivesse todas as informações pertinentes à realidade de uma Instituição Federal de Ensino, propiciando um planejamento inicial para a realização de todas as adequações necessárias à implantação dos conceitos de Modelagem da Informação da Construção.

A revisão bibliográfica efetuada permitiu todo o embasamento para o desenvolvimento e aplicação da metodologia proposta neste estudo, gerando ao final um TAP que poderá ser utilizado de forma prática pela instituição analisada, assim como poderá ser readequado e aplicado a outros órgãos e entes da Administração Pública.

Ressalte-se que com a aprovação do TAP pela instituição, deve ser desenvolvido um Plano de Implantação BIM, correspondente a fase de Planejamento citada na EAP proposta, considerando todo o processo de implantação BIM. Neste plano deverão estar contidos maiores detalhamentos das situações levantadas por este TAP, adequando-se à realidade das instituições, propondo-se ainda um plano de execução para cada projeto a ser executado. Cada projeto também deverá ser aprovado via TAP específico, sendo elaborado conforme instruções para entradas, ferramentas e saídas, previstas neste estudo.

Novos estudos poderão ser realizados com foco no acompanhamento de todo o processo de implantação, observando-se ainda novos ciclos de implantação, ou seja, a execução de diversos projetos pilotos, analisando-se o nível de maturidade em BIM da instituição.

Poderão ser estendidos os conceitos BIM às demais fases do ciclo de vida das construções, podendo ser realizados trabalhos como consequência da implantação BIM em fases de execução de obras, operação das edificações e para serviços de manutenção.

REFERÊNCIAS

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. v. 1-6. Brasília, 2017.

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, SIENG, Grant Thornton. **Mapeamento de Maturidade BIM Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/bim-o-guia-completo/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 12006-2: 2018: **Construção de edificação – Organização de informação da construção**. Parte 2 – Estrutura para classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 16354: 2018: **Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objetos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 16757-1: 2018: **Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais**. Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo - Parte 2: Geometria. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 21500: 2012 **Orientações sobre gerenciamento de projeto**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012a.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575: **Edificações Habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15965-1: **Sistema de Classificação da Informação da Construção**: Parte 1 – Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15965-2: **Sistema de classificação da informação da construção**: Parte 2 – Características dos objetos da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15965-3: **Sistema de classificação da informação da construção**. Parte 3 – Processos da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15965-7: **Sistema de classificação da informação da construção**. Parte 7 – Informação da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ARBIX, G.; SALERNO, M. S.; ZANCUL, E.; AMARAL, G.; LINS, L.M. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada – o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos estudos – CEBRAP**, Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 29-49, 2017.

ASBEA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM**, Fascículo I, São Paulo, 2013.

AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. **Leadership and Management in Engineering**, p. 241-252, 2011.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **Uma visão geral de especialistas BIM**. Anais do ICCCBE2010 – Nottingham, 2010.

BARLISH, K.; SULLIVAN, K. How to measure the benefits of BIM – A case study approach. **Automation on Construction**, n. 24, p. 149-159, 2012.

BARROS, A. F. F. **Fatores de Cooperação no Instituto Federal de Santa Catarina**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017.

BEDRICK, J.; IKERD, W.; REINHARDT, J. **Level of Development (LOD) specification part I & commentary**. BIM FORUM. 2020. Disponível em: <https://bimforum.org/LOD/>. Acesso em: 6 set. 2021.

BOUCHAMMAA, Y.; APRIL, D. **The Professional Learning Community to Implement the Results-Based Management Approach (RBM) in Québec**. Canadian Journal of Educational Administration and Policy, 192, P. 77-85, 2020.

BRASIL. **Decreto nº 9.983, de 22 de agosto 2019**. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling no Brasil – Estratégia BIM BR. Brasília, DF, 22 ago. 2019.

BRASIL. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília, DF, 21 jun. 1993.

BRASIL. **Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011**. Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC. Brasília, DF, 4 ago. 2011.

BRASIL. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021**. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF, 1 abr. 2021.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica e dá outras providências.

