



ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO DE BRAGANÇA
MESTRADO EM ENGENHARIA DA CONSTRUÇÃO

MARIA FERNANDA COSTA RIBEIRO

APLICAÇÕES DA METODOLOGIA BIM NA GESTÃO DE PRAZOS E DE CUSTOS
EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Bragança
2020

MARIA FERNANDA COSTA RIBEIRO

**APLICAÇÕES DA METODOLOGIA BIM NA GESTÃO DE PRAZOS E DE CUSTOS
EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**

Trabalho apresentado à disciplina
Projeto/Estágio Profissional do Instituto
Politécnico de Bragança – IPB, como
requisito parcial para conclusão do
Mestrado em Engenharia da Construção
Orientador: Professor Doutor Rui Alexandre
Figueiredo de Oliveira

Bragança
2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus, pois sem Ele eu não sou nada.

Aos meus pais, por todo suporte confiança e amor, por tornarem tudo isso possível, por nunca medirem esforços para realizar meus sonhos, por todo incentivo, amor, compreensão e apoio em todas as minhas decisões. Essa conquista é nossa, amo vocês.

À minha irmã, minha eterna melhor amiga.

Ao Gabriel, por estar sempre ao meu lado.

Ao meu orientador, Prof. Doutor Rui Alexandre por todo apoio, ensinamento, ajuda e compreensão, na realização desse trabalho.

Aos meus familiares, por todo carinho e sempre me apoiarem.

Aos meus amigos, que sempre estiveram me incentivando e encorajando em todas as minhas decisões, em especial aos meus amigos novos de Bragança.

Obrigada por fazerem parte de mais um ciclo em minha vida, só tenho a agradecer a todos vocês por tudo que fizeram por mim ao longo desses anos.

RESUMO

No contexto da construção civil, a exigência por aprimoramento, otimização da qualidade e organização de processos aumentou. Nessa situação, são necessários empregos de metodologias e tecnologias, como, por exemplo, o gerenciamento de projetos, BIM e softwares com finalidade de atingir tais objetivos. Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo mostrar uma análise da Gestão de Projetos com as práticas da metodologia BIM, a fim de enriquecer tal assimilação de processos. A metodologia usada é baseada em pesquisas bibliográficas, utilizando-se de material publicado por autores do cenário de transformação digital, gestão de projetos, metodologia BIM, além de documental através de material publicado pelo PMI (*Project Management Institute*). O resultado da pesquisa evidencia a análise do gerenciamento de projetos com os empregos da metodologia BIM e as mediações nos três pilares básicos: pessoas, processos e softwares, com foco nas áreas de conhecimento consideradas principais, pela mestrandia, prazo e custo. Depreende-se que a metodologia BIM empregada a gerenciamento de projetos traz resultados positivos consideráveis para uma empresa que utilize tais disciplinas, alcançando os objetivos iniciais: otimização, aprimoramento de qualidade e organização de processos.

Palavras-chave: *Building Information Modeling*; Gestão de Projetos; Prazo; Custo.

ABSTRACT

In the scope of civil construction, the demand for improvement, quality optimization and organization of processes has increased. In this situation, it is necessary to use methodologies and technologies, such as, for example, project management, BIM and software in order to achieve these objectives. In this perspective, this work aims to show an analysis of Project Management with the practices of the BIM methodology, in order to enrich such process assimilation. The methodology used is based on bibliographic research, using material published by authors from the digital transformation scenario, project management, BIM methodology, in addition to documentary material published by PMI (Project Management Institute). The result of the research shows the analysis of project management with the use of the BIM methodology and mediations in the three basic pillars: people, processes and software, with a focus on the areas of knowledge considered main, by the master's student, deadline and cost. It appears that the BIM methodology used in project management brings considerable positive results for a company that uses such disciplines, reaching the initial objectives: optimization, quality improvement and organization of processes.

Key-words: Building Information Modeling. Project management. Project. Time management. Cost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de vida do projeto. PMBOK 6ª edição, p. 548	20
Figura 2 - Fases da Gestão de Projetos. https://www.fm2s.com.br/5-fases-gestao-por-projetos/	24
Figura 3 - Processo de Iniciação. Ricardo Vargas (2014).....	26
Figura 4 - Limites do Projeto. Guia PMBOK 6ª Edição (2017), p.562	27
Figura 5 - Processo de Execução. Ricardo Vargas (2014).....	28
Figura 6 - Processo de Monitoramento e Controle. Ricardo Vargas (2014).	30
Figura 7 - Áreas de Conhecimento. https://bsbr.com.br/gerenciamento-integracao-projeto/	32
Figura 8 - Planejamento MUDE. Empresa MUDE – Engenharia, Arquitetura e Design (2020).	44
Figura 9 - Dimensões BIM. Adaptado de Leite, 2019	47
Figura 10 - Vista do software ArchiCAD. CRUZ (2016).....	49
Figura 11 - Modelagem da reforma. AISH (1986, p.67).....	50
Figura 12 - Visão em perspectiva. AISH (1986, p.67).....	50
Figura 13 - Fachada Vodafone. Freitas, 2014	55
Figura 14 - Perspectiva Fachada Vodafone. Empresa Vodafone.....	56
Figura 15 - Projeto 3D Edifício da Fundação Champalimaud. Mota-Engil, 2016.....	57
Figura 16 - Nível de Maturidade BIM. Mazione (2003)	62
Figura 17 - Processo BIM como contraponto ao processo tradicional de projeto. Nunes (2013)	79
Figura 18 - Interperabilidade. https://pmkb.com.br/artigos/o-uso-da-tecnologia-bim/ ...	80
Figura 19 - Integração do Processo em BIM. Cardoso, Maia e Santos (2012).....	82
Figura 20 - Compatibilização entre as Disciplinas –Clash Detective e Navisworks. Martini (2018).....	82
Figura 21 -Função Code Cheking do Solobri. Makebim (2018).	84
Figura 22 - Orçamentação em BIM. Eastman et al (2014).....	87
Figura 23 - Planejamento e Cronograma de alguns serviços. Construct. https://constructapp.io/pt/planejamento-de-obras-sofwares/	90
Figura 24 - Identificação de Interferências. BIM na prática. https://bimnapratica.com/blog/compatibilizacao-de-projetos-com-bim	91
Figura 25 - Tipologias de estudo. Van der Maren (1987).....	93

Figura 26 - Estágios do Estudo. Nunes (2018) Adaptado pela autora.....	94
Figura 27 - Projeto Inicial. Nunes (2018) Adaptado pela autora	95
Figura 28 - 3D em ferramenta CAD e BIM. Nunes (2018)	101
Figura 29 - Estrutura em 3D. Nunes (2018).....	102
Figura 30 - Dimensionamento Hidrossanitário em CAD e em BIM. Nunes (2018) adaptado pela Autora.....	103
Figura 31 - tempo demandado para alteração dos projetos com o método BIM.	105
Figura 32 - edificação final com os projetos interdisciplinares integrados.	106
Figura 33 - remuneração horária (R\$/h)	107
Figura 34 - processos de investigação do estudo.....	109
Figura 35 - Planta baixa.....	112
Figura 36 - Projeto 3D.....	114
Figura 37 - Projeto 3D.....	115
Figura 38 - Imagens do Empreendimento.....	120
Figura 39-Imagens do Empreendimento.....	121
Figura 40 - Imagens do Empreendimento.....	121
Figura 41 - Imagens do Empreendimento.....	122
Figura 42 - Descrição do projeto. Construtora Plena. (2020).....	123

LISTA DE SIGLAS

ABNT –Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC –Arquitetura, Engenharia e Construção
AIA -American Institute of ArchitectsBIM –Building Information Modeling
CAD –Computer-Aided design
CADD -Computer Aided Draft and Design
CBIC -Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CE-BIM -Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modeling
EAP -Estrutura Analítica de Projeto
Enap -Escola Nacional de Administração Pública
MCC -Método do Caminho Crítico
MIT-Massachusetts Institute of Technology
NBIMS -National Building Information Modeling Standards
PDCA –Plan; Do; Check; Act.
PMBOK -Project Management Body of Knowledge
PMI –Project Management Institute
PMKB -Project Management Knowledge Base
PSP -Prestação do Serviço de ProjetoSIG -Sistema de Informações Geográficas
TI –Tecnologia da Informação

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Normativos Legais. https://jus.com.br/artigos/23125/gerenciamento-de-projetos-em-entidades-publicas (Adaptado pela autora)	45
Tabela 2 - Tabela 3 - Comparativo entre versões do Navisworks. Martini (2008).	83
Tabela 3 - Tabela 3 - Princípios Softwares BIM. Adaptado de BuildingSmart (2018)....	85
Tabela 4 - Tabela 4 - Desenvolvimento dos processos.....	96
Tabela 5 - Tabela 5 - Custo por Atividade. Nunes (2018) Adaptado pela autora.....	99
Tabela 6 - Tabela 6 - Desenvolvimento do Processo Arquitetônico por hora. Nunes (2018) Adaptado pela autora	100
Tabela 7 - Desenvolvimento do Processo Estrutural por hora. Nunes (2018) adaptado pela Autora	101
Tabela 8 - Desenvolvimento Hidrossanitário por hora. Nunes (2018) adaptado pela Autora.	102
Tabela 9 - Desenvolvimento Elétrico por hora. Nunes (2018) adaptado pela Autora.	103
Tabela 10 - Cronograma Físico Financeiro por hora. Nunes (2018) adaptado pela Autora.	104
Tabela 11 - remuneração horária (€/h). Autoria própria.....	105
Tabela 12 - Remuneração horária (€/h).....	107
Tabela 13 - Quadro Comparativo.	108
Tabela 14 - Área Equivalente da Construção.	110
Tabela 15 - Cálculo da Área Equivalente de Venda-	111
Tabela 16 - Orçamento da Construtora com Metodologia CAD.....	113
Tabela 17 - Orçamento da Construtora.	114
Tabela 18 - Quantitativo dos Materiais.	115
Tabela 19 - Quantitativo de Portas.	116
Tabela 20 - Quantitativo de Janelas.	116
Tabela 21 - Orçamento pela Metodologia BIM.	117
Tabela 22 - Orçamento pela Metodologia BIM.	117
Tabela 23 - Orçamentos.	118
Tabela 24 - Orçamentos.	118
Tabela 25 - Orçamentos.	119
Tabela 26 - Orçamentos.	119

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Nível de Implementação BIM no mundo. McGraw Hill SmartMarket (2016)	58
Gráfico 2 - Comparação do ano 2000 CAD x BIM. Pini (2011).....	59
Gráfico 3 - Utilização do BIM nas empresas Brasileiras. Kassem e Amorim (2015).....	59
Gráfico 4 - Comparativo Horário: Nunes (2018) Adaptado pela autora	100
Gráfico 5 - Comparativo De Remuneração Horária . Nunes(2008) adaptado pela Autora.	104

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Enquadramento	14
1.2	Objetivos	15
1.3	Metodologia	16
1.4	Estrutura do trabalho	17
2	GERENCIAMENTO DE PROJETOS	18
2.1	Definição de projeto	18
2.2	Breve histórico sobre Gerenciamento de Projetos	19
2.3	Ciclo de vida de um projeto	20
2.3.1	Fase de Iniciação	20
2.3.2	Fase de Organização e preparação	21
2.3.3	Fase de execução do trabalho do projeto	22
2.3.4	Encerramento	22
2.4	Processos da gestão de projetos	23
2.4.1	ABNT – NBR ISO 21500/2012: Orientações sobre o Gerenciamento de Projetos	24
2.4.2	Grupo de processos de iniciação	25
2.4.3	Grupo de processos de planejamento	27
2.4.4	Grupo de processos de execução	28
2.4.5	Grupo de processos de monitoramento e controle	29
2.4.6	Grupo de processos de encerramento	31
2.5	Áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos	31
2.5.1	Processos por área de Conhecimento do PMBOK Guide	33
2.5.1.1	Integração	33
2.5.1.2	Escopo	34
2.5.1.3	Cronograma	35
2.5.1.4	Custo	36
2.5.1.5	Qualidade	36
2.5.1.6	Recursos	37
2.5.1.7	Comunicação	38
2.5.1.8	Riscos	39
2.5.1.9	Aquisições	39
2.5.1.10	Partes Interessadas	40
2.6	Gerente de projetos	41

2.6.1 Habilidades interpessoais	41
2.7 Tecnologia no Gerenciamento de Projetos	43
2.8 Legislação Gerenciamento de Projetos	44
3 GENERALIDADES DA FERRAMENTA BIM	46
3.1 Definição de BIM	46
3.2 Histórico BIM no mundo	48
3.2.1 BIM em Portugal	51
3.2.2 BIM no Brasil	58
3.3 Maturidade BIM	62
3.3.1 Objetivos do empreendimento e requisitos programáticos	63
3.3.2 Nível de desenvolvimento –propriedades geométricas e não geométricas	63
3.3.3 Compatibilidade geométrica	63
3.3.4 Planejamento e controle	64
3.4 Aplicações BIM na Engenharia Civil	65
3.4.1 Captura de realidade	65
3.4.2 Análise de Viabilidade	65
3.4.3 Projetos	66
3.4.4 Planejamento e orçamento	67
3.4.5 Construção	67
3.4.6 Operação e Manutenção	67
4 INTERAÇÃO DA GESTÃO DE PROJETOS COM O BIM	69
4.1 Integração	69
4.2 Escopo	70
4.3 Cronograma	70
4.4 Custo	71
4.5 Qualidade	72
4.6 Recursos	73
4.7 Comunicação	74
4.8 Riscos	75
4.9 Aquisições	76
4.10 Stakeholders	77
4.11 Análise da Compatibilização de projetos conforme a Metodologia BIM, em tripa restrição (base, custo e prazo)	77
4.11.1 Base	80
4.11.2 Custos	84

4.11.3 Prazos	88
5 INVESTIGAÇÃO DESENVOLVIDA	92
5.1 Metodologia de Investigação	92
5.2 Estudo de caso I	94
5.2.1 Objeto de estudo	95
5.2.2 Software	95
5.2.3 Operador	96
5.2.4. Desenvolvimento de projetos e processos	96
5.2.5. Avaliação comparativa	98
5.2.6. Análise de resultados	99
5.2.6.1. Tempo de desenvolvimento de projetos e processos da edificação (sem alteração)	99
5.2.6.2. Remuneração horária para desenvolvimento de projetos e processos da edificação (sem alteração)	104
5.2.6.3. Tempo de desenvolvimento de projetos e processos da edificação (com alteração)	105
5.2.6.4. Remuneração horária para desenvolvimento de projetos e processos da edificação (com alteração)	106
5.2.6.5. Conclusões do estudo	107
5.3 Estudo de caso II	109
5.3.1 Descrição do Empreendimento	109
5.3.2 Descrição do Orçamento pelo Método Tradicional	112
5.3.3 Descrição do Orçamento pela Metodologia BIM 5D	114
5.3.4 Análise dos Resultados	117
5.3.5 Imagens do Empreendimento	120
5.4 Linha de orientação	122
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
6.1 Principais conclusões	124
6.2 Limitações do estudo	126
6.3 Sugestões para trabalhos futuros	126
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

De acordo com Jacoski (2014), o mercado está cada vez mais concorrido e as empresas necessitam buscar maneiras de aprimorar a qualidade de seus produtos e serviços. Nesta conjuntura, aparece o conceito *Building Information Modeling* - BIM - Modelagem da Informação da Construção. Este procedimento traz uma maior comunicação entre os agentes incluídos nos projetos, disponibilizando melhor confiabilidade e qualidade no projeto, resultando na diminuição do prazo para entrega das obras.

O BIM no Brasil ainda está numa etapa inicial e as equipes insistem em trabalhar de forma tradicional e individual, com poucas trocas de informações e compatibilização, transformando a fase de execução do projeto um trabalho árduo em diversos aspectos (MANZIONE E MELHADO, 2014).

Melhado (2014) ainda relata que para idealizar em BIM é necessário ter em mente os fins e planejar a utilização e manutenção das construções. O BIM é um novo conceito de gestão, e conseqüentemente inaugura uma nova fase no setor da Construção Civil.

Outra forma de melhorar processos na construção civil é por meio do uso de princípios de o Gerenciamento de Projetos. Conforme Marques (2016), as empresas do setor estão usando a Gestão de Projetos juntamente com a Metodologia BIM por terem muita sinergia com suas premissas e filosofias.

De acordo com Melhado et al. (2005), a gestão de projetos “é uma atividade que dá apoio ao desenvolvimento do processo do projeto ligada as decisões de projetos e integração dos requisitos”. O gerenciamento de projetos deve ser expandido para outras etapas da construção, sobretudo para o controle de obras, permitindo que a tecnologia modernize o setor e assume um aspecto de indústria.

1.2 Objetivos

Fundamentado no tópico 1.1 supracitado, este trabalho tem como objetivo mostrar uma análise das aplicações da metodologia BIM no gerenciamento de prazos e custos em projetos de construção de edifícios. Os objetivos específicos são: descrever gestão de projetos e a metodologia BIM; apontar os principais benefícios do uso da gestão de projetos e da metodologia BIM; investigar as áreas de conhecimento da gestão de projetos que podem interagir com a modelagem BIM; verificar o controle de custos e prazos em projetos de obras de edificação investigando a software com metodologia BIM; fazer uma comparação efetiva dos trabalhos previstos com os executados atendendo com interferência da metodologia BIM e em situações tradicionais (sem metodologia BIM); responder à contabilização de rendimentos e custos de operações de construção, feitos a partir de mapas de medição; aferir se necessário, os resultados obtidos, com opiniões de técnicos afetos à construção.

Esse trabalho justifica-se pela premência de melhores resultados, redução de custos e aprimoramento de processos dos projetos na área da construção civil. Como relata Albuquerque e Melhado (1998), o cenário econômico mundial atraiu o setor da construção civil a melhorar seu processo de produção. Dessa forma, foram efetuadas melhorias que se fundamenta no desenvolvimento de novas maneiras de gestão e tecnologias, com o propósito de tornar as organizações mais qualificadas e competitivas no mercado. Conforme Callegari (2007), um aperfeiçoamento considerável no setor da construção civil, é a compatibilização de projetos, que por sua parte diminui os erros, potencializa processos e diminui os custos. Além disto, tal compatibilização pode ser entendida no BIM, gestão de projetos e na integração das disciplinas envolvidas. É inegável, conforme Dornelas (2012), a importância da busca por maneiras de integração de processos para usar a tecnologia, em sua totalidade, colaborando com a melhoria no gerenciamento de projetos, garantindo a essa nova maneira de projetar, um ambiente ideal.

1.3 Metodologia

Segundo Rui Oliveira (2012) a metodologia proporciona a direção da investigação científica por meio de um conjunto de orientações seguidas de forma sistemática, através de um método com técnicas ao desfrutar da ciência.

William Rodrigues (2007), define que a metodologia é “um conjunto de abordagens, técnicas e processos utilizados pela ciência para formular e resolver problemas de aquisição objetiva do conhecimento de uma maneira sistemática”. Para Ozório, Barbosa e Melo (2005), é definida como “o conjunto de métodos ou caminhos utilizados para a condução da investigação, devendo ser apresentada na sequência cronológica em que o trabalho foi conduzido”. E para Cervo e Bervian (1983), agrupamento de esclarecimentos, orientados por procedimentos científicos se dá a definição de metodologia.

Considerando os pontos expostos anteriormente, no tópico 1.2, a pesquisa, quanto à abordagem, é uma pesquisa qualitativa, segundo Crewell (1998). Dado que, conforme Gil (2002), os autores são instigados a reunir dados e analisar suas singularidades. O Caso de Estudo, configurou-se como a melhor ferramenta de pesquisa a ser utilizada, pois configura-se como uma pesquisa qualitativa, por abordar uma estratégia mais viável quando o estudo é complexo (LIEBSCHER, 1998 apud FREITAS; JABBOUR, 2011).

Em relação aos objetivos, a pesquisa é exploratória. Segundo Gil (2002, p41), as pesquisas desse tipo têm o propósito de adaptação do problema com o objetivo de evidenciá-lo ou elaborar uma hipótese. Gil ainda declara, que o principal objetivo da pesquisa exploratória é a descrição de características de uma população ou fenômeno.

Em relação aos procedimentos, a pesquisa é bibliográfica e documental. A pesquisa bibliográfica abrange uma catalogação de toda a bibliografia já publicada em livros, revistas científicas, publicações avulsas e imprensa escrita, e que seu intuito é conectar diretamente o pesquisador com aquilo que foi escrito sobre determinado assunto, afirma Lakatos e Marconi (2007). Segundo o apresentado por Gil (2002, p.41), “a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda pode ser reelaborado de acordo com os objetos da pesquisa”. Neste caso os documentos analisados foram a Coletânea Implementação

do BIM Para Construtoras e Incorporadoras da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e o Guia PMBOK (2017).

Para Yin (2005), quando possui duas fontes de dado em um estudo de caso, o estudo é caracterizado como estudo de caso único ou simples, inserido com várias fontes ou elementos de análise. Portanto segundo Crewell (1998) a definição de um estudo de caso múltiplo ou coletivo, está descartada. Neste cenário, as fontes de dados, que são o artigo publicado pela Universidade do Minho, dos brasileiros Gustavo Henrique Nunes e Marlon Leão (2018) e dados fornecidos pela empresa Imperial Construções Ltda, pelo Engenheiro Civil Gabriel Monteiro dos Guimarães (2016), tem o objetivo de se complementarem perante os objetivos traçados.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado em quatro capítulos.

O Capítulo 2 aborda o “GERENCIAMENTO DE PROJETOS”, onde, apresenta os conceitos e um breve enquadramento histórico, descrevendo os pontos positivos e negativos da aplicação dos processos, bem como determina as condições do ambiente a ser desenvolvida a gestão, as áreas de atuação e o fluxo de processos.

O Capítulo 3 descreve as “GENERALIDADES DA FERRAMENTA BIM”, onde conceitua a metodologia, apresenta um breve histórico, a atuação em Portugal e no Brasil, a ferramenta BIM e descreve sua aplicação no setor da Construção Civil.

No Capítulo 4 envolve a “INTERAÇÃO DA GESTÃO DE PROJETOS COM O BIM”, onde se apresentam as áreas comuns das duas metodologias e indica softwares que auxiliam nessa interação.

O Capítulo 5 “INVESTIGAÇÃO DESENVOLVIDA”, analisa como poderá ser feita a aplicação das duas disciplinas e apresenta os resultados reais obtidos, pela comparação de ambas metodologias. Finalmente, a pesquisa ainda abrange as considerações finais, sugestões para estudos futuros e as referências bibliográficas utilizadas.

2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Neste capítulo serão introduzidos temas relacionados ao gerenciamento de projetos. Tal abordagem foi fundamentada a partir do guia PMBOK (Project Management Body of Knowledge) que está em sua 6ª edição. O guia foi elaborado pelo PMI (Project Management Institute), que segundo seu próprio site “é a maior associação sem fins lucrativos do mundo para profissionais de gerenciamento de projetos”.

2.1 Definição de projeto

De acordo com o PMBOK (2017), projeto é um empenho temporário com o intuito de criar um certo produto, serviço ou resultado único. Os projetos têm essência momentânea com início e término definido, mas não significa que sejam de curta duração. O projeto tem seu início a partir da demanda de mercado, necessidade de negócio, solicitação de cliente, avanço tecnológico, requisito legal e necessidade social. E encerra nas seguintes ocorrências: quando os intuitos traçados são alcançados, quando não há mais necessidade de perdurar ou pelo fato de os objetivos não poderem ser atingidos.

Conforme o PMBOK (2017), apesar de cada projeto ser singular, elementos recorrentes podem estar presentes em algumas remessas, essa repetição não muda suas individualidades. Cada projeto arquitetônico, por exemplo, é notável uma vez que a localização é divergente, o desenho é definido com a conveniência do cliente e existem circunstâncias e situações distintas. Os projetos podem ser empregados em todos os níveis organizacionais, podendo envolver uma ou mais pessoas e uma ou diversas unidades organizacionais. Um certo projeto pode gerar: um aprimoramento nas linhas de serviço, ter como resultado um produto ou documento, um serviço ou a capacidade para realizar tal ofício.

2.2 Breve histórico sobre Gerenciamento de Projetos

As primeiras técnicas que atualmente são empregadas na gestão de projetos aparecem, sobretudo, durante o século XX. Um dos destaques foi o Henry Gantt, que gerou uma metodologia para traçar a sequência e a extensão das tarefas. Com o seu design ele pôde exibir o avanço das diferentes etapas de um projeto. Segundo Slack (2002), o gráfico é usado até hoje como parcela dos softwares para gerenciamento de projetos.

A gestão de projetos foi formalizada como ciência, no início da década de 60. As organizações de vários ramos, como cita Torreão (2007), começaram a perceber o benefício do trabalho organizado com os conhecimentos de projetos e a necessidade da interação de diferentes departamentos e profissões.

Segundo Marcondes (2017), a gestão de projetos está cada vez mais aceita e dispersada, e atuante em todas as áreas e organizações. Além disso, são implicados vários profissionais e são empregados uma série de investimentos. O maior desafio para esta grande instituição provém da crescente necessidade de rapidez na entrega dos projetos com os menores recursos e garantia de qualidade.

Diante disso, a busca por um padrão de gerenciamento de projetos formalizado e sistematizado em métodos, processos e melhores é uma necessidade crescente dos profissionais de diversos segmentos. Para cumprir com esta demanda, entidades organizadas tem oferecido publicações importantes, como a PMI, com o Guia PMBOK e da ISO3 , com as normas ISO 10006:2003 e ISO 21500:2012.

A norma ISO 10006:2003 - *Quality Management: Guidelines to Quality in Project Management*, voltada para gerenciamento de projetos não se considera um guia (como é o caso do PMBOK), mas sim uma orientação sobre a qualidade do projeto.

A norma ISO 21500:2012 – Guia para o Gerenciamento de Projetos, retrata a modernização da norma ISO 10006:2003, e visa dar suporte na troca de conhecimentos entre projetos e organizações, resultando na melhoria das entregas dos projetos. Esta norma foi publicada no Brasil como ABNT4 NBR ISO 21500:2012– Orientações para o Gerenciamento de Projetos (FONSECA, 2013).

Por fim, o PMBOK – Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (PMI, 2013), sobre o qual se aprofundará o estudo neste trabalho, demonstra uma visão abrangente das melhores práticas no gerenciamento de projetos, sendo o padrão mais conhecido mundialmente.

2.3 Ciclo de vida de um projeto

O ciclo de vida de um projeto é a agregação de fases pelas quais um projeto perfaz desde seu início ao fim. As fases são contínuas e os seus números e seus nomes são definidos pelas utilidades e características de gerenciamento e controle das instituições envolvidas no projeto, a natureza em si e seu espaço de execução. (PMBOK, 2017).

Santos (2017) relata que as fases podem ser divididas por resultados, entregas, objetivos ou disponibilidade financeira. De acordo com Valeriano (1998), um projeto padrão costuma ter as quatro fases principais: início do projeto, organização e preparação, execução e encerramento do projeto, como visualizado na figura 1.

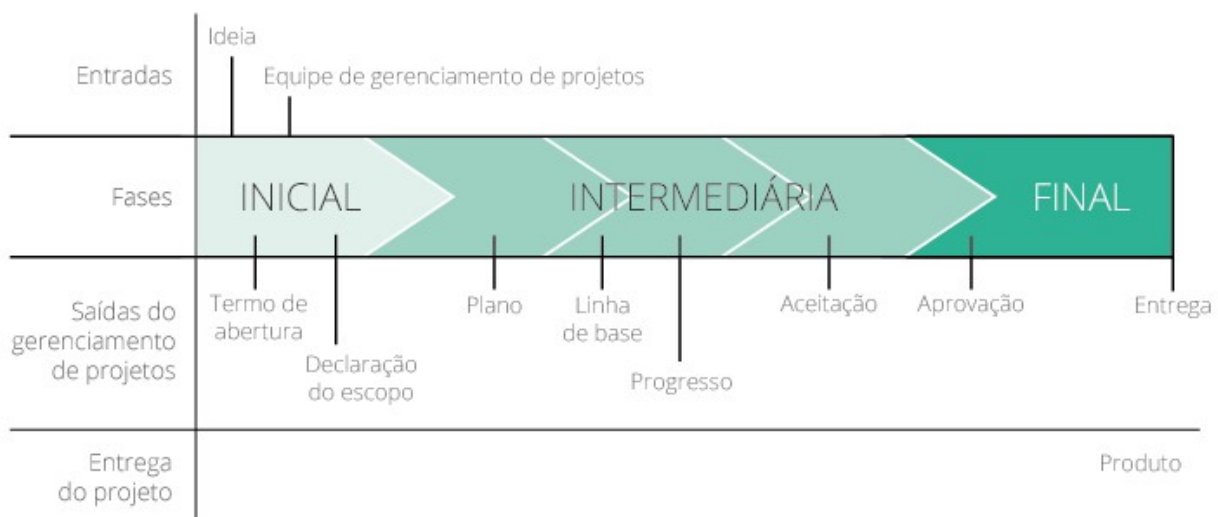


Figura 1 - Ciclo de vida do projeto. Espinha, R.G. (2019).

2.3.1 Fase de Iniciação

Como relata Monteiro e Valentim (2008), a fase de iniciação baseia-se na composição de uma proposta de projeto, com o estabelecimento de objetivos ou necessidades, usualmente feita a partir de uma ocasião originada ou de um problema.

Nesta etapa, alguns estudos são feitos para assegurar uma boa gestão de projeto, como por exemplo: a identificação da complexidade, onde é verificado se a

realização do projeto é conveniente; a identificação das entregáveis, onde será convencionado quais resultados deverão ser produzidos; detectar as partes interessadas e a realização de um estudo de viabilidade para identificar se as opções abordam o propósito e a comparação dos custos e benefícios do projeto. Então, uma solução final é recomendada (Rennó, 2016).

Santos (2017) define que com a aprovação da solução final, o projeto é iniciado e é realizada a nomeação de um gestor de projeto. Os produtos e as equipes de trabalho são identificados, dando forma ao projeto. A aprovação é observada pelo gestor para seguir para a fase de organização e preparação.

2.3.2 Fase de Organização e preparação

Conforme Camargo (2019), na fase de organização e preparação será estabelecida a metodologia de gerenciamento de projeto que será utilizada, sendo assim, serão escolhidas as estratégias mais apropriadas levando em consideração os recursos disponíveis e os objetivos que devem ser alcançados, também referido como “gerenciamento de escopo”.

Algumas ações são feitas nesta etapa, como cita Rennó (2016), como a geração de um planejamento de projeto, onde é apontado o cronograma, as tarefas, os resultados esperados e possíveis riscos; a realização de um fluxograma que torna possível a visualização do cronograma; a elaboração de uma estimativa orçamentária com um planejamento financeiro e a organização de recursos onde é feita a construção das equipes.

Santos (2017) coloca que, finalmente, é esperado que haja a documentação de um plano de qualidade que forneça metas de qualidade, plano de aceitação, medidas de garantia e que seja capaz de listar os parâmetros a serem realizados para obter a aceitação do cliente. Finalmente, o projeto estará planejado em detalhes e pronto para ser executado.

2.3.3 Fase de execução do trabalho do projeto

Ao longo da fase de execução, o plano do projeto é colocado em prática e o trabalho começa a ser desenvolvido. Esta etapa costuma ser a que apresenta um período mais longo devido ao fato de que além das equipes estarem executando as tarefas, estão relatando as informações de desenvolvimento. Estas informações são utilizadas pelo gerente, segundo Camargo (2019), para controlar a direção do projeto e comparar os relatórios de progresso com o plano do projeto, tornando possível analisar o desempenho das atividades e tomar providências conforme necessário.

Rennó (2016) relata que para apresentar uma gestão satisfatória na fase de execução é necessária a realização de algumas ações, como o gerenciamento de tarefas; a organização de fluxos; gestão do orçamento e o monitoramento do padrão de qualidade, onde é identificado se as tarefas estão sendo executadas conforme planejado.

Segundo Santos (2017), é importante que sejam feitos relatórios de status que enfatizem o ponto final antecipado em termos de cronograma, custo e controle da qualidade. Visto que todos os produtos do projeto foram produzidos e entregues, o cliente aceita a solução final e então o projeto está pronto para o encerramento.

2.3.4 Encerramento

A fase de encerramento é a última do ciclo de vida de um projeto no qual é apresentado o resultado final, segundo Rennó (2016), é determinado o nível de sucesso atingido e, finalmente, é realizada a análise da performance do trabalho realizado, comparando os resultados previstos com o que de fato foi executado.

Como cita Rennó (2016), na fase de encerramento deve-se realizar algumas ações, como a análise do desempenho do projeto e do time, identificando se as tarefas foram realizadas conforme planejado para atingir os objetivos almejados; a condução de revisões após a implementação do projeto e a apresentação de contas pelo orçamento.

2.4 Processos da gestão de projetos

Conforme PMBOK (2013), um processo é constituído por ações e atividades inter-relacionadas desenvolvidas de forma a criar um serviço, produto ou um resultado anteriormente especificado. É de responsabilidade do gerente de projetos considerar os ativos de processos organizacionais, assim como as variáveis ambientais da empresa, pois estes ativos estabelecem diretrizes e critérios para adequar as necessidades do projeto com os processos da organização.

Para o sucesso de um projeto, segundo PMBOK (2013), a equipe deverá: definir os processos apropriados de forma a cumprir com os objetivos do projeto; ter uma abordagem definida e que possa ser adaptada para cumprimento dos objetivos; engajar as partes envolvidas assim como manter uma comunicação eficiente; atender as necessidades e expectativas cumprindo os requisitos pré-estabelecidos e equilibrar as demandas de escopo, organograma, orçamento, qualidade, recursos e riscos de forma a conseguir o produto, serviço ou resultado especificado.

De acordo com o guia, os processos de gerenciamento de projetos podem aumentar a probabilidade de sucesso na maior parte dos projetos. Estes processos podem ser apontados como “boa prática”, mas isso não significa que devem ser empregados de maneira uniforme. Cabe ao gerente de projetos juntamente com a equipe do projeto, definir e adaptar os conhecimentos, habilidades e os processos descritos, de forma a determinar quais processos e grau de rigor são mais adequados para cada tipo de projeto.

Ainda fundamentado no Guia PMBOK, os projetos de uma organização propõem uma integração com os dados desta organização e dados externos, não podendo trabalhar de forma isolada. As informações geradas através dos processos de projeto podem aprimorar o gerenciamento de projetos. O Guia descreve os processos de gestão segundo sua natureza, em termos de integração, interação e objetivos. As categorias são denominadas como grupos de processos, sendo elas:

- Grupo de processos de iniciação.
- Grupo de processos de planejamento.
- Grupo de processos de execução.
- Grupo de processos de monitoramento e controle.
- Grupo de processos de encerramento.

Como colocado no PMI, gestão de projetos integra a aplicação de conhecimento, habilidade, ferramenta e técnica para uma ampla gama de atividades, de maneira a atender aos requisitos de um projeto específico. “Existem cinco fases de gestão por projetos e se o ciclo de vida fornece uma visão de alto nível do projeto, as fases são o roteiro para realizá-lo”.

PMBOK - Grupos de Processos

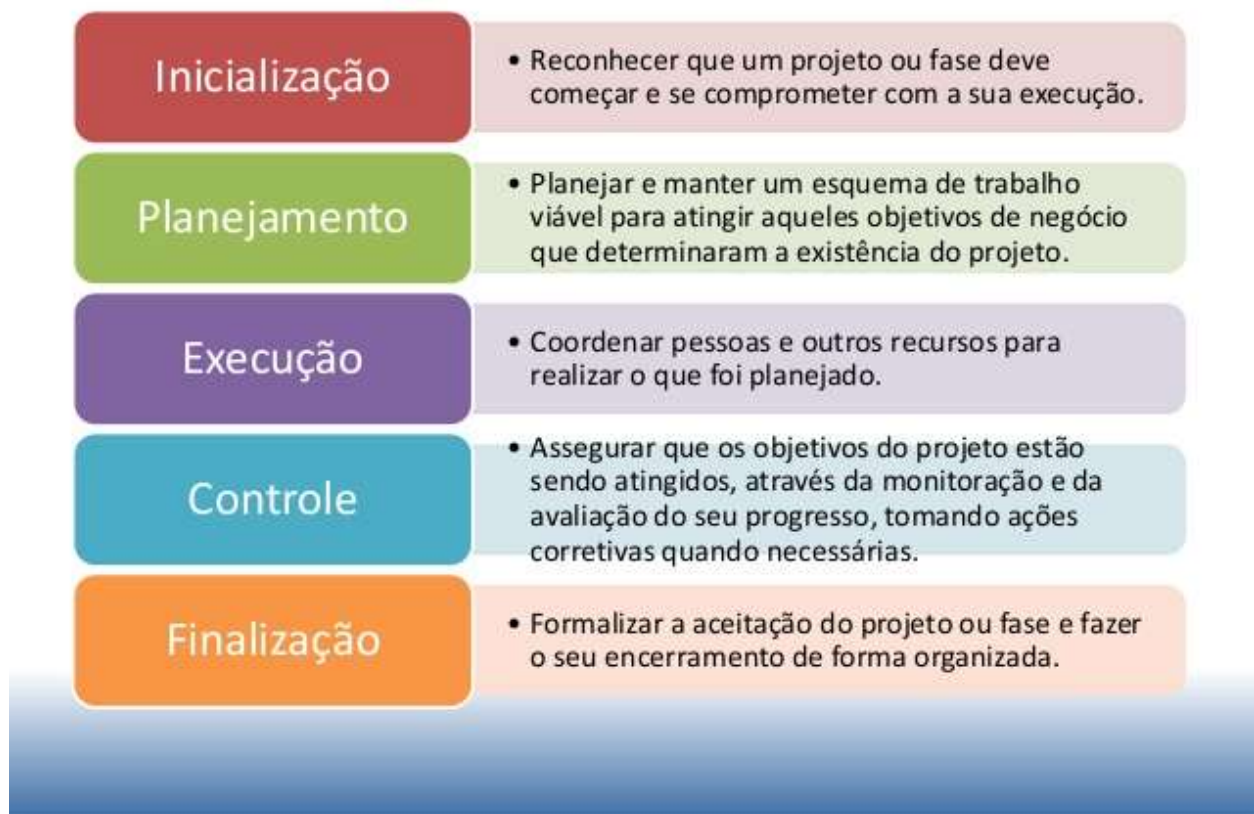


Figura 2 - Fases da Gestão de Projetos. <https://sites.google.com/site/alunopragmatico/gestao-de-projetos-de-software/conceitos-de-gestao-de-projetos-de-software?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>

2.4.1 ABNT – NBR ISO 21500/2012: Orientações sobre o Gerenciamento de Projetos

A norma ISO 21500:2012 (Em Anexo) – Orientações sobre o Gerenciamento de Projetos representada no Brasil pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), e desenvolvida pelo Comitê da ISO (*International Organization for Standardization*) e TMB (*Technical Management Board*) em 2012, concede

orientações para a gestão do projeto que podem ser usadas por qualquer tipo de organização, incluindo organizações públicas, privadas ou terceiro setor. Ela é designada a qualquer tipo de projeto, independentemente da complexidade, do tamanho ou da duração do projeto.

A ABNT é a representante brasileira oficial da Organização Internacional de Padronização (ISO) e, por meio do estabelecimento das Normas Brasileiras (NBR), ajuda na promoção do desenvolvimento tecnológico do país com a padronização de processos produtivos, documentos, projetos e afins.

De acordo com Sotille (2012) a norma é um esforço em criar um padrão para gerenciamento de projetos, programas e portfólios que por não possuir requisitos, ela não emite certificado.

Apesar de a norma ter sido inspirada no guia PMBOK®, ela contém uma orientação mais genérica sobre o conceito e os processos de gerenciamento de projetos que são importantes e têm impacto na realização dos projetos. Sendo assim, atendendo ao objetivo deste trabalho, é possível verificar que o guia PMBOK®, é mais completo e contém mais informações do que a norma.

2.4.2 Grupo de processos de iniciação

Resume-se em processos para definição de um novo projeto ou uma nova fase de projeto. Neste grupo, o projeto é definido em um nível mais amplo, com a elaboração de um escopo e os recursos financeiros necessários para a fase inicial são comprometidos. Neste momento, se o gestor de projetos ainda não tiver sido definido, ele será selecionado (PMBOK, 2017).

O PMBOK cita que o projeto só é oficialmente autorizado depois do termo de abertura ser aprovado e ainda que a equipe de gestão do projeto redija o termo, o padrão coloca que a avaliação, aprovação e o financiamento sejam externos aos limites de projeto, que por sua vez, é definido como o marco entre início e conclusão do projeto ou da fase em que o projeto é autorizado.