BRÍGITTE, G. T. N.; RUSCHEL, R. C. Modelo de informação da construção para o projeto baseado em desempenho: caracterização e processo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 9-26, out.-dez., 2016.

BRITO, D. M. D. E. **Fatores críticos de Sucesso para implantação de Building Information Modelling (BIM) por organizações públicas**. 2019. 193 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

BRUNET, M.; MOTAMEDI, A.; GUENETTE, L-M.; FORGUES, D. Analysis of BIM use for asset management in three public organizations in Québec, Canada. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 9, n. 1, p. 153-167, 2019.

BUILDINGSMART. **Formato de colaboração BIM (BCF)**. Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/bim-collaboration-format-bcf/>. Acesso em: 6 set. 2021.

CAVALCANTI, V. Y. S. de L. *et al.* Indústria 4.0: Desafios E Perspectivas Na Construção Civil. **Revista Campo do Saber**, p. 146-158, 2018.

CAVATA, J. T.; MASSOTE, A. A.; MAIA, R. F.; LIMA, F. Highlighting the Benefits of Industry 4.0 for Production: an Agent-Based Simulation Approach. **Gestão & Produção**, v. 27, n. 3, e5619. 2019.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras. v. 1. Fundamentos BIM**. Brasília, 2016.

CECHETTI, M. R. **Influência da Gestão e do Planejamento na Qualidade Aplicada a Obras Públicas**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, MG. 2016.

CHIEN, K. F.; WU, Z. H.; HUANG, S. C. **Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study**. *Automation in Construction*, [s. l.], v. 45, p. 1-15, 2014.

CIBRINI, A. L. C.; VENTURA, S. M.; PANERONI, M. Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project. **Automation in Construction**, Brescia, Italy, v. 71, p. 62-73, 2016.

CIC – Computer Integrated Construction. **BIM Project execution planning guide**. Filadélfia: The Pennsylvania State University, 2019.

COELHO, K. M. **A Implementação e o Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. DA. **Roteiro para Revisão Bibliográfica Sistemática: Aplicação No Desenvolvimento De Produtos E Gerenciamento De Projetos**. 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CBGDP, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2011.

CRUZ, V. D. DA. **Elementos Diferenciais do Regime Diferenciado de Contratações em Face do Regime Vigente**. 2017. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

DALENOGARE, L. S.; BENITEZA, G.B.; AYALAB, N. F.; FRANKA, A. G. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of Production Economics**, v. 204 p. 383-394, 2018.

DORNELAS, R. L. **A tecnologia BIM e o Gerenciamento da Integração**: uma proposta colaborativa. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica, 2013.

DURANTE, F. K. **O Uso da Metodologia BIM (Building Information Modeling) para Gerenciamento de Projetos**: Gerente Bim. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

EADIE R., BROWNE M., PDEYINKA H., MCKEOWN C., MCNIFF S. BIM Implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. **Automation in Construction**, v. 36, p. 145-151, 2013.

ENAP – ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. **Introdução à Gestão de Projetos Módulos 1, 2 e 3**. Brasília, 2014.

ENDEAVOR. **Indústria 4.0**: as oportunidades de negócio de uma revolução que está em curso. Endeavor Brasil. 2021. Disponível em: <https://endeavor.org.br/tecnologia/industria-4-0-oportunidades-de-negocio-de-uma-revolucao-que-esta-em-curso/>. Acesso em: 17 ago. 2021.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook**: A Guide to Building Information Modelling for owners, managers, designers, engineers and contractors. Hoboken, New Jersey: John Wiley, 2008.

GASPAR, J. A. DA M.; RUSCHEL, R. C. A evolução do significado atribuído ao acrônimo BIM: Uma perspectiva no tempo. **SIGraDI XXI Congresso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital**, 21, 2017, São Paulo: Editora Blucher, nov. 2017.

GONÇALVES, L. de S. **Modelo estruturante para métricas BIM**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – UNICAMP, Campinas, 2020.

GUERRETTA, L. F. **A Modelagem da Informação da Construção (BIM) em empresas instaladoras de sistemas prediais**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências em Inovação na Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

GUREVICH, U.; SACKS, R.; SHRESTHA, P. **BIM adoption by public facility agencies**: impacts on occupant value. *Building Research & Information*, 2017.

HADZAMAN, N. A. H.; TAKIM, R.; NAWAWI, A. H. **BIM ROADMAP strategic implementation plan**: Lesson learnt from Australia, Singapore and Hong Kong. *Proceedings of the 31st Annual Association of Researchers in Construction Management Conference* – ARCOM, 2015.

HERNANDES, E.; ZAMBONI, A.; THOMMAZO, A. D.; FABBRI, S. **Avaliação da ferramenta StArt utilizando o modelo TAM e o paradigma GQM**. X Workshop Latino-americano de Engenharia de Software Experimental, ICMC-São Carlos, 2010.

IBRAOP – Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. Orientação Técnica OT – IBR 001/2006. 2006.

IBRAOP – Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. Orientação Técnica OT – IBR 002/2009. 2009.

IPMA – International Project Management Association. **IPMA Project Excellence Baseline**. 2016. Disponível em: <https://www.ipmabrasil.org/>. Acesso em: 29 jan. 2021.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO 29481:2012. Building information models – Information delivery manual**. 2012.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO 19650:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling**. 2018a.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO 16739-1:2018. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries – Part 1: Data schema**. 2018b.

JOBIM, C.; STUMPF, M. G.; EDELWEISS, R.; KERN, A. Análisis de la implantación de tecnología BIM en oficinas de proyecto y construcción en una ciudad de Brasil en 2015. **Revista Ingeniería de Construcción – RIC**, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, BRASIL, v. 32, n. 3, p. 185-194, 2017.

JUNIOR, G. M.; PELLANDA, P. C.; REIS, M. M. **Implementation framework for BIM adoption and project management in public organizations**. 36th International Symposium on Automation and Robotics in Construction – ISARC, 2019.

JUNIOR, L. A. P.; FABRICIO, M. P. **Avaliação da gestão e coordenação de projetos – aspecto qualidade – de obras públicas vinculadas à Lei n.º 8.666/93**. 2º. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 3 e 4 de novembro de 2011 – Rio de Janeiro, RJ, 2011.

KERZNER, H. O futuro da gestão de projetos. **Revista de Gestão e Projetos – GeP**, v. 9, n. 3, p. 151-156, 2018.

KAMARDEEN, I. **8D BIM modelling tool for accident prevention through design**. Austrália: Egbu, 2010. E-book. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.8274&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 14 dez. 2020.

KUO, W. *et al.* BIM-Based Building Curriculum Vitae System. **International Symposium on Automation and Robotics in Construction**, 28, 2011, Coreia do

Sul, 29 jun. 2011. Disponível em: http://www.iaarc.org/publications/proceedings_of_the_28th_isarc/bimbased_building_curriculum_vitae_system.html. Acesso em: 10 nov. 2021.

MCAULEY, B.; HORE, A. V.; WEST, R. **Implementing of Building Information Modelling in Public Works Projects, Proceedings of the 9th European Conference on Product and Process Modelling**, Reykjavik, July 25 – 27th 2012.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 4, p. 359-384, dez. 2017.

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Estão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 343 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2013.

MENDROT, A. R.; OLIVEIRA, E. A. de A. Q.; RODRIGUES, M. de S. **Termo de abertura do projeto**: discussão das ferramentas para elaboração e aplicação sobre um caso descritivo. 2016.

OLIVEIRA, B. C. DE; CRUZ, S. P. da S. Verticalização e trabalho docente nos institutos federais: uma construção histórica. **Rev. HISTEDBR On-line**, Campinas, v. 17, n. 2 [72], p. 639-661, 2017.

PMI – PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia PMBOK**: Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. 6 ed. Newtown Square, Pensilvânia - EUA: Project Management Institute, 2017.

PMKB – PROJECT MANAGEMENT KNOWLEDGE BASE. Portal de Conhecimento e Experiência em Gerenciamento de Projetos, 2006. Disponível em: <https://pmkb.com.br/sig/padroes-frameworks/zopp-gtz/>. Acesso em: 29 jan. 2021.