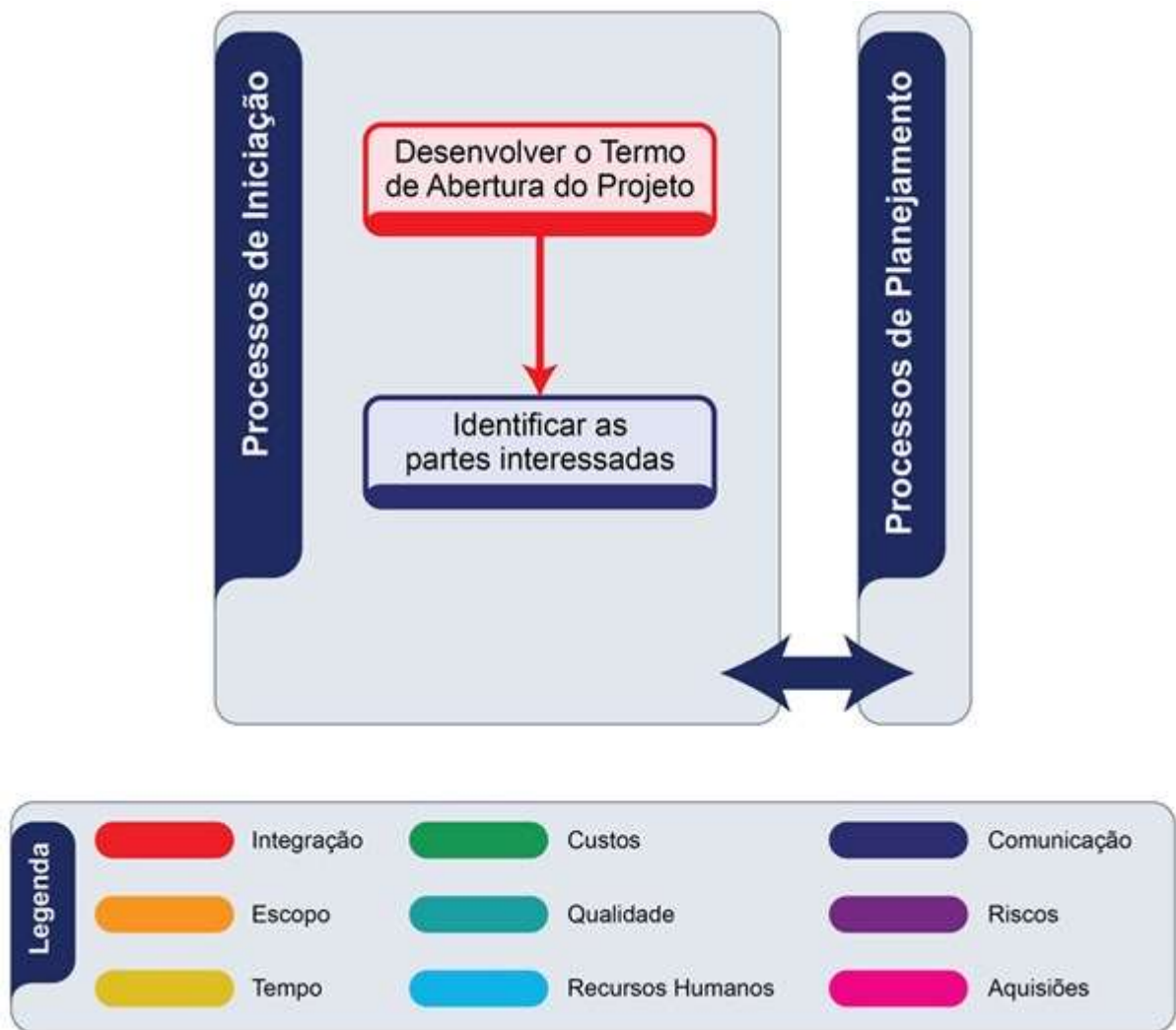


Figura 3 - Processo de Iniciação. Diego Macêdo (2011)

De acordo com o PMI (2017), o intuito principal deste grupo de processos é determinar o alinhamento das expectativas das partes interessadas com o propósito do projeto, apresentar-lhes o escopo e objetivos, de maneira a entenderem o fluxo do processo e consequentemente como suas expectativas serão alcançadas. Estes processos ajudam a determinar a visão do projeto.

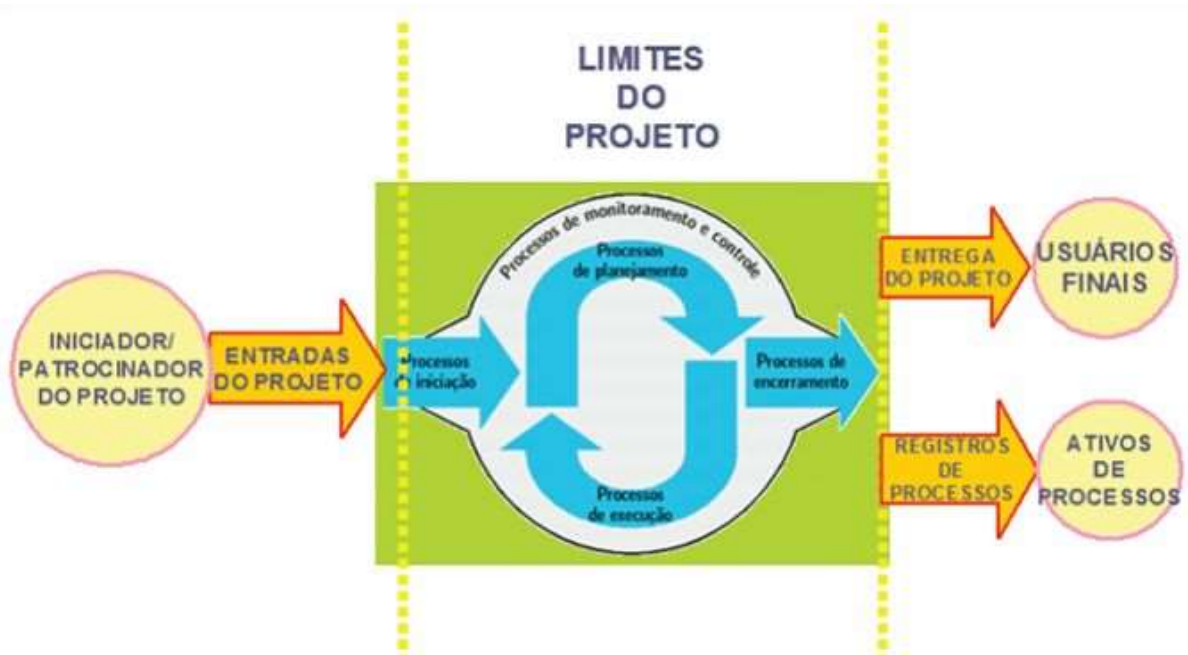


Figura 4 - Limites do Projeto. Diego Macêdo (2011)

O início dos processos antes de cada fase faz com que o projeto mantenha o foco na necessidade para qual o mesmo foi criado. Neste momento, o projeto é analisado e então é decidido se deve ser continuado, adiado ou interrompido (PMBOK, 2017). assim como

2.4.3 Grupo de processos de planejamento

Como é tratado no Guia PMBOK (2017), este grupo é encarregado por determinar o escopo total do projeto, esforços e custos, bem como apurar os objetivos e planejar as ações necessárias para que o objetivo seja atingido. Os processos de planejamento elaboram planos de gestão além das documentações necessárias para executar o projeto. Quando acontece alguma mudança significativa ao longo da vida do projeto, é necessário que aconteça uma revisão nos processos de planejamento e em algumas vezes, pode ser necessária alterações até mesmo nos processos de iniciação.

2.4.4 Grupo de processos de execução

O grupo de processos de execução fica incumbido pela realização de acordo com as atividades do plano de gestão do projeto e tem como meta a conclusão do trabalho e o cumprimento das especificações do projeto através da coordenação de pessoas e recursos pré-definidos, gerenciando as expectativas das partes interessadas (PMBOK, 2017).

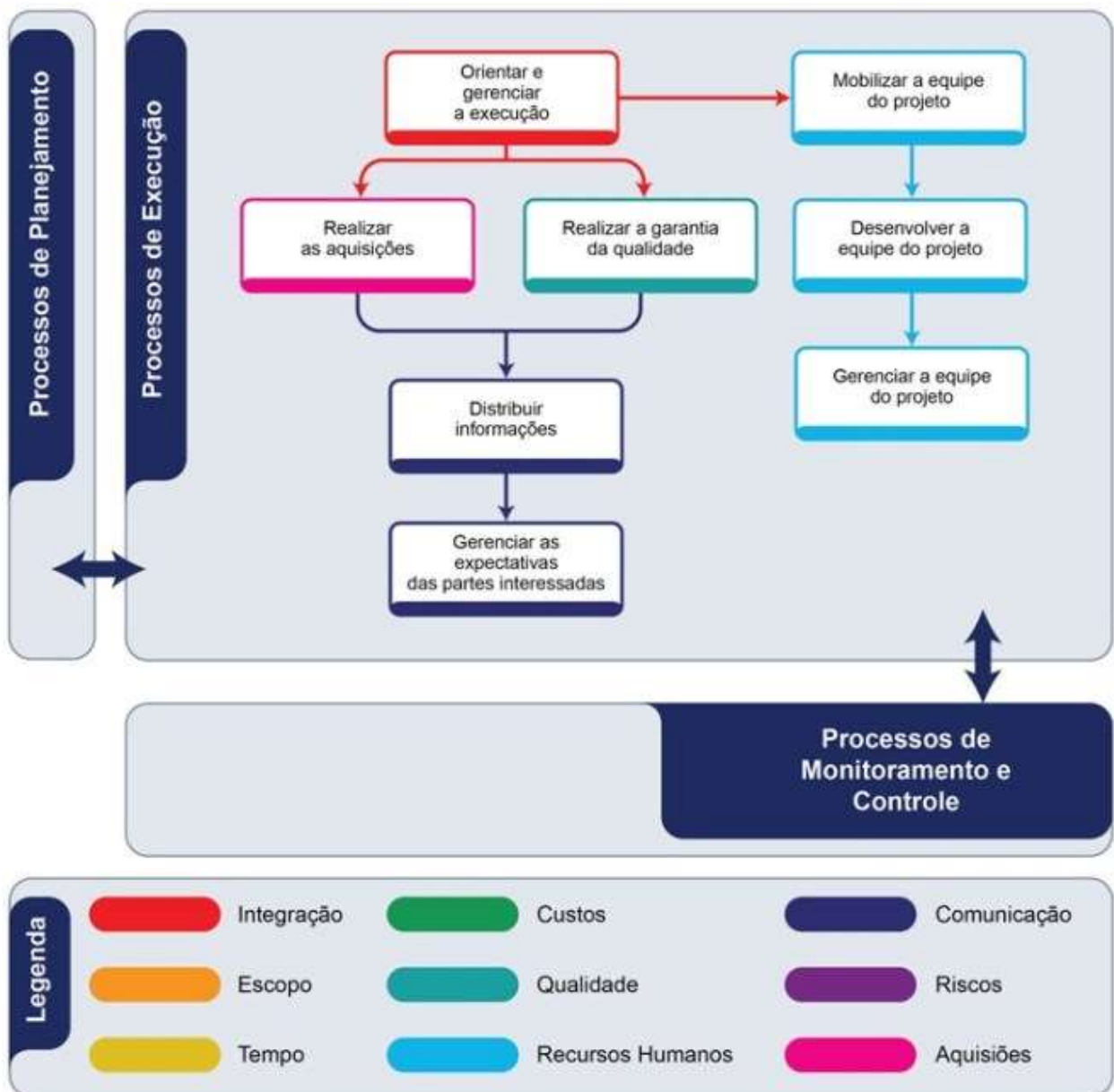


Figura 5 - Processo de Execução. Diego Macêdo (2011)

Segundo o PMBOK (2017), nesta fase de execução é possível analisar se será necessária a atualização do planejamento e da linha de base do projeto. Entendendo a necessidade, mudanças na duração, produtividade, recursos e riscos poderão acontecer.

2.4.5 Grupo de processos de monitoramento e controle

Conforme o Guia, o grupo constitui-se no acompanhamento, análise e organização dos processos e desempenho do projeto. É de responsabilidade do grupo apontar possíveis alterações nas áreas envolvidas e a principal vantagem gerada é a determinação em intervalos regulares do desempenho do projeto, com intuito de identificar possíveis discordâncias no plano de gestão.

Estão consideradas no grupo, como cita PMBOK (2017), as seguintes atividades: monitoramento de mudanças e recomendações de ações corretivas ou preventivas a fim de anteciparem problemas; relacionar a linha de base de desempenho e plano de gerenciamento com as atividades realizadas e monitorar fatores impeditivos do processo.

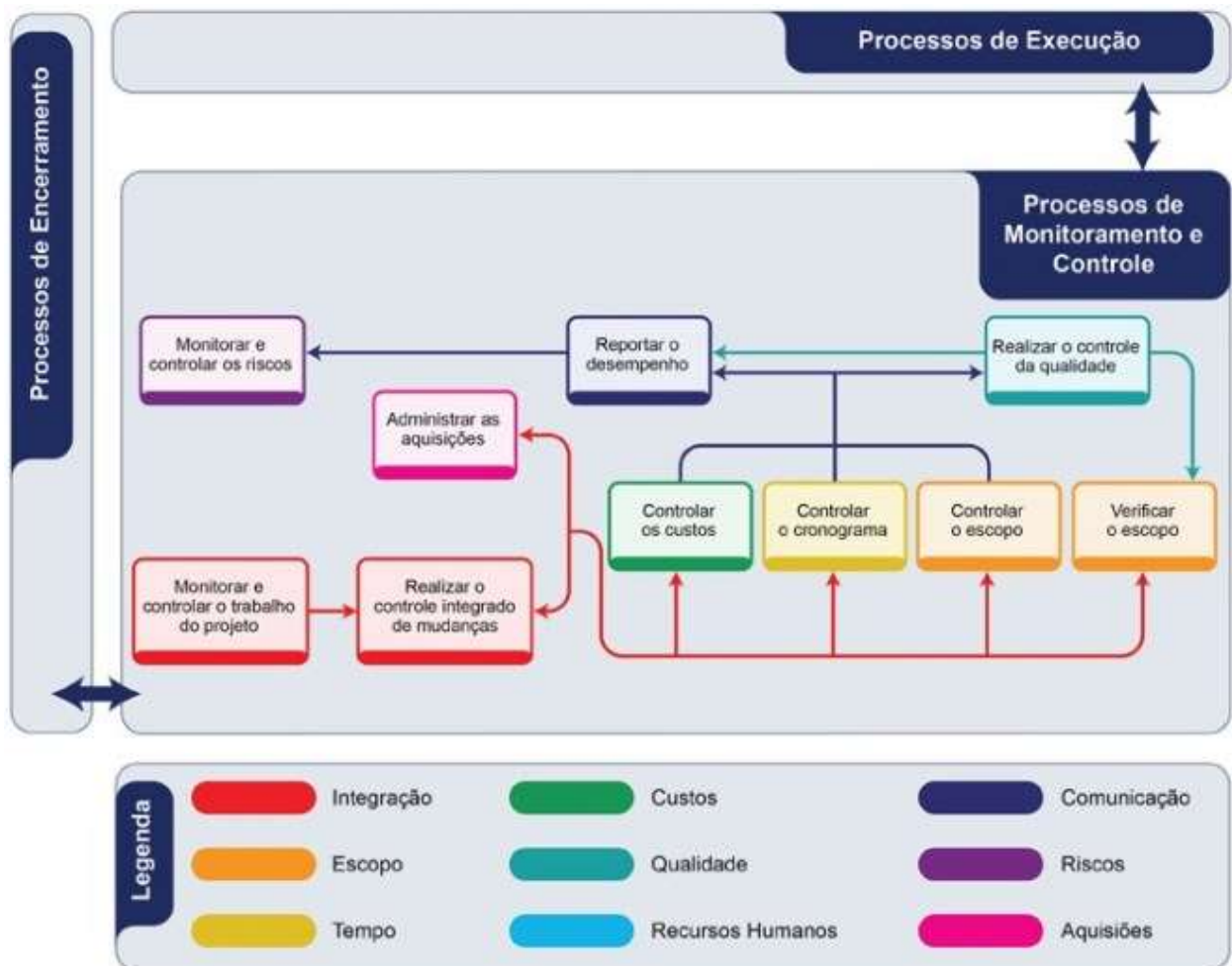


Figura 6 - Processo de Monitoramento e Controle. Diego Macêdo (2011)

Todo este controle ajuda na assistência da saúde do projeto e permite a identificação prévia de falhas do processo de gestão de projeto (PMBOK, 2017).

2.4.6 Grupo de processos de encerramento

Encarregado pelo desfecho formal do projeto ou da fase, o grupo de processos de encerramento avalia se os processos estabelecidos estão completos em todos os campos do processo. Caso seja necessário a finalização prematura do projeto, este grupo é o incumbido pela formalização. Dentre esta série de projetos, conforme colocado no PMBOK (2017), estão compreendidos projetos abortados, cancelados ou em situação crítica.

Segundo o PMBOK (2017), é de enorme importância que exista um documento incumbido pela validação da finalização do projeto e a certificação da entrega de todas as partes do escopo. Desta maneira, a organização estará se precavendo de futuras responsabilidades, exceto garantias, por estar garantindo a entrega conforme projeto.

Em paralelo, o gestor do projeto deverá avaliar o que deu certo e quais as experiências relevantes ou não durante o projeto, de forma a estabelecer lições aprendidas que futuramente poderão contribuir para os próximos projetos. Em conclusão, as documentações serão todas armazenadas em um local único (PMBOK, 2017).

2.5 Áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos

Com desígnio de apresentar o nível de abrangência que a Gestão de Projetos tem, serão exibidas as principais áreas de conhecimento consideradas e formalizadas pelo PMI por meio do Guia PMBOK (DUNCAN, 1996).

Cada área possui, de acordo com Oliveira (2003), sua particularidade e nível de complexidade e, ainda sim, estão integradas formando um todo único e organizado. Além disso, cada projeto também possui suas próprias características, adaptando a importância de cada área conforme sua necessidade.

A norma da ABNT ISO 21500 (2012) também oferece orientações sobre o conceito e os processos de gestão de projetos que são importantes e têm impacto na execução dos projetos. A norma descreve 40 atividades que são associadas em cinco grupos de processos: iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento, que são correspondentes a 10 áreas de conhecimento: Integração, Partes

Interessadas, Escopo, Recursos, Tempo, Custo, Risco, Qualidade, Aquisições, Comunicações.

As dez áreas de conhecimento em gestão de projetos são mostradas na figura 7.



Figura 7 - Áreas de Conhecimento. Diego Macêdo (2011).

As áreas de conhecimento comunicam-se umas com as outras durante toda a realização do projeto. A seguir serão identificadas as áreas de conhecimento assim como seus processos.

2.5.1 Processos por área de Conhecimento do PMBOK Guide

Conforme o PMBOK (2017), processo é uma sequência de atividades ou ações relacionadas entre si de maneira a criar um produto, serviço ou resultado previamente determinado. Podendo ser caracterizado por meio de suas entradas, ferramentas e técnicas que podem ser executadas, e as saídas resultantes.

As áreas e processos definidos pelo PMBOK (2017) estão delineados a seguir.

2.5.1.1 Integração

A gestão de integração do projeto abrange todas as atividades e processos com o objetivo de assegurar a satisfação das partes interessadas pelo projeto PMBOK. Para Rodrigo Oliveira (2003), é a integração que faz com que todas as áreas do projeto constituam um conjunto único e evoluam uniformemente na direção de um objetivo comum. Por conseguinte, quanto maior o projeto, maior é a necessidade e a importância de uma boa integração.

Processos da Gestão da Integração (PMBOK, 2017):

- Desenvolver o termo de abertura do projeto: produção de um documento que autoriza, de maneira formal, a existência de um projeto e possibilita que o gestor do projeto empregue recursos organizacionais às atividades do mesmo.
- Organizar o plano de gestão do projeto: o processo de determinar, preparar e coordenar todos os planos auxiliares e cercá-los em um plano de gestão de projeto.
- Conduzir e gerenciar o trabalho do projeto: realização e acompanhamento das atividades estabelecidas no plano de gestão do projeto e a implementação de mudanças aprovadas para atingir as metas do projeto.
- Monitorar e controlar o trabalho do projeto: acompanhamento, revisão e registro do avanço do projeto para atender aos objetivos de desempenho definidos no plano de gerenciamento de projeto.
- Desempenhar o controle integrado de mudanças: revisão, solicitação, aprovação e gestão dos pedidos de mudanças nas entregas dos projetos, e transmitir a decisão sobre os mesmos.

- Finalizar o projeto ou fase: conclusão formal de todas as atividades dos grupos incluídos na gestão do projeto.

2.5.1.2 Escopo

A gestão do escopo do projeto é uma disciplina que visa assegurar que o projeto usa apenas o trabalho necessário para finalizar com sucesso o projeto, atendendo as expectativas dos stakeholders. A gestão do escopo estabelece o que está ou não incluso no projeto e a definição para “escopo” pode ser considerada como escopo do produto e do projeto. Sendo o primeiro, como cita PMBOK (2017), as características e funções que detalham o projeto, já o escopo do projeto retrata de acordo com as características e funções como é realizado um trabalho para entrega de um produto, serviço ou resultado para o projeto.

De acordo com Ricardo Vargas (2007), o escopo se divide em três partes: funcional (demonstra as funcionalidades de produto, fundamentando-se na necessidade do cliente); técnico (interessa sobretudo a equipe de serviço do projeto, por exprimir as características técnicas básicas para alcançar o objetivo do escopo funcional) e atividades (denominado para EAP, no qual todo o trabalho é dividido em tarefas escritas minuciosamente, é o escopo mais visível em gestão de projetos).

Processos do Gerenciamento do Escopo do projeto (PMBOK, 2017):

- Organizar a gestão do escopo: criação de um plano de gestão do escopo do projeto que confirma como tal escopo será definido, validado e controlado.
- Recolher os requisitos: o processo de especificar, documentar e gerenciar as necessidades e requisitos das partes interessadas com a intenção de atender aos objetivos do projeto.
- Definir o escopo: desenvolvimento de uma descrição detalhada do projeto e do produto.
- Gerar a EAP: o processo de subdivisão das entregas e do trabalho do projeto em componentes menores e mais simples de gerenciar.
- Ratificar o escopo: formalização da aceitação das entregas concluídas do projeto.

- Monitorar o escopo: o processo de controle do andamento do escopo do projeto e do produto e gerenciamento das alterações feitas na linha de base do escopo.

2.5.1.3 Cronograma

Valeriano (2005) cita que a gestão de cronograma tende a elaboração e controle rigoroso de um cronograma, para o projeto ser concluído dentro do prazo estabelecido.

Processos da Gestão do Cronograma (PMBOK, 2017):

- Elaborar a gestão do cronograma: estabelece políticas, procedimentos e documentação necessária para o planejamento, além do desenvolvimento, gerenciamento, execução e monitoramento do cronograma do projeto.
- Estabelecer as atividades: aponta e documenta as ações específicas a serem executadas para fornecer as entregas do projeto.
- Indicar as atividades: o processo de identificação e documentação das interações entre todas as atividades do projeto.
- Prever os recursos das atividades: avalia os tipos e quantidades de material, recursos humanos, equipamentos ou suprimentos que serão fundamentais para executar as atividades do projeto.
- Presumir as durações das atividades: determinar a quantidade de períodos de trabalho essenciais para concluir ações específicas com os recursos destacados.
- Elaborar o cronograma: avaliação das séries das atividades, suas durações, recursos importantes e limitações do cronograma com objetivo de gerar o modelo do cronograma do projeto.
- Monitorar o cronograma: condução do progresso das atividades do projeto para avanço e controle das alterações realizadas na linha de base do cronograma para executar o previsto.

2.5.1.4 Custo

A gestão de custos do projeto é sobretudo participativa, uma vez que as atividades incidem em custos e, além disso, esse fator é um dos principais em relação as partes interessadas do projeto. O gerenciamento de custos, como relata Valeriano (2005), começa na fase de iniciação e finaliza nos últimos nas últimas etapas da fase de encerramento

Como cita Valeriano (2005), o gerenciamento de custos é de grande interesse para alcançar os objetivos de desempenho das estimativas de recursos financeiros, criação do orçamento (budget) e avaliação de desempenho.

Processos do Gerenciamento de Custos (PMBOK, 2017):

- Organizar a gestão dos custos: determina políticas, procedimentos e a documentação para o planejamento, gerenciamento, despesas e controle dos custos do projeto.
- Presumir os custos: desenvolve uma previsão de custos dos recursos financeiros cruciais para findar as tarefas do projeto.
- Estabelecer o orçamento: é o processo de agregação dos custos estimados de atividades individuais ou pacotes de trabalho para estabelecer uma linha de base dos custos autorizada.
- Monitorar os custos: é o processo de controle do andamento do projeto para atualização no seu orçamento e gerenciamento das mudanças feitas na linha de base de custos.

2.5.1.5 Qualidade

Oliveira (2003) determina que é a gestão de qualidade que deve possibilitar o desfecho do projeto dentro dos padrões de qualidade especificados e, por conseguinte, assegurar a satisfação das partes interessadas e bem como dos objetivos iniciais.

Processos do Gerenciamento da Qualidade (PMBOK, 2017):

- Projetar a gestão da qualidade: o processo de identificação dos requisitos e/ou padrões da qualidade do projeto e suas entregas, além da documentação de como o projeto demonstrará a conformidade com os requisitos e/ou padrões de qualidade.
- Fazer a garantia da qualidade: o processo de auditoria dos requisitos de qualidade e dos resultados das medições do controle de qualidade para garantir o uso dos padrões de qualidade e das definições operacionais apropriadas.
- Determinar o controle da qualidade: o processo de controle e registro dos resultados do desenvolvimento das atividades de qualidade para avaliar o desempenho e recomendar as mudanças necessárias.

2.5.1.6 Recursos

De acordo com o Guia PMBOK (2017), a gestão de recursos do projeto inclui além das pessoas e das partes interessadas, que atuam no mesmo, materiais, equipamentos e toda a infraestrutura a ser usada no projeto.

Processos do Gerenciamento de Recursos (PMBOK, 2017):

- Organizar a gestão dos recursos: aponta e documenta funções responsabilidades, competências desejadas e relações de hierarquia.
- Prevê os recursos das atividades: armazena tipo e quantidade dos recursos a serem usados para a execução das tarefas.
- Conseguir recursos: aquisição dos recursos que serão utilizados.
- Desenvolver a equipe: aprimoramento de competências e a relação dos membros das equipes para melhoria do projeto.
- Gerenciar a equipe: acompanha o desenvolvimento das equipes, estabelece feedbacks, soluciona problemas e conduz as alterações na ideia de atingir uma melhor performance.
- Monitorar os recursos: garantia da disponibilidade dos recursos, conforme estipulado no planejamento do projeto e controle e interferência quando necessário.

2.5.1.7 Comunicação

Gestão de comunicação é a área de conhecimento que abrange os processos indispensáveis para garantir a geração, coleta, distribuição, armazenamento, recuperação e destinação final das informações sobre o projeto da melhor forma possível. É o processo mais importante entre pessoas e informações (HASTENREITER, 2012).

Processos do Gerenciamento das Comunicações (PMBOK 2017):

- Organizar a gestão das comunicações: desenvolvimento de uma comunicação meticulosa e estruturação de um plano fundamentado na necessidade de informação e exigências das partes interessadas, e nos ativos organizacionais disponíveis.
- Gerenciar as comunicações: gera, coleta, distribui, armazena, recupera e as informações do projeto de acordo com o plano de gestão das comunicações.
- Monitorar as comunicações: Controle das comunicações ao longo do ciclo de vida do projeto, assegurando que as necessidades de informação das partes interessadas do projeto sejam recebidas.

2.5.1.8 Riscos

A premência de se gerenciar os riscos de um novo projeto surgiu devido ao aumento da complexidade, ao aumento dos valores envolvidos, à diminuição dos prazos e à diminuição das margens de lucro dos projetos (OLIVEIRA, 2003).

Processos do Gerenciamento de Riscos (PMBOK 2017):

- Programar a gestão de riscos: estabelecer como coordenar as atividades de gerenciamento dos riscos de um projeto.
- Apontar os riscos: determinação dos riscos que podem influenciar no projeto e de documentação das suas particularidades.
- Fazer a análise qualitativa dos riscos: prioriza os riscos para estudo ou avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto.
- Desenvolver a análise quantitativa dos riscos: verifica com base em números as consequências dos riscos apontados no projeto.
- Organizar as respostas aos riscos: determina opções e ações para ampliar as oportunidades e minimizar os riscos negativos.
- Monitorar os riscos: implementação de planos de respostas aos riscos, acompanhamento e controle dos riscos previamente identificados, identificação de novos riscos e avaliação da eficiência do processo de gerenciamento dos riscos ao longo do projeto.

2.5.1.9 Aquisições

Abrange os processos de gestão de contratos e de controle de mudanças primordiais com o objetivo de coordenar os contratos ou pedidos de compra enviados pelas equipes do projeto autorizado (PMBOK, 2017).

Processos do Gerenciamento de Aquisições (PMBOK, 2017):

- Programar a gestão das aquisições: documentação das definições de compras do projeto, identificando a abordagem e definindo fornecedores em potencial.
- Acompanhar as aquisições: Obtenção do retorno de fornecedores, seleção de um fornecedor e conferência de um contrato.

- Monitorar as aquisições: gestão das relações de aquisições, acompanhamento das atividades do contrato e realizações de mudanças e alterações nos contratos, caso necessário.
- Finalizar as aquisições: desfecho das aquisições do projeto.

2.5.1.10 Partes interessadas

A gestão das partes interessadas, ou stakeholders do projeto, de acordo com o PMBOK (2017), inclui os processos obrigatórios para identificar todos os indivíduos, grupos ou organizações que podem impactar ou serem impactados pelo projeto, investigar as expectativas das partes interessadas e seu impacto no projeto, e produzir estratégias de gestão apropriadas para o engajamento eficaz das partes interessadas nas decisões e execução do projeto.

Processos do Gerenciamento das Partes Interessadas (PMBOK, 2017):

- Investigar as partes interessadas: identificação de pessoas, grupos ou organizações que podem interferir ou serem atingidos por uma escolha, atividade ou resultado do projeto e avaliar e documentar informações importantes de acordo com interesses.
- Projetar a gestão das partes interessadas: desenvolvimento estratégico adequado para a gestão para engajar as *stakeholders* de uma forma eficiente no decorrer de todo o ciclo de vida do projeto, baseado no estudo das necessidades, interesses, e impacto potencial no sucesso do projeto.
- Gerenciar o engajamento das partes interessadas: Comunicação e trabalho com as partes interessadas para atender às suas necessidades/expectativas, abordando questões à medida que elas surgem, e incentivando o engajamento correto das partes nas tarefas do projeto.
- Monitorar o engajamento das partes interessadas: Controle dos relacionamentos das partes interessadas do projeto em geral e ajuste as estratégias e planos para o engajamento das partes.

2.6 Gerente de projetos

Como cita PMBOK (2017), o gerenciamento de um projeto conta com um profissional designado para alcançar as metas do projeto, por meio de sua equipe. Esse profissional é designado como gerente ou gestor de projetos. O gerente de projetos pode se reportar a um gerente funcional, ou então ele, em conjunto com outros gerentes de projetos, se reporta a um gerente de portfólios, ou de programas, dependendo da divisão organizacional.

O gestor de projetos é incumbido por cumprir demandas, como necessidades individuais, de tarefas e de equipe. A gerência de projetos possui uma demanda estratégica crítica, sendo assim, o gestor deve ser a ligação entre a estratégia e a equipe. Segundo o PMBOK (2017), além de responsabilidades características a qualquer área, e das competências gerais exigidas pelo projeto, o profissional precisa de qualificações específicas, como profundo conhecimento sobre gestão de projetos, ter grande desempenho na área e habilidade de liderança, para comandar da melhor forma sua equipe.

De acordo com o PMBOK (2017), os gerentes de projetos interpõem seu trabalho entre sua equipe de projeto e outras partes interessadas. Este profissional, quando qualificado, tem habilidades técnicas, interpessoais e conceituais que os auxilia a analisar situações e a comunicar-se de maneira apropriada. Há várias habilidades interpessoais que devem ser verificadas, são elas: liderança, desenvolvimento da equipe, motivação, comunicação, processo decisório, conhecimento político e cultural, negociação, estabelecimento de confiança, gerenciamento de conflitos.

2.6.1 Habilidades interpessoais

O PMBOK (2017) coloca que o desenvolvimento da equipe é um processo de auxiliar um grupo de pessoas interligadas por um mesmo objetivo, trabalhar em conjunto, com o apoio do líder, com as partes externas e com os organizadores. O trabalho em equipe é o propósito de uma liderança e um desenvolvimento de equipe bem executado. As atividades do desenvolvimento de equipe são divididas em tarefas e processos. As tarefas se fundamentam em criar metas, determinar e firmar papéis e procedimentos, já os processos se baseiam no comportamento interpessoal visando à comunicação, na gestão de conflitos, na motivação e na liderança.

O gestor de projetos deve ser competente nas tomadas de decisões. Essas decisões podem ser individuais ou então elas podem abranger a equipe do projeto. Há quatro estilos básicos de decisão utilizadas pelos gerentes de projetos, segundo PMBOK, (2017): comando, consulta, consenso e aleatório. Há quatro fatores principais que prejudicam o estilo da decisão: restrição de tempo, confiança, qualidade e aceitação.

Conforme o PMBOK (2017), a ideia da negociação é atingir um acordo. Ela é uma estratégia de decisão com as partes sobre os interesses comuns ou divergentes. A negociação bem executada aumenta as chances de um projeto bem-sucedido. As seguintes habilidades e comportamentos são úteis para o êxito da negociação (PMBOK, 2017):

- Verificar a situação.
- Discernir entre desejos e necessidades, tantos deles como os seus.
- Destacar os interesses e questões ao contrário de posições.
- Pedir muito e oferecer pouco, mas ser realista.
- Ao realizar uma permissão, haja como quem concede algo de valor, não simplesmente ceda.
- Ambas as partes devem se sentir vitoriosas. O estilo de negociação ganha-ganha é preferível, mas nem sempre atingível. Se possível, nunca permita que a outra parte se retire sentindo que se tirou vantagem dele ou dela.
- Escutar com atenção e comunicar-se de maneira clara.

De acordo com PMBOK (2017), a confiança produzida em toda a equipe do projeto é um elemento importante para uma liderança eficaz. Ela se associa à cooperação, à troca de informações, e às soluções dos problemas. Sem a confiança, torna muito difícil gerar bons relacionamentos pelas partes interessadas no projeto. Algumas ações, segundo PMBOK (2017), que os gestores de projetos podem aderir para ajudar a determinar a confiança:

- Realizar a comunicação aberta e direta para resolver os problemas.
- Manter todas as partes interessadas informadas, sobretudo quando o cumprimento dos compromissos está em risco.
- Passar tempo diretamente comprometido com a equipe, fazendo perguntas não óbvias para ter uma melhor compreensão das situações que afetam a equipe.
- Ser direto e explícito sobre o que você necessita ou espera.

- Não cessar as informações por medo de estar errado, mas estar disposto a compartilhar as informações mesmo que possa estar errado.
- Ser receptivo à inovação e abordar quaisquer questões ou preocupações de uma maneira direta.
- Olhar para além dos seus próprios interesses.
- Apresentar uma verdadeira preocupação com os outros e evitar o envolvimento em ocupações que possam ser vistas como prejudiciais ao interesse de outros.

Há muitos conflitos presentes em um projeto. Os requisitos conflitantes, a competição por recursos, as falhas de comunicação e muitos outros fatores podem se tornar fontes de conflitos. Esses conflitos em um projeto podem gerar resultados desfavoráveis. O gestor de projeto, como cita PMBOK (2017), tem a função de apontar os pontos de causa do conflito e verificar a melhor solução adotada para solucionar este conflito e reduzindo os impactos gerados por ele.

2.7 Tecnologia no Gerenciamento de Projetos

Devido à forte concorrência que existe no mercado. As empresas estão sendo obrigadas a fazer cada vez mais rápido o planejamento do desenvolvimento dos seus produtos e serviços. Portanto a necessidade de gerir tarefas e atividades com excelência está cada vez maior.

Atualmente existem vários aplicativos de gerenciamento de projeto, dentre eles se destaca: O TRELLO.

O Trello é uma ferramenta que utiliza a metodologia Kanban de gestão à vista. Com isso, pôde-se verificar o status do projeto e entender qual o estágio em que ele se encontra.

A ferramenta permite a gestão de projetos online definindo indicadores, marcadores, responsáveis, data de entrega e integra com diversos softwares para dar mais produtividade à equipe que executa determinada tarefa. Nos dias atuais, a gestão ágil torna-se cada vez mais necessária, visto que, há necessidade evidente de integração entre projetos de diferentes setores e responsáveis o que se faz necessária metodologias para controle de indicadores de gestão. O SCRUM é uma dessas metodologias, essa divide responsabilidades entre um grupo envolvido no projeto, que contém fases e etapas a serem seguidas. Inicialmente, o Product Owner, juntamente com a equipe e o Scrum Master, definem backlogs, que são as entregas macro do projeto, essas se subdividem em tarefas menores que exigem controle e análise diária

em reuniões rápidas do time, as chamadas Daily Meetings. Com uma ferramenta como o Trello, podemos acompanhar a trajetória desses Backlogs, além da produtividade e entrega de toda a equipe, controlando prazos do projeto até que seja entregue ao cliente final. Para demonstrar tal metodologia, a Figura 8, apresenta o quadro gestão de projetos da ferramenta utilizada pela empresa MUDE – Engenharia Arquitetura e Design.

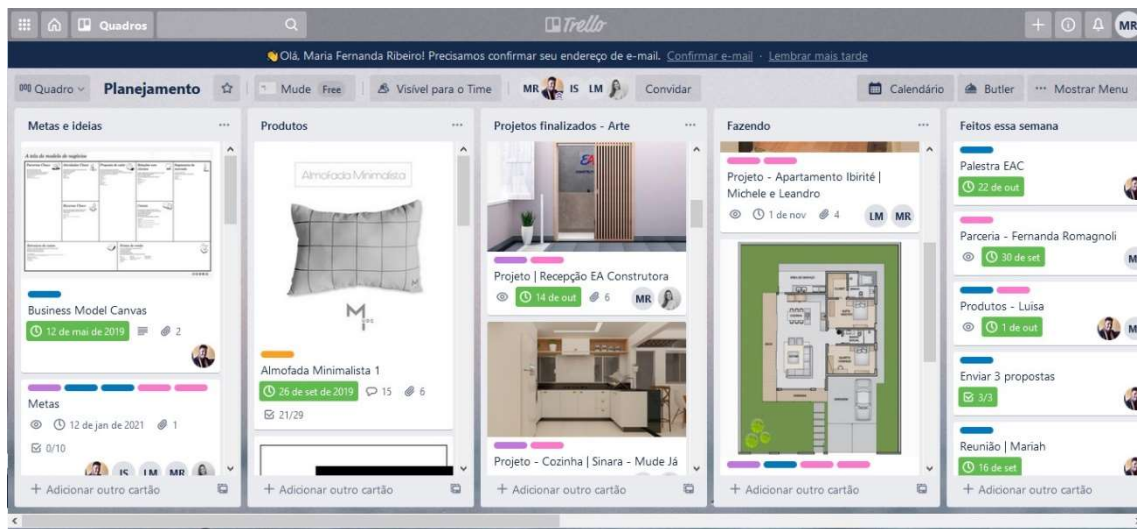


Figura 8 - Planejamento MUDE. Empresa MUDE – Engenharia, Arquitetura e Design (2020).

Salienta-se que, a gestão atual necessita de ferramentas de gestão, e ter a gestão à vista em qualquer projeto ou empresa, caracteriza o novo modelo de gestão que tem dado certo em diversas empresas no mundo todo.

2.8 Legislação Gerenciamento de Projetos

Se tratando de gerenciamento de projetos públicos, devem ser observados os normativos legais que tratam de algumas áreas específicas, como por exemplo, custos, recursos humanos e aquisições. A Tabela 1 explicativa a seguir relaciona as áreas de conhecimento com alguns normativos legais.

Tabela 1 - Normativos Legais. <https://jus.com.br/artigos/23125/gerenciamento-de-projetos-em-entidades-publicas>
(Adaptado pela autora)

Área	Normativo Legal	Descrição
Custos	Lei complementar nº 101/2000	Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências.
	Lei orçamentária anual	Lei elaborada pelo Poder Executivo que estabelece as despesas e as receitas que serão realizadas no próximo ano.
Recursos Humanos	Lei nº 8.112/1990	Dispõe sobre o regime jurídico dos servidores públicos civis da União, das autarquias e das fundações públicas federais.
Comunicação	Manual de Redação da Presidência da República	Manual de Redação da Presidência da República
Aquisições	Lei nº 8.666/1993	Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.
	Lei nº 10.520/2002	Institui, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências

O planejamento é uma obrigação para os agentes públicos. No nosso mundo jurídico, existem vários instrumentos que falam sobre a importância do planejamento, e no gerenciamento de projetos tem um grupo de processo para esta finalidade, segue abaixo alguns deles:

- Decreto-Lei nº 200, 25 de fevereiro de 1967, art. 6º: “As atividades da Administração Federal obedecerão aos seguintes princípios fundamentais: Planejamento, Coordenação, Descentralização, Delegação de Competência e Controle.”
- Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, art. 174 e art. 37 “Como agente normativo e regulador da atividade econômica, o Estado exercerá, na forma da lei, as funções de fiscalização, incentivo e planejamento, sendo este determinante para o setor público e indicativo para o setor privado.

3 GENERALIDADES DA FERRAMENTA BIM

Neste capítulo serão tratados temas relacionados à metodologia BIM, um conceito inovador na engenharia civil, que integra e simplifica os processos construtivos. Refere-se a um capítulo no qual será conceituada a metodologia BIM, serão demonstrados alguns empregos na engenharia civil, um breve histórico do surgimento do BIM no mundo e no Brasil, seus níveis de maturidade e sua situação política no cenário atual.

3.1 Definição de BIM

O termo BIM foi utilizado inicialmente pelo especialista da área, o Professor Charles Eastman. Segundo Eastman (2008, p.11), o BIM é “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise da modelo desconstrução”.

O National Building Information Modeling Standards - NBIMS define BIM como: “Uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação. Um modelo BIM é um recurso para o compartilhamento de informações sobre uma instalação ou edificação, constituindo uma base de informações organizada e confiável que pode suportar tomada de decisão durante o seu ciclo de vida; definido como o período desde as fases mais iniciais de sua concepção até a sua demolição. Uma das premissas básicas do BIM é a colaboração entre os diferentes agentes envolvidos nas diferentes fases do ciclo de vida de uma instalação ou edificação, para inserir, extrair, atualizar ou modificar informações de um modelo BIM para auxiliar e refletir os papéis de cada um destes agentes envolvidos” NBIMS, 2012.

Conforme Neil Calvert (2013), há oito principais dimensões do BIM (figura 9), são elas:

- 2D - Gráfico: as plantas do empreendimento, nesta dimensão, apresentam uma representação gráfica planejada;
- 3D - Modelo: permite a visualização em dimensão espacial. Por meio da compatibilização dos projetos são explícitas interferências e possíveis conflitos entre as disciplinas de um projeto;
- 4D - Planejamento: informações que possibilitam o planejamento do canteiro de obras, a mão de obra necessária, equipamentos e tudo que estiver relacionado de

maneira cronológica. É possível determinar quando o elemento será comprado, armazenado e usado.

- 5D - Orçamento: dimensão determinante no custo, recursos e impacto no orçamento, de cada etapa da obra dentro do modelo.
- 6D - Sustentabilidade: voltado para a investigação de consumo e eficiência energética da construção, em paralelo a 5ª dimensão.
- 7D - Gestão de Instalações: gestora das instalações durante o ciclo de vida da construção. É essencial na manutenção, dado que contém dados, como: especificações, garantias, manuais de operação e manutenção.

Imriyas Kamardeen (2010) já estuda o conceito da inserção da dimensão 8D, que cabe à Segurança do Trabalho. Esta abrange três tarefas: indicação dos riscos no modelo, proposta de segurança para situações de alto risco e sugestão de controle e segurança de riscos incontroláveis.