SANTOS, E. T. BIM – Building Information Modeling: um salto para a modernidade na Tecnologia da Informação aplicada à Construção Civil. *In*: PRATINI, E. F.; SILVA JUNIOR, E. E. A. (org.). **Criação, Representação e Visualização Digitais**: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto. Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2012.

SEAP – SECRETARIA DE ESTADO DA ADMINISTRAÇÃO E PATRIMÔNIO. **Manual de Obras Públicas-Edificações**: Projeto. 2020. Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/centrais-de-conteudo/manuais/manual-obras-publicas-edificacoes-praticas-da-seap-manuais>. Acesso em: 6 fev. 2021.

SHOLEH, M. N.; NURDIANA, A.; SETIABUDI, B.; SUHARJONO. **Identification of Potential Uses of Building Information Modeling (BIM) for Construction Supply Chain Management**: Preliminary Studies. 2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 448 012064. 2020.

SILVA, E. L. DA.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.

SOARES, B.C.; BARACHO, R.M.A.; PORTO, M.F.; SOERGEL, D. **Building information modeling to support the management of the built environment**. WMSCI 2020 – 24th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Proceedings, 2020.

SOTILLE, M. A. *et al.* **Gerenciamento do escopo em projetos**. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014.

SOUZA, E. G. DE.; REINHARD, N. Uma Revisão Bibliográfica dos Fatores Ambientais que Influenciam a Gestão de Projetos de Sistemas de Informação no Setor Público. **Revista Gestão de Projetos – GeP**, v. 6, n. 2, ago. 2015.

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

SUCCAR, B. **Building Information Modelling Maturity Matrix**. Change Agents AEC, p. 65-103, 2010.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction**, v. 57, p. 64-79, 1 set. 2015.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance: Five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 2, p. 120-142, maio 2012.

TCU – TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Acórdão nº 632/2012 – TCU – Plenário**. Ata nº 9/2012 – Plenário, Processo nº TC-002.089/2012-2. Tribunal de Contas da União. Brasília. 2012.

TCU – TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Orientações para Elaboração de Planilhas Orçamentárias de Obras Públicas**. 2014, Tribunal de Contas da União. Brasília. 2014.

TCU – TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Técnica de Auditoria**. Indicadores de Desempenho e Mapa de Produtos. 2000, Tribunal de Contas da União. Brasília. 2000.

VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN, F. P. Modelling multiple views on buildings. **Automation in Construction**, v. 1, p. 215-224, 1992.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos**: estabelecendo diferenciais competitivos. 9. ed. São Paulo: Brasport, 2018.

ANEXOS

Anexo I Termo de Abertura do Projeto de Implantação BIM

I. TÍTULO

Termo de Abertura do Projeto (TAP) para Implantação dos conceitos BIM em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

II. OBJETIVO

Implantar a utilização de conceitos de modelagem da informação da construção (BIM) nas fases de contratação e elaboração de projetos de infraestrutura (fase *design*) na diretoria de engenharia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia estudado, conforme cronograma físico-financeiro aprovado pelas partes interessadas e autoridades responsáveis da instituição.

III. CONTEXTUALIZAÇÃO

O caso em estudo trata da implantação da metodologia BIM em um Instituto Federal da área de Educação, que necessitam contratar a execução de obras ou de serviços de engenharia para ampliação, melhoria e manutenção de sua infraestrutura. Ressalta-se que alguns serviços de engenharia, como por exemplo a elaboração de projetos (*design*), poderão ser executados pela própria instituição.

IV. PARTES INTERESSADAS

As principais partes interessadas observadas foram:

- Usuários das instalações da instituição;
- Diretoria de Engenharia e Arquitetura e demais setores relacionados ao processo;
- Alta Administração da instituição;
- Governo Federal;
- Sociedade.

V. JUSTIFICATIVA

Melhoria na qualidade dos projetos, com maior precisão nas especificações, quantificações e orçamentações, reduzindo-se os retrabalhos, possibilitando

avaliações de desempenho que garantam melhores escolhas, tendo-se maior eficiência na gestão do ciclo de vida das construções.