Figura 9 - Dimensões BIM. Adaptado de Leite, 2019.

Como relata Eastman (2008), a tecnologia BIM se evidencia, através de duas tecnologias, são elas: a interoperabilidade e a modelagem paramétrica. A primeira é uma troca de informações e deve acontecer sem que o significado seja alterado, os

softwares precisam trocar informações entre si. É um mapeamento interno dos dados de aplicações usadas em relação a um modelo universal. Já a segunda, conforme Ayres Filho (2009), é a interação entre todos os elementos de um projeto, permitindo que o usuário defina e parametrize resultados a partir das etapas que envolvem sua construção.

3.2 Histórico BIM no mundo

O desdobramento da tecnologia após a Segunda Guerra Mundial permitiu o aparecimento de sistemas informatizados fundamentados em CADD (*Computer Aided Draft and Design* - Desenho e Projeto Auxiliado por Computador - ou simplesmente CAD) que é um software destinado a usuários que geram desenhos técnicos em duas ou três dimensões, com vista frontal, lateral esquerda e superior (OLIVEIRA, 2012).

Os softwares que constitui o BIM, segundo Marcel (2017), começaram a aparecer no início dos anos 80, mas, os computadores com baixa capacidade somados a resistência dos projetistas, impossibilitou a disseminação do uso da modelagem 3D.

Conforme Amaral (2010), para defender a tese de doutorado no “*Massachusetts Institute of Technology*” (MIT) no ano de 1963, o norte-americano Ivan Edward Sutherland, produziu um editor gráfico chamado “*Sketchpad*”. Uma ferramenta que possibilitava a edição de formas geométricas, com desenhos de linhas, pontos e círculos com muita precisão, além da inclusão de textos. Inovando a história da informática e computação gráfica, se tornando o primeiro software em CAD.

De acordo com Souza (2009), os softwares CAD se dividem em três gerações, sendo elas: desenho auxiliado pelo computador, modelagem geométrica e modelagem de produto.

Foram feitas pesquisas sobre essas gerações nos anos de 1970 a 1980, com nome de *Building Product Models* (Modelos de Produtos da Construção) na Europa e, como *Product Information Models* (Modelos de Informações do Produto) na Finlândia. Como descrito por Manual de BIM (2014), a disseminação dos nomes supracitados se fundiu em *Building Information Modeling* (Modelo da Informação da Construção).

Em 1975, foi feito um protótipo de trabalho que demonstrou noções de BIM, validando a interação e perspectivas de elementos, chamado “*Building Description*

System”, publicado no extinto jornal AIA por Charles M. Chuck Eastman, na Universidade de Carnegie-Mellon.

Segundo Cruz (2016), o primeiro emprego do conceito de BIM foi registrado, em 1986, por meio de desenhos em 2D e 3D (figura 10) do software ArchiCAD, desenvolvido pela empresa húngara Graphisoft.

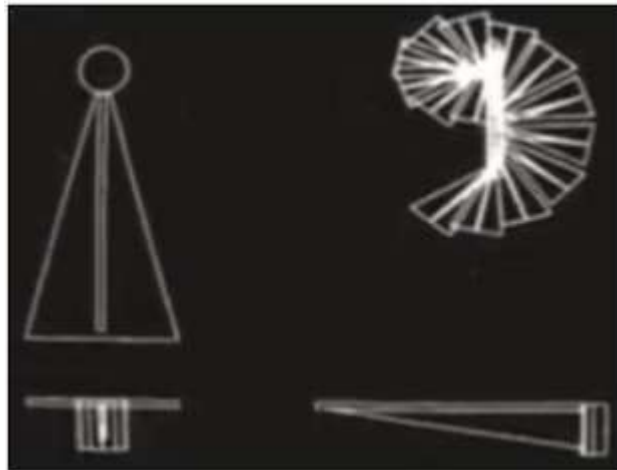


Figura 10 - Vista do software ArchiCAD. CRUZ (2016)

Como relata o artigo do AISH (1986), foi feito um estudo de caso aplicado, no sistema de software RUCAPS, fabricado pela GMW Computers. Neste estudo foi enumerado todos os conceitos conhecidos como BIM nos dias de hoje, usando modelagem de edifícios aplicado em uma reforma no terminal 3 do Aeroporto Heathrow, em Londres (figuras 11 e 12).

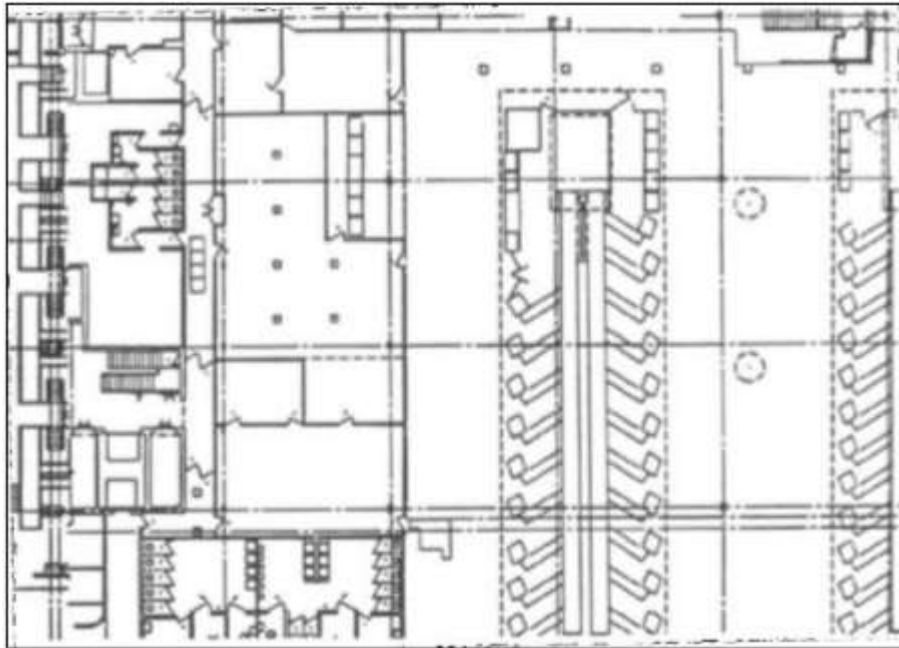


Figura 11 - Modelagem da reforma. AISH (1986, p.67).

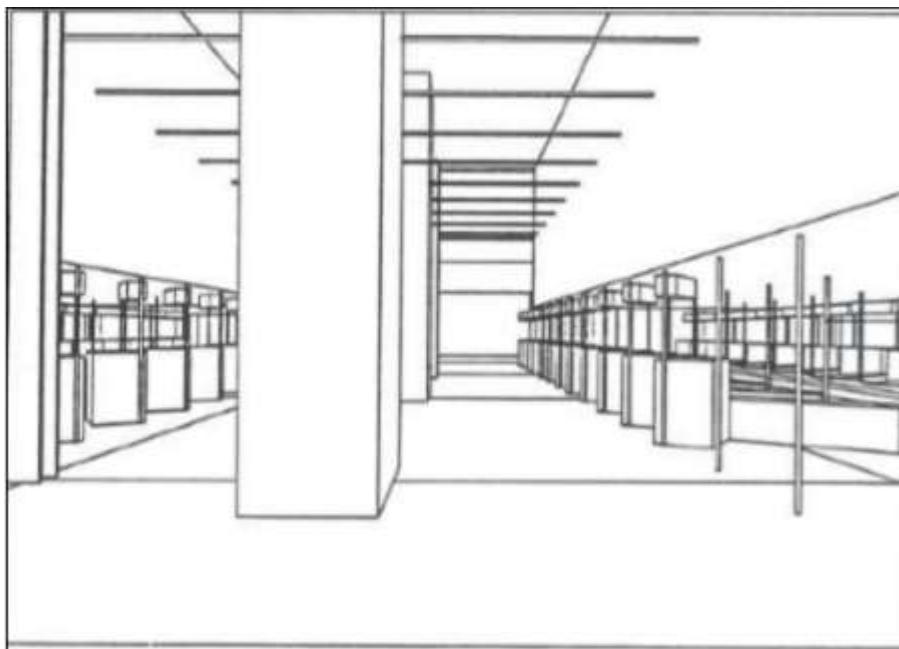


Figura 12 - Visão em perspectiva. AISH (1986, p.67).

O progresso do BIM, conforme Tobin (2008), é dividida em três fases. A primeira é a transição do CAD-BIM, a segunda é a interoperabilidade, com o intuito de reduzir os erros, e a terceira é a integração total de tudo que está envolvido, usando troca de informações como, por exemplo, IFC– *Industry Foundation Classes* - que permite a leitura de projetos desenvolvidos em diferentes plataformas.

3.2.1 BIM em Portugal

A normalização do Bim em Portugal ainda está no início. Existe um grupo de trabalho representado pelo Instituto Português da Qualidade dentro da Comissão de Normalização Europeia para o desenvolvimento da norma BIM europeia, promovendo assim uma concentração de esforços nacionais e europeus para obter o conhecimento necessário ao desenvolvimento de um documento de valor nacional inquestionável. Em relação ao resto da Europa, Portugal está atrasado na implementação de metodologias e ferramentas BIM.

BIM da Plataforma Portuguesa Tecnológica da Construção e BIM Fórum são iniciativas que colaboram para as atividades de normalização, de acordo com uma visão integrada da metodologia. Iniciativas como a Comissão BIM da Associação Portuguesa dos Mercados Públicos, estão colaborando principalmente à questão da malha BIM europeia de entidades públicas, integrando a metodologia BIM nos contratos públicos.

A implementação BIM, realizada corretamente, aumenta o esforço coletivo entre muitos agentes, proporcionando inovação, assim aumentando a competitividade do mercado Global. Por isso, a normalização BIM em Portugal deve ser vista como uma chance de renovação da indústria, otimização dos processos e fluxos de informações. (COSTA, 2014).

Existem quatro principais projetos empenhados na tentativa de implementar a metodologia BIM na indústria da construção. São eles:

- BIM Fórum Portugal;
- Projeto SIGABIM;
- Plataforma Tecnológica de Construção e Grupo de Trabalho BIM.
- CT 197

BIM Fórum Portugal

O BIM Fórum Portugal tem como função agilizar a inserção do modelo na indústria da construção. Com o objetivo de promover a metodologia em Portugal, cercando todo o ramo da construção, para o melhor desenvolvimento de gestão da construção virtual, que envolve o design, construção e operação. Certificando uma vantagem competitiva dos interessados entre os seus pares internacionais (BIMFÓRUM, 2013).

Segundo o BIMForúm, as principais áreas de impacto, perante a adoção da metodologia, são:

- Projetistas – Pretende criar e promover regras práticas relacionadas com o BIM, promovendo assim a colaboração entre projetistas das várias especialidades;
- Empreiteiros e Subempreiteiros – Incentivar a colaboração na definição de metodologias BIM de modo a garantir uma melhoria no processo de planeamento e controlo das obras;
- Dono de Obra – Pretende criar um repositório de normas, orientações e especialistas que apoiem o dono de obra na tomada de decisão em tornar as suas obras BIM e assim influenciar todo o setor;
- Entidades Fiscalizadoras – Desenvolvimento e fomentação dos meios de colaboração com outras áreas de impacto, para uma maior facilidade e aceleração na adoção do BIM.

Projeto SIGABIM

O projeto SIGABIM tem como objetivo abordar a fase de gestão na construção. Assim, condiz as necessidades do progresso, da internacionalização e inovação das empresas nacionais. Ao mesmo tempo, planeja a investigação da necessidade do avanço tecnológico nas empresas. Favorecendo a proximidade entre a elaboração científica e o mercado.

Essa proximidade em desenvolvimento pode ser vista como promoção de mais concorrência no mercado. O Código da Contratação Pública em vigor, determina as partes interessadas a ficarem mais atentas, obrigando-as a executar um estudo mais cuidadoso e detalhado dos projetos, assim utilizando obrigatoriamente novas metodologias que as auxiliam para o mesmo. O projeto SIGABIM usufrui do mercado presente afirmando-se como um otimizador, tornando mais potente os recursos das empresas e minimizando os erros em projetos e obras da construção civil. (SOUSA, et al., 2011).

As empresas Mota-Engil Engenharia e Construção, ARQUIFAM e a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, são entidades participantes do projeto SIGABIM.

PTPC - Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção

O objetivo da PTCP é promover o pensamento e a observação sobre o ramo e a introdução de projetos investigativos, inovação e prosperidade, assim contribuindo

para a evolução da concorrência e instigando a colaboração entre as empresas públicas e privadas do setor da construção e das entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional (SCTN), entre outras confederações, federações e associações. públicas (PTPC, 2011).

A PTPC tem como finalidade alcançar as seguintes metas, assim, garante uma evolução na concorrência global do setor da construção nacional e internacional, aumentando também a construção sustentável. (PTPC, 2011).

- Competitividade - intensificar a prática da inovação nas empresas, fomentando o trabalho em rede entre parceiros com ligações ao sector e assegurando a difusão de resultados e a transferência de tecnologia;
- Vigilância tecnológica - criar um polo de vigilância tecnológica sobre a produção científica, relacionada com a atividade da construção, e promover a produção e disseminação do conhecimento;
- Inovação relacionada com as tecnologias sistemas, processos e produtos - promover o investimento em atividades de Investigação, Desenvolvimento e Inovação com vista tanto ao desenvolvimento tecnológico aplicado, como à reformulação de processos, respondendo adequadamente às atuais e futuras exigências da sociedade;
- Inovação relacionada com métodos de gestão - desenvolver novos conceitos e metodologias de gestão relevantes para o sector;
- Inovação relacionada com as tecnologias de informação - promover o desenvolvimento de tecnologias de informação ao serviço das empresas.

Com o propósito de contribuir para a evolução da introdução do BIM na indústria da construção nacional, em 2012 foi desenvolvido um grupo de trabalho em conjunto das iniciativas BIM Fórum e PTPC.

CT 197

Dentre as iniciativas de apoio à implementação da metodologia BIM em Portugal, destaca-se a Comissão Técnica de Normalização BIM, CT 197, entidade técnica que tende a produção de documentos normativos e de pareceres normativos, em determinados domínios e no qual participam, em regime de voluntariado, entidades interessadas nas matérias em causa, traduzindo, tanto quanto possível, uma representação equilibrada dos interesses socioeconómicos abrangidos pelo seu setor de atividade (IPQ, 2016).

A CT 197, coordenada pelo Organismo de Normalização Setorial do Instituto Superior Técnico (ONS/IST), é a comissão técnica de normalização vocacionada para as questões associadas ao BIM, que visa a normalização no âmbito dos sistemas de classificação, modelação da informação e processos ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos de construção e acompanhar os desenvolvimentos do CEN/TC 442, Comité Técnico do CEN (European Committee for Standardization) relativo à normalização BIM” (PTPC,2016).

CT197 divide-se em 4 Subcomissões de Trabalho: a Subcomissão 1 – Maturidade e Plano de Ação; Subcomissão 2 -Trocas e Requisitos de Informação; Subcomissão 3 -Metodologias BIM; e Subcomissão 4 -Modelação e Objetos BIM. Destas, é na Subcomissão 3 (SC3) que o resultado da presente dissertação se enquadra, uma vez que pretende contribuir para a normalização BIM em Portugal ao propor uma adenda de apoio à contratação.

Esta subcomissão tem como objetivo focar os processos e as metodologias BIM, sendo particularmente importante a identificação dos diversos atores, usos BIM e instrumentos disponíveis, o mapeamento de processos e trocas de informação, o desenvolvimento de guias metodológicos e o apoio à implementação do BIM na indústria. Em termos de desenvolvimento de guias metodológicos, a SC3pretende orientar-se para os usos BIM considerados prioritários, definindo alguns requisitos procedimentais importantes e mapeando de forma simples os processos que os caracterizam (CT197,2016)

Segundo Narciso, na academia existem iniciativas de divulgação da metodologia BIM pelos alunos através de conferências, workshops ou formações extracurriculares. Porém, se for tomado como exemplo o Instituto Superior Técnico de Lisboa, que é uma das melhores faculdades de engenharia do país, pode-se verificar que em todo o programa curricular não é abordado a metodologia BIM, fazendo com que a maioria dos próximos engenheiros não conheça sequer esta realidade. Seriam possíveis a materialização e a inovação da metodologia BIM, se os alunos tivessem a formação devida neste ramo, assim tendo um diferencial ao chegar no mercado de trabalho, colaborando para a inspeção das possibilidades das ferramentas BIM. (Narciso, 2016).

Seguindo o mesmo exemplo de Narciso, pode-se verificar também, que o Instituto Politécnico de Bragança, que atualmente ganhou como melhor Instituto Politécnico de Portugal, pela sétima vez consecutiva, também não possui nada abordado sobre a metodologia BIM em todo seu programa curricular. Tendo assim, as

mesmas consequências dos alunos e futuros engenheiros do Instituto Superior Técnico de Lisboa.

Existe uma cultura bastante tradicional em relação aos métodos de construção dos empreendimentos em Portugal. Os profissionais, e recém-formados não possuem compreensão e nem segurança para introduzir a metodologia no empreendimento. Porém, existe empreiteiros ou donos de obras que utilizam as ferramentas BIM em uma parte, ou em toda construção da obra. (Narciso, 2016).

A fachada do edifício da sede da Vodafone, localizado na Avenida da Boavista, em Porto, é da autoria dos arquitetos José António Barbosa e Pedro Guimarães, do gabinete Barbosa & Guimarães foi desenvolvida com o uso de ferramentas BIM. Foi a forma que a empresa AFAconsult juntamente com sua equipe de projeto encontrou para obter a fachada de geometria irregular da estrutura do edifício. Geometria está extremamente complicada, que possui várias faces planas com direções diferentes. Na planta e no alçado foi essencial a utilização do software Revit. Chegou aí fim de que o projeto só seria possível de se realizar utilizando a geometria tridimensional. De acordo com as fases do projeto, o modelo Revit foi evoluindo juntamente com a arquitetura e com os demais projetos de especialidades diferentes de uma forma integrada. (Freitas, 2014).



Figura 13 - Fachada Vodafone. Freitas, 2014



Figura 14 - Perspectiva Fachada Vodafone. Empresa Vodafone.

Em 2010 a empresa Portuguesa Mota-Engil Engenharia, desenvolveu um projeto pioneiro utilizando a metodologia BIM na construção de um edifício multifamiliar, este situado na Rua Presidente Arriaga, em Lisboa, com área total de construção de 3.560 m², possuindo 6 pavimentos. Teve como relatado desta menor experiência, a incompatibilidade entre os projetos, detectando assim 107 incompatibilidades, a empresa então afirmou “ao serem detectados estes problemas numa fase inicial são evitados muitas reclamações e pedidos de informação que, numa fase posterior, iriam atrasar o processo construtivo ou, em última instância, prejudicar a qualidade do edificado” (Mota-Engil, 2016).

Tendo esse menor projeto como exemplo e experiência a empresa introduziu a metodologia BIM e desenvolveu outros projetos utilizando a mesma. Como exemplo um edifício da Fundação Champalimaud apresentado na Figura 15.



Figura 15 - Projeto 3D Edifício da Fundação Champalimaud. Mota-Engil, 2016.

Construído em Lisboa, este edifício possui 5 pisos subterrâneos e 15 andares. Outro exemplo de empreendimento onde a utilização da metodologia BIM detectou diversas incompatibilidades entre os projetos antecipadamente. Assim, otimizou a organização dos processos de trabalho, obtendo uma economia significativa de prazos e custos.

A compreensão dos profissionais e das empresas que utilizam a metodologia BIM nos projetos desenvolvidos acabam por não propagar na indústria e no comércio porque os mesmos não compartilham entre si os seus procedimentos. Portanto as empresas que planejam a integração da metodologia em seus projetos, ainda terão dificuldades em sua implementação. Existem muitos fatores que retardam a inserção do BIM em Portugal, porém o maior obstáculo é a normalização BIM indispensável para padronizar os processos, assim prevenindo os riscos e garantindo a legalização do procedimento. (Otero, 2014).

Então é fundamental a legalização da norma e a criação de guias de fácil acesso a toda a indústria da construção Portuguesa, para assim as construtoras atuem de forma segura e confiável no mercado utilizando as ferramentas BIM

O gráfico abaixo representado no Gráfico1 é baseado em uma pesquisa feita pela McGraw Hill SmartMarket, demonstrando os números em porcentagem das empresas que utilizam a metodologia BIM nos seus empreendimentos de um nível elevado, pode-se perceber a evolução da tecnologia BIM no mundo.

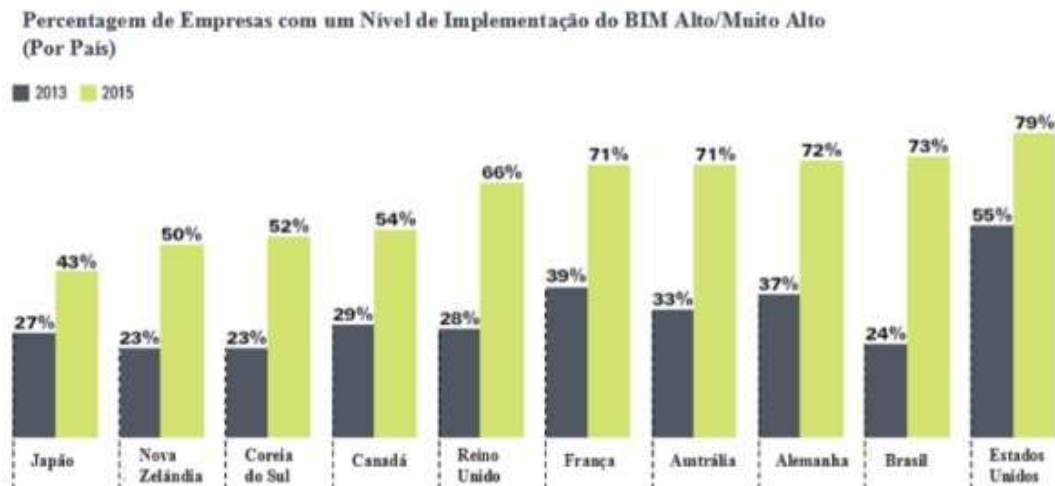


Gráfico 1 - Nível de Implementação BIM no mundo. McGraw Hill SmartMarket (2016)

O gráfico 1, aponta que os Estados Unidos da América está a frente com a implementação da metodologia BIM em seus processos. Em segundo lugar, encontra-se o Brasil, que em apenas dois anos subiu quarenta e nove pontos percentuais. Porém a dimensão da sua indústria é um peso na total inserção da metodologia no país. Na Finlândia, em contrário do Brasil, por ter uma indústria construtiva menor, hoje é o país mais avançado em relação a implementação da metodologia BIM, tanto em pequena e grande escala de projetos. O BIM, é utilizado preferencialmente em projetos de grande escala (Sá, 2014).

3.2.2 BIM no Brasil

Conforme Ruschel, Andrade e Moraes (2013), a introdução do estudo de modelagem no Brasil ainda é preliminar e limitada, devido às dificuldades em gerenciar as ferramentas e simulações do BIM no mercado.

Um dos pioneiros a usar o BIM no Brasil foi o arquiteto Luiz Augusto Contier, professor e presidente do Conselho de Asbea em 2002. Apesar da limitação de referências e relatos de experiências, Contier obteve um resultado de sucesso. (CADERNOS DE ARQUITETURA E URBANISMO, 2011).

As editoras Pini, AU (Arquitetura e Urbanismo) e a Téchne, dedicaram, em 2011, uma edição sobre o avanço do BIM no Brasil e uma análise desse novo paradigma a partir do ano 2000 comparando CAD x BIM, conforme observado no Gráfico 2.

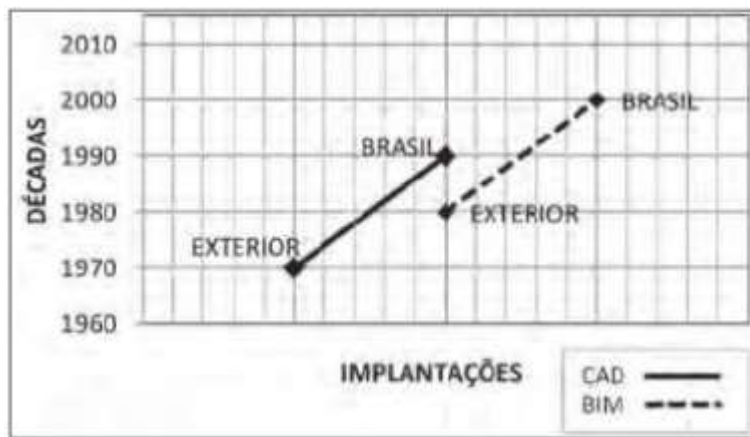


Gráfico 2 - Comparação do ano 2000 CAD x BIM. Pini (2011)

Como citam Porwal e Hewage (2013), há a necessidade de apoio no setor público, para melhor absorver o conceito BIM. Contudo, algumas organizações nacionais como a Petrobrás, o Exército Brasileiro, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e o Estado de Santa Catarina tem demonstrado interesse em introduzir essa metodologia.

Kassem e Amorim (2015), fizeram um comparativo (Gráfico 3) entre as empresas no Brasil que já trabalharam com BIM em determinado tempo.

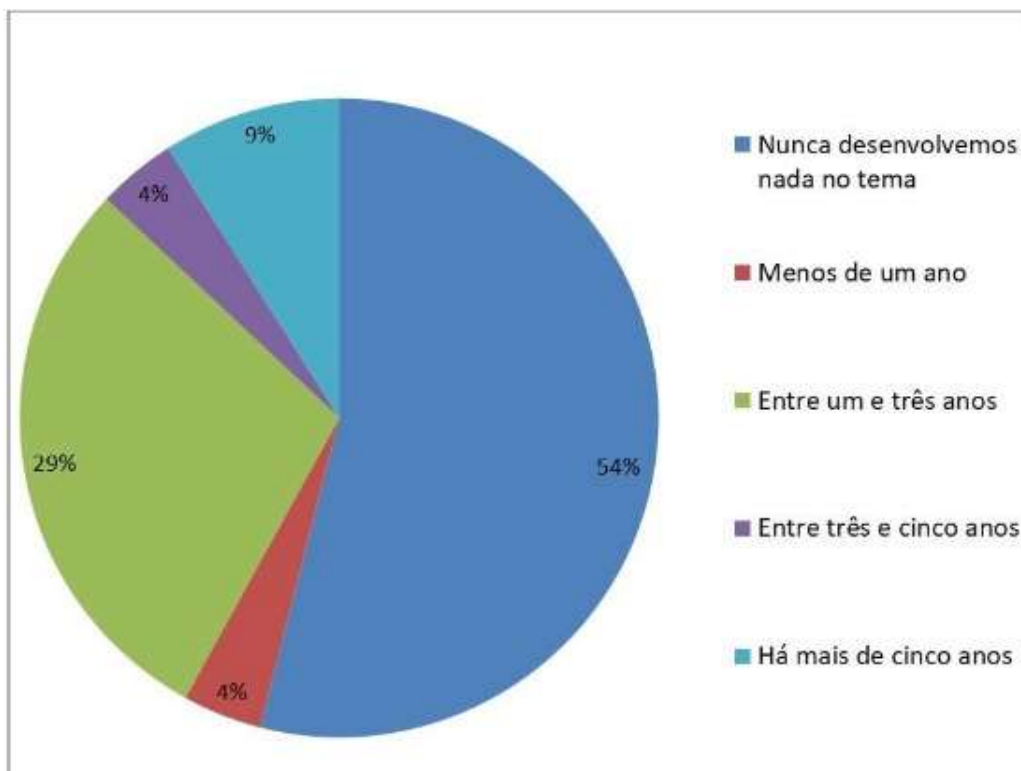


Gráfico 3 - Utilização do BIM nas empresas Brasileiras. Kassem e Amorim (2015)

Verificando a transição prancheta/CAD com CAD/BIM, é notado que embora ser lenta e gradual, essa mudança acontecerá de maneira mais flexível pelo avanço da tecnologia e as interfaces existentes (FIGUEROLA, 2011). Segundo artigo no Cadernos de Arquitetura e Urbanismo (2011), para a implantação da plataforma BIM no meio acadêmico brasileiro, será necessária além de uma mudança cultural, a aquisição de softwares.

O primeiro debate sobre implementação de tecnologias no setor da construção civil, no Brasil foi em 1993, uma vez que era essencial, a redução de gastos e custos no orçamento público. A fim de atenuar as despesas produzidas pelos projetos, o Presidente da época Itamar Franco, assinou um Projeto de Lei na área da construção civil. O projeto era sobre o desenvolvimento de novas formas de gerenciamento e tecnologias, contudo o Projeto foi paralisado.

Em 2015, o Deputado Júlio Lopes (PP-RJ) resgatou o assunto do avanço de tecnologias, no setor da construção civil. Com o objetivo de maior eficiência, segurança e diminuição de custos dos projetos públicos, Lopes, sugeriu a aplicação da Tecnologia BIM nos projetos. O Deputado elevou a importância da exigência de serviços certificados e ferramentas, como o BIM, em licitações para a qualidade e previsibilidade de projetos do Brasil. O projeto de lei, retomado em 2016, tem como ementa:

“Dá nova redação ao § 1º do art. 7º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer a obrigatoriedade do sistema de modelagem da informação da construção, identificado pela sigla inglesa BIM –Building Information Modeling, na confecção de projetos executivos de obras e serviços de engenharia contratados pelos órgãos e entidades da administração pública, e dá outras providências.”
BRASIL. Projeto de Lei nº 6619/2016, de 06 de dezembro de 2016. Brasília.

Com o intuito de promover a adoção do BIM na administração pública e nas empresas contratadas pelo setor público foi criada, em 2015, a Frente Parlamentar em Defesa da Utilização, por Órgãos Governamentais, da Tecnologia de Modelagem de Informação da Construção, composta por 215 deputados e tem Júlio Lopes como Presidente. A Frente apoia a difusão da metodologia, oferecendo prêmios como incentivo. Em novembro de 2018, foi entregue o 1º Prêmio BIM da Administração Pública, na Câmara.

Em 2017, o Governo Federal instaurou o Decreto de 05 de Junho de 2017, o qual instituiu o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modeling –CE-BIM, de caráter temporário, com o propósito de apresentar a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling -BIM e exerce-la no âmbito federal,

e conta com a colaboração de sete Ministérios: Ministério da Defesa, Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Ministério das Cidades, Casa Civil, Secretaria Geral da Presidência da República e Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços.

Em 2018, o Decreto de 05 de Junho de 2017 foi revogado pelo Decreto Nº 9.377, de 17 de maio de 2018, assinado pelo Presidente Michel Temer, oficializando a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling no Brasil – Estratégia BIM BR, elaborado pelo CE-BIM. O intuito é oferecer as condições necessárias para investimento e propagação da metodologia no Brasil.

A Estratégia BIM BR estabeleceu prazos ordenados para os níveis gradativos da realização da proposta, assegurando o tempo de adaptação ao mercado e ao setor público.

Dessa forma, os prazos foram divididos da seguinte maneira:

- A partir de janeiro de 2021: A utilização do BIM será obrigatória em todos projetos de entidades federais, contemplando a elaboração de modelos para a engenharia e arquitetura nas disciplinas de hidráulica; aquecimento; estrutura, ventilação e ar condicionado; elétrica, na extração de quantitativos e na criação da documentação gráfica;
- A partir de janeiro de 2024: Os modelos construtivos de uma obra devem abranger desde o planejamento até o orçamento do empreendimento, passando pelas atualizações dos modelos e informações de como construído (as built). Além de todas as imposições da primeira fase;
- A partir de janeiro de 2028: O BIM deverá contemplar todo o ciclo de vida de uma obra, considerando atividades de manutenção do pós-obra. Será utilizado em novas construções, em ampliações ou reformas, desde que sejam consideradas obras de média ou grande relevância, nas utilizações previstas nas primeira e segunda fases, além de abranger os serviços de gerenciamento e também de manutenção após a conclusão do empreendimento (SINAENCO,2018).

3.3 Maturidade BIM

De acordo com Manzione (2003), o nível de maturidade é a medida de desenvolvimento de um projeto ao comparar com as metas preliminarmente determinadas para ele. Estas metas são citadas a partir dos objetivos do negócio, compreendidas como conjunto de propriedades geométricas e não geométricas; pelo grau de compatibilização geométrica e pelo sistema de controle e planejamento, conforme figura 16.

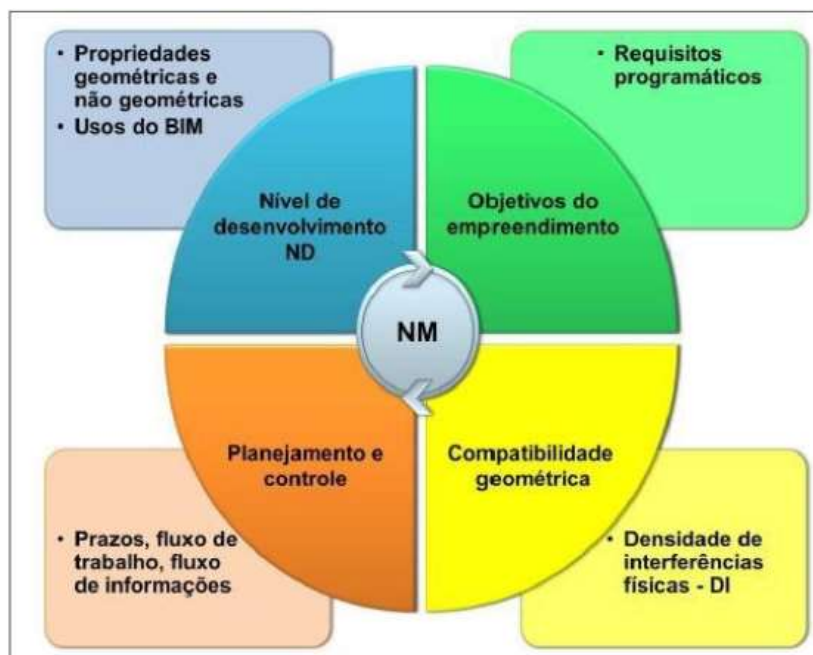


Figura 16 - Nível de Maturidade BIM. Mazione (2003)

A seguir serão discriminados os quatro determinantes do nível de maturidade: objetivos do empreendimento, nível de desenvolvimento, compatibilidade geométrica e planejamento e controle.

3.3.1 Objetivos do empreendimento e requisitos programáticos

Segundo Manzione (2003), o primeiro passo para desenvolvimento de um projeto é a determinação de um programa de necessidades, estabelecido pelas exigências dos clientes. Vários são os aspectos que tangem estas demandas, dentre eles: espaciais, funcionais, desempenho, novas tecnologias, materiais. Entretanto, é limitada a determinação do programa de necessidades, devido a algumas restrições como a terraplanagem do terreno, regulamentações públicas, normas e disponibilidade de verbas.

3.3.2 Nível de desenvolvimento –propriedades geométricas e não geométricas

Adversidades que regem o universo de projetos no processo tradicional, e que limitam a verificação dos requisitos de cada fase de projeto, também acontecem no universo do BIM. Como relata American Institute of Architects (2007), a classificação do nível de desenvolvimento é acompanhada pela evolução geométrica do modelo, e diminui a importância das propriedades não geométricas. Sacks e Tribelski (2010), desenvolveram um trabalho usando o CAD 2D que consistiu em levantar alguns indicadores para o processo do projeto em BIM. A partir de análises de conceitos preliminares, foi determinado pelos autores o indicador “tamanho do pacote” como sendo um índice que estima os detalhes de informações contidas em um conjunto de desenhos. Conforme os autores, o índice permite que seja avaliado o nível de completude do projeto, sendo possível assim, avaliar a taxa de aumento de detalhes em certo projeto.

3.3.3 Compatibilidade geométrica

A compatibilização geométrica dos projetos é circunstância para a qualidade de um modelo. Para Manzione (2003), vários problemas podem acontecer devido à falta de compatibilização durante o processo da modelagem. No entanto, com a utilização de softwares, estas incompatibilidades poderão ser constatadas. Conforme o

professor, é parametrizável o processo da averiguação da compatibilidade, podendo escolher os objetos e predefinir as taxas de tolerâncias.

3.3.4 Planejamento e controle

A questão fundamental da estrutura conceitual é elencar o processo de gestão e o processo de modelagem. E a sugestão admitida por ele é trabalhar com três níveis de planejamento hierarquicamente estruturados em: estratégico, tático e operacional, além de uma estrutura analítica do projeto (EAP) e estrutura analítica do modelo (EAM), (MANZIONE, 2003).

Succar (2009); Khosrowshahi (2012) e Arayici (2012) organizam os níveis de maturidade do BIM em estágios. Sendo eles:

- Pré-BIM – representa a prática da concepção tradicional, constituído por ineficiências e obstáculos consideráveis. As informações de projeto são relacionadas através de documentos físicos (documentos e desenhos), sujeitas as falhas humanas e podendo ser facilmente perdidos ou danificados;
- BIM Estágio 1 – representa a modelagem e a transição do 2D para 3D. A documentação se torna fundamentado em objetos digitais. A modelagem BIM é realizada a partir de elementos paramétricos, que são corretamente representados. O modelo BIM ainda é feito de maneira isolada e os resultados finais são principalmente os arquivos em CAD;
- BIM Estágio 2 – a modelagem passa a ser colaborativa e a interoperabilidade surge. Gerenciamento e concepção de edifícios são processos altamente complexos que requer a evolução no diálogo e cooperação entre todos os membros da equipe de projeto. Este estágio precisa de comunicação integrada e a troca de informações entre as partes compreendidas, para que haja a abordagem colaborativa dos dados desenvolvidos em projeto.
- BIM Estágio 3 – este estágio destaca a filosofia do BIM. Nele acontece a transição do projeto colaborativo para a integração. O modelo se torna interdisciplinar, sendo capaz de gerar modelos mais completos desde a fase inicial do projeto. O conteúdo do modelo vai além de propriedades de objetos semânticos, incluindo a inteligência de negócios e os métodos construtivos.

3.4 Aplicações BIM na Engenharia Civil

O uso da metodologia BIM permite a comunicação e a clareza das informações referentes ao empreendimento, às equipes atuantes e ao cliente, como cita Oliveira (2015). A inclusão dos envolvidos é um grande benefício do sistema, por assegurar ao processo confiabilidade, agilidade, precisão e economia. A seguir serão citadas algumas aplicações que a metodologia BIM tem na Engenharia civil.

3.4.1 Captura de realidade

Para Kaique Moura (2016), a captura de realidade é um artifício que favorece fazer objetos digitais a partir de levantamentos desenvolvidos com sensores, fotos ou laser, possibilitando um cenário, edifício ou terreno possa ser transferido do ambiente físico para um ambiente digital de projeto. Moura (2016), ainda cita que esta tecnologia é uma grande vantagem da metodologia BIM e é muito utilizada para diferentes fins na engenharia civil, como, por exemplo, para levantamentos topográficos, para controle de estruturas, no qual é possível averiguar o comportamento de elementos estruturais pretendendo apontar possíveis deformações que possam vir a prejudicar a estabilidade da estrutura e também para execução de projeto *as built*.

3.4.2 Análise de Viabilidade

Como relata Paulo Nunes (2015), uma análise de viabilidade abrange um processo de estudos técnicos de alternativas para determinar as possibilidades de sucesso para implementação de um novo empreendimento. Para Knolseisen (2003), todo empreendimento demanda um estudo de viabilidade econômica, um orçamento detalhado e um acompanhamento físico-financeiro da obra. No cenário da engenharia, algumas variáveis são estudadas para que seja tomada a decisão sobre qual a melhor obra para cada situação, por exemplo, o plano diretor da cidade, características do terreno e condicionantes ambientais.

A junção do BIM com outras tecnologias pode contribuir no processo de análise de viabilidade, como por exemplo, os SIG. Segundo Rodolfo Alves (2015), SIG (Sistema de Informações Geográficas) são as tecnologias e equipamentos que tem como objetivo estudar o espaço terrestre, incorporando dados, pessoas e equipamentos com o propósito de coletar, armazenar, visualizar e analisar informações de um sistema de coordenadas. Promovendo, assim, a escolha do melhor terreno para a implantação de um novo empreendimento.

3.4.3 Projetos

Conforme Silva e Souza (2003), um projeto é uma fusão de tarefas estabelecidas por projetistas qualificados na prestação do serviço de projeto (PSP) para desenvolver serviços e produtos de acordo com a necessidade de um certo cliente.

Nos últimos anos, os setores de projetos apresentam uma exigência maior do que suas estruturas físicas, profissionais e técnicos conseguem apoiar, resultando em um distanciamento dos respectivos setores da prática da construção, o que vem a provocar algumas falhas técnicas de projetos. Devido a isso, como relata Miszura (2013), a compatibilização e coordenação dos projetos se tornou um requisito imprescindível para o processo de projeto

Para resolver estas falhas técnicas, é necessário o uso da metodologia BIM para execução dos projetos do empreendimento. Conforme Bortolotto (2014), a administração do processo construtivo é uma das fases mais fundamentais que a metodologia BIM oferece, trazendo uma ênfase para a compatibilização de projetos. Bortolotto (2014), ainda afirma que através da modelagem do projeto arquitetônico, estrutural e o projeto de instalações, é possível criar um modelo integrado, possibilitando identificar as interferências e incompatibilidades com uma facilidade maior, sendo resolvidas antes da construção do empreendimento. De acordo com Carvalho (2016), desta forma é possível antever problemas e analisar soluções na fase de projeto, impedindo que haja retrabalho e modificação no custo da obra.

3.4.4 Planejamento e orçamento

A metodologia BIM, para Santos (2012), é um sistema de banco de dados e informações que favorece a efetividade e reduz os custos do empreendimento. O sistema possibilita encontrar inconsistências, omissões, possíveis obstáculos e aprimora as opções automáticas dos extravios das informações dos quantitativos.

O sistema BIM possibilita que a informação extraída seja sempre atual e consistente, reduzindo os erros de extração de quantitativos e reduzindo, também, o tempo necessário para extração, conforme Brucker et al. (2006).

Como citado por Takash (2007), um projeto realizado com BIM é capaz de diminuir notavelmente o custo típico de um projeto e diminuir também os custos de construção por extrair rigorosamente os quantitativos diretamente do modelo.

3.4.5 Construção

Ademais de todas as vantagens do BIM supracitados, o mesmo também tem empregos de forma direta no canteiro de obras. Conforme Muller (2019), a metodologia BIM permite a existência de projetos multidisciplinares em obra, possibilitando a exportação de pranchas com plantas, elevações, imagens 3D e cortes, extinguindo a necessidade de um projeto por disciplina.

Segundo Muller (2019), agora é possível não só visualizar, mas também verificar um projeto executivo englobando todos os elementos de construção, alguns exemplos são: a execução de estruturas; de vedações; das instalações hidráulicas e elétricas; além da execução da cobertura.

3.4.6 Operação e Manutenção

Conforme Muller (2019), quando se aborda sobre a vida útil de uma edificação, a operação e manutenção representam 75% do custo total da mesma. A eficiência e

a redução de custo de um empreendimento acarretam em um grande impacto para a empresa que o administra.

O BIM, de acordo com Muller (2019), pode assistir nessa fase por ser apto de gerar um banco de dados e informações de um edifício, tornando viável o acompanhamento de inventários e automações de avisos e alertas para a manutenção preventiva e corretiva de equipamentos.

4 INTERAÇÃO DA GESTÃO DE PROJETOS COM O BIM

4.1 Integração

De acordo com o ENAP (2014), o gerenciamento da integração do projeto tem a finalidade de coordenar todos os processos para identificar as melhorias, definir, combinar, unificar e coordenar os processos e atividades de gerenciamento de maneira integrada e simultânea. Dentre os processos do gerenciamento de integração do projeto, os principais são:

- Desenvolver o termo de abertura;
- Desenvolver o plano de gerenciamento;
- Orientar e gerenciar os indicadores da execução;
- Monitorar e controlar o trabalho com seus respectivos indicadores operacionais;
- Gerenciar o controle integrado de mudanças, entendendo as partes envolvidas;
- Encerrar o projeto, com seu termo de encerramento.

O termo de abertura do projeto pode ser utilizado para acrescentar as informações iniciais do sistema BIM utilizado. é da responsabilidade do gerente do projeto fazer a integração e coordenação das diferentes equipes envolvidas, definir as ações e responsável por cada função e entrega, de forma a que no final de todo este processo, cada projeto possa ser alinhavado e integrado.

As ferramentas em BIM assumem ainda importância no que diz respeito ao plano de gerenciamento, uma vez que define, prepara e coordena todos os planos auxiliares num banco de dados , ao mesmo tempo que os integra, de forma a que exista um controle de indicadores e alterações decorrentes em tempo real , o que permite gerenciar simultaneamente riscos, custos, tempo e produtividade de uma forma rápida e eficiente.

4.2 Escopo

Dentro do gerenciamento do escopo do projeto, temos alguns processos básicos, que são: planejamento do escopo, coletar requisitos, definir o escopo, criação da EAP, validação do escopo e controle do escopo. (PAGANOTTI, 2008).

Deve-se coletar as informações e documentos das variadas partes interessadas do projeto, com finalidade de atender os objetivos do escopo em questão. Essas informações podem ser coletadas por meio de entrevistas, grupos de discussão, oficinas facilitadas, observações, questionários e pesquisas.

A EAP, é a divisão hierárquica com o planejamento do trabalho a ser executado pela equipe do projeto, visando sucesso nas entregas descritas e objetivo do projeto. A EAP organiza e define o escopo total do projeto, fracionando o trabalho em partes menores, tornando assim, mais fácil o gerenciamento e estabelece métricas de tempo, entregas e subprodutos.

De acordo com o PMBOK (2017), a validação do escopo é a formalização de que as entregas foram finalizadas com sucesso e obtiveram a aceitação do cliente ou patrocinador. Ele traz objetividade na aceitação, gerando uma probabilidade alta de aceitação final do produto, serviço ou resultado.

4.3 Cronograma

PMBOK (2017), apresenta ainda o modelo do cronograma , que remete para estruturação do plano de execução das atividades do projeto incluindo início e duração das atividades, dependências, além de outras informações. O gerenciamento de um cronograma permite identificar um método e ferramenta a ser utilizado, estabelece a forma e os critérios para o desenvolvimento e controle do mesmo. o método do caminho crítico (MCC) e a utilização de metodologias ágeis.

Ao nível da gestão da construção, o uso do BIM serve de apoio, na medida em que permite a redução do desperdício de materiais no canteiro de obras. A realização de uma melhor gestão de materiais e programação de obras passa pela eliminação de erros no levantamento de quantitativos e na realização de cronogramas de obras

mais precisos, que requerem um acompanhamento dos indicadores integrados em tempo real.

A visualização em softwares BIM, embora existam muito outros softwares disponíveis no mercado¹, permite detectar erros no planejamento como, sobreposição de atividades de forma muito mais eficiente e a simulação de diversos cenários de cronograma, o que facilita a tomada de decisões por parte da equipe de planejamento, uma vez que os projetos devem estar em concordância, e além disso, é verificada a compatibilidade por meio da integração em base de dados.

4.4 Custo

De acordo com o PMBOK (2017) a área de conhecimento de gerenciamento de custos inclui os processos de planejar o gerenciamento dos custos, estimar os custos, determinar o orçamento e controlar os custos. Estes processos podem se interagir com a metodologia BIM na consideração de projetos da construção civil.

Marchiori (2009) defende que a falta de padronização no levantamento de quantitativos de um projeto, assim como o desconhecimento dos corretos coeficientes de consumo dos materiais e suas respectivas formas de levantamento, pode provocar uma incerteza quanto ao custo final de um orçamento.

Relativamente ao levantamento de quantitativos do projeto, quando extraído de um modelo elaborado a partir da metodologia BIM, permite que a avaliação sobre o impacto de uma decisão do projeto no custo da obra seja feita de forma rápida (SANTOS et al., 2009). Por sua vez, de acordo com Autodesk Inc. (2019), é possível que seja feita uma extração de quantitativos de materiais, assim como quaisquer informações especificadas no escopo do projeto através da definição de parâmetros nos modelos BIM.

Um projeto realizado com BIM é capaz de reduzir significativamente o custo típico de um projeto, ao mesmo tempo que reduz também os custos de construção por extrair precisamente os quantitativos diretamente do modelo, melhorando assim, a oportunidade de realizar uma engenharia de valor na definição de sistemas construtivos.

¹ Existem diversos softwares 4D BIM no mercado, que permitem a realização de simulações construtivas, sendo alguns deles: Synchro Software, Vico Office e o Navisworks da Autodesk.

4.5 Qualidade

Segundo PMBOK (2017), planejar o Gerenciamento da Qualidade é o processo de identificação dos requisitos e da documentação de como o projeto demonstrará conformidade com as condições e/ou padrões de qualidade. O principal benefício desse processo é conceder orientação sobre como a qualidade será gerenciada e analisada durante o projeto.

PMBOK (2017) apresenta ainda os fundamentos da qualidade : definição de qualidade; lições aprendidas; qualidade e grau; conceitos básicos da qualidade e melhoria contínua. Relativamente às ferramentas de qualidade apresentadas no Guia PMBOK, estas são compreendidas por: análise de custo-benefício, custo da qualidade, as sete ferramentas básicas da qualidade, diagrama de causa-efeito, fluxograma, folha de verificação, histograma, diagrama de Pareto, gráfico de controle, diagrama de dispersão, benchmarking, projeto de experimentos, amostragem estatística, ferramentas adicionais de planejamento de qualidade, auditorias de qualidade, análise de processos, inspeção.

Para Eastman et al. (2013:133) o BIM agiliza a entrega de edifícios com maior qualidade e desempenho, facilita a colaboração entre os envolvidos no projeto, diminuindo o retrabalho e as correções na obra, otimizando as entregas, tornando-as mais eficientes e confiáveis. Um gerenciamento eficaz tem como objetivo certificar que o conjunto das atividades desenvolvidas, resulte na qualidade do projeto, compatibilidade com prazos e custos inicialmente previstos e um planejamento inadequado pode resultar em erros que afetam a qualidade da obra (HAMMINE; FILHO; RIBEIRO, 2009).

4.6 Recursos

Na sexta edição do Guia PMBOK, gerenciamento dos recursos humanos passa a ser chamado de gerenciamento dos recursos do projeto, aumentando sua abrangência não gerenciando somente “Recursos Humanos”, mas, também todos os demais recursos necessários para executar o trabalho do projeto, como materiais, equipamentos, etc. O gerenciamento dos recursos do projeto inclui os processos para identificar, obter e coordenar os recursos necessários para a finalização bem-sucedida do projeto. Esses processos colaboram para que os recursos certos fiquem disponíveis para o gerente do projeto e a sua equipe na hora e no local adequado.

Cada processo apresentado tem uma função bem definida, em conjunto eles almejam estabelecer, localizar e gerenciar profissionais dentro de um perfil específico interessante para o desenvolvimento das atividades e o cumprimento dos objetivos.

O Guia PMBOK, apresenta as seguintes ferramentas de Recursos Humanos:

- Organogramas e descrições de cargos
- Rede de relacionamentos
- Teoria organizacional
- Pré-designação
- Negociação
- Contratação
- Equipes virtuais
- Análise de decisão envolvendo critérios múltiplos
- Observação e conversas
- Avaliações de desempenho do projeto
- Gerenciamento de conflitos
- Treinamento
- Atividades de construção da equipe
- Regras básicas
- Agrupamento
- Reconhecimento e recompensas
- Ferramentas de avaliação dos funcionários

Segundo a Revista Especialize, é preciso que haja o gerenciamento do processo, do treinamento a medição dos resultados para garantir a correta

implantação da plataforma BIM, por se tratar de uma atividade que exige tempo e dedicação por conta da complexidade da construção civil. Kymmel (2008) apud Dornelas (2012:4) afirma que “a conformação da equipe influenciará diretamente nos resultados finais obtidos, tornando-se essencial um efetivo gerenciamento dos recursos humanos a fim de se obter um resultado satisfatório com o uso da ferramenta”. Desta forma, cria-se uma relação com o *Bulding Information Modeling* para aprimorar os processos e otimizar a execução da obra, com o intuito de atingir o sucesso de um empreendimento.

4.7 Comunicação

De acordo com Silva, Góis e Oliveira (2009), a falha na comunicação nas organizações gera um desequilíbrio no trabalho e pode causar prejuízos financeiros ao projeto. O PMI (*Project Management Institute*) realizou um estudo sobre o papel da comunicação e foi revelado que a cada um bilhão de dólares investidos em um projeto, 135 milhões de dólares são colocados em risco devido a ineficiência e falhas, sendo que só a comunicação representa 56% desse valor. Por isso, segundo Nogueira (2019), é muito importante que haja a interação da Metodologia BIM juntamente com o Gerenciamento de Comunicações para alcançar resultados bem-sucedidos e satisfatórios, evitando prejuízos significativos.

Segundo Montes (2019), a comunicação é uma das áreas significativas para o gerenciamento de projetos, por ser o vínculo entre as informações, pessoas envolvidas e ideias, além de que vários problemas dos projetos são provenientes da falha de comunicação.

De acordo com o PMBOK (2017), o gerenciamento das comunicações de um projeto engloba os procedimentos essenciais para garantir que as informações sejam planejadas, coletadas, criadas, distribuídas, armazenadas, recuperadas, gerenciadas, controladas, monitoradas e dispostas de forma apropriada. Montes (2019) afirma que gerenciar as comunicações é o ato de disponibilizar as informações necessárias para as partes envolvidas, englobando o ciclo de vida da informação conforme consta no plano de gerenciamento.

Segundo Nogueira (2018), a Metodologia BIM atua de forma essencial com o gerenciamento de comunicações para a obtenção de melhores resultados, por ser

capaz de envolver projetistas de diferentes áreas, fornecedores, administradores e demais participantes durante todo o ciclo de vida do projeto, ou seja, com este conceito, todos os envolvidos no processo são capazes de visualizar o modelo de diferentes perspectivas, alterar ou acrescentar informações em tempo real, certificando assim, que a informação não fique perdida ou incorreta.

De acordo com Gonçalves (2017), o BIM consegue proporcionar um fluxo de trabalho transparente e aberto e gera uma linguagem comum para todos os processos usados permitindo que as organizações possam obter projetos transparentes e com uma qualidade dos dados assegurada.

Segundo Zimmermann (2017), o mercado de softwaresBIM oferece opções de plataformas que são capazes de otimizar o gerenciamento de comunicações dentro de um processo, como por exemplo o REVIT e o ArchiCAD. De acordo com um artigo publicado pelo MAKEBIM (2016), a buildingSMART desenvolveu o OpenBIM que é uma abordagem universal para a elaboração de projetos em colaboração, sendo realizados e gerenciados por modelos e fluxos de trabalhos abertos e transparentes, ou seja, as diversas equipes empenhadas são capazes de colaborar e participar dos projetos independentemente do software que estejam usando, mesmo se forem softwares distintos uns dos outros.

Para a implementação do OpenBIM utiliza-se o formato IFC (*Industry Foundation Classes*) como principal ferramenta². Gonçalves (2017) afirma que o OpenBIM possui o objetivo de que a indústria da construção possa utilizar de uma linguagem comum entre clientes e equipes durante todo o processo do empreendimento, garantindo assim uma comunicação constante e estável.

4.8 Riscos

O Guia PMBOK (2017), inclui no gerenciamento de riscos do projeto, a necessidade de identificar, avaliar e planejar respostas e controle aos riscos do projeto, visando ter um projeto com número de impactos positivos maiores do que impactos negativos, em todas as áreas de gerenciamento e no projeto em si.

² O IFC é um formato próprio de dados que possibilita a troca de um modelo informativo sem perda ou distorção de dados.

Oliveira (2016), diz que para uma análise de risco eficaz, é essencial definir os responsáveis pelo Gerenciamento de riscos, estruturar os riscos analiticamente, identifica-los, classificá-los quanto à probabilidade de ocorrência e, assim assimilar os impactos dos riscos aos principais objetivos do projeto, que para Oliveira são: custo, tempo, escopo e qualidade.

O escopo por exemplo, segundo Hagan (2014), pode ser controlado através de simuladores, minimizando o risco do desalinhamento de expectativas do cliente com o projeto e conseqüentemente uma redução de erros em outras áreas da gestão de projetos, uma vez que o autor considera que o escopo interfere diretamente, de maneira significativa, nas demais áreas.

Pereira e Montevechi (2018) destacam as duas faces da utilização de softwares de modelagem conceitual no gerenciamento de custos. O primeiro, gerando um risco de impacto negativo, uma vez que a implantação de simuladores gera um custo significativo no orçamento do projeto, em contrapartida a implantação de um software permite além da identificação previamente dos riscos, redução no custo, pois evita retrabalho e gera orçamentos mais concretos.

4.9 Aquisições

O gerenciamento de aquisições de um determinado projeto abrange os processos essenciais para adquirir serviços e produtos, além de desenvolver e administrar contratos. O controle e garantia de atendimento aos requisitos do projeto é de responsabilidade da equipe de gerenciamento do projeto, sendo assim, a equipe é amparada por especialistas das disciplinas técnicas que constituem o projeto, da área jurídica, de contratos e de compras (PMBOK,2017).

Segundo o CBIC (2016), a administração de contratos apresentada no PMBOK, pode ser visualizada em um método de contratação, considerável novo, principalmente aos empreendimentos desenvolvidos a partir da metodologia BIM, que se baseia em um acordo de confiança prévio entre as partes interessadas do projeto. Esse método é chamado de *Integrated Project Delivery*(IPD).

Toledo (2019) defende que o IPD colabora com as organizações a exceder às exigências do clientes, que são maiores a cada dia e facilita a integração dos esforços

colaborativos de todos os colaboradores do projeto nas etapas iniciais de empreendimentos diversos.

4.10 Stakeholders

De acordo com Espinha (2016), o termo Stakeholders refere-se às pessoas que possuem interesse na Gestão de Projetos ou no empreendimento. Dentro do gerenciamento das partes interessadas do projeto, todos os grupos, pessoas e organizações que podem impactar ou serem impactados são identificados, as expectativas dos envolvidos e seu efeito no projeto são analisados e são desenvolvidas estratégias de gerenciamento para o envolvimento das partes interessadas na tomada de decisões e execução do projeto (PMBOK, 2017).

Segundo Andrade e Ruschel (2009), com a metodologia BIM é possível elaborar toda a documentação técnica de todo o ciclo de vida do empreendimento, possibilitando a integração de todas as partes interessadas no desenvolvimento do projeto, sendo assim, se houver alguma solicitação de alguma parte interessada para fazer alguma modificação, todos os envolvidos poderão visualizar em tempo real as interferências que serão causadas por essa alteração antes mesmo da execução, além de acompanharem os cumprimentos dos prazos e os serviços prestados por cada fornecedor.

4.11 Análise da Compatibilização de projetos conforme a Metodologia BIM, em tripa restrição (base, custo e prazo)

Com o intuito de diminuir os erros, melhorar os custos e aperfeiçoar os processos, a compatibilização de projetos tornou-se grande importância para a construção civil como ressaltado por Callegari (2017),

...] A compatibilização compõe-se em uma atividade de gerenciar e integrar projetos afins, visando o perfeito ajuste entre os mesmos, conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade de determinada obra. Tem como objetivo minimizar os conflitos entre os projetos inerentes a determinada obra, simplificando a

execução, otimização e utilização de materiais, tempo e mão de obra, bem como as posteriores manutenções. Compreende, também, a ação de detectar falhas relacionadas às interferências e inconsistências geométricas entre os subsistemas projetuais.

Conforme PMKB, compatibilizar os projetos é uma grande dificuldade dos gestores. Baseado nos princípios tradicionais empregados para o avanço dos projetos, os processos são segmentados, em que participam vários profissionais de diferentes áreas de conhecimento, os quais raramente irão trabalhar em conjunto o tempo todo e ser capaz de unir e sobrepor com exatidão todos os dados e elementos que surgem ao longo do processo.

O gasto com mudanças em um projeto é menor na etapa de planejamento se comparado com a execução e finalização. Portanto, as ferramentas BIM aparecem com a finalidade de diminuir as discordâncias e colaborar para que o supervisor consiga obter maior domínio sobre os conhecimentos geradas ainda na etapa de planejamento.

Segundo o PMKB, o BIM é um modelo virtual que possui a capacidade de acesso aos dados em todas as etapas do ciclo do empreendimento pelo fato de ser uma plataforma digital que também possibilita dimensionar, programar e estruturar todos as informações. Assim, a metodologia BIM, distinta do processo convencional, em que as disciplinas (estrutural, arquitetura, elétrica e hidráulica) atuam de maneira separada; retrata um formato único, permitindo obter maior domínio sobre todo o ciclo de vida do projeto, possibilitando que todos os participantes no processo possam ter acesso e realizar alterações a qualquer instante, deixando o modelo atualizado a todo momento, como demonstrado na Figura 17.

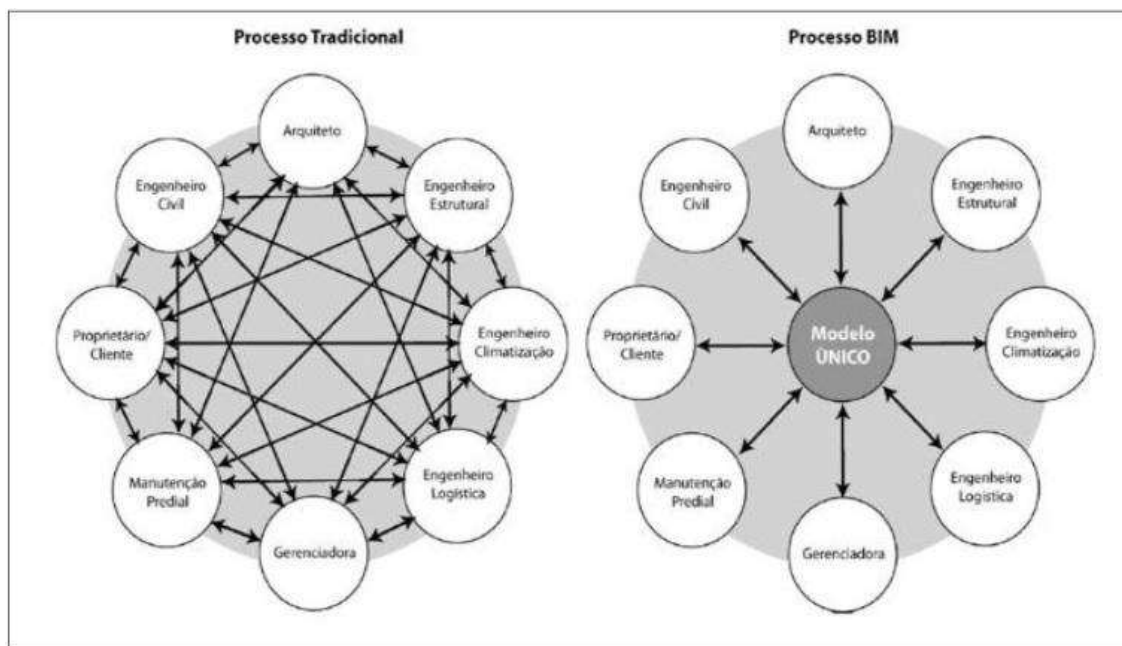


Figura 17 - Processo BIM como contraponto ao processo tradicional de projeto. Nunes (2013)

Conforme PMKB, o BIM é possível ser visto em diversos softwares, os mais usados na atualidade são o Revit, ArchiCAD, Tekla Structures e o Bentley Systems. Esses programas contêm muitas funcionalidades, mas o que o permite que um software seja BIM é a interoperabilidade e a modelagem paramétrica, que são recursos de grande importância e são o alicerce da metodologia e foram explicados no capítulo 2 do trabalho, Metodologia BIM.

De acordo com o PMKB, com o recurso da modelagem paramétrica, é possível fazer revisões automáticas (como por exemplo, ao diminuir a altura do pé direito, a inclinação do telhado se modifica de forma automática, ou ao mudar as características de um objeto, o software altera de forma paralela no modelo), o que torna a organização e modificação do 3D mais rápida e fácil. Já a interoperabilidade é a capacidade da troca de informações entre aqueles que participam do projeto. A figura 18, ilustra esse processo.

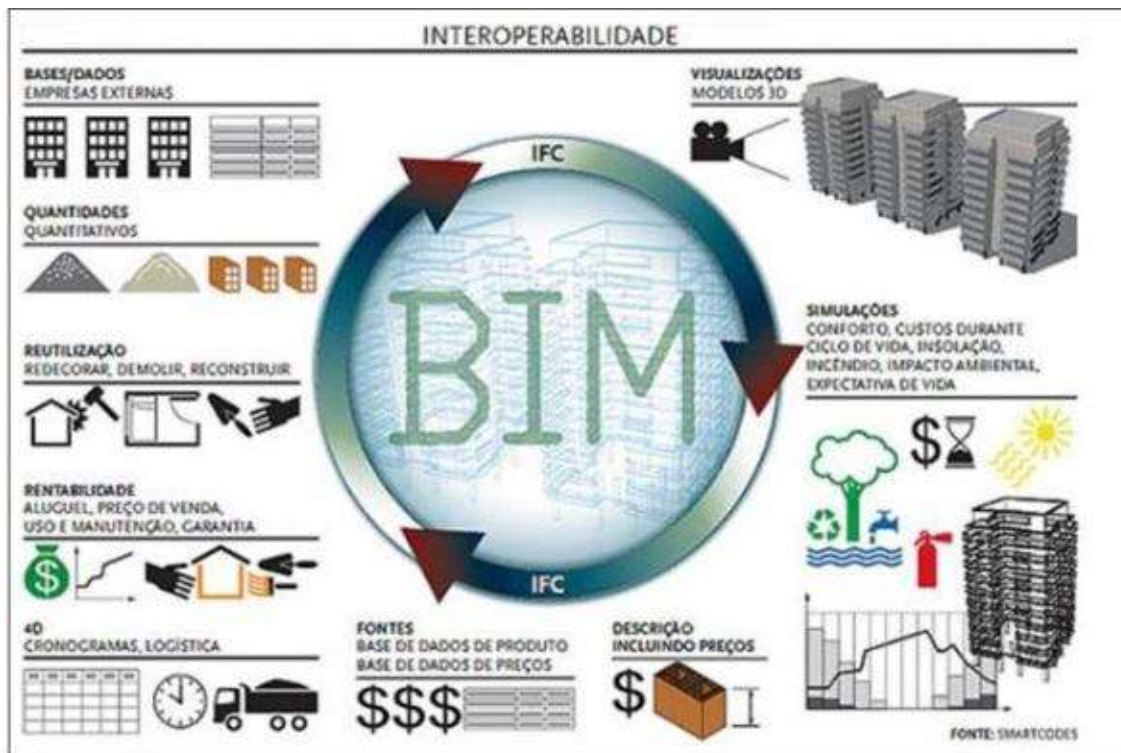


Figura 18 - Interoperabilidade. <https://pmkb.com.br/artigos/o-uso-da-tecnologia-bim/>

A tecnologia BIM possibilita uma melhor visualização da obra, maior produção pelo fato de ser mais fácil o acesso à informação, maior supervisão dos documentos característicos da construção, associação de dados sobre os elementos e métodos de construção, tempo reduzido de execução e diminuição de custos (LIMA; ALBUQUERQUE; PEREIRA E MELHADO, 2014).

Segundo Oliveira, a metodologia BIM se torna um instrumento significativo para ser empregado no gerenciamento de projetos, pois além de supervisionar todas as etapas de Planejamento e Execução, fundamenta os processos para tomar decisões. Portanto, ao transformar o fluxo de trabalho, é possível que decisões essenciais do projeto sejam definidas ainda na fase de concepção, evitando que os trabalhos sejam repetidos e, resultando em, aumento dos prazos e custos, nas etapas mais avançadas.

4.11.1 Base

A base é uma parte fundamental no projeto, pois é nela que é definido o do que será realizado, denominada de escopo. Assim, todas as falhas apresentadas nessa

etapa causam um impacto negativo nas demais áreas do projeto, como nos custos, prazos, comunicação e riscos. Com as inovações tecnológicas do BIM, existem softwares com a finalidade de diminuir drasticamente essas falhas (OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Oliveira (2014), a maioria das falhas nos projetos ocorrem por dois problemas: tempo insuficiente destinado para definição do escopo de serviços ou por falha no gerenciamento do escopo.

Uma falha comum é o escopo incompleto. Ela ocorre quando a definição dos produtos ou subprodutos não é preparada de maneira correta. O gerente de projetos, mesmo quando não está totalmente capacitado para a função, deve questionar repetidas vezes quanto à composição do escopo. Outro problema frequentemente notado é a falta de detalhamento do escopo. Mesmo com o escopo completo, é necessário o detalhamento dos subprodutos para um mapeamento eficaz de tempo, tarefas, custos, entre outros. (OLIVEIRA, 2014).

Camargo (2017) lista 12 erros encontrados no gerenciamento de projetos. Dentre elas, algumas são relacionadas com a definição e execução do escopo. Um desses erros é a mudança do escopo. Para o autor, alterações do escopo no decorrer do projeto podem ocasionar atrasos no projeto e alterações no orçamento. Outro fator que pode gerar um resultado negativo no escopo é a definição do escopo junto ao cliente. Quanto há uma falha de comunicação entre o gerente de projetos e o cliente, pode gerar o erro citado acima, a mudança do escopo.

Com a ajuda da tecnologia, muitos desses erros de gerenciamento do escopo do projeto podem ser facilmente reduzidos. Os sistemas BIM adotam modelos paramétricos, ou seja, é possível fazer alterações e atualizações instantâneas em todo o projeto, a qualquer momento. O processo em BIM tem como característica um único banco de dados, que permite exibir a geometria dos elementos construtivos em 3D, armazena os atributos e compartilha informações. Na imagem abaixo, está sendo ilustrado a integração do processo em BIM com apenas um único núcleo de dados, demonstrando a facilidade em lidar com as informações. Esse processo diminui conflitos entre elementos construtivos, facilita revisões, torna mais produtivo e estimula a experimentação (NUNES, 2013). Abaixo será descrito as características de dois softwares BIM utilizados para o gerenciamento de projetos, o Navisworkse o Solibri Model Checker.

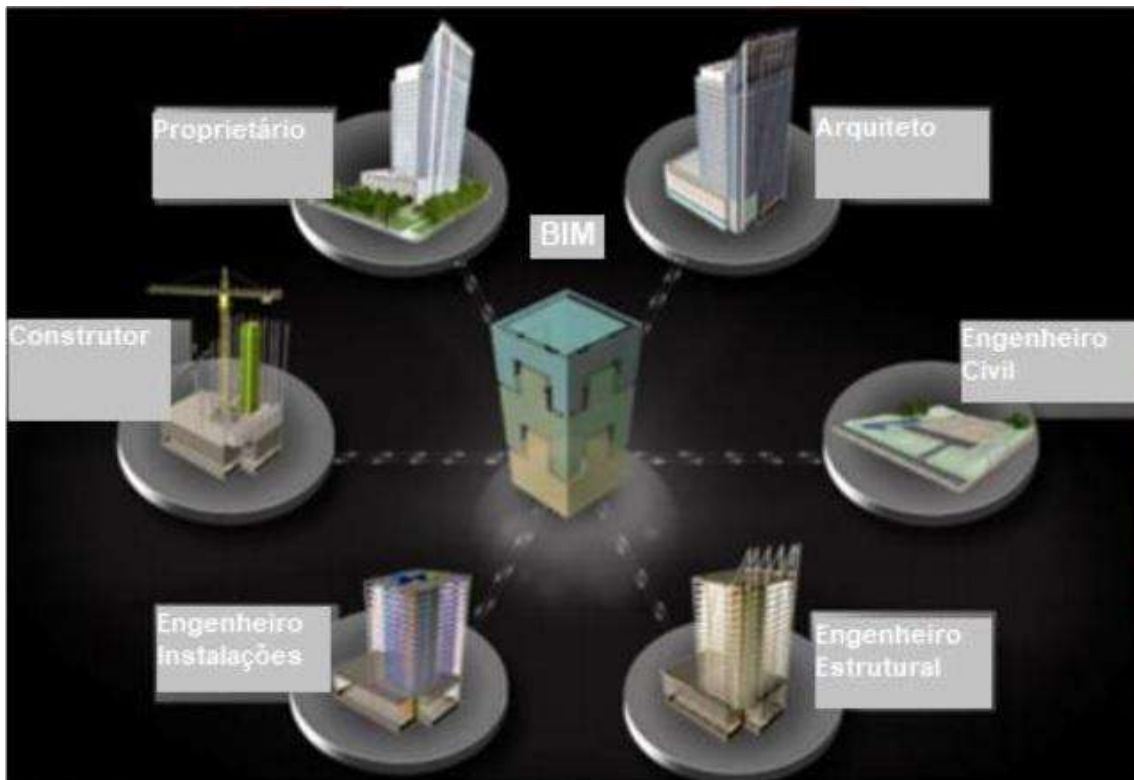


Figura 19 - Integração do Processo em BIM. Cardoso, Maia e Santos (2012).

O Navisworks, citado no gerenciamento de prazos, permite revisar o projeto, fazer simulações e colaborar informações entre todas as áreas do projeto. Entre as principais funções e atributos do software, são destacados a capacidade de detecção de conflitos através dos desenhos em 3D, utilizando a ferramenta “Clash Detective” ilustrada na imagem abaixo, facilitando a compatibilização entre as disciplinas do projeto e minimizando as alterações do escopo que essa falta de compatibilização poderia gerar (BERDEJA, 2014).

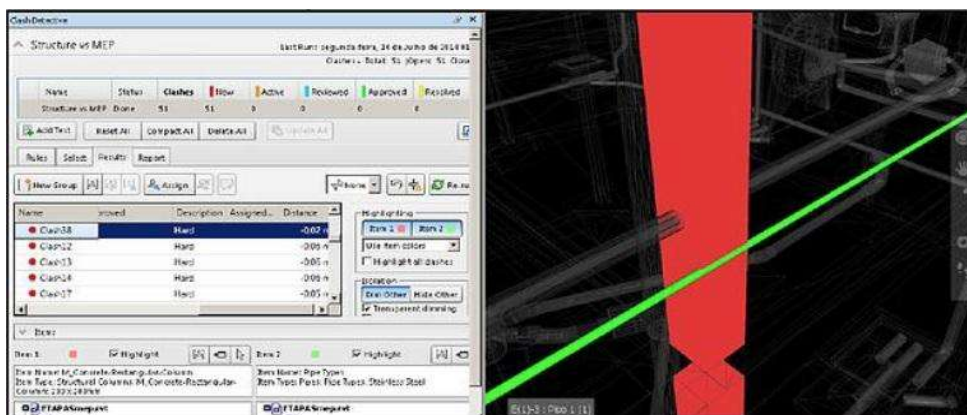


Figura 20 - Compatibilização entre as Disciplinas –Clash Detective e Navisworks. Martini (2018).

A empresa Autodesk disponibiliza três versões do Navisworks, porém apenas a versão Freedom é gratuita. A tabela a seguir mostra as diferenças entre as versões do software, sendo elas o Navisworks Manage, Navisworks Simulatee o citado acima, Navisworks Freedom. (MARTINI, 2018). Analisando as diferenças e semelhança entre as versões, o Navisworks Managese mostra ser mais capacitado para o gerenciamento de projetos.

Tabela 2 - Tabela 3 - Comparativo entre versões do Navisworks. Martini (2008).

	Autodesk® Navisworks® Manage	Autodesk® Navisworks® Simulate	Autodesk® Navisworks® Freedom
Navegação e visualização 3D em tempo real	•	•	•
Colaboração de todas as informações do projeto	•	•	•
Agregação de arquivos e dados 3D	•	•	
Navegação em tempo real	•	•	
Conjunto de ferramentas de revisão	•	•	
Publicação de arquivos NWD e 3D DWF	•	•	
Criação de agendamentos 4D	•	•	
Capacidades de animação de objetos	•	•	
Visualização fotorealística	•	•	
Detecção e gestão de colisões e interferências	•		

Outro software BIM capaz de otimizar o gerenciamento do escopo e evitar os erros citados anteriormente é o Solibri Model Checker. Este programa foi criado e é revendido pela empresa Nemetschek Company. Dentre as suas principais funções e atributos, estão a capacidade de detecção de conflitos baseados em regras de verificação, agrupar diversos modelos de todas as disciplinas do projeto e disponibilizar a visualização em 3D com o comando “walk in”. (MARTINI, 2018).

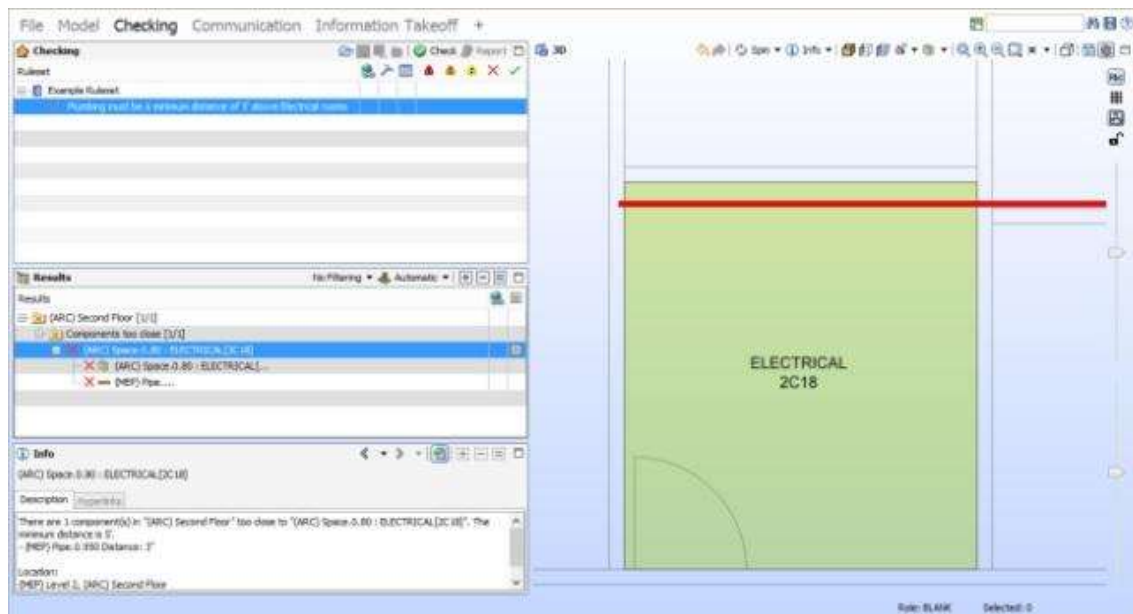


Figura 21 -Função Code Cheking do Solobri. Makebim (2018).

4.11.2 Custos

Em um levantamento de custos, a qualidade da modelagem está diretamente vinculada à precisão do levantamento de quantitativos, conseqüentemente, na melhoria dos orçamentos das obras. É a partir do modelo e da qualidade das informações nele agregados que o universo de possibilidades aparece na metodologia em questão (PIRES, 2018).

As cinco características do modelo de levantamento de quantitativos convencional elencadas por Ferreira e Santos (2007) que contribuem para resultados incertos são:

- Ambigüidade, o modelo bidimensional pode proporcionar uma dupla interpretação para uma mesma representação.
- Simbolismo, formas infielis adotadas aos objetos representados no projeto.
- Omissão, como forma de simplificar e sintetizar o projeto, informações óbvias são ocultadas do desenho.
- Simplificação, parecida com o simbolismo, algumas formas e dimensões com o modelo real são guardadas, sobretudo, podem ocorrer algumas alterações no volume real do objeto.

- Fragmentação, projetos podem vir com várias vistas, dificultando assim a leitura das informações, agravadas quando as vistas ainda são entregues em documentos separados.

O quadro abaixo contém alguns dos softwares BIM, seus desenvolvedores e fase de contribuição do projeto que, para ser considerado BIM, segundo o BuildingSmart, a aplicação deve importar e/ou exportar em formato IFC.

Tabela 3 - Tabela 3 - Princípios Softwares BIM. Adaptado de BuildingSmart (2018).

Software	Desenvolvedor	Fase de contribuição
Revit	Autodesk	Modelagem / Compatibilização / Quantitativos
ArchiCad	GRAPHISOFT	Modelagem / Compatibilização / Quantitativos
AECOSim Building Designer	Bentley Systems	Modelagem / Quantitativos
Vectorworks	NEMETSCHEK	Modelagem / Quantitativos
Tekla Structure	Trimble	Modelagem / Detalhamento Estrutural / Quantitativos
Solibri Model Checker	NEMETSCHEK	Compatibilização / Quantitativos
Tekla BIM Sight	Trimble	Compatibilização
Navisworks	Autodesk	Planejamento / Compatibilização / Quantitativos
Synchro pro	Bentley Systems	Planejamento
Vico Office	Trimble	Planejamento / Orçamento
ArchiBUS	ArchiBUS	Operação e Manutenção

De acordo com Mattos (2006), Tisaka (2006) e o Guia definitivo do Orçamento de obras (SIENGE, 2009) podemos reputar os seguintes tipos de orçamentos de obra:

- Estimativa de Custo: conhecido também como orçamento paramétrico, é a análise por dados históricos, preços relacionados à metragem quadrada da construção e comparação com projetos similares.
- Orçamento Preliminar: possui um maior nível de detalhamento, a análise é obtida por forma de levantamento de quantitativos tanto de materiais, como serviços e equipamentos, realizada de maneira pouco precisa e baseadas em regras de cálculos e indicadores.

- Orçamento Estimativo: avaliação baseada em projetos básicos da obra.
- Orçamento Analítico: alto nível de precisão, baseado no projeto executivo e representado os custos de execução da forma mais fiel possível. É realizado por meio de composições de custos e pesquisas minuciosas de preços. É incluído os custos diretos e indiretos (encargos, taxas e impostos).
- Orçamento Sintético ou Resumido: permite uma análise macro do empreendimento, pois a partir do orçamento analítico é feito um resumo com valores parciais expressos em categorias e grupos de serviços.

Para Xavier (2008), a fase de maior relevância no processo de orçamentação é a de levantamento de quantitativos. Este, segundo Dias (2011), é um trabalho minucioso realizado por meio da análise do projeto e especificações técnicas.

Xavier (2008) e Mattos (2006) completam informando que o orçamentista ainda deve gerar uma memória de cálculo que seja compreensível e de fácil manipulação por outros profissionais envolvidos no projeto.

A figura 21 estabelece um comparativo entre os dois processos: tradicional e por meio da modelagem 5D (BIM). Como demonstrado por Eastman et al (2014), a informação agregada ao modelo permite três formas de extração de quantitativos, sendo elas:

- Exportação dos quantitativos para um software de orçamentação;
- Conexão direta entre componentes BIM e o software de orçamentação;
- Ferramenta para levantamento de quantitativos.

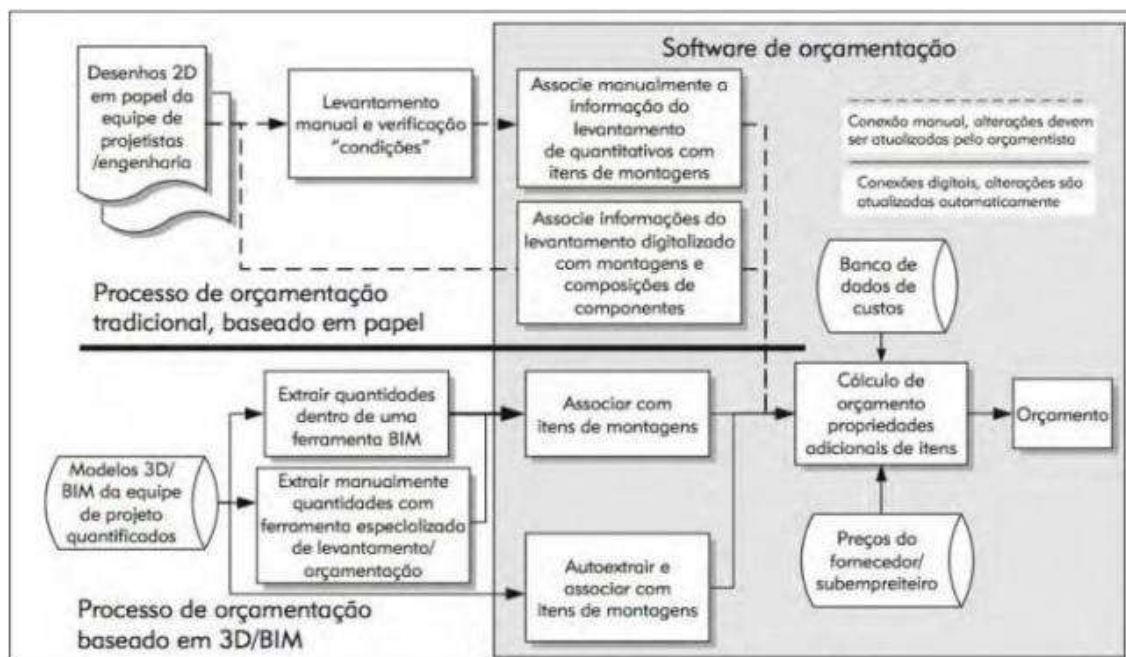


Figura 22 - Orçamentação em BIM. Eastman et al (2014).