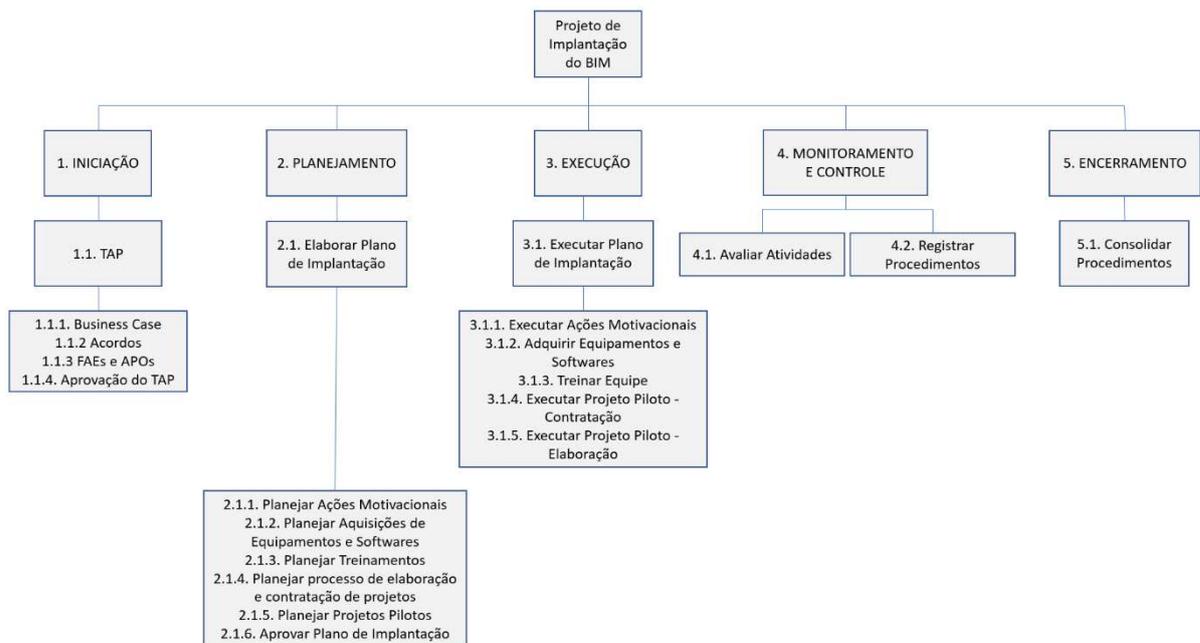
Atendimento ao uso preferencial do BIM nas obras e serviços de engenharia segundo a Lei 14.133 de 1º de abril de 2021.

VI. ALINHAMENTO ESTRATÉGICO

Este TAP atende aos dispostos nos seguintes normativos:

- Lei 14.133 de 1º de abril de 2021;
- Decreto 9.983 de 22 de agosto 2019;
- Plano de Desenvolvimento de Infraestrutura da Instituição.

VII. ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO (EAP)



VIII. DIAGNÓSTICO DA INSTITUIÇÃO

Analisada a infraestrutura em relação ao necessário para implantação BIM.

Tecnologias:

- Softwares inadequados (uso de softwares de modelagem 2D);
- Equipamentos inadequados;
- Há uso de nuvem no armazenamento e compartilhamento de documentos;

- Rede de dados com capacidade suficiente para fluxo de informações e garantia de trabalhos colaborativos.

Pessoas:

- Profissionais não qualificados em BIM;
- Não há profissional que possa atuar como Gerente BIM;
- No caso de aquisição de softwares, necessário treinamento;
- Profissionais, em sua maioria, sem o hábito de elaboração de projetos, atuando especificamente nas atividades de fiscalização;
- Quadro técnico distribuído entre diversos *campi*, composto de: 1 (um) arquiteto, 4 (quatro) engenheiros civis, 3 (três) engenheiros eletricitistas, 1 (um) engenheiro mecânico, 2 (dois) técnicos em edificações, 1 (um) técnico em eletrotécnica e 1 (um) técnico em eletromecânica, além do diretor de engenharia.

Processos:

- Processos não definidos e registrados por procedimentos, sendo aplicadas apenas boas práticas já vinculadas a cultura organizacional da instituição;
- Não há uso de processos, nem boas práticas voltadas para os conceitos BIM;
- Necessária a criação de processos e procedimentos BIM, estando em andamento na instituição a padronização e a criação de procedimentos de distribuição de arquivos;
- Cultura organizacional desfavorável a implantação de conceitos BIM.

Deve ser considerado o fato de que praticamente todas as instituições apresentam quadro de profissionais e orçamento restritos.

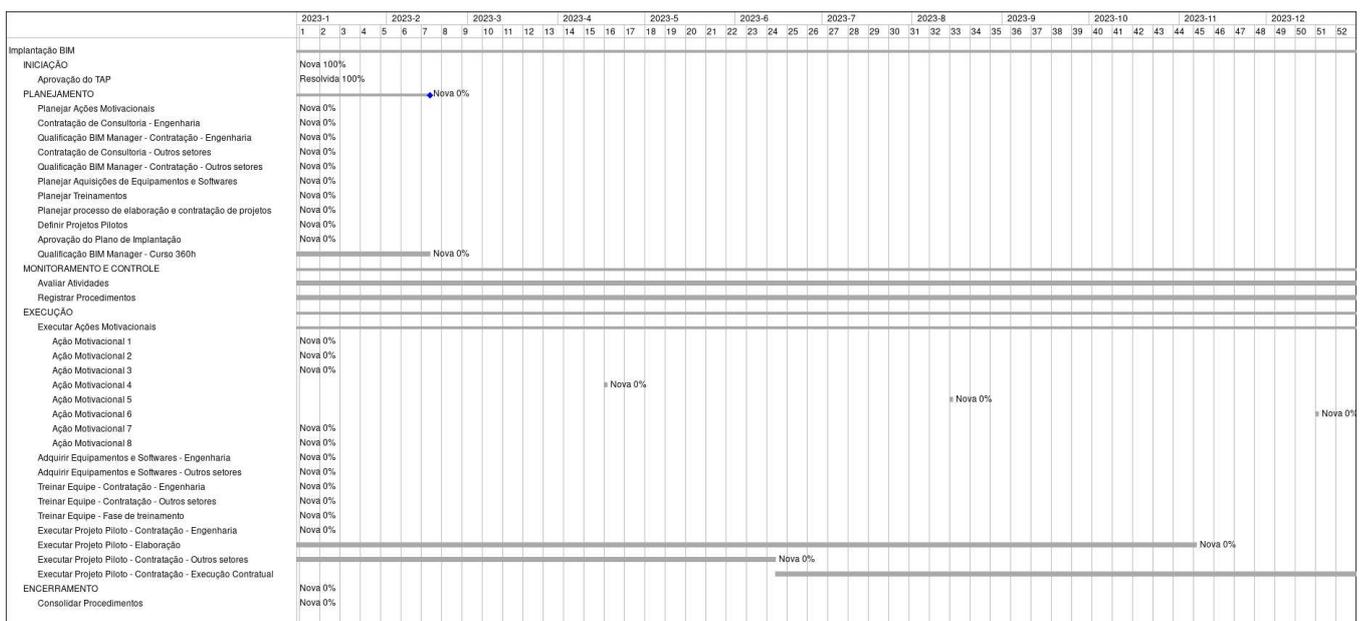
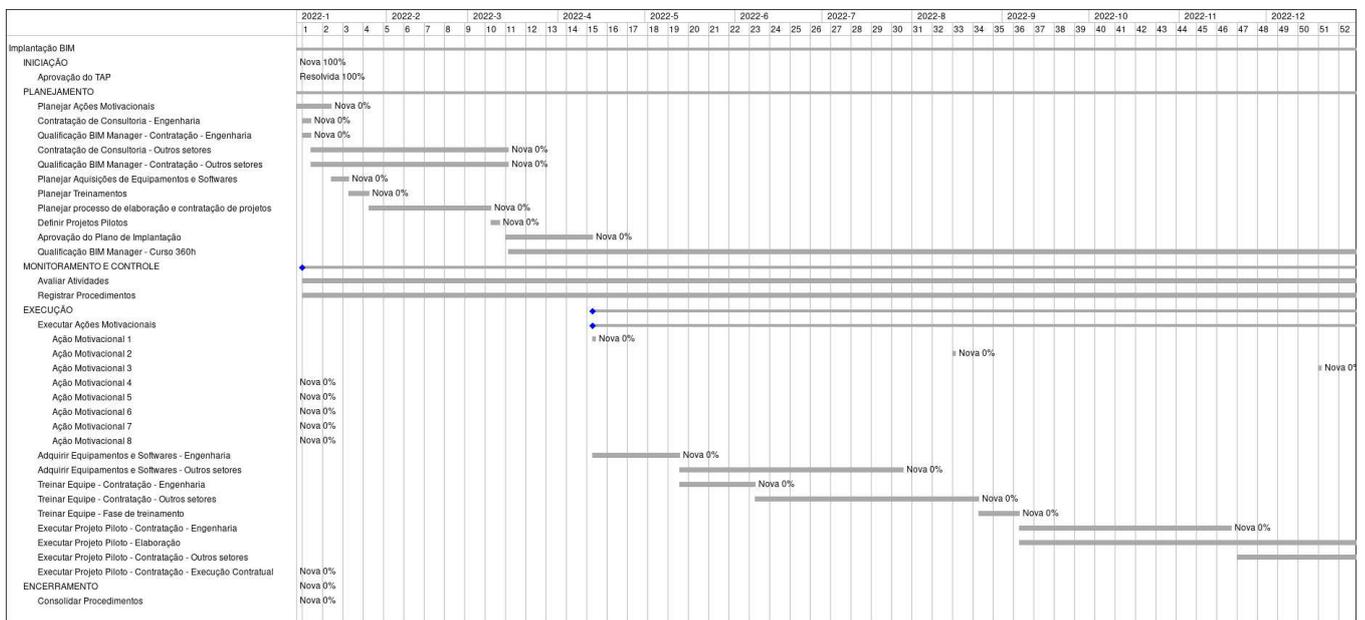
IX. RISCOS