O processo de orçamentação em BIM e o convencional se convergem na interseção entre quantitativos e custos. Desta forma, se faz possível visualizar a grande vantagem na utilização da modelagem da informação como forma de extração de quantitativos, que permite de maneira automática a atualização do orçamento da obra (PIRES, 2018). Ainda sobre o assunto os autores reforçam:

Note que, enquanto modelos de edificações fornecem medidas mais adequadas para o levantamento de quantitativos, eles não substituem a tarefa de orçamentação. O orçamentista realiza um papel fundamental no processo de construção, muito além da extração de quantitativos e medidas... O orçamentista deve considerar o uso da tecnologia BIM para facilitar a trabalhosa tarefa de levantamento de quantitativos e para rapidamente visualizar, identificar e avaliar condições... (EASTMAN et al., 2014).

Sakamori (2015), apresentou em sua dissertação três estudos de casos sobre a dimensão 5D do BIM, entretanto, para este trabalho apresentaremos apenas um dos estudos citadas por ele.

4.11.3 Prazos

De acordo com o Project Builder(2017), existem várias situações que podem causar atraso no cronograma do projeto, conseqüentemente, resultando em não cumprimento de prazos dentro do gerenciamento de projetos. Uma pesquisa realizada pelo Project Management Institute(PMI) constatou que cerca de 78% das organizações, tanto privadas quanto públicas, afirmaram ter dificuldades no cumprimento de prazos em seus projetos. O cumprimento dos prazos é essencial para manter o financeiro de uma empresa estável. O atraso na entrega de um projeto pode resultar em multas, aumento dos custos, além de prejudicar a imagem da empresa perante o mercado (Bussacarini e Pinazza, 2018).

Segundo Pilar, Paiva, Varajão e Dominguez (2009), as possíveis causas mais decorrentes de atrasos em prazos na construção civil são: solicitação dos clientes para que haja alteração de projeto ao decorrer da execução do empreendimento, erros de planejamento, avaliação do projeto, falta de materiais, falta de mão-de-obra especializada, falta de equipamento, atraso na fiscalização, falha na comunicação, erros de compatibilização de projetos, detalhes pouco claros e inadequados em desenhos e conflitos entre partes interessadas.

Viddia (2018) ainda afirma que outra causa é oriunda do mau gerenciamento de riscos. Os riscos são incertezas, ou seja, são situações que podem ou não ocorrer com os projetos, podendo trazer impactos positivos ou negativos. Os riscos que trazem impactos negativos são chamados de ameaças e devem ser identificados antes de acontecerem, caso contrário será necessário lidar com os problemas a medida que ocorrem, gastando mais tempo e mais dinheiro para alcançar a solução final.

Silva (2019) afirma que as utilizações das técnicas da Gestão de Projetos trazem uma vantagem significativa de possibilitar uma maior assertividade no cumprimento de cronogramas e a minimização de possíveis atrasos de prazos. A pesquisa citada acima realizada pela *Project Management Institute* (PMI) identificou um dado bastante relevante que em 2003, 72% das empresas apresentam retrabalhos devido aos atrasos em prazos e no último levantamento realizado, este número caiu para 26%. Américo Pinto (2018), coordenador da pesquisa, afirmou que as empresas estão cada vez mais despertando para a importância do investimento na Gestão de Projetos para

evitar desperdícios, orçamentos onerosos e projetos que sempre duram mais tempo que o previsto.

De acordo com Pelizza (2018), a aplicação do BIM na Gestão de Projetos é capaz de ajudar no cumprimento dos prazos das obras por possuir uma tecnologia de modelagem em 3D que possibilita uma visualização mais precisa e exata de todo o ciclo de vida do empreendimento, além de proporcionar um planejamento interdisciplinar da obra.

Segundo Rebello (2017), a melhor forma de cumprir os prazos de um empreendimento é através de um planejamento muito bem elaborado e preciso. Pelizza (2018) cita alguns recursos que o BIM possui para a realização do planejamento do empreendimento dentro da Gestão de Projetos para o cumprimento de prazos, que são:

- Compatibilização de projetos: O BIM realiza a compatibilização de projetos e detecta interferências antes da execução, diminuindo a chance de ocorrerem imprevistos e melhorando a assertividade do planejamento;
- Quantitativos: A extração de quantitativos é sempre precisa e conseqüentemente a precisão do planejamento será maior, tendo em vista que o prazo é conseqüência da quantidade x produção. Além de evitar que ocorra atraso nos prazos devido à falta de materiais;
- Facilidade de compreensão: O BIM possibilita uma visualização do decorrer da obra que facilita o entendimento do planejamento;
- Planejamento de canteiro de obras: Possibilita simular a alocação de máquinas e equipamentos no canteiro e simulações de logística.

Alguns exemplos de softwares em BIM que possuem esses recursos são o Revit e o Navisworks, ambos produzidos pela Autodesk. O maior diferencial do Navisworks é possibilitar a realização de simulações e análises de cronogramas e da logística de construção em 5D, desde o início ao fim da execução do projeto, conforme é possível visualizar o planejamento e cronograma de alguns serviços de um projeto na figura 23 (ALVES, 2017).

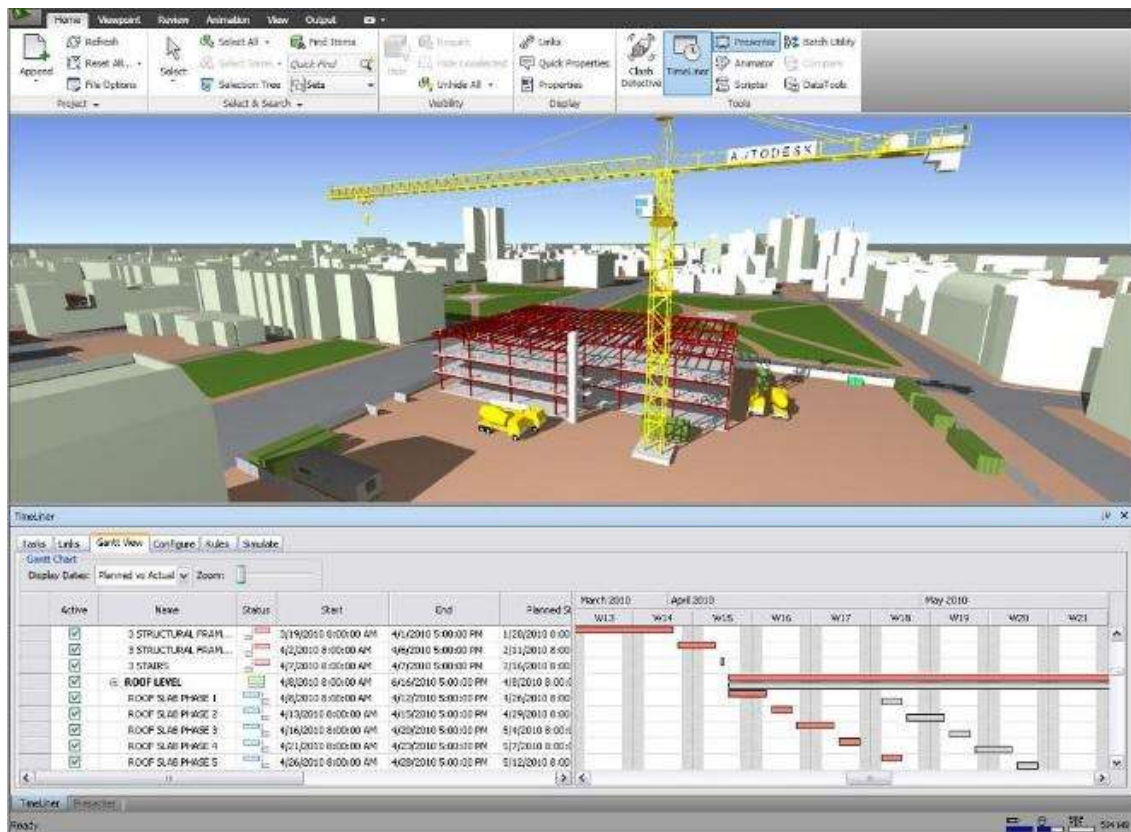


Figura 23 - Planejamento e Cronograma de alguns serviços. Construct. <https://constructapp.io/pt/planejamento-de-obras-softwares/>

Além de realizar análises de cronogramas para elaboração de um planejamento preciso, o software Navisworks é capaz de automatizar vários processos ligados à compatibilização através do dispositivo Clash Detection, conforme citado anteriormente, que possibilita que o software detecte automaticamente todos os cruzamentos entre elementos e identificando as interferências, como é possível visualizar na figura 24, o software é identificando uma interferência entre elementos que estão se cruzando, desta maneira é possível prever que imprevistos aconteçam e possibilitar o cumprimento de prazos (PELIZZA, 2018).

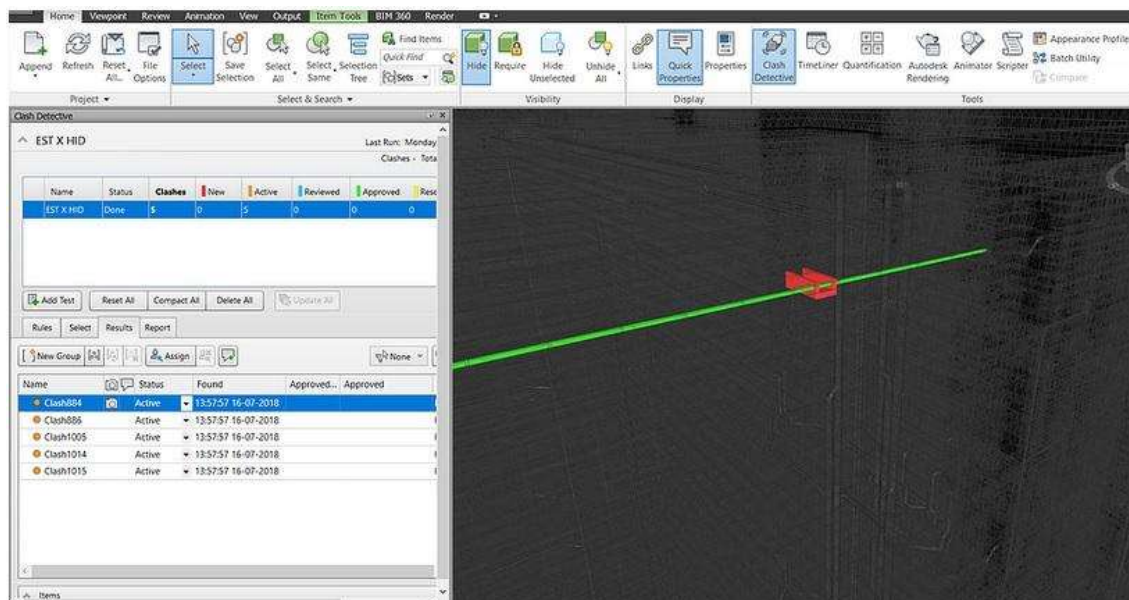


Figura 24 - Identificação de Interferências. BIM na prática. <https://bimnapratica.com/blog/compatibilizacao-de-projetos-com-bim>

De acordo com Dornelas (2012), todas as áreas da Gestão de Projetos se interagem muito bem com a metodologia BIM por utilizarem de conceitos similares de colaboração e trabalho compartilhado. Com a utilização simultânea das duas metodologias é possível realizar um planejamento bem elaborado, cronogramas precisos e cumprimento de prazos, além de outras vantagens citadas, trazendo grandes benefícios para os envolvidos.

5 INVESTIGAÇÃO DESENVOLVIDA

5.1 Metodologia de Investigação

Segundo Rodrigues (2007) para ser um método de investigação, tem que se levar em conta a forma de abordagem, sendo ela, qualitativa ou quantitativa, as fontes, de pesquisa bibliográfica, laboratorial ou de campo, os procedimentos de pesquisa de campo, fontes de papel, atendendo aos objetivos de carácter exploratório, descritivo, ou explicativo, e de acordo com a área da ciência, teórica, metodológica, empírica, ou prática.

Para a análise da comparação das metodologias CAD e BIM, foi utilizada a ferramenta de pesquisa Estudo de Caso, onde teve como base os dados fornecidos diretamente pela empresa Imperial Construções Ltda, pelo Engenheiro Civil Gabriel Monteiro dos Guimarães (2016), e os dados do artigo publicado pela Universidade do Minho, dos brasileiros Gustavo Henrique Nunes e Marlon Leão (2018), através de pesquisa do tipo qualitativa.

A pesquisa qualitativa, pode-se caracterizar como um método alternativo de pesquisa, contrário ao clássico, que tem como objetivo principal explicar um fenómeno ou problema que ocorre na realidade, com foco na interpretação e não na quantificação. Esse método, se caracteriza por ser dedutivo e objetivo. Os dados podem ser em forma de números, textos, imagens, entrevistas ou gravações (PASCHOARELLI, 2015).

Para Van der Maren (1987), a abordagem qualitativa é indutiva e em termos de processo, com desenvolvimento de teorias interpretativas e prescritivas. Piovesan e Temporini (1995) completa Van der Maren, afirmando a necessidade de tal interpretação através de dados não métricos tais como palavras, imagens, textos, gráficos, entre outras formas. Figura 25.

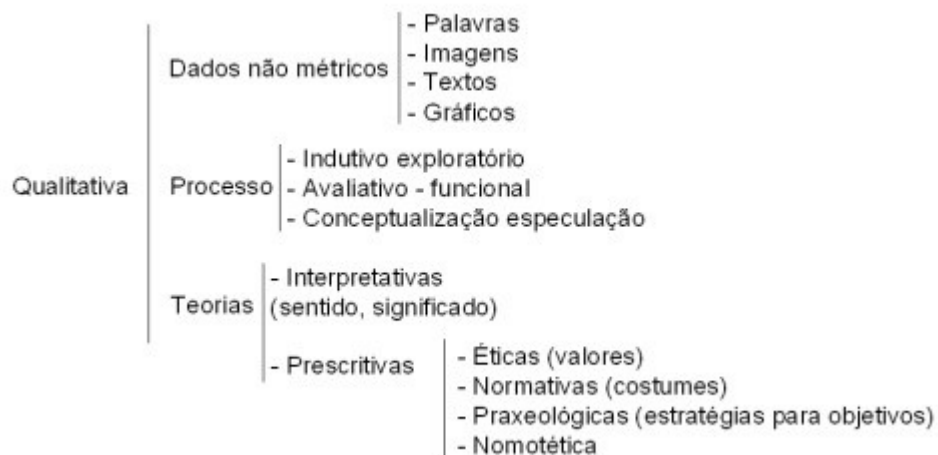


Figura 25 - Tipologias de estudo. Van der Maren (1987)

O Estudo de Caso destaca-se por ser uma estratégia empírica de pesquisa, que se busca estudar fenômenos a nível contemporâneo dentro de seu contexto e, especialmente quando o pesquisador tem pouco ou nenhum controle sobre os eventos investigados (YIN, 2001).

Esse tipo de estratégia de estudo, tem como objetivo aprofundar o conhecimento acerca de um problema não suficientemente definido, visando estimular o entendimento, sugerir hipóteses e questões ou desenvolver teorias (MATTAR, 1996 apud MIGUEL, 2007).

O investigador, nessa técnica, faz alegações de conhecimento com uma base bibliográfica inicial, ou em perspectivas construtivistas, ou em perspectivas reivindicatória, ou em ambas. Além disso, também se usam estratégias de investigação como narrativas, fenomenologias, etnografias, estudos baseados em teoria ou estudos de teoria com base na realidade, ocorrendo a realização de uma pesquisa, onde se coleta dados emergentes abertos com o objetivo principal de desenvolver temas a partir desses dados (CRESWELL, 2007).

Embora os estudos de caso sejam aplicados, de forma geral, em pesquisas exploratórias e explicativas, também podem ser usados em pesquisas do tipo descritivas, além de ser possível sua utilização em análises de ocorrências passadas, e realizar possíveis previsões (BRANSKI et al., 2010).

A dificuldade de generalizar os resultados obtidos e o tempo destinado com os estudos de caso são as maiores limitações desse tipo de pesquisa, mas seus pontos positivos quanto ao seu uso, sobressaem aos negativos (GIL, 1994). Além disso, pode trazer limitações de acesso aos dados e informações, resultando em um grande

consumo de tempo e, não necessariamente, ser conduzido em tempo real (SOUZA, 2005 apud MIGUEL, 2007).

A pesquisa possui o desenvolvimento de dois casos de estudo, com o objetivo de obter seus respectivos resultados, de modo a descrever, distribuir, contextualizar e finalizar com as conclusões. Vale ressaltar que o estudo foi feito na moeda brasileira, e para melhor entendimento a conversão para euro foi realizada com a cotação do dia 29/11/2020 fornecida pela Bolsa de Valores Morningstar. Onde 1(um) euro equivale a R\$6,39 (seis reais e trinta e nove centavos).

5.2 Estudo de caso I

O propósito desse primeiro estudo de caso é mostrar os atributos de cada sistema, comparando através deste estudo feito por Nunes (2018), ao nível de software, prazo e rendimento horário para elaboração dos projetos, entre o CAD tradicional e a metodologia BIM.

Para a comparação desenvolvida por Nunes (2018), o estudo foi realizado em base de uma edificação, com características predeterminadas pelo programa do governo federal brasileiro Minha Casa Minha Vida – MCMV. Projetos arquitetônicos, estrutural, hidro sanitário, elétrico e o cronograma físico-financeiro foram analisados.

Com a intenção de apresentar as prováveis vantagens do BIM, no que se refere, as possíveis modificações propostas pelo cliente, foi feito um ajuste no projeto, somando ao edifício um novo dormitório e um banheiro, tornando um dormitório, uma suíte. A Figura 26, representa os processos de investigação do estudo.



Figura 26 - Estágios do Estudo. Nunes (2018) Adaptado pela autora

5.2.1 Objeto de estudo

A elaboração do projeto da edificação teve base de referência, os projetos padronizados do programa MCMV. A maioria das edificações desenvolvidas pelo programa, tem como características: Sala; cozinha; 2 dormitórios; área de serviço e banheiro social. O projeto em estudo mantém-se padronizado com tais características.

Devido a compatibilidade do programa MCMV, a edificação inicialmente possui 75,18 m² de área construída, com cobertura de telha cerâmica e piso cerâmico. Após a soma na edificação de um terceiro dormitório e um banheiro à um dormitório, como dito anteriormente, a edificação passou a ter, 87,18 m². Na Figura 27 está representado o projeto inicial e o projeto com tais modificações.

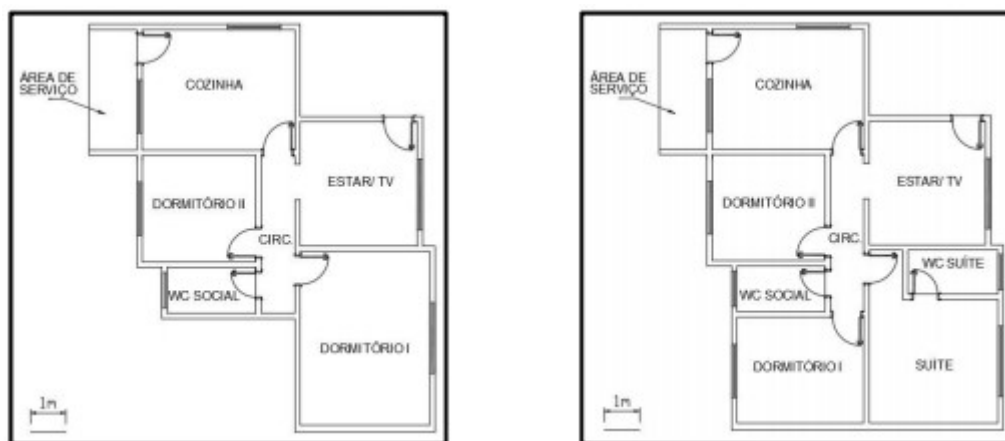


Figura 27 - Projeto Inicial. Nunes (2018) Adaptado pela autora

5.2.2 Software

O desenvolvimento dos projetos foram feitos em softwares designados para cada método. O sistema tradicional utilizou como ferramenta os seguintes softwares: CAD – AutoCAD 2015; SketchUp Make 2015; Eberick v8; Hydros v4 e Lumine v4. Para o desenvolvimento da Modelagem da Informação da Construção, o BIM, foi utilizado o Revit 2015, software mais utilizado e indicado para o mercado, e o Eberick v8.

O dimensionamento quantitativo e sua documentação foi estabelecida automaticamente na metodologia BIM, pela ferramenta REVIT, e na metodologia CAD foi necessária a utilização auxiliar da planilha eletrônica Microsoft Excel.

5.2.3 Operador

Um único operador desenvolveu todas as fases do processo, para a pesquisa obter o mesmo nível de qualidade dos desenhos. Vale ressaltar que no início da pesquisa, o mesmo não apresentava experiência na manipulação dos softwares. Portanto na fase inicial do estudo, foi necessário ocorrer um período de capacitação do operador, de seis meses, para treinamento correto da utilização das ferramentas.

5.2.4. Desenvolvimento de projetos e processos

Tabela 4 - Tabela 4 - Desenvolvimento dos processos. A autora.

	Desenvolvimento CAD	Desenvolvimento BIM
Arquitetônico	2D AutoCAD e 3D SketchUp	2D e 3D REVIT
Estrutural	Importação do Eberick para o AutoCAD	Importação do Eberick para o REVIT
Hidrossanitário	Importação do Hydros para o AutoCAD	REVIT
Elétrico	Importação do Lumine para o AutoCAD	Importação do Lumine para o AutoCAD
Cronograma Físico Financeiro	Planilha Proposta de Financiamento de Unidade Isolada – PFUI exigida pelo programa de financiamento MCMV - foram adotados valores estabelecidos no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI da Caixa Econômica Federal atualizada em Janeiro de 2016 (CEF, 2016).	

Considerações dos desenvolvimentos dos projetos:

- Projeto arquitetônico

O projeto arquitetônico foi desenvolvido pelo AutoCAD para o modo 2D e para o modo 3D a utilização do software SketchUp, isso para a tecnologia CAD.

Para a tecnologia BIM, o projeto 2D e 3D foi desenvolvido pelo software Revit, assim o processo de trabalho foi integrado e automatizado.

Para análise do início da pesquisa, foi feito um comparativo de horário de desenvolvimento dos processos, isso incluindo: interpretação do anteprojeto e layout, elevação tridimensional, projeto legal e projeto executivo (situação, planta de cobertura, planta baixa, dois cortes e duas elevações), definições e introdução de dados dos materiais.

- Projeto estrutural

Tarrafa (2012) e Müller (2015), afirma que o software Revit não opera dimensionamentos estruturais. A ferramenta é utilizada particularmente no desenvolvimento de modelagens altamente detalhadas para assim serem compartilhadas com softwares que exibam ligação e eficiência no cálculo e análise estrutural.

Em razão das restrições de dimensionamento estrutural da ferramenta Revit. A estrutura foi dimensionada e importada do software Eberick para as duas metodologias.

O desenvolvimento do projeto no Eberick foi feito em processos considerando as seguintes etapas: definição de linhas de referência de locação da estrutura na planta baixa do projeto arquitetônico; importação CAD e lançamento da estrutura, bem como cargas atuantes; dimensionamento; análise/verificação das armaduras e desenho das pranchas.

Na ferramenta Revit foi feita modelagem estrutural através dos resultados extraídos do Eberick, buscando uma visualização integrada junto às demais disciplinas.

- Projeto hidro sanitário

O projeto hidro sanitário, no método tradicional, foi desenvolvido a partir do traçado do caminho da tubulação feito no mesmo arquivo do projeto arquitetônico do software AutoCAD. Dispensando os detalhamentos, como layout, corte e elevação, assim o deixando o projeto mais limpo para receber as informações do projeto hidro sanitário, informações, fornecido pelo software Hydros, como a importação da disposição do projeto. Após análise, reajuste e dimensionamento da tubulação, foi de fato desenvolvido o detalhamento final das instalações, lista de materiais e desenho executivo no próprio arquivo do AutoCAD.

O desenvolvimento do projeto pela metodologia BIM foi feito completamente de maneira integrada no software Revit, em um único arquivo. Foi possível tal desenvolvimento devido a plataforma possui em sua biblioteca o sistema de dimensionamento norte-americano, um pouco diferente do da norma brasileira. Porém é possível configurar os templates para ter um modelo de projeto dentro na norma nacional. Para o estudo foi utilizado o template configurado para as normas padrões brasileiras.

- Projeto elétrico

O projeto elétrico foi desenvolvido a partir de pontos elétricos colocados no projeto arquitetônico no AutoCAD, como no desenvolvimento do projeto hidro sanitário. Logo depois, através do software Lumine, o arquivo foi analisado e acertado conforme as operações do programa do projeto elétrico. A definição do detalhamento das instalações e lista de materiais é feita após o dimensionamento, juntamente com o desenho executivo.

No software Revit foi desenvolvido de modo integrado, seguindo o dimensionamento obtido com auxílio do Lumine.

- Cronograma físico financeiro

Para as duas metodologias estudadas foi utilizada a planilha exigida pelo programa de financiamento Minha Casa Minha Vida, a Proposta de Financiamento de Unidade Isolada – PFUI. Os valores estabelecidos no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI da Caixa Econômica Federal atualizada em Janeiro de 2016 (CEF, 2016), foram utilizados para determinar a composição do orçamento.

5.2.5. Avaliação comparativa

Para a análise de comparação do prazo de desenvolvimento dos projetos, dois métodos foram considerados. Primeiramente questões de introdução dos dados dos materiais, sincronia dos desenvolvimentos dos processos, gasto de produção das disciplinas, qualidade e propriedade dos detalhamentos e visualização imediata da modelagem.

O tempo necessário para o desenvolvimento dos processos foi documentado em anotações manuais e em planilha eletrônica, em horas, pelo operador. Através das anotações, foram desenvolvidos tabelas e gráficos com as comparações de forma dinâmica e sintetizada.

Através da Associação Brasileira de Engenheiros Civis – ABENC é possível acesso ao valor da hora técnica de projeto estabelecido pela Associação, disponível na tabela x. Os valores em reais por metro quadrado (R\$/m²) foram determinados a partir da relação metro quadrado/hora de projeto (m²/h). Assim, foram apresentados a comparação de tempo através de gráficos gerados. gráficos, analogamente à apresentação do comparativo de tempo

Tabela 5 - Tabela 5 - Custo por Atividade. Nunes (2018) Adaptado pela autora

Projetos	Custo por Metro Quadrado (R\$/m ²)	Custo por Metro Quadrado Conversão em Euro (€/m ²)
Arquitetônico	35,09	5,49
Estrutural	11,57	1,81
Hidrossanitário	7,02	1,10
Elétrico	8,54	1,34
Cronograma Físico Financeiro	20% de todos os projetos	20% de todos os projetos

5.2.6. Análise de resultados

Para a metodologia CAD, em caso de alteração, é necessário um maior tempo, visto que todas as modificações, devem ser manuais em todos os objetos, pela modelagem do software ser representada graficamente através de coordenadas geométricas.

Para a metodologia BIM a modelagem é desenvolvida por modelos paramétricos dos elementos construtivos. Sendo assim, possíveis alterações práticas e automáticas, que afetava toda a modelagem. O mesmo serve para a inserção dos componentes e características dos materiais, que podem ser alteradas até o final do projeto. Assim contribuindo na qualidade da metodologia, potencializando-a para sua inserção definitiva dos processos e produtos do setor AEC.

5.2.6.1. Tempo de desenvolvimento de projetos e processos da edificação (sem alteração)

O projeto completo desenvolvido pela metodologia BIM, obteve um tempo de 11% a menos do que o projeto desenvolvido pela metodologia CAD. O Gráfico 4, mostra em resumo o tempo necessário por atividade e o acumulado, para o desenvolvimento dos processos.

As maiores vantagens de prazo do desenvolvimento dos processos pela ferramenta BIM, está na elaboração do projeto arquitetônico e do cronograma físico financeiro. Entretanto, para o desenvolvimento do projeto estrutural e elétrico, a

ferramenta CAD apresentou mais favorável. A seguir, as análises individuais por atividades.

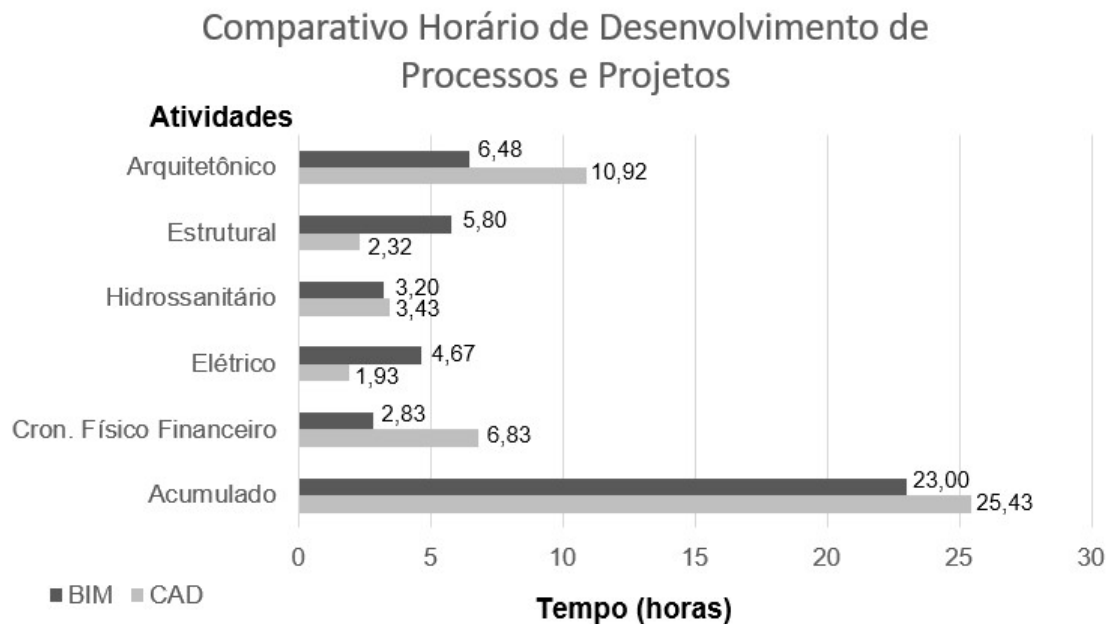


Gráfico 4 - Comparativo Horário: Nunes (2018) Adaptado pela autora

I) Arquitetônico

Constata-se que as definições (layers, famílias, materiais, elementos, etc.) requisitaram um prazo maior no software BIM (Tabela x). Portanto, nota-se que a maior diferença concebe no desenvolvimento de cortes e elevações. Item que também se destaca referente à representação 3D. Enquanto na metodologia CAD foi necessário 2,33 horas manipulando o SketchUp após a definição do projeto em 2D no AutoCAD, no Revit a elevação tridimensional foi sendo elaborada simultaneamente à representação 2D.

Tabela 6 - Tabela 6 - Desenvolvimento do Processo Arquitetônico por hora. Nunes (2018) Adaptado pela autora

Arquitetônico	Metologia CAD (h)	Metodologia BIM (h)
Definições	0,75	4,25
Layout	0,83	0,75
Representação 3D	2,33	X
Projeto Legal (implantação)	0,53	0,43
Projeto Executivo (planta baixa, planta de cobertura)	1,48	1,05
Projeto Executivo (cortes)	4,20	X
Projeto Executivo (elevações)	0,78	X
TOTAL	10,92	6,48

Após a construção da planta baixa a perspectiva 3D da edificação já se encontra integrada e parametrizada. A Figura 28 mostra as imagens tridimensionais produzidas por softwares CAD e BIM



Figura 28 - 3D em ferramenta CAD e BIM. Nunes (2018)

Compreende-se também na Tabela 6, que os cortes e elevações modelados em BIM, de modo semelhante à representação tridimensional, não demoram tanto tempo, pois são obtidos automaticamente no painel da interface da ferramenta. O processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico completo pelo Revit foi 41% mais vantajoso que o processo desenvolvido no AutoCAD.

II) Estrutural

Nas duas metodologias estudadas, o processo de desenvolvimento do projeto estrutural foi a mesmo, pois ambas utilizaram o mesmo software para dimensionamento do projeto. Portanto, na maior parte das etapas, elas possuíram prazo de tempo, correspondente, como apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Desenvolvimento do Processo Estrutural por hora. Nunes (2018) adaptado pela Autora

Estrutural	Metologia CAD (h)	Metodologia BIM (h)
Definições de Software	0,42	0,42
Preparação Arquitetônico	0,25	0,25
Lançamento da Estrutura	0,57	0,57
Dimensionamento	0,07	0,07
Análise (verificações)	0,33	0,33
Detalhamento (modelagem BIM)	0,32	3,80
Desenho Executivo	0,37	0,37
TOTAL	2,32	5,80

A Figura 29 apresenta a estrutura 3D modelada no Revit, dimensionada e detalhada, pois para a metodologia BIM foi necessário esse desenvolvimento, devido a incapacidade de comunicação entre o software Eberick e o Revit, demandando um prazo maior que o método tradicional.



Figura 29 - Estrutura em 3D. Nunes (2018)

III) Hidro sanitário

Para o processo de desenvolvimento do projeto hidro sanitário, a diferença entre eles é pequena, como nota-se na Tabela 8. Porém, na atividade de preparação do arquitetônico, na modelagem BIM, é realizado de forma integrada, sendo irrelevante essa etapa.

Tabela 8 - Desenvolvimento Hidro sanitário por hora. Nunes (2018) adaptado pela Autora.

Hidro sanitário	Metologia CAD (h)	Metodologia BIM (h)
Definições de Software	0,12	0,75
Preparação Arquitetônico	0,47	X
Lançamento das Tubulações e Conexões	0,83	1,42
Dimensionamento	0,07	0,03
Análise da Tubulação (verificações)	0,33	0,25
Detalhamento das instalações	0,20	0,50
Desenho Executivo	1,42	0,25
TOTAL	3,43	3,20

A Figura 30 abaixo, apresenta detalhes do projeto hidro sanitário nas duas metodologias. Percebe-se que a representação pela metodologia BIM é apresentada de forma melhor.

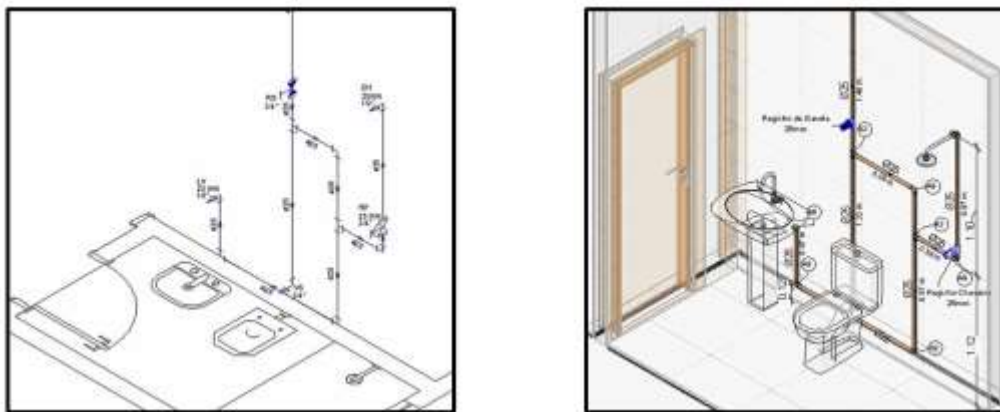


Figura 30 - Dimensionamento Hidrossanitário em CAD e em BIM. Nunes (2018) adaptado pela Autora.

IV) Elétrico

O Software Revit, durante o desenvolvimento da pesquisa, apresentou algumas limitações, a ferramenta não possui todas os requisitos de dimensionamento, deixando a desejar em cálculos de segurança, como o de proteção de disjuntores e definição do percurso da fiação.

Foi realizado dimensionamento a parte do projeto estrutural no Revit, porém o projeto elétrico ficou limitado a representação gráfica, através dos resultados obtidos e extraídos da ferramenta Lumine. Implicando um tempo maior de desenvolvimento do processo do que na metodologia CAD.

Tabela 9 - Desenvolvimento Elétrico por hora. Nunes (2018) adaptado pela Autora.

Elétrico	Metologia CAD (h)	Metodologia BIM (h)
Definições de Software	0,25	0,58
Preparação Arquitetônico	0,25	0,25
Lançamento dos Condutores e Pontos Elétricos	0,42	0,35
Dimensionamento	0,17	X
Análise dos Condutores	0,38	0,22
Detalhamento das instalações	0,13	3,08
Desenho Executivo	0,33	0,18
TOTAL	1,93	4,67

V) Cronograma físico financeiro

O processo de desenvolvimento da planilha pelo método BIM acontece em 2/5 do tempo do método CAD. Devido, ao seu levantamento quantitativo automático, inserido no processo da atividade de modelagem arquitetônica. A Tabela x apresenta

o tempo demandado por ambas metodologias para preenchimento da planilha PFUI, exigida pelo programa MCMV.

Tabela 10 - Cronograma Físico Financeiro por hora. Nunes (2018) adaptado pela Autora.

Cronograma Físico Financeiro	Metologia CAD (h)	Metodologia BIM (h)
Planilha PFUI	6,83	2,83

5.2.6.2. Remuneração horária para desenvolvimento de projetos e processos da edificação (sem alteração)

O Gráfico 5 apresenta a remuneração horária (R\$/h), comparação feita através do prazo demandado para desenvolvimento das atividades do projeto.

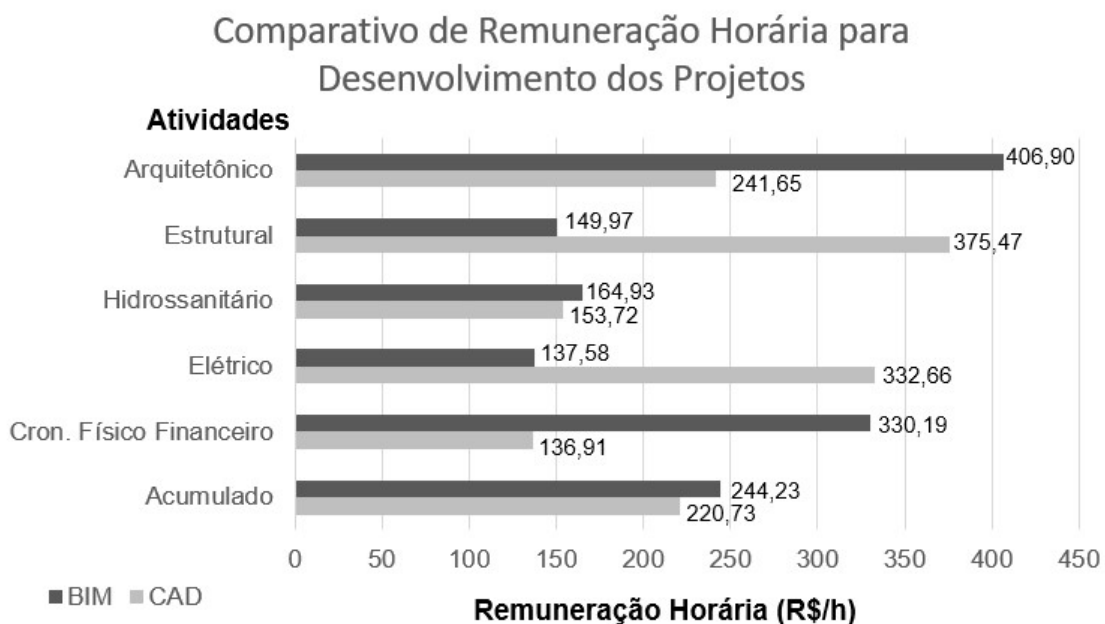


Gráfico 5 - Comparativo De Remuneração Horária . Nunes(2008) adaptado pela Autora.

Tabela 11 - remuneração horária (€/h). Autoria própria.

Atividades	CAD	BIM
Acumulado	€ 34.54	€ 38.22
Cron. Físico Financeiro	€ 21.43	€ 51.67
Elétrico	€ 52.06	€ 21.53
Hidrossanitário	€ 24.06	€ 25.81
Estrutural	€ 58.76	€ 23.47
Arquitetônico	€ 37.86	€ 63.68

5.2.6.3. Tempo de desenvolvimento de projetos e processos da edificação (com alteração)

A alteração da edificação em questão mostrou que a proporção de diferença horária por disciplina abordada, aproxima-se da relação comparativa apresentada na Figura 31. Entretanto, o tempo demandado para alteração dos projetos com o método BIM foi 21% menor que o CAD.

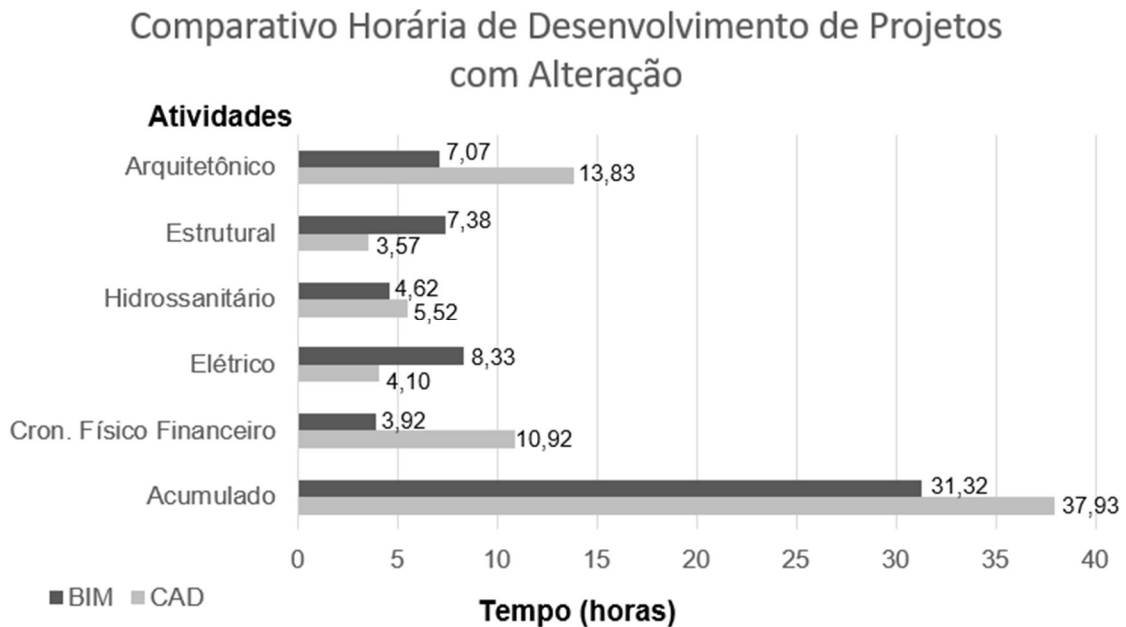


Figura 31 - tempo demandado para alteração dos projetos com o método BIM.

A alteração por meio do projeto arquitetônico exigiu um esforço maior no método CAD, visto que este não possui a integração entre os demais. O BIM propicia, por exemplo, cortes e elevações automáticas. Essa característica promove maior

agilidade nos projetos desenvolvidos com o BIM no caso de alterações, visto que há centralização dos vários escopos e entregas em um mesmo banco de dados, dando economia de tempo e custos, ganhando produtividade.

O projeto hidro sanitário também teve alteração mais fácil com a metodologia BIM. Os esforços e retrabalhos demandados no sistema CAD foram automatizados no BIM devido ao detalhamento integrado de projetos no Revit, que entrega as vistas, cortes e demais detalhamento após a modelagem de um modelo simples.

Entretanto, a alteração dos projetos estrutural e elétrico ocasionou um esforço de maior no método BIM. A ferramenta Revit, desacompanhada de extensões, não possui recursos suficientes para o desenvolvimento completo desses projetos, isso é, necessita-se de novas ferramentas como por exemplo o Dynamo. A modelagem se torna um processo manual requerendo mais tempo em sua execução. No entanto, conforme já citado, esse esforço proporciona um modelo virtual da edificação, que influencia em melhores decisões de projeto e execução. A Figura 32 mostra a edificação final com os projetos interdisciplinares integrados.



Figura 32 - edificação final com os projetos interdisciplinares integrados.

5.2.6.4. Remuneração horária para desenvolvimento de projetos e processos da edificação (com alteração)

A Figura 33 mostra a remuneração horária (R\$/h) dos serviços para desenvolvimento dos processos de projeto a partir das alterações realizadas em ferramentas CAD e BIM.

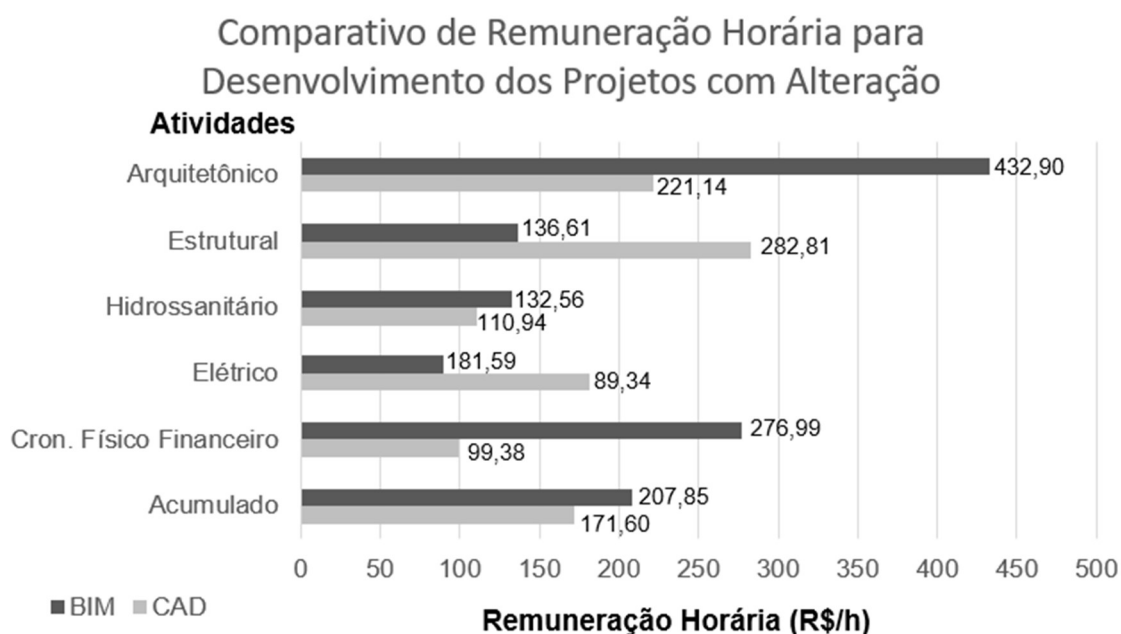


Figura 33 - remuneração horária (R\$/h)

A Tabela 12 mostra a remuneração horária (€/h) dos serviços para desenvolvimento dos processos de projeto a partir das alterações realizadas em ferramentas CAD e BIM.

Tabela 12 - Remuneração horária (€/h).

Atividades	CAD	BIM
Acumulado	€ 26.85	€ 32.53
Cron. Físico Financeiro	€ 15.55	€ 43.35
Elétrico	€ 28.42	€ 13.98
Hidrossanitário	€ 17.36	€ 20.74
Estrutural	€ 44.26	€ 21.38
Arquitetônico	€ 34.61	€ 67.75

5.2.6.5. Conclusões do estudo

A deficiência de normas nacionais que regulamentam o BIM é uma das barreiras para emprego dessa tecnologia na indústria AEC. Apesar do esforço do Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior, que disponibiliza um banco de dados com componentes BIM e incentiva o emprego dessa tecnologia em construções de baixa renda, ainda não há conteúdo suficiente para a Modelagem da Informação da Construção. O usuário, por muitas vezes, precisa criar o seu próprio material ou

comprar em bancos de dados externos. O que justifica, em parte, o não uso da metodologia em maior escala.

O Revit, apesar de apresentar interface relacionada, apresenta funcionalidade limitada na elaboração de projetos estruturais e elétricos devido à ausência de compatibilidade com normas brasileiras de representação e dimensionamento.

O processo de realização do projeto estrutural no Revit fica limitado à modelagem e requer eventuais análises em outros softwares, como o Robot, por exemplo. Contudo, essa disciplina de projeto vem apresentando evolução, a partir de investimentos das companhias desenvolvedoras de software em ferramentas que apresentam suporte BIM. Situação essa, por exemplo, da companhia AltoQI, desenvolvedora da ferramenta Eberick, que em novas versões promete melhorias na interface BIM.

Por sua vez, o desenvolvimento do projeto elétrico no Revit apresenta desvantagens. Uma delas é a não apresentação do fio retorno em circuitos de iluminação. Também, precisa de adaptações representativas e pede o uso de técnicas de automatização de processos a partir de extensões, como o Dynamo.

Apesar de algumas desvantagens e não abranger todas as faces de projetos, as tarefas automatizadas em BIM colaboram para um processo até 11% mais eficaz, em comparação ao sistema CAD tradicional. Os resultados também mostraram que as alterações trazem um processo até 21% mais rápido que o convencional. Como apresenta a tabela comparativa 13.

Tabela 13 - Quadro Comparativo.

Quadro Comparativo		
Atividades	Comparativo Horário de Desenvolvimento de Projetos e Processos (h)	Comparativo Horário de Desenvolvimento de Projetos e Processos com alteração(h)
Acumulado CAD	25,43	37,93
Acumulado BIM	23,00	31,32

Cabe salientar, que as conclusões aqui expostas referem-se especificamente a este estudo de caso, frente às condições disponíveis de ferramentas e habilidade técnica do operador, analogamente.

Na avaliação geral, o presente estudo comprovou a superioridade do método BIM em relação ao método CAD tradicional no desenvolvimento de projetos típicos

AEC. Quando os problemas de interoperabilidade e incompatibilidade com normas brasileiras forem solucionados o BIM apresentará valores de produtividade e remuneração superiores aos determinados por essa pesquisa.

5.3 Estudo de caso II

O estudo de caso foi realizado no município de João Pessoa, Pernambuco, Brasil, pelo Engenheiro Civil Gabriel Monteiro dos Guimarães, durante a execução da obra do edifício Imperial Bessa Residence. Para a área de estudo, já havia sido utilizado um orçamento pelo método de orçamentação tradicional (CAD e Excel) e foi realizado um novo orçamento a partir da plataforma BIM (Revit e Arquimedes) afim de comparar o tempo de orçamentação, o custo do orçamento, a precisão e o custo de hora trabalhada pelo engenheiro orçamentista.

Para a análise e realização desse estudo, a empresa forneceu dados como, planilhas orçamentárias, projetos executivos e informações sobre o tempo de realização do orçamento e conseqüentemente o custo. A figura 34, representa os processos de investigação do estudo.



Figura 34 - processos de investigação do estudo.

5.3.1 Descrição do Empreendimento

É preciso mensurar que a obra analisada foi o edifício Imperial Bessa Residence que é um empreendimento residencial multifamiliar com um total de 7 pavimentos contendo 87 apartamentos residenciais com 14 tipos de plantas distribuídos em térreo, 3 pavimentos tipo, 2 pavimentos tipo com área descoberta mais um pavimento subsolo, contendo 3 elevadores sociais e 1 de serviço. O empreendimento completo tem uma área construída de 14.698,73 m² sendo 5634,80 m² de área interna privada, 1270,20 m² de área externa privada, 1306,65 m² de área de lazer e 4471,80 m² de garagem assim como mostra nos cálculos da Tabela X a seguir.

Segundo o Item 5.7 Área Equivalente, da NBR 12721:1999, que foi prescrito à ABNT pela Lei Federal 4.591/64, com as alterações introduzidas pela Lei Federal 4.864/65 e alterações posteriores, afirma “Área virtual cujo custo de construção é equivalente ao custo da respectiva área real, utilizada quando este custo é diferente do custo unitário básico da construção adotado como referência. Pode ser, conforme o caso, maior ou menor que a área real correspondente”. Portanto, conforme subitem 5.7.3 da NBR 12721:1999 os coeficientes médios são:

Podem ser utilizados os seguintes coeficientes médios que foram utilizados no cálculo de equivalência de áreas dos projetos - padrão:

- a) garagem (subsolo): 0,50 a 0,75;
- b) área privativa (unidade autônoma padrão): 1,00;
- c) área privativa salas com acabamento: 1,00;
- d) área privativa salas sem acabamento: 0,75 a 0,90;
- e) área de loja sem acabamento: 0,40 a 0,60;
- f) varandas: 0,75 a 1,00;
- g) terraços ou áreas descobertas sobre lajes: 0,30 a 0,60;
- h) estacionamento sobre terreno: 0,05 a 0,10;

Tabela 14 - Área Equivalente da Construção.

Cálculo da Área Equivalente da Construção (AEqC)			
Localização	Área (m²)	Coef.	AEqC (m²)
Área de Garagem	4471,80	0,50	2235,90
Área Externa Térreo	1306,65	1,00	1306,65
Área Interna Comum	1440,76	1,00	1440,76
Área Interna Privada	5634,80	1,00	5634,80
Área Externa Privada	1270,20	0,60	762,12
Área de Coberta	574,52	0,50	287,26
TOTAL	14698,73		11667,49

Após realizar uma pesquisa no mercado imobiliário da região, foi constatado que o custo do metro quadrado para venda variou entre R\$ 3.500,00 e R\$6.500,00 reais, (entre € 547,73 e € 1,017.21) a empresa adotou para este empreendimento o valor de venda do metro quadrado de R\$ 4.500,00 reais (€ 704,26). Partindo da área equivalente de venda (AEqCV) onde área interna tem fator de multiplicação 1 e área

externa foi utilizado o fator de multiplicação 0,6. Sabendo que os 87 apartamentos são distribuídos da seguinte forma como mostra a Tabela 15:

Tabela 15 - Cálculo da Área Equivalente de Venda-

Cálculo da Área Equivalente de Venda (AEqCV)						
TIPO	QDT	Coefficiente de área interna	Á. INT (m ²)	Coefficiente de área externa	Á. EXT. (m ²)	AEqCV (m ²)
1	6	1,00	70,00		0,00	420,00
2	34	1,00	60,00		0,00	2040,00
3	4	1,00	85,00		0,00	340,00
4	4	1,00	70,00		0,00	280,00
5	4	1,00	80,00		0,00	320,00
6	23	1,00	65,00		0,00	1495,00
7	3	1,00	73,00		0,00	219,00
8	3	1,00	70,00		0,00	210,00
9	1	1,00	140,00	0,60	105,00	203,00
10	1	1,00	140,00	0,60	138,00	222,80
11	1	1,00	154,00	0,60	290,00	328,00
12	1	1,00	130,00	0,60	238,00	272,80
13	1	1,00	130,00	0,60	213,00	257,80
14	1	1,00	152,60	0,60	240,00	296,60
TOTAL						6905,00

Após o cálculo da área equivalente de venda, e a decisão do custo do metro quadrado de venda, para chegar ao Valor Geral de Venda (VGV), é preciso fazer a multiplicação da Área Equivalente de Venda (6905,00 m²), pelo Valor de Venda do metro quadrado (R\$ 4.500,00) (€ 704,26), onde se chegou ao valor de R\$ 31.072.500,00 (Trinta e um milhões, setenta e dois mil e quinhentos reais) ou € 4.862.676,05. (Quatro milhões, oitocentos e sessenta e dois mil, seiscentos e setenta e seis euros e cinco cêntimos).

Mas além disso por questões contratuais, a compra do terreno foi realizada através de uma permuta com os proprietários do terreno onde seria pago R\$ 488.000,00 (Quatrocentos e oitenta e oito mil reais) ou € 76.369,32 (Setenta e seis mil, trezentos e sessenta e nove euros e trinta e dois cêntimos) em espécie e o resto trocado em área somando um total de 1143 m² somando um total de 18,12% do VGV da obra. Multiplicando a área da permuta (1143 m²) pelo preço de venda (R\$ 4.500,00) (€ 704,26) adotado pela empresa, o valor a ser descontado do VGV foi de R\$

5.143.500,00 (Cinco milhões, cento e quarenta e três mil e quinhentos reais) ou € 804.929,58 (Oitocentos e quatro mil e novecentos e vinte e nove euros e cinquenta e oito cêntimos). Finalizando a análise, a empresa ficou com um VGV Real de R\$ 25.929.000,00 (Vinte e cinco milhões e novecentos e vinte e nove mil reais), equivalente a € 4.057.746,48 (Quatro milhões, cinquenta e sete mil, setecentos e quarenta e seis euros e quarenta e oito cêntimos).

5.3.2 Descrição do Orçamento pelo Método Tradicional

Para a elaboração desse orçamento, a empresa só possuía os projetos arquitetônicos e estrutural, precisando assim estimar os custos de todas as instalações pois não estavam com o projeto finalizado. A partir disso, utilizou-se planilhas eletrônicas em Excel e realizou o levantamento quantitativo para registrar os dados levantados dos projetos. Em seguida foram feitos os levantamentos quantitativos dos serviços a serem executados na obra sendo registrado todos os cálculos em um memorial de cálculo.

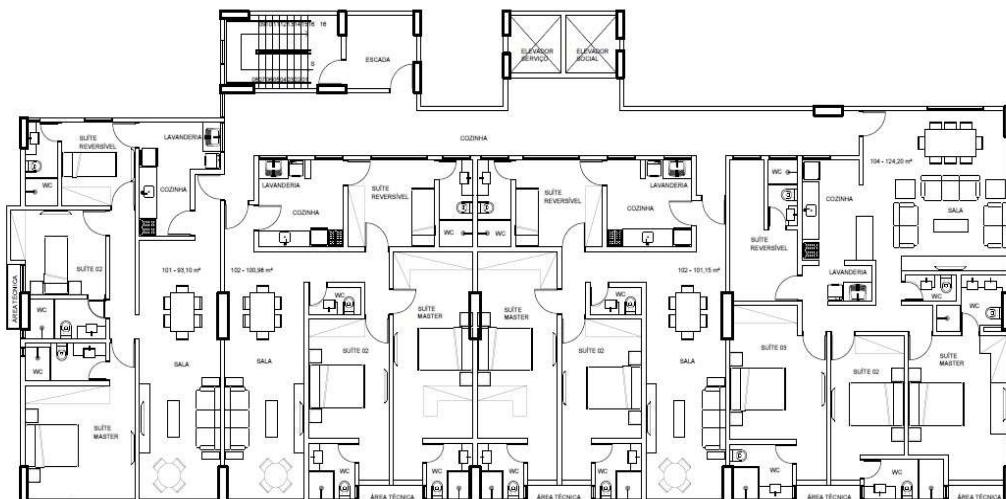


Figura 35 - Planta baixa.

Após o levantamento das quantidades, as mesmas foram exportadas para o sistema de pacote da Microsoft Office, o Excel. Ele foi usado para o registro do memorial de cálculo e do levantamento dos quantitativos dos projetos. Depois foi

elaborada uma planilha orçamentária com as quantidades e preços utilizados pela empresa de acordo com seu banco de dados próprio e composições de custo unitário utilizadas pela empresa ao longo dos anos.

O processo de levantamento quantitativo dos serviços da obra é uma tarefa de grande importância para o projeto, visto que um erro nas quantidades pode gerar prejuízos catastróficos no orçamento, pois os serviços e materiais variam muito suas unidades o que fica sujeito a erro, portanto, o engenheiro orçamentista deve ter organização nos seus cálculos para que os mesmos possam ser acessados para análises posteriores.

A organização da planilha orçamentária foi feita em diversas sub planilhas referentes a levantamentos quantitativos de esquadrias, vedações, revestimentos, pontos de instalações e acabamentos de todas as quantidades referentes aos serviços a serem realizados na obra. Após essa etapa, foi adicionado a planilha orçamentária os custos indiretos como administração local da obra, custos de manutenção do canteiro, projetos e serviços gerais que completam o custo total do empreendimento.

Depois de organizada a planilha orçamentária e preenchida com os quantitativos dos serviços a serem executados na obra mais os custos indiretos de administração local, estrutura de canteiro e ensaios tecnológicos, a empresa chegou a um custo final de R\$ 12.719.543,27 (Doze milhões, setecentos e dezenove mil, quinhentos e quarenta e três reais e vinte e seis centavos), equivalente a € 1.990.538,85 (Um milhão, novecentos e noventa, quinhentos e trinta e oito e oitenta e cinco centavos).

A seguir será apresentado a Tabela 16 com o resumo de análise do orçamento da construtora pela área equivalente de venda.

Tabela 16 - Orçamento da Construtora com Metodologia CAD.

Orçamento da Construtora com Metodologia CAD	
Área equivalente de construção (m ²)	11.667,49 m ²
Custo por metro quadrado de construção (R\$/m ²)	R\$ 1.090,17
Área equivalente de venda (m ²)	6905,00 m ²
Custo por metro quadrado de venda (R\$/m ²)	R\$ 1.842,08
Total geral da obra (R\$)	R\$ 12.719.543,27

Tabela 17 - Orçamento da Construtora.

Orçamento da Construtora	
Área equivalente de construção (m ²)	11.667,49 m ²
Custo por metro quadrado de construção (€/m ²)	€ 170.61
Área equivalente de venda (m ²)	6905,00 m ²
Custo por metro quadrado de venda (€/m ²)	€ 288.28
Total geral da obra (€)	€ 1.990.538,84

5.3.3 Descrição do Orçamento pela Metodologia BIM 5D

Ao aceitar utilizar a metodologia BIM para realizar orçamentos, foi preciso escolher as ferramentas (softwares) que estão disponíveis para uso. A partir disso, a empresa optou por escolher o Autodesk Revit para fazer a modelagem e quantificação dos serviços, e o software Arquimedes para a elaboração da planilha orçamentária.

Para os levantamentos quantitativos, foi construído um modelo em 3D no Autodesk Revit com materiais especificados e quantificados. Esse levantamento quantitativo foi cronometrado afim de analisar o tempo gasto para quantificar os serviços que serão realizados.



Figura 36 - Projeto 3D.

O software Arquimedes contém diversas bases de dados como Sinapi, TCPO, CYPE 10 entre outros, a utilizada para esse orçamento foi a TCPO. Nele foi elaborado

uma nova planilha orçamentária e depois importado do Revit seus quantitativos através de passos onde manterão vinculados os arquivos para eventuais mudanças evitando assim, ter que refazer os quantitativos e ficar atualizando a planilha orçamentária. O Arquimedes por ser um orçamento profissional para orçamentos, já vem com relatórios próprios que geram resumos do orçamento, curvas ABC de material, serviço e mão de obra, assim como curva S, cronograma físico financeiro, especificações técnicas e entre outros em uma fração de segundos e de forma organizada e precisa.



Figura 37 - Projeto 3D.

A partir das figuras 36 e 37, já possível ver a imagem real do empreendimento em 3D com diversas vistas o que facilita a visualização e já tendo automaticamente suas quantidades de materiais para utilização no orçamento. A seguir será mostrado nas tabelas 18, 19 e 20, exemplos de tabelas de exportação de quantitativos do software com plataforma BIM para exportação das quantidades para qualquer utilidade, nesse caso servirá para exportação dos quantitativos para o software de orçamento.

Tabela 18 - Quantitativo dos Materiais.

Quantitativo dos Materiais		
Materias	Quantidade (m²)	Composição
Alvenaria de 19cm	744.67 m²	04211.8.2.4
Alvenaria de 9 cm	14681.63 m²	04211.8.2.3
Cerâmica branca 20x60cm	6019.17 m²	09706.8.3.1
Cerâmica Escada	374.13 m²	09627.8.3.1
Cerâmica para Área Externa Branco Padrão	1035.26 m²	09706.8.3.5
Contra piso	10237.81 m²	09605.8.1.1
Gesso	8161.65 m²	09500.8.8.1

Granilite	4471.42 m ²	02752.8.3.1
Pastilha Cerâmica Azul 05x10cm	1877.23 m ²	09706.8.3.5
Pastilha Cerâmica Azul 05x10cm Piscinas	806.12 m ²	09706.8.3.5
Pastilha Cerâmica branca 05x10cm	4884.00 m ²	09706.8.3.5
Pastilha Cerâmica Beige 05x10 cm	131.95 m ²	09706.8.3.5
Pintura Área Técnica	493.77 m ²	09706.8.3.5
Pintura Branca	14661.17 m ²	09115.8.12.1
Pintura Parede de Garagem	736.24 m ²	02752.8.3.1
Porcelanato anti-derrapante Área das coberturas	1064.70 m ²	02752.8.3.1
Porcelanato anti-derrapante Área do térreo	1171.60 m ²	02752.8.3.1
Porcelanato esmaltado 60x60cm	6951.00 m ²	09606.8.5.1
Reboco Externo	6141.59 m ²	09705.8.2.21
Reboco Interno	24221.93 m ²	09705.8.2.13

Tabela 19 - Quantitativo de Portas.

Quantitativo de Portas			
Código	Quantidade	Comprimento (m)	Altura (m)
P01	182	0,66	2,10
P03	269	0,86	2,10
P04	5	0,96	2,10
P06	3	0,86	2,10
P10	19	0,90	2,10

Tabela 20 - Quantitativo de Janelas.

Quantitativo de Janelas				
Código	Quantidade	Comprimento (m)	Altura (m)	Área (m ²)
J07	172	1.2	1	206.40 m ²
J08	76	2.5	2.1	399.00 m ²
J11	84	2	0.5	84.00 m ²
J18	185	1	0.5	92.50 m ²
J19	28	2.7	2.1	158.76 m ²
J20	6	1.5	0.5	4.50 m ²
J21	6	4	1.55	37.20 m ²
J27	18	2.5	1.55	69.75 m ²
J30	1	1.5	2.1	3.15 m ²
J31	1	4	2.1	8.40 m ²
J32	5	3.3	2.1	34.65 m ²
J34	1	5.5	2.1	11.55 m ²

Depois de organizada a planilha orçamentária e preenchida com os quantitativos importados do Revit para as composições dos serviços a serem executados na obra

mais os custos indiretos de administração local, estrutura de canteiro e ensaios tecnológicos, a empresa chegou a um custo final de R\$ 13.302.171,81 (Treze milhões, trezentos e dois mil, cento e setenta e um reais e oitenta e um centavos), equivalente a € 2.161.045,082 (Dois milhões, cento e sessenta e um mil, quarenta e cinco euros e oitenta e dois cêntimos).

A seguir será apresentado a Tabela 21 com o resumo de análise do orçamento pelo método BIM pela área equivalente de venda.

Tabela 21 - Orçamento pela Metodologia BIM.

Orçamento pela Metodologia BIM	
Área equivalente de construção (m ²)	11.667,49 m ²
Custo por metro quadrado de construção (R\$/m ²)	R\$ 1.186,84
Área equivalente de venda (m ²)	6.905,00 m ²
Custo por metro quadrado de venda (R\$/m ²)	R\$ 2.005,42
Total geral da obra (R\$)	R\$13.847.422,81

Tabela 22 - Orçamento pela Metodologia BIM.

Orçamento pela Metodologia BIM	
Área equivalente de construção (m ²)	11.667,49 m ²
Custo por metro quadrado de construção (€/m ²)	€ 185,73
Área equivalente de venda (m ²)	6.905,00 m ²
Custo por metro quadrado de venda (€/m ²)	€ 313,84
Total geral da obra (€)	€ 2.161.045,82

5.3.4 Análise dos Resultados

Após a elaboração do orçamento pelo método BIM 5D, foi feito um estudo com a empresa para analisar a diferença entre os orçamentos, as quantidades dos insumos e serviços levantados pelos dois métodos, a realidade das composições de acordo com o executado pela empresa e o tempo gasto para a realização do orçamento afim de analisar o tempo trabalhado pelo engenheiro orçamentista nos dois casos. Foi relatado pela empresa que o orçamento foi realizado pelo engenheiro responsável pela obra o qual teve o orçamento concluído após 2 meses de trabalho. Foi visto também que alguns serviços não foram quantificados com precisão nem completos devido à falta de tempo para a realização pois o orçamento precisava ser aprovado e

foi preciso aprova-lo com quantitativos incompletos. Após uma análise na planilha orçamentária feita pela empresa, foi detectado fórmulas incorretas na planilha, gerando assim pequenos erros no preço do orçamento final.

Deve-se levar em consideração que a arquitetura do prédio é bastante recortada o que dificulta o levantamento quantitativo de alguns serviços, como a quantificação da fachada por exemplo.

Após a análise dos dados dos dois orçamentos, foi verificado que os orçamentos tiveram custos diferentes e para melhor análise foram relatados na Tabela 23 abaixo:

Tabela 23 - Orçamentos.

	Orçamento Construtora	Orçamento BIM
Custo por metro quadrado de construção (R\$/m ²)	R\$ 1.090,17	R\$ 1.186,84
Custo por metro quadrado de venda (R\$/m ²)	R\$ 1.842,08	R\$ 2.005,42
Total geral da obra (R\$)	R\$ 12.719,543,27	R\$ 13.847.422,81
Diferença entre os orçamentos (R\$)	R\$ 1.127.879,54	
Diferença entre os orçamentos (€)	€ 176.506,97	

Um detalhe de bastante importância que deve ser observado é a relação do custo por metro quadrado construído e de venda(R\$/m²) utilizado pela empresa em seu orçamento e o custo encontrado no orçamento pelo método BIM, houve uma diferença que aparentemente não é tão significativa, mas devido o porte da obra pôde-se observar uma variância considerável no custo final.

A partir desses valores, deve-se subtrair o valor do custo da obra dos dois orçamentos elaborados afim de saber a influência deles no BDI geral da obra. Diminuindo o valor dos dois orçamentos sobre o Valor de Geral de Venda e isso foi analisado a seguir como mostra a Tabela 24:

Tabela 24 - Orçamentos.

	Orçamento Construtora	Orçamento BIM
Valor Geral de Venda Total da obra (R\$)	R\$ 31.072.500,00	
Valor Geral de Venda Real (sem permuta) (R\$)	R\$ 25.929.000,00	
Total geral da obra (R\$)	R\$ 12.719.543,27	R\$ 13.847.422,81
BDI da obra	R\$ 13.209.456,73	R\$ 12.081.577,19
Tempo de realização	2 meses	6 dias
Diferença entre os orçamentos (R\$)	R\$ 1.127.879,54	
Diferença entre os BDIs (R\$)	-R\$ 1.127.879,54	
Variação em %	8,87%	

Dando continuidade ao estudo, foi preciso entender porque houve essa variação entre os orçamentos, e para isso, foi realizado um comparativo das quantidades de alguns serviços relevantes para explicar tal fato. O que se observou foi que houve sim, variação em algumas quantidades dos serviços que influenciaram no preço final do orçamento como podemos observar na Tabela 25, a seguir.

Tabela 25 - Orçamentos.

Serviço	Orçamento Construtora		Orçamento BIM	
	QTD (m²)	Custo Total	QTD (m²)	Custo Total
Pintura	14.772,75	R\$ 162.943,43	22.473,21	R\$ 260.464,50
Reboco	17.686,14	R\$ 330.630,16	24.221,93	R\$ 481.047,53
Total (R\$)	R\$ 493.573,59		R\$ 741.512,03	
Diferença (%)	50,23%			
Diferença Total (R\$)	R\$ 247.938,44			
Diferença Total (€)	€ 38.801,01			

A partir desta tabela pôde-se observar que em apenas dois serviços houve uma variação de aproximadamente R\$250.000,00 ou de € 40.000,00. Por fim, também foi possível analisar o custo do engenheiro para a elaboração do orçamento e o tempo gasto por ele em todo o processo. Para isso, foi analisado o custo da hora trabalhada e o tempo gasto para a elaboração em cada um dos processos considerando que o engenheiro trabalhou efetivamente no projeto apenas meio turno dos dias. Para isso foi demonstrado na Tabela 38 a seguir.

Tabela 26 - Orçamentos.

	Orçamento Construtora	Orçamento BIM 5D
Tempo Total	2 MESES	6 DIAS
Horas Trabalhadas	176H	20H
Salário com Encargos	R\$ 11.280,00	
Salário com Encargos	€ 1.765,26	
Custo da Hora do Engenheiro	R\$ 128,18	R\$ 564,00
Custo da Hora do Engenheiro	€ 20,06	€ 88,26

Ao fim da análise, pode-se afirmar que a empresa teve um custo com o engenheiro de 2 meses até a conclusão do orçamento, e através da metodologia BIM

5D, o engenheiro terminou o orçamento com maior precisão e maior qualidade cerca de 9 vezes mais rápido e garantindo uma maior precisão nas quantidades e podendo assim gastar mais tempo para a parte de planejamento e análise dos custos. Podemos afirmar também que o custo da hora trabalhada pelo o engenheiro aumentou significativamente e ao mesmo tempo foi reduzido o custo que a empresa teve para mantê-lo elaborando os estudos dos custos do empreendimento.

5.3.5 *Imagens do Empreendimento*



Figura 38 - Imagens do Empreendimento



Figura 39-Imagens do Empreendimento

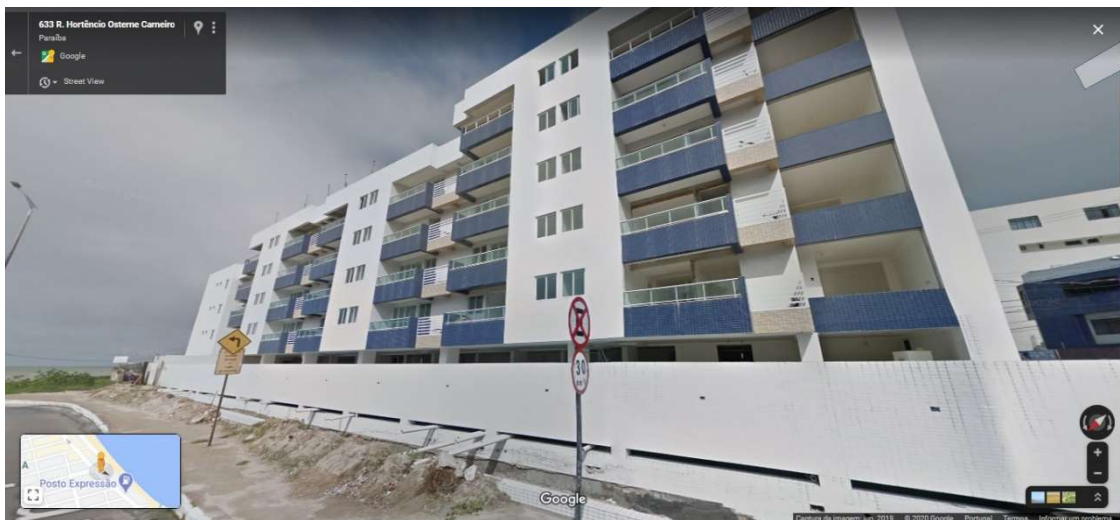


Figura 40 - Imagens do Empreendimento



Figura 41 - Imagens do Empreendimento

5.4 Linha de orientação

Uma das grandes questões levantadas por engenheiros e arquitetos quando vão cobrar pelos serviços fornecidos pela metodologia BIM, é com cobrar e o quanto cobrar. A imagem a seguir, mostra dois tópicos do Modelo de Proposta do Construtora PLENA de Fortaleza CE. O tópico 2 é a descrição do escopo do serviço. E o 3, os valores e cronograma de entrega.

2. DESCRIÇÃO DO ESCOPO DO SERVIÇO

Para a elaboração da proposta fez-se um estudo com base nos projetos Arquitetônico e de Engenharia. O serviço será composto do escopo a seguir, contendo também a emissão das respectivas ART's:

01. Modelagem da Estrutura (Volumetria)
02. Modelagem das Arquitetura
03. Modelagem das Instalações Hidrossanitárias
04. Modelagem das Instalações Elétricas
05. Análise de Interferências dos Projetos para Compatibilização (Revisão de pontos cruciais no projeto)
06. Simulação do Planejamento BIM 4D (Modelo 3D + Planejamento)
07. Levantamento de Quantitativos para Orçamento 5D
08. BIM no Canteiro de Obras (Realidade Aumentada com aplicativo)

3. DOS VALORES E CRONOGRAMA DE ENTREGA

Dados do Projeto:

Edificação de 450 m² de área construída com 3 Pavimentos Tipos.

Prazo Estimado de Entrega: 40 dias após recebimento dos projetos.

Descrição	Reais/hora	Horas 8h/d	Preço	Serviço Convencional
Modelagem da Estrutura	55,0	24,00	1320,00	1.000,00
Modelagem das Arquitetura	55,0	32,0	1760,0	1000,00
Modelagem das Instalações Hidrossanitárias	55,0	32,00	1760,0	500,0
Modelagem das Instalações Elétricas	55,0	32,00	1760,0	500,0
Compatibilização de Projetos	55,0	32,00	1760,0	0,00
Planejamento de Obras em 4D	55,0	32,00	1760,0	0,00
Levantamento de Quantitativos	55,0	24,00	1320,00	0,00
Orçamento de Obras em 5D				
TOTAL			11.400,00	3.000,00
TOTAL FINAL			12.000,00	

Figura 42 - Descrição do projeto. Construtora Plena. (2020).

A partir deste modelo de orçamento, podemos comprovar o quadro x, do tópico anterior, pois realmente apresenta a valorização da hora trabalhada do Engenheiro Civil.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Principais conclusões

Considerando o que foi abordado neste trabalho, as ideias que resultaram na criação da Gestão de Projetos e da metodologia BIM não são atuais, entretanto, as novas necessidades do mercado, a dependência da automação e a otimização de processos, acelerou a forma com que estes temas se tornam relevantes e imprescindíveis para a sobrevivência das empresas de engenharia nos próximos anos. A implantação das disciplinas individualmente, que já foram implantadas totalmente em alguns países, vêm trazendo ganhos consideráveis para as empresas relativos ao tempo, dinheiro e retrabalhos, tendo em vista que elas acompanham toda a vida útil da construção.

O acompanhamento através da Gestão de Projetos e da metodologia BIM é um grande avanço em relação a métodos tradicionais que ainda são utilizados em Portugal e no Brasil, tendo em vista que permite uma interação de softwares, otimizando o processo construtivo como um todo. Essa melhoria passa a ser nítida e perceptível a ponto do Governo Federal do Brasil exigir das empresas por meio de um decreto que até o ano de 2021, todos os projetos de obras públicas deverão adotar a metodologia BIM.

Muitas dificuldades, porém, aparecem no decorrer desse processo de integração, uma vez que se faz necessário uma cultura de mudança interna da empresa, em que os colaboradores devem estar treinados e motivados para adoção de novas ideias e métodos de trabalho. Entretanto, as equipes ainda persistem em trabalhar de maneira convencional e individual, com poucas trocas de informações e compatibilização.

Tendo em vista a importância desse sistema, foi desenvolvida essa pesquisa, de natureza básica, abordagem qualitativa, e com o objetivo exploratório no intuito de apresentara análise da Gestão de Projetos com as aplicações da metodologia BIM. Em relação aos procedimentos, a pesquisa foi bibliográfica e documental. Esse tema é importante e tem seu estudo justificado pela necessidade de melhores resultados, redução de custos e otimização de processos dos projetos na área da construção civil.

Durante o estudo realizado, um tópico importante abordado no trabalho foram os principais benefícios da utilização da Gestão de Projetos e da metodologia BIM. Neste caso, foi apontado a melhoria na qualidade dos projetos, redução de custos por falta de compatibilização, do trabalho colaborativo e da interoperabilidade entre sistemas. Assim como, também foi dissertado sobre as boas práticas adotadas na Gestão de projetos.

Em relação as áreas de conhecimento da Gestão de Projetos que podem interagir com a modelagem BIM, optou-se por expor a interação entre elas de uma forma mais ampla, trazendo pontos importantes das duas áreas, tendo-se como base as 10 áreas abordadas no capítulo. Já para a análise entre ambas, foram consideradas as três grandes áreas conforme o PMBOK, o escopo, custo e prazo. Foi explicitado ferramentas BIM que se interagem com o projeto, compatibilização, minimização de erros, definição de escopo, estudo de caso, importância do cronograma e do levantamento do quantitativos corretos, além da necessidade de cumprimentos dos prazos de projeto.

Por fim, foram introduzidos alguns métodos que contribuem para otimização dos processos envolvidos na restrição tripla: escopo, custo e prazo. Para o escopo, foi verificado maioria das falhas nos projetos ocorrem por dois problemas: tempo insuficiente destinado para definição do escopo de serviços ou por falha no gerenciamento do escopo. Todavia, por intermédio da tecnologia, muitos desses erros podem ser facilmente reduzidos. Os sistemas BIM por adotarem modelos paramétricos, faz com que seja possível fazer alterações e atualizações instantâneas em todo o projeto.

Na análise envolvendo custos, foi salientada a importância do levantamento de quantitativos de materiais corretos para o orçamento de obra. Foram elencadas as cinco características do modelo de levantamento, os principais softwares que envolvem a quantificação, sendo esses o Revit e Navisworks. Para este assunto, foi exposto um estudo de caso envolvendo formas de levantamento a partir do Revit e do Arquimedes.

Em relação aos prazos, constatou-se a importância de se ter um cronograma preciso. Entre as maiores causas de atraso de cronograma estão: solicitação dos clientes para que haja alteração de projeto ao decorrer da execução do empreendimento, erros de planejamento, avaliação do projeto, entre outros. Foi demonstrado como a aplicação do Bim pode influenciar positivamente os prazos, por

meio da visualização mais precisa e exata de todo o ciclo de vida do empreendimento, além de proporcionar um planejamento interdisciplinar da obra.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, identificou-se que, além da Gestão de Projetos, as empresas têm a opção de utilizar as aplicações da metodologia BIM para projetar e otimizar projetos da construção civil. Foi comprovado também que, com a utilização dos softwares de quantificação e orçamentação em projetos de grande porte, a hora trabalhada do engenheiro orçamentista é reduzida significativamente, podendo assim ter um maior tempo de análise dos custos e assim tomar melhores decisões para o empreendimento. Com isso, recomenda-se um estudo sobre a implementação destas duas áreas dentro de uma empresa na área da construção.

6.2 Limitações do estudo

Para o desenvolvimento do Estudo, a limitação ocorreu devido não ser possível a autora desenvolver propriamente o Estudo de Caso, devido ao COVID-19, onde não foi possível a abertura de qualificações da Metodologia BIM. E a falta de instrutor do Instituto Politécnico de Bragança para tal Metodologia. Dessa forma, de modo a continuar o desenvolvimento da pesquisa, optou-se em realizar um estudo através do artigo científico do brasileiro Nunes (2018) e outro estudo através do material fornecido pela empresa Imperial Bessa.

6.3 Sugestões para trabalhos futuros

Com a conclusão deste trabalho, sugere-se que faça esta pesquisa para o setor de obras públicas, através da implantação da metodologia BIM 5D em licitações, afim de tentar diminuir alguns problemas vistos nesse setor como a má execução de orçamentos gerando superfaturamento ou necessidade de aditivos por má quantificação dos projetos. Assim podemos ter um maior controle dos gastos em obras públicas onde o índice de problemas com orçamento é muito alto.

Outros possíveis trabalhos são do âmbito da metodologia 6D, para possibilitar que ainda em fase de projeto sejam feitas análises do que englobem a ideia de desenvolvimento sustentável economicamente. Por meio dessa ótica, é possível investigar economias de recursos financeiros na utilização da construção após a conclusão da obra.

Em relação ao 7D da metodologia BIM, pode-se investigar em trabalhos futuros, aspectos de gestão e manutenção das edificações e suas instalações, durante todo o seu ciclo de vida. Possibilita o controle dos tempos de garantia de diversos equipamentos, manutenções programadas ou preventivas, além da extração de dados relevantes, como status de componentes, manuais de operação, dentre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administradores.com. **Pesquisa revela: falta de cumprimento de prazos é o principal problema dos projetos nas empresas.** Disponível em: <<https://administradores.com.br/noticias/pesquisa-revela-falta-de-cumprimento-de-prazos-e-o-principal-problema-dos-projetos-nas-empresas>>. Acesso em: 09/10/2020

ANDRADE, Ludmila Santos. **A contribuição dos sistemas BIM para o planejamento orçamentário das obras públicas:** estudo de caso do auditório e da biblioteca de Planaltina. 2012. 123 f. Dissertação (pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo) –Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília.

AUTODESK. **Análise do modelo 3D para arquitetura, engenharia e construção.** Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>>. Acesso em: 10, abr., 2020.

BERDEJA, Edgar Preto. **Análise de Conflitos num Projeto de Base BIM.**2014. 118 f. Dissertação (Mestrado) -Curso de Engenharia Civil, Técnico Lisboa, Lisboa, 2014.