Deverão ser considerados os seguintes riscos iniciais para o processo de implantação BIM:

- Falta de comprometimento da alta administração;
- Falta de envolvimento e motivação da equipe de implantação;

- Ausência de uma cultura organizacional favorável ao processo;
- Falta de treinamento e qualificação dos profissionais;
- Infraestrutura existente inadequada;
- Utilização de processos e procedimentos inadequados;
- Não cumprimento das etapas planejadas;
- Não cumprimento dos prazos estimados;
- Não cumprimento dos custos estimados.

X. DIAGRAMA DE GANTT



ITEM	FASE	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17	MÊS 18	MÊS 19	MÊS 20	MÊS 21	MÊS 22	MÊS 23	MÊS 24
		R\$ 25.161,88	R\$ 25.161,88	R\$ 24.407,69									
1	INICIAÇÃO												
2	PLANEJAMENTO	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55	R\$ -									
2.1	Elaborar o Plano de Implantação												
2.1.1	Planejar Ações Motivacionais												
2.1.2	Planejar Aquisições de Equipamentos e Softwares												
2.1.3	Planejar Treinamentos												
2.1.4	Planejar processo de elaboração e contratação de projetos												
2.1.5	Definir Projetos Pilotos												
2.1.6	Aprovação do Plano de Implantação												
2.2	Contratação de Consultoria BIM												
2.3	Qualificação BIM Manager	R\$ 1.031,55	R\$ 1.031,55										
3	EXECUÇÃO	R\$ 23.020,89	R\$ 23.020,89	R\$ 23.298,25									
3.1	Executar Plano de Implantação												
3.1.1	Executar Ações Motivacionais				R\$ 1.109,44					R\$ 1.109,44			R\$ 1.109,44
3.1.2	Adquirir Equipamentos e Softwares												
3.1.3	Treinar Equipe												
3.1.4	Executar Projetos Pilotos - Contratação						R\$ 8.472,09	R\$ 11.649,12	R\$ 11.094,40	R\$ 11.649,12	R\$ 11.649,12	R\$ 19.570,53	R\$ 22.188,81
3.1.5	Executar Projetos Pilotos - Elaboração	R\$ 23.020,89	R\$ 23.020,89	R\$ 23.298,25	R\$ 22.188,81	R\$ 23.298,25	R\$ 14.826,16	R\$ 11.649,12	R\$ 11.094,40	R\$ 11.649,12	R\$ 11.649,12	R\$ 3.727,72	
4	MONITORAMENTO E CONTROLE	R\$ 1.109,44											
4.1	Avaliar Atividades	R\$ 554,72											
4.2	Registrar Procedimentos	R\$ 554,72											
5	ENCERRAMENTO	R\$ -											
5.1	Consolidar Procedimentos												