BIMEXPERTS–**Níveis de maturidade BIM.** Disponível em: <<https://www.bimexperts.com.br/blog/niveis-de-maturidade-bim-2>>. Acesso em: 14, mai., 2020.

BOLOGNESE, Gabriel; MATOS, Rodolfo; CARVALHO, Vinícius; TOBIAS, Yuri. **Utilização de softwares BIM na construção de edifícios.** 2016. 61 f. Trabalho de conclusão de curso -Universidade Presbiteriana Mackenzie. Buildin –Construção e Informação. Tecnologia BIM. Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/guia-completo-sobre-tecnologia-bim/>>. Acesso em: 14, mar., 2020.

CALVERT, Neil; **Why we care about BIM.** 2010.

Câmara dos deputados. **Nova Frente Parlamentar lutará por mais eficiência em obras públicas.** Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/ADMINISTRACAO-PUBLICA/498542-NOVA-FRENTE-PARLAMENTAR-LUTARA-POR-MAIS-EFICIENCIA-EM-OBRAS-PUBLICAS.html>>. Acesso em: 12, mai., 2020.

CAMARGO, Robson. **12 erros do gerenciamento de projetos que podem por tudo a perder.** 2017. Disponível em: <<https://robsoncamargo.com.br/blog/12-erros-do-gerenciamento-de-projetos-que-podem-por-tudo-a-perder>>. Acesso em: 13, out., 2020.

CERVO, Amado I. e BERVIAN, Pedro **A. Metodologia científica: para uso dos estudantes universitários.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

Collabo. **O uso do BIM e a possibilidade de reduzir custos e cumprir prazos.**Disponível em: <<https://blog.collabo.com.br/o-uso-do-bim-e-possibilidade-de-reduzir-custos-e-cumprir-prazos/>>. Acesso em: 10, jun., 2020.

COMARELLA, Cristhian; FERREIRA, Éric; SILVA, Rafael. **Níveis de desenvolvimento BIM de guias nacionais e internacionais: estudo de caso.** 2016. 103 f. Trabalho de conclusão de curso –Universidade Positivo.

CRESWELL, J. **Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Traditions.** Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1998.

EASTMAN, **Chuck et al. BIM Handbook**. A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2011. 626p.

EASTMAN, **Chuck et al. Manual de BIM**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 477 p.

Edilson da Costa TavaresJunior. **A Contribuição do Building Information Modeling para a Gestão de Projetos**. Disponível em: <file:///D:/Downloads/a-contribuicao-do-building-information-modeling-para-a-gestao-de-projetos-8152131%20(1).pdf> Acesso em: 11, set., 2020.

Espinha, R.G. **Ciclo de Vida de um Projeto**. 2019. Disponível em: <<https://artia.com/blog/ciclo-de-vida-de-um-projeto/>>. Acesso em: 11, set., 2020.

Fábio Bussacarini e Marcelo Pinazza. **Tripla restrição: Gerenciamento de custos, prazo e escopo na Gestão de Projetos**. Disponível em: <<http://movimentoimpactoglobal.com.br/tripla-restricao/>>. Acesso em: 02, mai., 2020.

FELLOWS, Richard e LIU, Anita. **Research methods for construction (third edition)**. United Kingdom: Wiley-Blackwell Publishing Lda, 2008. ISBN13: 978-1-4051-7790-0 .

Fernando Pilar, Anabela Paiva, Caroline Dominguez e João Varajão. **Principais causas de atrasos do plano de trabalho de uma obra de construção civil**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Caroline_Dominguez/publication/269334882_Principais_causas_de_atrasos_do_plano_de_trabalho_de_uma_obra_de_construcao_civil/links/58170b8e08ae90acb2410dda/Principais-causas-de-atrasos-do-plano-de-trabalho-de-uma-obra-de-construcao-civil.pdf>. Acesso em: 09, fev, 2020

FREITAS, Gabriel. **Implementação da tecnologia BIM em um escritório de engenharia para coordenação 3d de projetos na cidade de Santa Maria/RS**. 2017. 66 f. Trabalho de conclusão de curso –Universidade Federal de Santa Maria.Guilherme Pelizza. 5 motivos para realizar o planejamento de obras em BIM. Disponível em: <<https://bimnapratica.com/blog/planejamento-de-obras-em-bim>>. Acesso em: 10, set., 2020.

GUIMARÃES, Gabriel Monteiro dos. **Imperial Construções**. 2020.

Guilherme Pelizza. **Como fazer compatibilização de projetos em BIM**. Disponível em: <<https://bimnapratica.com/blog/compatibilizacao-de-projetos-com-bim>> Acesso em: 11, abr., 2020.

Henrique Rebello. **Entenda a importância do planejamento para cumprir prazos**. Disponível em: <<https://blog.alterdata.com.br/entenda-a-importancia-do-planejamento-para-cumprir-os-prazos/>>. Acesso em: 10, set., 2020

HILL, M. M. e HILL, A. **Investigação por questionário**. Lisboa: Sílabo, 2000.

Ignis Engenharia Legal -**Introdução Histórico e Softwares BIM**. Disponível em: <<http://www.ignisengenharia.com.br/index.php/it/pages/item/43-a-importancia-do-bim-na-industria-da-construcao-civil>> acesso em: 15, mai., 2020.

JUNIOR, Edilson C. Tavares. **A Contribuição do Building Information Modeling para a Gestão de Projetos**. RevistaEspecialize On-line IPOG-Goiânia –7ª Edição nº 007, vol.01, jul.2014.

KAMARDEEN, Imriyas. **8D BIM Modelling tool for accident prevention through design**.Faculty of Build Enviroment, University of New South Wales, Australia, 2010.

KUHN, T. **Objectivity, value judgment, and theory choice**. Scientific knowledge: basic issues in the philosophy of science. Belmont, CA: Wadsworth 1987.

MACÊDO, Diego. Fluxograma dos Processos por Grupo de Processos. Disponível em: <<https://www.diegomacedo.com.br/fluxograma-dos-processos-por-grupo-de-processos/>> acesso em: 11, mai., 2020.

Mais Engenharia -BIM: **Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/#quandosurgiu>> acesso em: 11, mai., 2020.

MAKEBIM.Solibri: **Entendendo a verificação automática de regras**.2018. Disponível em: <<https://www.makebim.com/2018/07/24/solibri-entendendo-a-verificacao-automatica-de-regras/>>. Acesso em: 14, set., 2020.

MANZIONE, Leonardo.**BIM e SOLIBRI para a administração pública**.2017. Disponível em: <<https://www.makebim.com/2017/06/12/bim-e-solibri-para-administracao-publica/>>. Acesso em: 14, jul., 2020.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 324 f. Tese (Doutorado em Engenharia) –Universidade de São Paulo.

MARCONDES, Aníbal. **Uma breve história do gerenciamento de projetos, 2017**. Disponível em <<http://pmimt.org.br/site/index.php/artigo/vis/4>>. Acesso em: 27, set., 2020.

MARTINI, Gustavo.**SOFTWARES DE GERENCIAMENTO BIM**.2018. Disponível em: <<https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/08/19/SOFTWARES-DE-GERENCIAMENTO-BIM>>. Acesso em: 14, out., 2020.

MENEZES, Gilda. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.18, n.22, 21º sem. 201.

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. **Projetistas que utilizam BIM são premiados em evento na Câmara dos Deputados**.Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota2030/61-noticias/3678-projetistas-que-utilizam-bim-sao-premiados-em-evento-na-camara-dos-deputados>>. Acesso em: 13, mai., 2020.

Nadine Alves. **Planejamento de obras: 5 softwares que você precisa conhecer**. Disponível em: <<https://constructapp.io/pt/planejamento-de-obras-softwares/>>. Acesso em: 10, out., 2020.

NARCISO, Miguel. **Contributo para a normalização BIM em Portugal**. Tese de Mestrado. Instituto Superior Técnico Lisboa. 2016.

National Institute of Building Sciences. **BIM**. Disponível em: <<https://www.nationalbimstandard.org/>>. Acesso em: 17, abr., 2020.

NUNES, André Mariani Magalhães. **PLANEJAMENTO DE OBRAS COM MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO -BIM**. 2013. 71 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

NUNES, G.H. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM**. Artigo Científico. 2018. Revista de Engenharia Civil.

OLIVEIRA, Diego Fausto de. **ERROS NA DEFINIÇÃO DO ESCOPO DE UM PROJETO E MEDIDAS DE CORREÇÃO.** 2014. 27 f. TCC (Graduação) -Curso de Administração, Faculdade Cearense, Fortaleza, 2014.

OLIVEIRA, Rodrigo César Franceschini. **Gerenciamento de projetos e a aplicação da análise de valor agregado em grandes projetos.** 2003. 143f. Dissertação (mestrado em Engenharia) –Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, Rui Alexandre Figueiredo. **Metodologia de gestão de obras de reabilitação em centros urbanos históricos.** Tese de Doutorado. 2012. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto

OZÓRIO, José de Menezes Fonseca; BARBOSA, Walmir de Albuquerque; e MELO, Sandro Nahmias. **Manual de normas para elaboração de Monografias, Dissertações e Teses.** Manaus: UEA, 2005. Disponível em: <http://www2.uea.edu.br/data/categoria/download/download/141-3.pdf>. Acesso em: 28, nov, 2020.

Parametric Monkey –**A brief history of computation.** Era 3: Building Information Modelling (BIM). Disponível em: <<https://parametricmonkey.com/2018/06/08/a-brief-history-of-computation/>> acesso em: 13, mar, 2020.

PEDROSO, Kenny; PICCININI, Angela. **Compatibilização de projetos utilizando ferramentas BIM (Building Information Modeling)** –Estudo de caso. São Paulo: UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2016.

PIRES, Lauro Salvador Ribeiro. **Extração de quantitativos com uso de BIM: Estudo de caso em edificação unifamiliar.** 127f. Monografia (Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

PMI. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos.** Guia PMBOK 5a. ed. –EUA: Project Management Institute, 2013.

PMI. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos.** Guia PMBOK 6a. ed. –EUA: Project Management Institute, 2017.

PIOVESAN, Armando e TEMPORINI, Rita. **Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública.** Scielo Public Health. Theodorson, G. A. & Theodorson, A. G. 1995. Disponível em: <http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0034-89101995000400010&script=sci_arttext&lng=> acesso em 28, nov, 2020.

PMKB. **O uso da tecnologia BIM como ferramenta na gestão de projetos.** Project Management Knowledge Base. Disponível em: <<https://pmkb.com.br/artigos/o-uso-da-tecnologia-bim/>>. Acesso em: 08, abr., 2020.

Project Builder. **Projeto atrasado: a arte imita a vida.** Disponível em: <<https://www.projectbuilder.com.br/blog/projeto-atrasado-arte-imita-vida/>>. Acesso em: 09, abr., 2020.

Ricardo Vargas. **Fluxo de processos do Guia PMBOK –5ª edição**. Disponível em: <<https://ricardo-vargas.com/pt/downloads/pmbok5-processes-flow/?>>. Acesso em: 01, abr., 2020.

RODRIGUES, William Costa. **Metodologia Científica**. Paracambi-RJ: Fundação de Apoio à Escola Técnica/ Instituto Superior de Tecnologia de Paracambi -FAETEC/IST. 2007. Disponível em:<<http://www.scribd.com/doc/17018415/metodologiacientifica>> Acesso em: 28, nov., 2020.

SAKAMORI, M. Marcelo. **Modelagem 5d (bim) -processo de orçamentação comestudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos deconstrução civil**.180f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia de ConstruçãoCivil), Universidade Federal do Paraná, 2015.

SILVEIRA, Naiara. **O papel do BIM para a qualidade do projeto: avaliação da técnica em escritório de arquitetura**. 2013. 48 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) –Universidade Federal de Minas Gerais.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SUCCAR,B.**Effect sof BIM on project life cycle phases**.Disponível em: <<https://changeagents.blogs.com/thinkspace/2008/11/effects-of-bim-on-project-lifecycle-phases.html>>. Acesso em: 12, mai., 2020.

TORREÃO, Paula. **História do Gerenciamento de Projetos**, 2007. Disponível em:<<https://pontogp.wordpress.com/2007/04/23/historia-do-gerenciamento-de-projetos/>>. Acesso em: 17, abr., 2020.

VENÂNCIO, Maria. **Avaliação da implementação de Bim –Building Information Modeling em Portugal**. 2015. 374 f. Dissertação (mestre em Engenharia Civil) –Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

Viddia. **As 5 dicas importantes para reduzir atrasos em projetos**. Disponível em: <<https://www.viddia.com.br/reduzir-atrasos-projetos/>>. Acesso em: 09, out., 2020.

YIN, Robert K. **Case Study Research, Design and Methods**. Newbury Park: Sage Publications, 2002.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planeamento e métodos (3ª edição)**. Porto Alegre: Bookman, 2005. ISBN: 85-363-0462-6.

ANEXO



Orientações sobre gerenciamento de projeto

Guidance on project management

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras das Diretivas ABNT, Parte 2.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

Scope

This Standard provides guidance for project management and can be used by any type of organization, including public, private or community organizations, and for any type of project, irrespective of complexity, size or duration.

This Standard provides high-level description of concepts and processes that are considered to form good practice in project management. Projects are placed in the context of programmes and project portfolios, however, this Standard does not provide detailed guidance on the management of programmes and project portfolios. Topics pertaining to general management are addressed only within the context of project management.



Introdução

Esta Norma fornece orientação sobre conceitos e processos do gerenciamento de projetos que são importantes e têm impacto na realização dos projetos.

Esta Norma contempla o seguinte público-alvo:

- gerentes seniores e patrocinadores de projeto de forma que possam melhor compreender os princípios e práticas do gerenciamento de projetos e prover apoio apropriado e orientação para seus gerentes de projeto, equipes de gerentes de projetos e suas equipes de projetos;
- gerentes de projeto, equipes de gerenciamento de projetos e membros das equipes de projetos, de forma que possam ter uma base comum sobre a qual comparem suas normas e práticas de projetos com as dos outros;
- elaboradores das normas nacionais ou organizacionais para uso em desenvolvimento do gerenciamento de normas de projetos, as quais são consistentes em um nível mais profundo com as dos outros.

1 Escopo

Esta Norma fornece diretrizes para gerenciamento de projetos e pode ser usada por qualquer tipo de organização, incluindo pública, privada ou organizações comunitárias, e para qualquer tipo de projeto, independente de complexidade, tamanho ou duração.

Esta Norma fornece uma descrição de alto nível de conceitos e processos que são considerados como boas práticas de gerenciamento de projetos. Os projetos são colocados no contexto de programas e portfólios de projetos, entretanto, esta Norma não fornece diretrizes detalhadas para o gerenciamento de programas e portfólios de projetos. Os tópicos pertinentes às disciplinas de gerenciamento são tratados apenas no contexto do gerenciamento de projetos.

2 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

2.1 atividade
componente de trabalho identificado em um cronograma que deve ser executado para completar um projeto

2.2 área de aplicação
categoria de projetos que tem um foco comum relacionado a um produto, cliente ou setor

2.3 linha de base
base de referência para comparação com a qual o desempenho do projeto é monitorado e controlado



2.4

solicitação de mudança

documentação que define uma alteração proposta no projeto

2.5

gerenciamento da configuração

aplicação de procedimentos para controlar especificações técnicas e atributos

2.6

controle

comparação do desempenho real com o planejado, analisando variações e adotando ações corretivas e preventivas, caso necessário

2.7

ação corretiva

direcionamento para modificação do desempenho do trabalho para alinhar com o plano

2.8

caminho crítico

sequência de atividades que determina a data do término mais cedo possível do projeto

2.9

retardo

atributo aplicado a um relacionamento lógico para adiar o início ou o término de uma atividade

2.10

liderança

atributo aplicado a um relacionamento lógico para avançar o início ou finalizar uma actividade

2.11

ação preventiva

direção e atividade para modificar o trabalho para evitar ou reduzir desvios potenciais no desempenho do plano

2.12

ciclo de vida do projeto

conjunto definido de fases a partir do início até ao fim do projecto

2.13

registro de riscos

registro de riscos identificados, incluindo resultados de análise e as respostas planejadas

2.14

parte interessada

pessoa, grupo ou organização que tem interesse ou pode afetar, ser afetada, ou perceber-se afetada por qualquer aspecto de um projeto

2.16

proposta

documento na forma de uma oferta ou declaração de licitação para fornecer um produto, serviço ou resultado geralmente em resposta a um convite ou solicitação

2.18

dicionário da estrutura analítica do projeto

documento que descreve cada componente na estrutura analítica do projeto

3 Conceitos de gerenciamento de projeto

3.1 Generalidades

Esta Seção descreve os conceitos-chave aplicáveis à maioria dos projetos. Ela também descreve os ambientes nos quais os projetos são executados.

A Figura 1 mostra como os conceitos de gerenciamento de projetos se interrelacionam. A estratégia organizacional identifica as oportunidades. Convém que as oportunidades sejam avaliadas e documentadas. As oportunidades selecionadas serão também desenvolvidas em *business case* ou outros documentos similares e podem resultar em um ou mais projetos que fornecem entregas. Estas entregas podem ser usadas para obter benefícios. Os benefícios podem ser uma entrada para perceber e posteriormente desenvolver a estratégia organizacional.

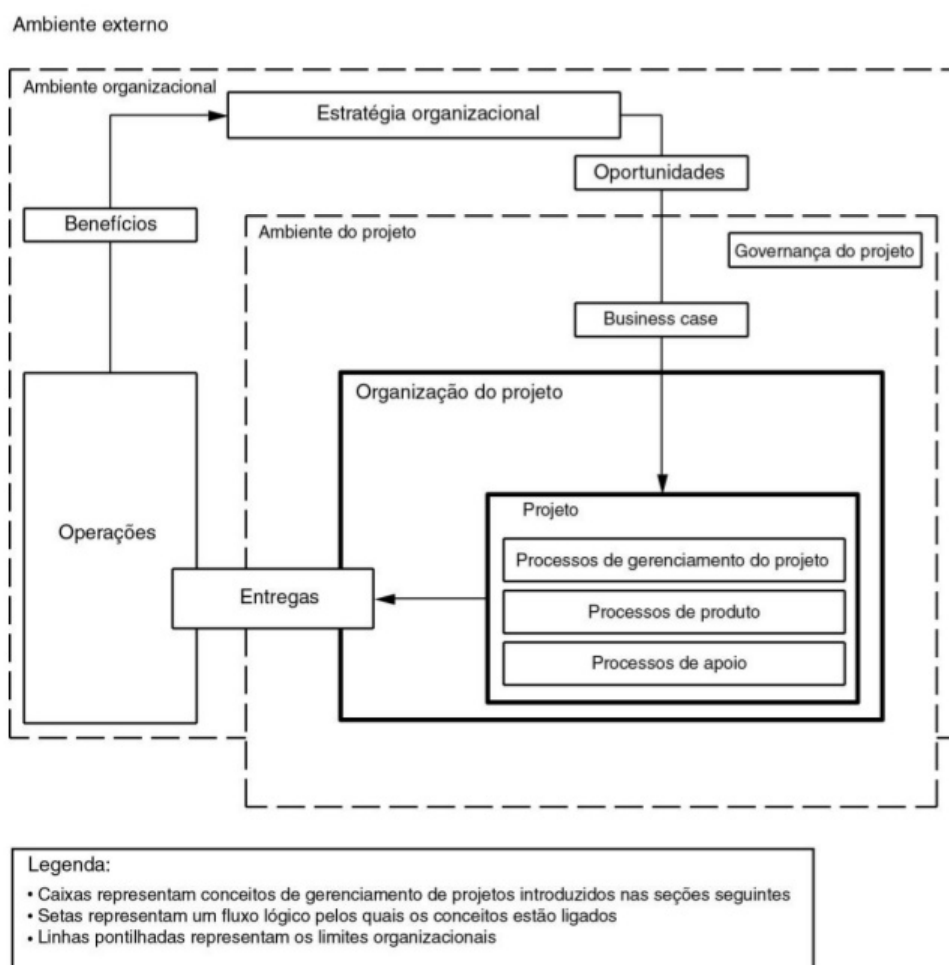


Figura 1 — Visão geral dos conceitos de gerenciamento de projetos e seus relacionamentos

3.2 Projeto

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. O alcance dos objetivos do projeto requer provisão de entregas, conforme requisitos específicos. O projeto pode estar sujeito a múltiplas restrições, como descrito em 3.11.

Embora muitos projetos possam ser similares, cada projeto é único. Diferenças de projeto podem ocorrer no seguinte:

- nas entregas fornecidas;
- influencia das partes interessadas;
- recursos utilizados;
- restrições;
- pela maneira que os processos são adaptados para criar as entregas.

Cada projeto tem início e fim definidos, e, normalmente, é dividido em fases, como descrito em 3.10. O projeto inicia e termina como definido em 4.3.1.

3.3 Gerenciamento de projetos

O gerenciamento de projetos é a aplicação de métodos, ferramentas, técnicas e competências para um projeto. O gerenciamento de projetos inclui a integração de várias fases do ciclo de vida do projeto como descrito em 3.10.

O gerenciamento de projetos é realizado por meio dos processos. Convém que os processos selecionados para desenvolver um projeto estejam alinhados com uma visão sistêmica. Convém que cada fase do ciclo de vida do projeto tenha entregas específicas. Convém que estas entregas sejam regularmente analisadas criticamente durante o projeto para atender os requisitos do patrocinador, clientes e outras partes interessadas.

3.4 Projetos e estratégia organizacional

3.4.1 Estratégia organizacional

As organizações geralmente estabelecem estratégias baseadas nas suas missões, visões, políticas e fatores externos aos limites organizacionais. Os projetos são frequentemente os meios para alcançarem suas metas estratégicas. Um exemplo de uma estrutura de criação de valor é mostrado na Figura 2.

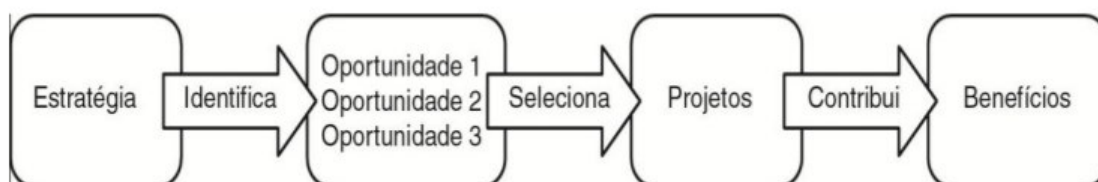


Figura 2 — Um exemplo de estrutura de criação de valor



As metas estratégicas podem orientar a identificação e o desenvolvimento de oportunidades. A seleção de oportunidades inclui a consideração de vários fatores tais como: modo como os benefícios podem ser alcançados e os riscos gerenciados.

A meta do projeto é fornecer benefícios mensuráveis que contribuam para realizar as oportunidades selecionadas. O objetivo do projeto contribui para a meta do projeto, pela criação das entregas requeridas. As metas de projetos são alcançadas quando os benefícios são concretizados. As metas não poderão ser atingidas antes de um período de tempo, após os objetivos serem alcançados.

3.4.2 Identificação de oportunidades e início do projeto

As oportunidades podem ser avaliadas para apoiar a tomada de decisão pela gerencia responsável por identificar os projetos viáveis que poderiam transformar algumas ou todas estas oportunidades em benefícios realizados.

Estas oportunidades podem direcionar, por exemplo, para uma nova demanda do mercado, uma atual necessidade organizacional ou um novo requisito. As oportunidades são frequentemente avaliadas por meio de um conjunto de atividades que fornecem uma autorização formal para iniciar um novo projeto. Convém que a organização identifique um patrocinador de um projeto para articular metas de projetos e benefícios.

As metas e benefícios podem resultar em uma justificativa para o investimento no projeto, por exemplo na forma de um caso de negócio, e que pode contribuir para uma priorização de todas as oportunidades. O propósito da justificativa é, normalmente, para obter o comprometimento organizacional e aprovação para o investimento nos projetos selecionados

O processo de avaliação pode incluir vários critérios, como técnicas de avaliação de investimentos financeiros e critérios qualitativos, tais como alinhamento estratégico, impacto social e ambiental. Os critérios podem variar de um projeto para outro.

3.4.3 Concretização dos benefícios

A concretização dos benefícios é geralmente de responsabilidade da gerencia organizacional, que pode usar as entregas de projeto para alcançar os benefícios em alinhamento com a estratégia organizacional. Convém que o gerente do projeto considere os benefícios e suas realizações à medida que eles influenciam na tomada de decisão ao longo do ciclo de vida do projeto.

3.5 Ambiente do projeto

3.5.1 Generalidades

O ambiente do projeto pode impactar o desempenho e sucesso do projeto. Convém que a equipe do projeto considere o seguinte:

- fatores externos à organização tais como sócio-econômicos, geográficos, políticos, regulamentação, tecnológicos e ecológicos.
- fatores internos à organização tais como estratégia, tecnologia, maturidade no gerenciamento de projetos e disponibilidade de recursos, cultura e estrutura organizacional.

3.5.2 Fatores fora do limite organizacional

Fatores fora dos limite organizacional podem ter um impacto sobre o projeto por imposição de restrições ou por introdução de riscos que afetam o projeto. Embora esses fatores estejam muitas vezes além do controle do gerente de projeto, convém que sejam considerados.

3.5.3 Fatores dentro dos limites organizacionais

3.5.3.1 Generalidades

Um projeto geralmente existe dentro de uma organização maior englobando outras atividades. Em alguns casos existem relacionamentos entre o projeto e seu ambiente, planejamento de negócios e operações. As atividades antes e após o projeto podem incluir desenvolvimento do plano de negócios, realização de estudos de viabilidade e de transição para as operações. Projetos podem ser organizados dentro de programas e portfólios de projetos. A Figura 3 ilustra esses relacionamentos:

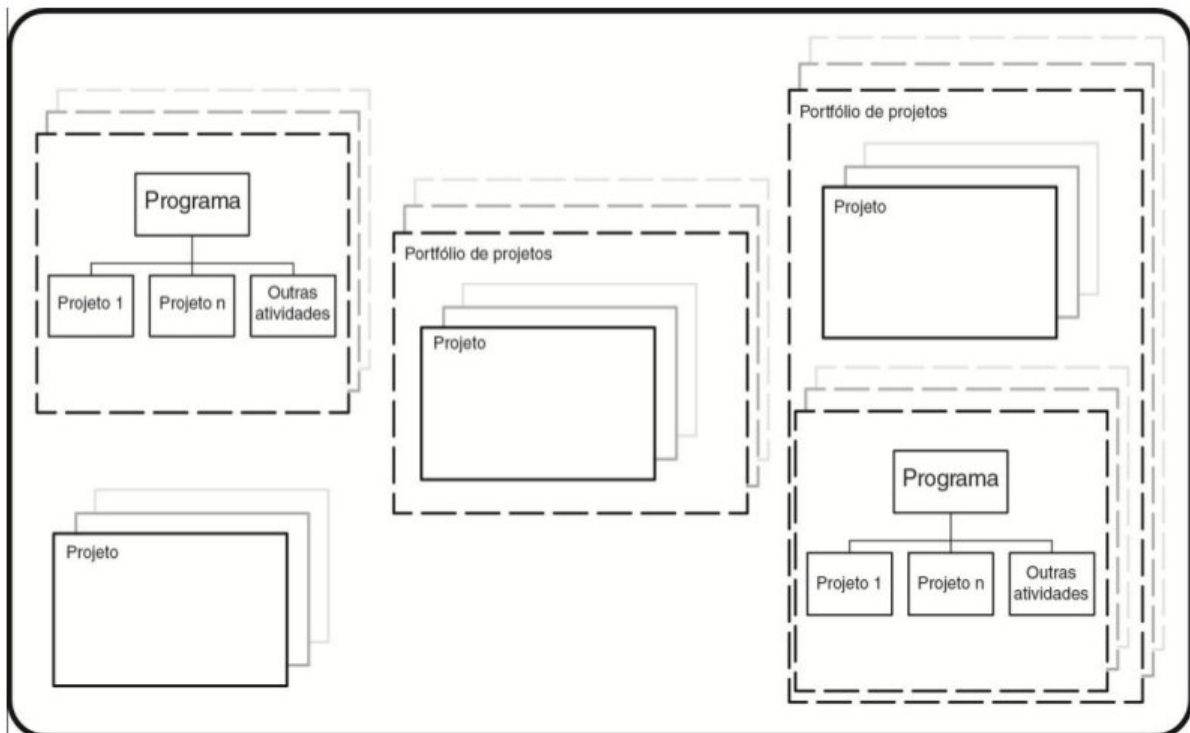


Figura 3 — Projetos, programas e portfólios dos projetos

3.5.3.2 Gerenciamento de portfólio de projetos

O portfólio de projetos é geralmente uma coleção de projetos e programas e outros trabalhos que são agrupados para facilitar o efetivo gerenciamento do trabalho para atingir as metas estratégicas. O gerenciamento de portfólio de projetos é geralmente a centralização do gerenciamento de um ou mais portfólios, que inclui identificação, priorização, autorização, direção e controle dos projetos, programas e outros trabalhos para atingir as metas estratégicas específicas.

Pode ser apropriado conduzir a identificação e seleção de oportunidades, bem como a aprovação e gerenciamento de projetos por meio de um sistema de gerenciamento de portfólio de projetos.



3.5.3.3 Gerenciamento de programas

Um programa é geralmente um grupo de projetos relacionados e outras atividades alinhadas com as metas estratégicas organizacionais. O gerenciamento de programas consiste em centralizar e coordenar as atividades para se alcançar as metas.

3.6 Governança do projeto

Governança é a estrutura pela qual uma organização é dirigida e controlada. A governança do projeto inclui, mas não está limitada às áreas de governança organizacional que são especificamente relacionadas às atividades do projeto.

Governança do projeto pode incluir aspectos tais como os seguintes:

- definir a estrutura do gerenciamento;
- as políticas; processos e metodologias a serem usadas;
- limites de autoridade para tomada de decisão;
- prestação de contas e responsabilidades das partes interessadas;
- interações tais como reportar e escalonar questões ou riscos.

A responsabilidade para manter uma apropriada governança de um projeto é comumente atribuída ao patrocinador do projeto ou ao comitê diretivo

3.7 Projetos e operações

O gerenciamento de projetos se enquadra na estrutura geral de negócios da administração. O gerenciamento de projetos difere de outras disciplinas da administração pela natureza temporária e exclusiva dos projetos.

As organizações executam o trabalho para alcançar as metas específicas. Geralmente este trabalho pode ser categorizado como operações ou projetos. As operações e os projetos são distintas da seguinte forma:

- as operações são executadas por equipes relativamente estáveis, por meio de processos contínuos e repetitivos e estão focados na sustentação da organização;
- os projetos são executados por equipes temporárias, não são processos repetitivos e fornecem entregas exclusivas.

3.8 Partes interessadas e organização do projeto

Convém que as partes interessadas do projeto, incluindo a organização do projeto, sejam descritas em detalhes suficientes para propiciar o sucesso do projeto. Convém que os papéis e responsabilidades das partes interessadas sejam definidos e comunicados, com base nas metas da organização e dos projetos. As partes típicas interessadas do projeto são mostradas na Figura 4.

Convém que as Interfaces com as partes interessadas seja gerida no âmbito do projeto através dos processos de gerenciamento de projetos descritos na Seção 4.

A organização do projeto é a estrutura temporária que inclui funções do projeto, responsabilidades e níveis de autoridade e os limites que precisam ser definidos e comunicados a todas as partes interessadas no projeto. A organização do projeto pode ser dependente de condições legais, comerciais, interdepartamental ou outras que existem entre as partes interessadas no projeto.

A organização do projeto pode incluir as seguintes papéis e responsabilidades:

- a) o gerente do projeto, que lidera e gerencia as atividades do projeto e é responsável pela conclusão do projeto;
- b) a equipe de gerenciamento de projeto, que apóia o gerente do projeto na liderança e gerenciamento das atividades do projeto;
- c) a equipe do projeto, que realiza atividades do projeto.

O projeto de governança pode envolver o seguinte:

- o patrocinador do projeto, quem autoriza o projeto, toma as decisões executivas e resolve os problemas e conflitos, além autoridade do gerente de projeto;
- o comitê diretor do projeto ou do conselho, o qual contribui para o projeto, fornecendo orientações em nível senior para o projeto.



Figura 4 — Partes interessadas do projeto



A Figura 4 inclui as seguintes partes interessadas adicionais:

- clientes ou representantes de cliente, os quais contribuem para o projeto por especificar os requisitos do projeto e aceitar as entregas do projeto;
- clientes, os quais contribuem para o projeto por fornecer recursos ao projeto;
- escritório de gerenciamento de projeto, o qual pode executar uma grande variedade de atividades, incluído governança, normalização, treinamento em gerenciamento de projeto, planejamento e monitoramento de projeto.

3.9 Competências do pessoal do projeto

Convém que o pessoal de projeto desenvolva competências em processos e princípios de gerenciamento de projeto para alcançar os objetivos e metas do projeto.

Cada equipe de projeto requer pessoas competentes que sejam capazes de aplicar seus conhecimentos e experiência de forma a fornecer as entregas do projeto. Quaisquer lacunas identificadas entre os níveis de competências disponíveis e requeridos para a equipe de projeto poderiam introduzir riscos e convém que sejam abordados.

As competências para o gerenciamento de projeto podem ser categorizadas em, mas não são limitadas às seguintes:

- competências técnicas, para entrega de projetos de forma estruturada, incluindo a terminologia de gerenciamento de projetos, conceitos e processos definidos nesta Norma;
- comportamental, associado às relações pessoais dentro dos limites definidos do projeto;
- contextual, relacionados com o gerenciamento de projeto dentro do ambiente organizacional e externo.

Níveis de competência podem ser levantados por meio de processos de desenvolvimento profissional, tais como treinamento, tutoria e mentoria dentro ou fora da organização.

3.10 Ciclo de vida do projeto

Projetos são normalmente organizados em fases que são determinadas por necessidades de governança e controle. Convém que estas fases sigam uma sequência lógica com início e fim, e usem recursos para produzirem entregas. Para assegurar um eficiente gerenciamento de projeto durante seu ciclo de vida completo, convém que um conjunto de atividades seja desenvolvido em cada fase. As fases do projeto são conhecidas coletivamente como ciclo de vida do projeto.

O ciclo de vida do projeto abrange o período desde o seu início até o seu final. As fases são divididas por pontos de decisão, os quais podem variar dependendo do ambiente da organização. Os pontos de decisão facilitam a governança do projeto. Convém que no final da última fase, o projeto tenha fornecido todas as entregas.

Para gerenciar um projeto ao longo do seu ciclo de vida, convém que os processos de gerenciamento de projetos sejam usados pelo projeto como um todo, ou para as fases individuais para cada equipe ou subprojeto.

3.11 Restrições do projeto

Existem vários tipos de restrições e, como as restrições são frequentemente interdependentes, é importante para um gerente de projeto balancear uma restrição particular com outras. Convém que as entregas do projeto atendam aos requisitos para o projeto e relatem quaisquer restrições dadas como, escopo, qualidade, cronograma, recursos e custo. As restrições são geralmente interrelacionadas

de tal modo que uma mudança em uma restrição pode afetar uma ou mais restrições. Assim, as restrições podem ter um impacto sobre as decisões tomadas no âmbito dos processos de gerenciamento de projetos.

A obtenção do consenso entre as principais partes interessadas sobre as restrições do projeto podem formar uma base sólida para o sucesso do projeto.

Algumas restrições poderiam ser:

- duração ou data-alvo para o projeto;
- disponibilidade de orçamento de projeto;
- disponibilidade de recursos de projeto, como pessoas, instalações, equipamentos, materiais e infraestrutura,
- ferramentas e outros recursos requeridos para a realização das atividades do projeto, em relação aos seus requisitos;
- fatores relacionados à saúde e segurança das pessoas;
- nível aceitáveis de exposição a risco;
- potencial impacto social ou ecológico do projeto;
- leis, regras e outros requisitos legais

3.12 Relacionamentos entre conceitos e processos de gerenciamento de projeto

O gerenciamento de projeto é realizado por meio dos processos utilizando-se os conceitos e competências descritas em 3.1 a 3.11. Um processo é um conjunto de atividades interrelacionadas. Os processos usados em projetos são geralmente categorizados em três principais tipos:

- processos de gerenciamento de projeto, os quais são específicos para gerenciamento de projeto e para determinar como as atividades selecionadas ao projeto são gerenciadas;
- processos de entrega, os quais não são exclusivos para gerenciamento de projetos, que resultam na especificação e fornecimento de um produto, serviço ou resultado específicos e que variam dependendo da entrega específica do projeto;
- processos de apoio, os quais não são exclusivos para gerenciamento de projeto e que fornecem apoio pertinente e valioso para produtos e processos de gerenciamento de projetos em disciplinas como logística, finanças, contabilidade e segurança.

Esta Norma trata somente de processos de gerenciamento de projetos. Entretanto, convém que seja notado que produto, apoio e processos de gerenciamento de projeto possam se sobrepor e interagir ao longo de um projeto

4 Processos do gerenciamento de projetos

4.1 Aplicação dos processos de gerenciamento de projetos

Esta Norma identifica os processos de gerenciamento de projetos recomendados para serem usados durante um projeto como um todo, para fases individuais ou ambos. Estes processos de gerenciamento de projetos são apropriados para projetos em todas as organizações. O gerenciamento de projetos exige coordenação significativa e, como tal, requer que cada processo usado esteja apropriadamente alinhado e conectado com outros processos. Alguns processos podem ser repetidos para definir e



reunir todos os requisitos das partes interessadas e se chegar a um acordo sobre os objetivos do projeto.

Gerentes de projeto, em conjunto com outras partes interessadas, são aconselhados a considerarem cuidadosamente os processos identificados em 4.3 e aplicá-los, como apropriado, ao projeto e necessidades organizacionais.

Os processos descritos em 4.3 não precisam ser aplicados uniformemente em todos os projetos ou em todas as suas fases. Portanto, convém que o gerente do projeto adapte os processos de gerenciamento para cada projeto ou fase do projeto, para determinar quais processos são apropriados e o grau de rigor a ser aplicado a cada processo. Convém que esta adaptação seja realizada de acordo com as políticas organizacionais pertinentes.

Para um projeto ser bem sucedido, convém que as seguintes ações sejam realizadas:

- selecionar processos apropriados descritos em 4.3 que são requeridos para atender os objetivos do projeto.
- usar uma abordagem definida para desenvolver ou adaptar as especificações do produto e planos para atender os objetivos e requisitos do projeto.
- cumprir os requisitos para satisfazer o patrocinador do projeto, clientes e outras partes interessadas.
- definir e gerenciar o escopo do projeto dentro das restrições, considerando os riscos do projeto e recursos necessários para fornecer as entregas do projeto.
- obter suporte adequado de cada organização executora, incluindo o comprometimento do cliente e do patrocinador do projeto.

Os processos de gerenciamento de projetos nesta Norma são definidos e descritos em termos dos propósitos a que eles servem, dos relacionamentos entre os processos, das interações com os processos, as entradas primárias e saídas associadas a cada processo. Em prol da brevidade, esta Norma não indica a fonte de todas as entradas primárias ou para onde vão as saídas primárias.

4.2 Grupos de processos e grupos de assunto

4.2.1 Generalidades

Os processos de gerenciamento de projetos podem ser vistos de duas perspectivas diferentes:

- como um grupo de processos (ver 4.2.2) para o gerenciamento de projeto;
- como grupos de assunto (ver 4.2.3) reunindo os processos por assunto.

Estes dois diferentes agrupamentos são mostrados na Tabela 1. Os processos individuais são descritos em detalhes em 4.3.



Tabela 1 — Processos de gerenciamento de projetos - Referência cruzada para grupos de processos e grupos por assuntos

Grupos por assunto	Grupos de processos				
	Iniciação	Planejamento	Implementação	Controle	Fechamento
Integração	4.3.2 Desenvolver termo de abertura do projeto	4.3.3 Desenvolver planos de projeto	4.3.4 Dirigir o trabalho do projeto	4.3.5 Controlar o trabalho do Projeto 4.3.6 Controlar mudanças	4.3.7 Fechar fase do Projeto ou o Projeto 4.3.8 Coletar lições aprendidas
Partes interessadas	4.3.9 Identificar as partes interessadas		4.3.10 Gerenciar as partes interessadas		
Escopo		4.3.11 Definir o escopo 4.3.12 Criar estrutura analítica do projeto (EAP) 4.3.13 Definir atividades		4.3.14 Controlar o escopo	
Recursos	4.3.15 Estabelecer a equipe do Projeto	4.3.16 Estimar os recursos 4.3.17 Definir a organização do projeto	4.3.18 Desenvolver a equipe do Projeto	4.3.19 Controlar os recursos 4.3.20 Gerenciar a equipe do projeto	
Tempo		4.3.21 Sequenciar as atividades 4.3.22 Estimar a duração das atividades 4.3.23 Desenvolver o cronograma		4.3.24 Controlar o cronograma	
Custo		4.3.25 Estimar custos 4.3.26 Desenvolver o orçamento		4.3.27 Controlar os custos	
Risco		4.3.28 Identificar os riscos 4.3.29 Avaliar os riscos	4.3.30 Tratar os riscos	4.3.27 Controlar os riscos	
Qualidade		4.3.32 Planejar a qualidade	4.3.33 Executar a garantia da qualidade	4.3.34 Executar o controle da qualidade	
Aquisições		4.3.35 Planejar as aquisições	4.3.36 Selecionar fornecedores	4.3.37 Administrar aquisições	
Comunicação		4.3.38 Planejar as comunicações	4.3.39 Distribuir as informações	4.3.40 Gerenciar a comunicação	

NOTA O propósito desta Tabela não é especificar uma ordem cronológica para realização das atividades. O seu propósito é mapear grupos por assuntos e grupos de processos.



4.2.2 Grupos de processos

4.2.2.1 Generalidades

Cada grupo de processos consiste em processos que são aplicáveis para qualquer fase do projeto ou ao projeto. Estes processos, definidos em termos de propósito, descrição e entradas primárias e saídas, em 4.3, são interdependentes. Os grupos de processo são independentes da área de aplicação ou foco da indústria.

As Figuras do Anexo A apresentam as interações dos processos individuais em cada grupo de processo mapeado agrupado por assunto identificado em 4.2.3. Nem todas as interações do processo são apresentadas no Anexo A. As interações representam uma visão lógica possível dos processos. Qualquer processo pode ser repetido.