ITEM	FASE	MÊS 25	MÊS 26	MÊS 27	MÊS 28	MÊS 29	MÊS 30	MÊS 31	MÊS 32	MÊS 33	MÊS 34	MÊS 35	TOTAL IMPLANTAÇÃO
		R\$ 24.407,69	R\$ 13.313,29										
1	INICIAÇÃO												
2	PLANEJAMENTO	R\$ -											
2.1	Elaborar o Plano de Implantação												
2.1.1	Planejar Ações Motivacionais												
2.1.2	Planejar Aquisições de Equipamentos e Softwares												
2.1.3	Planejar Treinamentos												
2.1.4	Planejar processo de elaboração e contratação de projetos												
2.1.5	Definir Projetos Pilotos												
2.1.6	Aprovação do Plano de Implantação												
2.2	Contratação de Consultoria BIM												
2.3	Qualificação BIM Manager												
3	EXECUÇÃO	R\$ 23.298,25	R\$ 22.188,81	R\$ -									
3.1	Executar Plano de Implantação												
3.1.1	Executar Ações Motivacionais				R\$ 1.109,44					R\$ 1.109,44			
3.1.2	Adquirir Equipamentos e Softwares												
3.1.3	Treinar Equipe												
3.1.4	Executar Projetos Pilotos - Contratação	R\$ 23.298,25	R\$ 23.298,25	R\$ 23.298,25	R\$ 22.188,81	R\$ 23.298,25	R\$ 23.298,25	R\$ 23.298,25	R\$ 22.188,81	R\$ 23.298,25	R\$ 22.188,81		
3.1.5	Executar Projetos Pilotos - Elaboração												
4	MONITORAMENTO E CONTROLE	R\$ 1.109,44											
4.1	Avaliar Atividades	R\$ 554,72											
4.2	Registrar Procedimentos	R\$ 554,72											
5	ENCERRAMENTO	R\$ -	R\$ 1.109,44	R\$ 12.203,85									
5.1	Consolidar Procedimentos										R\$ 1.109,44	R\$ 12.203,85	

XII. RESPONSÁVEIS

Gerente BIM do IF junto à empresa de consultoria contratada.

O projeto deverá ser acompanhado pela Diretoria de Engenharia e Arquitetura da instituição.

XIII. FAE's e APO's

Serão considerados os seguintes fatores:

- Ausência de estrutura organizacional nas atividades de gerenciamento de projetos adequadas aos conceitos BIM, sendo necessária uma modificação da cultura e adequação da governança da organização;
- Estrutura distribuída em diversos *campi* de características distintas, localizados em cidades diferentes de uma região, abrangendo uma região do Brasil;
- Embora a diretoria de engenharia e arquitetura, responsável pelas obras e serviços de engenharia esteja localizada na Reitoria da instituição, parte do corpo técnico de engenharia está distribuído entre os demais *campi*, onde questões específicas de cada local impactam nas características dos serviços a serem executados;
- Influência de políticas governamentais;
- Legislação vigente;
- Disponibilidade orçamentária dependente de políticas internas e externas;
- Variação de preços em equipamentos e softwares.

XIV. FORMALIZAÇÃO DO TAP

A formalização ocorrerá com a aprovação pelas autoridades responsáveis, conforme trâmites internos da instituição.

Anexo II Diagrama de Gantt