4.2.2.2 Grupo de processo de iniciação

Os processos de iniciação são utilizados para iniciar uma fase de projeto ou projeto, para definir a fase de projeto ou objetivos do projeto e autorizar o gerente de projeto a prosseguir com o trabalho do projeto.

4.2.2.3 Grupo de processos de planejando

Os processos de planejamento são usados para desenvolver o planejamento detalhado. Convém que este detalhamento seja suficiente para estabelecer as linhas de base contra as quais a implementação do projeto pode ser gerenciada e o seu desempenho medido e controlado.

4.2.2.4 Grupo de processos de implementação

Os processos de implementação são usados para desenvolver as atividades de gerenciamento de projeto e para apoiar as entregas do projeto, de acordo com os planos do projeto.

4.2.2.5 Grupo de processos de controle

Os processos de controle são usados para monitorar, mediar e controlar o desempenho do projeto em comparação com o plano do projeto, para que ações corretivas e preventivas possam ser tomadas e as solicitações de mudança feitas quando necessário, para permitir a realização dos objetivos do projeto.

4.2.2.6 Grupo de processos de encerramento

Os processos de encerramento são empregados para estabelecer formalmente que a fase do projeto ou o projeto foi concluído e para fornecer lições aprendidas a serem consideradas e implementadas conforme necessário.

4.2.2.7 Interações e interrelacionamentos do grupo de processos de gerenciamento de projetos

O gerenciamento de um projeto começa com o grupo de processo de iniciação e termina com o grupo de processos de encerramento. A interdependência entre os grupos de processo requer que os grupos de processos de controle interajam com todos os outros grupos de processo como mostrado na Figura 5. Os grupos de processos são raramente distintos ou únicos em sua aplicação.

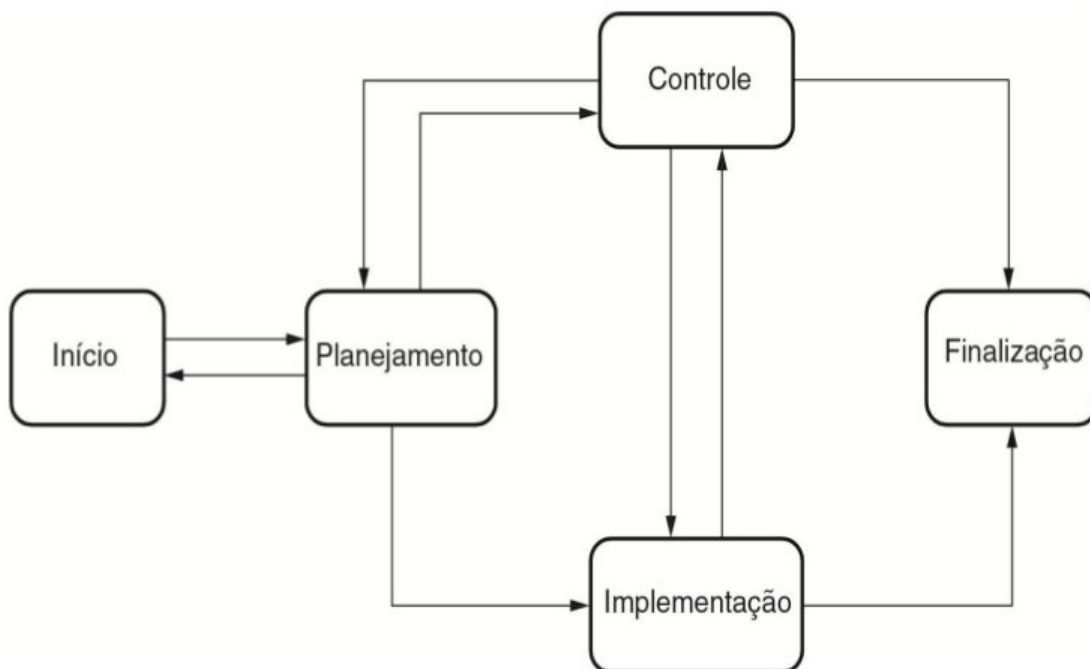


Figura 5 — Interações dos grupos de processos

Os grupos de processos são normalmente repetidos dentro de cada fase do projeto para conduzir o projeto para sua conclusão. Todos ou alguns dos processos dentro dos grupos de processos podem ser requeridos para uma fase do projeto. Nem todas as interações mostradas na Figura 5 serão aplicadas a todas as fases do projeto ou a todos projetos. Na prática, os processos dentro dos grupos de processos são frequentemente simultâneos, sobrepostos, e interativos de maneira que não são mostradas na Figura 5.

A Figura 6 foi elaborada a partir da Figura 5 para mostrar as interações entre os grupos de processos dentro dos limites do projeto, incluindo as entradas e saídas representativas do processo dentro dos grupos de processos. Com a exceção do grupo de processos de controle, ligações entre os vários grupos de processo são por meio dos processos individuais dentro de cada grupo de processo. Enquanto ligações são mostradas na Figura 6 entre o grupo de processos de controle e outros grupos de processos, o grupo de processos de controle pode ser considerado autônomo porque seus processos são usados para controlar não só o projeto como um todo, mas também os grupos de processos individuais.

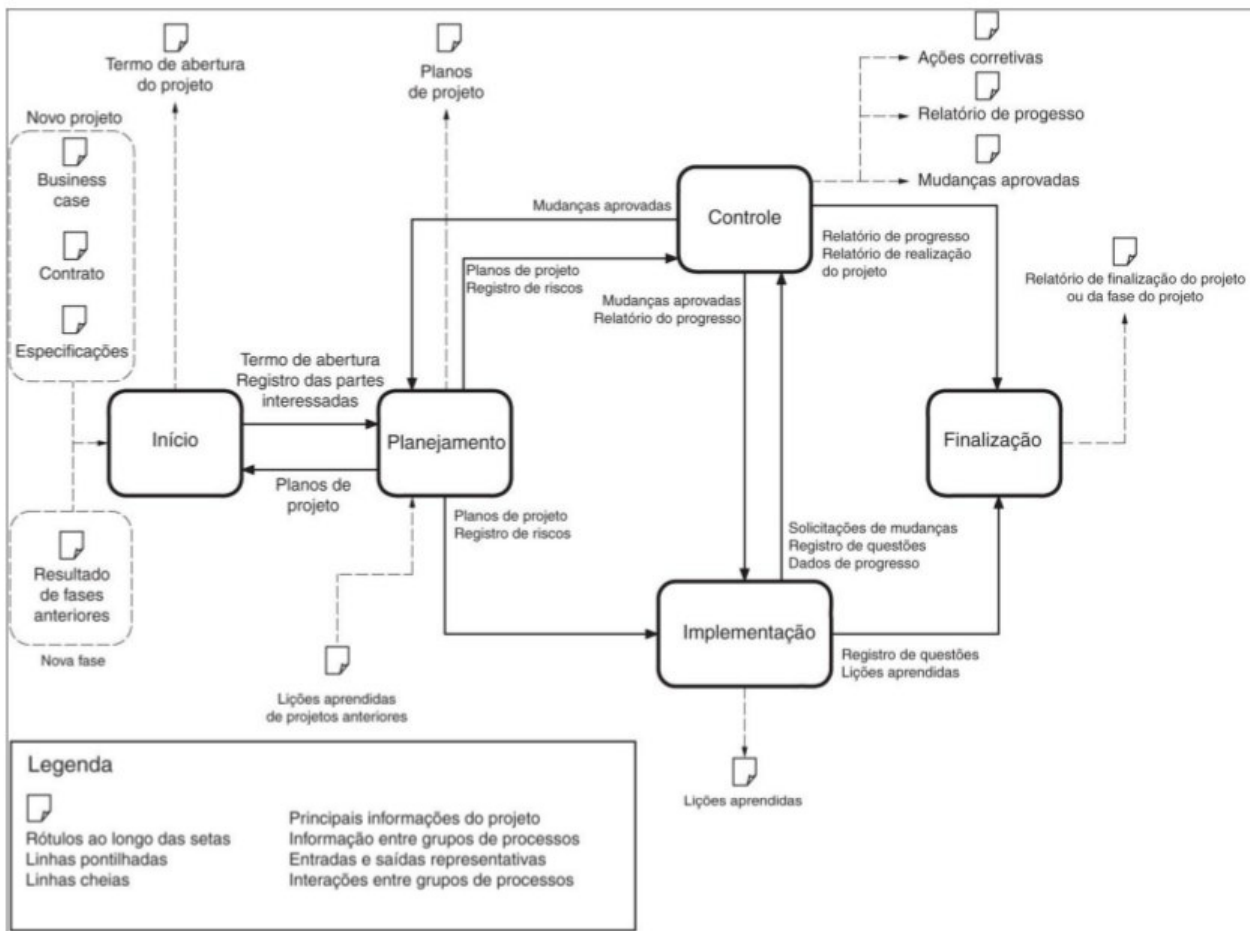


Figura 6 — Interação entre os grupos de processos mostrando as principais entradas e saídas

4.2.3 Grupos por assuntos

4.2.3.1 Generalidades

Cada grupo por assunto consiste em processos aplicáveis a qualquer fase do projeto ou ao projeto. Estes processos são definidos em termos de propósito, descrição, entradas e saídas primárias de 4.3, e são interdependentes. Os grupos por assuntos são independentes da área de aplicação ou foco da indústria.

As Figuras no Anexo A apresentam as interações de processos individuais em cada grupo de processos identificados em 4.2.2, mapeados em relação aos grupos por assunto. Nem todas as interações de processos são mostradas no Anexo A. Qualquer processo pode ser repetido.

4.2.3.2 Integração

O grupo por assunto integração inclui os processos requeridos para identificar, definir, combinar, unificar, coordenar, controlar e fechar as várias atividades e processos referentes ao projeto.



4.2.3.3 Partes interessadas

O grupo por assunto de partes interessadas inclui os processos requeridos para identificar e gerenciar o patrocinador do projeto, clientes e outras partes interessadas.

4.2.3.4 Escopo

O grupo por assunto escopo inclui os processos requeridos para identificar e definir somente o trabalho e as entregas requeridas.

4.2.3.5 Recurso

O grupo por assunto recurso inclui os processos requeridos para identificar e adquirir recursos adequados ao projeto, como pessoas, instalações, equipamentos, materiais, infraestrutura e ferramentas.

4.2.3.6 Tempo

O grupo por assunto tempo inclui os processos requeridos para programar as atividades do projeto e monitorar o progresso para controlar o cronograma.

4.2.3.7 Custo

O grupo por assunto custo inclui os processos requeridos para desenvolver o orçamento e monitorar o progresso para controlar os custos.

4.2.3.8 Risco

O grupo por assunto risco inclui os processos requeridos para identificar e gerenciar ameaças e oportunidades.

4.2.3.9 Qualidade

O grupo por assunto qualidade inclui os processos requeridos planejar e estabelecer o controle e a garantia da qualidade.

4.2.3.10 Aquisições

O grupo por assunto aquisições inclui os processos requeridos para planejar e adquirir produtos, serviços ou resultados e para gerenciar os relacionamentos com fornecedores.

4.2.3.11 Comunicação

O grupo por assunto inclui os processos requeridos para planejar, gerenciar e distribuir informações pertinentes ao projeto.

4.3 Processos

4.3.1 Generalidades

Esta Seção descreve cada um dos processos de gerenciamento de projetos em termos de propósito, descrição, entradas e saídas primárias.



NOTA Nas Tabelas 2 a 40, somente as entradas e saídas primárias mais comuns são mostradas, sem indicação de sua importância ou sequência. Cada processo pode ser repetido para atualizar uma saída desse processo.

Cada processo pode ser repetido para atualizar uma saída deste processo.

Alguns processos relacionados ao projeto pode ser realizado externamente aos limites do projeto através da política da organização, programa, portfólio de projetos ou outros meios, como mostrado na Figura 6

EXEMPLOS Realização de estudos de viabilidade, desenvolvimento de casos de negócios; processos de seleção de projetos antes do início real do trabalho do projeto; lições aprendidas de projetos anteriores.

Embora a inclusão ou exclusão desses tipos de processos, dentro dos limites do projeto, fique a critério de cada organização. Para os efeitos desta Norma, as seguintes premissas são feitas:

- um projeto inicia quando a organização executora completa os processos requeridos para impor um novo projeto,
- um projeto finaliza quando as entregas do projeto forem aceitas ou o projeto for prematuramente terminado e toda a documentação do projeto foi entregue e todas as atividades foram completadas.

Os processos são apresentados nesta Norma como elementos separados e com as interfaces bem definidas. Na prática eles se sobrepõem e interagem de forma que não podem ser completamente detalhados nesta Norma. Reconhece-se que há mais de uma maneira de gerenciar um projeto, dependendo de fatores como os objetivos que são requeridos para serem alcançados, o risco, o tamanho, o prazo, a experiência da equipe do projeto, a disponibilidade de recursos, a quantidade de informações históricas, a maturidade da organização em gerenciamento de projetos, bem como os requisitos da área de aplicação e da indústria.

4.3.2 Desenvolver o termo de abertura do projeto

O propósito de **Desenvolver o termo de abertura do projeto** é como segue:

- autorizar formalmente um projeto ou uma nova fase do projeto;
- identificar o gerente do projeto e as suas autoridades e responsabilidades apropriadas;
- documentar as necessidades do negócio, os objetivos do projeto, entregas esperadas e os aspectos econômicos do projeto.

O termo de abertura do projeto liga o projeto aos objetivos estratégicos da organização e convém que identifique os termos de referência obrigações, premissas e restrições apropriados.

As entradas e saídas primárias são listadas na Tabela 2.

Tabela 2 — Desenvolver o termo de abertura do projeto: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
<ul style="list-style-type: none">— Especificações do trabalho de projeto— Contrato— Business case ou documentos da fase anterior	<ul style="list-style-type: none">— Termo de abertura do projeto

4.3.3 Desenvolver planos do projeto

O propósito de **Desenvolver o plano do projeto** é documentar o seguinte :

- por que o projeto está sendo empreendido;
- o que será fornecido e por quem;
- como ele fornecerá;
- o quanto ele custará;
- como o projeto será implementado, controlado e finalizado.

Os planos do projeto consistem normalmente no plano do projeto e no plano de gerenciamento do projeto. Esses planos podem ser documentos separados ou combinados em um único documento, mas independentemente de qual seja a opção escolhida, convém que os planos de projeto reflitam a integração do escopo, tempo, custo e outros assuntos.

O plano de gerenciamento do projeto é um documento ou um conjunto de documentos que define como o projeto é empreendido, monitorado e controlado. O plano de gerenciamento do projeto pode ser aplicado ao projeto como um todo ou a alguns aspectos do projeto através de planos subsidiários, como plano de gerenciamento de riscos e plano de gerenciamento da qualidade. Tipicamente, o plano de gerenciamento do projeto define os papéis, responsabilidades, organização e procedimentos para o gerenciamento de riscos, questões, controle de mudança, cronograma, custos, comunicações, gerenciamento de configuração, qualidade, saúde, meio ambiente, segurança e outros itens quando necessários.

O plano do projeto contém linhas de base para levar adiante o projeto, por exemplo, em termos de escopo, qualidade, cronograma, custos, recursos e riscos. Convém que todas as partes do plano do projeto sejam consistentes e completamente integradas. Convém que o plano do projeto inclua saídas de todos os processos pertinentes de planejamento dos projetos e as ações necessárias para definir, integrar e coordenar todos os esforços empreendidos para implementar, controlar e finalizar o projeto. O conteúdo do plano de projeto irá variar dependendo da área de aplicação e da complexidade do projeto

A critério da organização executora, através da coordenação com as partes interessadas no projeto, o plano do projeto pode ser tanto um documento detalhado ou um documento de forma resumida, referenciando quaisquer planos subsidiários apropriados, como plano do escopo e cronograma. Se um documento de forma resumida do plano do projeto for usado, convém que ele descreva como o gerenciamento dos planos subsidiários individuais são integrados e coordenados.

Convém que o plano do projeto seja sempre atualizado e comunicado às partes interessadas do projeto. Entretanto, ele pode começar como um plano inicial de alto nível. Este processo reformula progressivamente o plano proveniente de alocações iniciais de alto nível de escopo, orçamento, recursos, cronograma e outros itens, em pacotes mais detalhados e bem alocados de trabalho que prevêm o nível necessário de gestão de conhecimento e controle, conforme é garantido pelo risco do projeto.

As entradas e saídas primárias são listadas na Tabela 3.



Tabela 3 — Desenvolver planos de projeto: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas Primárias
— Termo de abertura do projeto	— Plano do projeto
— Planos subsidiários	— Plano de gerenciamento do projeto
— Lições aprendidas de projetos anteriores	
— <i>Business case</i>	
— Mudanças aprovadas	

4.3.4 Dirigir o trabalho do projeto

O propósito do **Dirigir o trabalho do projeto** é gerenciar o desempenho do trabalho como definido nos planos do projeto em fornecer entregas aprovadas do projeto. Dirigir o trabalho do projeto é o gerenciamento da interface entre o patrocinador do projeto, gerente do projeto, equipe de gerenciamento do projeto e a equipe do projeto, permitindo que o trabalho realizado pela equipe do projeto possa ser integrado em trabalho de projeto subsequente ou às entregas finais do projeto.

Convém que gerente do projeto dirija o desempenho das atividades planejadas do projeto e gerencie as diversas interfaces técnicas, administrativas e organizacionais no âmbito do projeto.

As entregas são o resultado dos processos integrados executados como definido nos planos de projeto. As informações sobre o *status* das entregas são reunidas como parte de 4.3.39.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 4.

Tabela 4 — Dirigir o trabalho do projeto: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos de projeto	— Dados do progresso
— Mudanças aprovadas	— Registro de questões
	— Lições aprendidas

4.3.5 Controlar o trabalho do projeto

O propósito de **Controlar o trabalho do projeto** é permitir a conclusão das atividades de projeto de forma integrada e de acordo com os planos de projeto.

Convém que este processo seja realizado durante todo o projeto, incluindo medição do desempenho, avaliação das medições e tendências que podem afetar os processos de melhoria, e provocando mudanças no processo para melhorar o desempenho. A aplicação contínua deste processo fornece às partes interessadas do projeto, incluindo o patrocinador do projeto, gerente de projeto, a equipe de gerenciamento de projetos e equipe do projeto, uma descrição precisa e atual do desempenho do projeto.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 5.

Tabela 5 — Controlar o trabalho do projeto: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos de projeto	— Solicitações de mudança
— Dados de progresso	— Relatório de progresso
— Controle de medições da qualidade	— Relatório de conclusão do Projeto
— Registros de riscos	
— Registros de questões	

4.3.6 Controlar mudanças

O propósito de **Controlar mudanças** é controlar as mudanças no projeto e suas entregas e formalizar a aceitação ou rejeição dessas mudanças, antes de sua subsequente implementação.

Ao longo do projeto é necessário registrar as solicitações de mudança em um registro de mudança para serem avaliadas em termos de benefício, escopo, recursos, tempo, custos, qualidade e risco, avaliar o impacto e benefício e obter aprovação antes de sua execução. Uma solicitação de mudança pode ser modificada ou mesmo cancelada à luz da avaliação do impacto. Uma vez que a mudança tenha sido aprovada, convém que a decisão seja comunicada a todas as partes interessadas pertinentes para execução, incluindo atualização da documentação do projeto, quando necessária. Convém que as mudanças para as entregas sejam controladas por meio de procedimentos como gerenciamento de configuração.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 6.

Tabela 6 — Controle de mudanças: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos do projeto	— Mudanças aprovadas
— Solicitações de mudança	— Registro de mudança

4.3.7 Finalizar uma fase do projeto ou um projeto

O propósito de **Finalizar uma fase do projeto ou um projeto** é confirmar a conclusão de todos os processos e atividades do projeto, a fim de finalizar uma fase do projeto ou um projeto.

Convém que a conclusão de todos os processos e atividades sejam verificados para assegurar que os resultados de uma fase do projeto ou do projeto sejam fornecidos e os processos de gerenciamento específicos do projeto sejam concluídos ou finalizados antes da conclusão. Convém que todos os documentos do projeto sejam reunidos e arquivados de acordo com as normas vigentes e todo o pessoal de projeto e outros recursos sejam liberados.

Um projeto pode precisar ser terminado antes de estar completo, se o cliente não mais precisar das entregas do projeto, ou se torna óbvio no projeto que alguns ou todos os objetivos não podem ser alcançados. A menos que existam razões especiais, convém que o término de um projeto abranja as mesmas atividades quando da finalização do projeto, apesar de não haver uma entrega ao cliente. Convém que toda a documentação do projeto terminado seja reunida e arquivada de acordo com os requisitos organizacionais.



As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 7.

Tabela 7 — Fechamento de uma fase de projeto ou de um projeto: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Relatório de progresso	— Aquisições concluídas
— Documentação de contratos	— Relatório de fechamento de fase do projeto ou do projeto
— Relatórios de conclusão do projeto	— Recursos liberados

4.3.8 Reunir lições aprendidas

O propósito de **Reunir lições aprendidas** é avaliar o projeto e as experiências reunidas para os benefícios atuais e projetos futuros.

Ao longo do projeto, a equipe de projeto e as principais partes interessadas identificam as lições aprendidas referentes às técnicas, aspectos e processos gerenciais do projeto. Convém que as lições aprendidas sejam capturadas, compiladas, formalizadas, guardadas, disseminadas e usadas em todo o projeto. Dessa maneira, em alguns níveis, lições aprendidas podem ser saídas de todo processo de gerenciamento de projeto e podem resultar na atualização dos planos do projeto.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 8.

Tabela 8 — Reunir lições aprendidas: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos de projeto	— Documento de lições aprendidas
— Relatórios de progresso	
— Mudanças aprovadas	
— Registro de questões	
— Registro de riscos	

4.3.9 Identificar as partes interessadas

O propósito de **identificar as partes interessadas** é determinar os indivíduos, grupos ou organizações afetadas ou que afetam o projeto e documentar informação pertinente relacionada a seus interesses e envolvimento.

As partes interessadas podem estar ativamente envolvidas no projeto e podem ser internas ou externas ao projeto, assim como, podem estar em vários níveis de autoridade. Para maiores informações ver 3.8.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 9.

Tabela 9 — Identificar as partes Interessadas: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Termo de abertura do projeto	— Registro das partes interessadas
— Organograma do projeto	

4.3.10 Gerenciar as partes interessadas

O propósito de **Gerenciar as partes interessadas** é fornecer compreensão adequada e atenção às necessidades e expectativas das partes interessadas. Este processo inclui atividades como identificar as preocupações das partes interessadas e resolver questões.

Diplomacia e tato são essenciais quando da negociação com as partes interessadas. Quando não for possível para o gerente do projeto resolver as questões das partes interessadas, pode ser que seja necessário escalonar a questão a uma autoridade superior, de acordo com a organização do projeto, ou obter o assessoramento de indivíduos externos.

Convém que seja feita uma análise detalhada das partes interessadas, e os impactos que possam ter sobre o projeto, para permitir que o gerente de projeto possa tirar o máximo proveito da sua contribuição para o projeto. A partir deste processo, podem ser desenvolvidos planos de gerenciamento das partes interessadas prioritizadas.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 10.

Tabela 10 — Gerenciar as partes interessadas: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Registro das partes interessadas	— Solicitações de mudança
— Planos do projeto	

4.3.11 Definir o escopo

O propósito de **Definir o escopo** é alcançar a clareza do escopo do projeto, incluindo objetivos, entregas, requisitos e limites para definir estado final do projeto.

A definição do escopo do projeto esclarece que o projeto contribuirá para as metas estratégicas da organização. Convém que a declaração do escopo do projeto seja usada como base para as futuras decisões do projeto, assim como para comunicar a sua importância e os benefícios que serão obtidos pelo êxito do cumprimento do projeto.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 11.

Tabela 11 — Definir o escopo: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Termo de abertura do projeto	— Declaração do escopo
— Mudanças aprovadas	— Requisitos

4.3.12 Criar a estrutura analítica do projeto (EAP)

O propósito de **Criar a estrutura analítica do projeto (EAP)** é fornecer uma decomposição da estrutura hierárquica para apresentar o trabalho que necessita ser completado, a fim de alcançar os objetivos do projeto.

A estrutura analítica do projeto fornece uma estrutura para dividir e subdividir o trabalho do projeto em partes menores e, portanto, mais gerenciáveis. A estrutura analítica do projeto pode ser, por exemplo,



nas fases de projeto, principais entregas, disciplina e localização. Cada nível descendente da estrutura analítica do projeto descreve o trabalho do projeto em um nível cada vez mais detalhado. É possível desenvolver outras estruturas analíticas hierárquicas para abordar metodologicamente itens como entregas, organização, riscos e contabilização dos custos do projeto.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 12.

Tabela 12 — Criar a estrutura analítica do projeto: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos do projeto	— Estrutura analítica do projeto
— Requisitos	— Dicionário da estrutura analítica do projeto
— Mudanças aprovadas	

4.3.13 Definir as atividades

O propósito de **Definir as atividades** é identificar, definir e documentar todas as atividades que convém estar no cronograma e sejam executadas para alcançar os objetivos do projeto.

Este processo começa com o menor nível da estrutura analítica do projeto e identifica, define e documenta o trabalho pelo uso de componentes menores, chamados de atividades, a fim de fornecer uma base para o planejamento de projeto, execução, controle e finalização do trabalho.

As entradas e saídas primárias estão definidas na Tabela 13.

Tabela 13 — Definir as atividades: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Estrutura analítica do projeto	— Lista de atividades
— Dicionário da estrutura analítica do projeto	
— Planos do projeto	
— Mudanças aprovadas	

4.3.14 Controlar o escopo

O propósito de **Controlar o escopo** é maximizar os impactos positivos do projeto e minimizar os impactos negativos originados pelas mudanças no escopo.

Convém que este processo foque na determinação do *status* atual do escopo do projeto, comparando o *status* atual do escopo à linha de base do escopo aprovado, para determinar qualquer variação na previsão do escopo e implementação de quaisquer solicitações de mudança adequadas para evitar os impactos negativos no escopo.

Este processo também se preocupa em influenciar os fatores que fornecem as mudanças do escopo e controlar o impacto dessas mudanças nos objetivos do projeto. O processo é usado para garantir que todas as solicitações de mudança são processadas por meio de 4.3.6. O controle do escopo é também usado para gerenciar as mudanças e é integrado com outros processos de controle. As mudanças não controladas são frequentemente referenciadas como desvio do escopo do projeto.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 14.

Tabela 14 — Controlar o escopo: entradas e saídas primárias.

Entradas primárias	Saídas primárias
— Dados de progresso	— Solicitações de mudança
— Declaração do escopo	
— Estrutura analítica do projeto	
— Lista de atividades	

4.3.15 Estabelecer a equipe do projeto

O propósito de **Estabelecer a equipe do projeto** é obter recursos humanos necessários para concluir o projeto.

Convém que o gerente do projeto determine como e quando os membros da equipe serão contratados assim como e quando eles serão liberados do projeto. Quando recursos humanos não estão disponíveis na organização, convém que se considere a contratação de recursos adicionais ou trabalho subcontratado a uma outra organização. Convém que o trabalho de locação, comprometimento, papéis e responsabilidades, assim como requisitos de relatório e comunicação sejam estabelecidos.

O gerente do projeto pode ou não ter controle absoluto sobre a seleção dos membros da equipe do projeto, mas convém que o gerente do projeto esteja envolvido na sua seleção. Convém que o gerente do projeto, quando possível, leve em consideração fatores tais como habilidades, especialidades, diferentes personalidades e dinâmica de grupo, quando do estabelecimento da equipe do projeto. Como projetos são tipicamente desempenhados em um ambiente de mudanças, este processo é normalmente executado continuamente ao longo do projeto.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 15

Tabela 15 — Estabelecer a equipe do projeto: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Requisitos de recurso	— Designação do <i>staff</i> — Contratos do <i>staff</i>
— Organograma do projeto	
— Disponibilidade de recursos	
— Planos do projeto	
— Descrição dos papéis	

4.3.16 Estimar os recursos

O propósito da **Estimar os recursos** é determinar os recursos necessários para cada atividade na lista de atividades. Os recursos podem incluir pessoas, instalações, equipamentos, materiais, infraestrutura e ferramentas.

Os atributos de recursos são registrados, incluindo origem, unidades e início e fim de engajamento .

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 16.



Tabela 16 — Estimar os recursos: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Lista de atividades	— Requisitos de recursos
— Planos do projeto	— Plano do recurso
— Mudanças aprovadas	

4.3.17 Definir a organização do projeto

O propósito de **Definir a organização do projeto** é garantir todos os comprometimentos necessários de todas as partes envolvidas em um projeto. Convém que os papéis, responsabilidades e autoridades sejam relevantes ao projeto e sejam definidos de acordo com a natureza e complexidade do projeto e considerem o desempenho das políticas existentes da organização.

A definição da estrutura organizacional do projeto inclui a identificação de todos os membros da equipe e as pessoas diretamente envolvidas no trabalho do projeto.

Este processo inclui a atribuição de responsabilidades e autoridades do projeto. Estas responsabilidades e autoridades podem ser definidas nos níveis adequados da estrutura analítica do projeto. Essas definições geralmente incluem responsabilidades para realizar o trabalho aprovado, gerenciar o progresso e alocação de recursos.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 17.

Tabela 17 — Definir a organização do projeto : entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos do projeto	— Descrições dos papéis
— Estrutura analítica do projeto	— Organograma do projeto
— Requisitos de recursos	
— Registro das partes interessadas	
— Mudanças aprovadas	

4.3.18 Desenvolver a equipe do projeto

O propósito de **Desenvolver a equipe do projeto** é melhorar o desempenho e a interação dos membros da equipe do projeto de maneira contínua. Convém que este processo aumente a motivação e o desempenho da equipe.

Este processo depende das competências da equipe do projeto (ver também 4.3.15). Convém que as regras estabelecidas de aceitação de comportamento sejam estabelecidas mais cedo no projeto para minimizar desentendimentos e conflitos.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 18.

Tabela 18 — Desenvolver a equipe do projeto: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Designação do <i>staff</i>	— Desempenho da equipe
— Disponibilidade de recurso	— Avaliação da equipe
— Plano de recursos	
— Descrição dos papéis	

4.3.19 Controlar os recursos

O propósito de **Controlar os recursos** é assegurar que os recursos requeridos para empreender o trabalho do projeto estejam disponíveis e associados de maneira necessária, de forma a cumprir os requisitos do projeto.

Os conflitos na disponibilidade de recursos podem ocorrer devido a circunstâncias inevitáveis como falha de equipamento, clima, conflitos no trabalho ou problemas técnicos. Tais circunstâncias podem exigir reprogramação das atividades, resultando em mudanças de requisitos de recursos para as atividades atuais e subseqüentes. Convém que sejam estabelecidos procedimentos para identificar tais perdas para facilitar a realocação de recursos.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 19.

Tabela 19 — Controlar os recursos: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos do projeto	— Solicitações de mudança
— Designação do <i>staff</i>	— Ações corretivas
— Disponibilidade de recursos	
— Dados de progresso	
— Requisitos de recursos	

4.3.20 Gerenciar a equipe do projeto

O propósito de **Gerenciar a equipe do projeto** é otimizar o desempenho da equipe, fornecer *feedback*, resolver questões, estimular a comunicação e coordenar mudanças para alcançar sucesso no projeto.

Como resultado do gerenciamento da equipe do projeto, os requisitos de recursos podem se revistos. Convém que as questões sejam levantadas e fornecidas saídas para o desempenho pessoal organizacional e lições aprendidas de projeto.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 20.



Tabela 20 — Gerenciar a equipe do projeto – entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos do projeto	— Desempenho do <i>staff</i>
— Organograma do projeto	— Avaliações do <i>staff</i>
— Descrições dos papéis	— Solicitações de mudança
— Dados de progresso	— Ações corretivas

4.3.21 Sequenciar as atividades

O propósito de **Sequenciar as atividades** é identificar e documentar os relacionamentos lógicos entre as atividades do projeto.

Convém que todas as atividades dentro do projeto sejam dependentes para fornecer um diagrama de rede tal que o caminho crítico possa ser determinado. Convém que as atividades sejam sequenciadas logicamente com relacionamentos de precedência adequados, antecipações, atrasos, restrições, interdependências e dependências externas, a fim de apoiar o desenvolvimento de um cronograma de projeto realístico e alcançável.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 21.

Tabela 21 — Sequenciar as atividades: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Lista de atividades	— Sequência das atividades
— Mudanças aprovadas	

4.3.22 Estimar a duração das atividades

O propósito de **Estimar a duração das atividades** é estimar o tempo requerido para completar cada atividade no projeto.

As durações das atividades são uma função de assuntos como quantidade e tipo de recursos disponíveis, relacionamento entre atividades, capacidades, calendários de planejamento, curvas de aprendizado e processo administrativo. O processo administrativo pode afetar os ciclos de aprovação. As atividades futuras podem consistir em trabalho que serão discriminados em mais detalhes à medida que o tempo progride e mais informações detalhadas se tornem disponíveis. As durações representam mais frequentemente uma troca entre restrição de tempo e disponibilidade de recurso. Reestimativas periódicas que resultem em previsões atualizadas em comparação com a linha de base são também um componente deste processo.

A duração da atividade estimada pode necessitar ser revista, uma vez que as atividades sejam programadas e o caminho crítico seja identificado. Se o caminho crítico revelar uma data de conclusão do projeto posterior à data requerida, pode ser necessário que as atividades do caminho crítico sejam ajustadas.

As entradas e saídas estão listadas na Tabela 22.

Tabela 22 — Estimar a duração das atividades: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
<ul style="list-style-type: none">— Lista de atividades— Requisitos de recursos— Dados históricos— Normas da Indústria— Mudanças aprovadas	<ul style="list-style-type: none">— Estimativas de duração da atividade

4.3.23 Desenvolver o cronograma

O propósito de **Desenvolver o cronograma** é calcular o tempo do início e fim das atividades do projeto e estabelecer uma linha de base geral da programação do projeto.

As atividades são programadas em uma sequência lógica que identifica durações, marcos e interdependências para produzir uma rede de trabalho.

O nível de atividade oferece resolução suficiente ao controle de gerenciamento ao longo do ciclo de vida do projeto. O cronograma fornece um instrumento para avaliar o progresso real no tempo, em comparação com uma medida de realização do objetivo pré-definido.

O cronograma é estabelecido no nível de atividade, o qual fornece a base para a atribuição de recursos e a elaboração do orçamento com base no tempo. Convém desenvolver o cronograma continuamente ao longo do projeto com o progresso do trabalho do projeto, com a mudança dos planos do projeto, com a prevenção de eventos de risco que ocorrem ou desaparecem e com a identificação de novos riscos. Se necessário, convém que as estimativas de recurso e duração sejam analisadas criticamente ou revisadas para desenvolver um cronograma aprovado do projeto que possa servir como linha de base, em função do progresso a ser trilhado.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 23.

Tabela 23 — Desenvolver o cronograma: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
<ul style="list-style-type: none">— Sequência de atividades— Estimativas de duração da atividade— Restrições do cronograma— Registro de riscos— Mudanças aprovadas	<ul style="list-style-type: none">— Cronograma

4.3.24 Controlar o cronograma

O propósito de **Controlar o cronograma** é monitorar as suas variações e executar as devidas ações.

Convém que este processo foque na determinação do status atual do cronograma do projeto, comparando-o com a linha base do cronograma aprovada para determinar qualquer variação, previsão



de datas de conclusão e implementação de quaisquer ações adequadas para evitar impactos adversos do cronograma. Convém gerenciar todas as alterações da linha de base do cronograma, de acordo com 4.3.6

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 24.

Tabela 24 — Controlar o cronograma: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Cronograma	— Solicitações de mudança
— Dados de progresso	— Ações corretivas
— Planos do projeto	

4.3.25 Estimar os custos

O propósito de **Estimar os custos** é obter uma aproximação dos custos necessários para completar cada atividade do projeto e o custo do projeto como um todo.

As estimativas de custo podem ser expressas em termos de unidades de medida como horas de trabalho ou número de horas de equipamento ou valores em moeda corrente. Quando expresso em moeda corrente e quando estende a desempenho a longo prazo, convém que métodos levando em conta o valor monetário sejam empregados. As curvas de aprendizado podem ser empregadas quando o projeto inclui um número de atividades repetitivas e sequenciais. Convém identificar as taxas de câmbio usadas no custeio do plano do projeto, em projetos que lidam com mais de uma moeda .

As estimativas de reservas ou contingências são usadas para lidar com riscos ou incertezas e convém que sejam adicionadas às estimativas de custos do projeto e claramente identificadas.

Entradas e saídas estão listadas na Tabela 25.

Tabela 25 — Estimar os custos: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Estrutura analítica do projeto	— Estimativa de custo
— Lista de atividades	
— Planos do projeto	

4.3.26 Desenvolver o orçamento

O propósito de **Desenvolver o orçamento** do projeto é distribuir o orçamento do projeto aos níveis adequados da estrutura analítica do projeto.

A atribuição dos orçamentos para segmentos programados do trabalho fornece um orçamento baseado no tempo contra o qual o desempenho real pode ser comparado. A manutenção de orçamentos realistas, diretamente ligados ao escopo de trabalho estabelecido, é essencial para cada organização responsável pela realização do esforço do projeto. Os orçamentos são normalmente distribuídos da mesma maneira em que a estimativa do projeto foi derivada. A estimativa de custo do projeto e orçamento estão intimamente ligados. A estimativa dos custos determina o custo total do projeto,

enquanto o orçamento identifica onde e quando os custos serão gastos e estabelece um meio pelo qual o desempenho pode ser gerenciado

Convém que as medidas objetivas de desempenho de custo sejam estabelecidas no processo orçamentário. Definir medidas objetivas das avaliações de desempenho de custos com antecedência melhora a prestação de contas e evita desvios.

Os itens de contingência ou reservas não atribuídos às atividades ou outro escopo de trabalho podem ser criados e usados para propósitos de controle do gerenciamento ou para cobrir riscos identificados. Convém que tais itens e riscos associados sejam claramente identificados.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 26.

Tabela 26 — Desenvolver o orçamento: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Estrutura analítica do projeto	— Orçamento
— Estimativas de custo	
— Cronograma	
— Planos do projeto	
— Mudanças aprovadas	

4.3.27 Controlar os custos

O propósito de **Controlar os custos** é monitorar as variações dos custos e tomar ações adequadas.

Convém que este processo foque na determinação do status atual do custo do projeto, comparando-o com os custos da linha de base para determinar qualquer variação, prevendo os custos projetados na conclusão e implementando quaisquer ações corretivas ou preventivas adequadas para evitar o impacto dos custos adversos. Convém gerenciar todas as mudanças para os custos da linha de base de acordo com 4.3.6.

Uma vez que o trabalho inicie, os dados do desempenho são acumulados incluindo os custos orçados, custos reais e custos estimados na conclusão. A fim de avaliar o desempenho do custo é necessário acumular os dados do cronograma, como o progresso das atividades programadas e as datas de conclusão previstas das atividades atuais e futuras. As variações podem surgir de um planejamento deficiente, sem mudanças de escopo previstas, problemas técnicos, falhas no equipamento ou outros fatores externos como dificuldades com o fornecedor. Independentemente da causa, ações corretivas são necessárias tanto para uma mudança no custo da linha de base ou no desenvolvimento de um plano de recuperação de curto prazo.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 27.

Tabela 27 — Controlar os custos: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Dados de progresso	— Custos reais
— Planos do projeto	— Custos previstos
— Orçamento	— Solicitações de mudança
	— Ações corretivas



4.3.28 Identificar os riscos

O propósito de **Identificar os riscos** é determinar os eventos potenciais de riscos e suas características que, caso ocorram, podem ter um impacto positivo ou negativo nos objetivos do projeto.

Este é um processo repetitivo, pois novos riscos podem se tornar riscos conhecidos ou podem mudar ao longo do ciclo de vida do projeto. Riscos com um potencial impacto negativo para o projeto são referidos como "ameaças", ao passo que os riscos com potencial impacto positivo sobre o projeto são referidos como "oportunidades". Convém que todos os riscos identificados sejam tratados de acordo com 4.3.30.

Convém que **este** processo envolva múltiplos participantes, normalmente o cliente do projeto, patrocinador do projeto, gerente do projeto, membros da equipe do projeto, gerentes senior, usuários, especialistas em gerenciamento de riscos, outros membros do comitê diretor do projeto e especialistas no tema.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 28.

Tabela 28 — Identificar os riscos: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos do projeto	— Registros de riscos

4.3.29 Avaliar os riscos

O propósito de **Avaliar os riscos** é medir e priorizar os riscos para uma ação futura.

Este processo inclui estimar a probabilidade de ocorrência de cada risco e a correspondente consequência para os objetivos do projeto, caso o risco ocorra. Os riscos são então priorizados de acordo com essa avaliação, considerando-se outros fatores como o prazo e a tolerância ao risco das principais partes interessadas.

A avaliação de riscos é um processo repetitivo de acordo com 4.3.31. Tendências podem indicar a necessidade de uma ação maior ou menor do gerenciamento de risco.

As entradas e saídas estão listadas na Tabela 29.

Tabela 29 — Avaliar os riscos: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Registro dos riscos	— Riscos priorizados
— Planos do projeto	

4.3.30 Tratar os riscos

O propósito de **Tratar os riscos** é desenvolver opções e determinar ações para aumentar as oportunidades e reduzir ameaças para os objetivos do projeto.

Este processo aborda riscos pela inserção de recursos e atividades dentro do cronograma e do orçamento. Convém que o tratamento do risco seja apropriado, custo efetivo, oportuno, realístico dentro do contexto do projeto, compreendido por todas as partes envolvidas e designado a uma pessoa apropriada.

O tratamento do risco inclui medidas para evitar o risco, mitigar o risco, desviar do risco ou para desenvolver planos de contingências a serem usados se ocorrerem riscos.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 30

Tabela 30 — Tratar os riscos: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Registro do risco	— Respostas ao risco
— Planos do projeto	— Solicitações de mudança

4.3.31 Controlar os riscos

O propósito de **Controlar os riscos** é minimizar a interrupção do projeto determinando se as respostas ao risco são executadas e se elas têm o efeito desejado.

Ele é alcançado pelo rastreamento dos riscos identificados, identificação e análise de novos riscos, monitoramento das condições de desencadeamento dos planos de contingência e progresso da análise crítica sobre tratamentos de riscos ao avaliar sua eficácia.

Convém avaliar periodicamente os riscos do projeto ao longo do seu ciclo de vida, quando surge um novo risco ou quando um marco for alcançado.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 31.

Tabela 31 — Controlar os riscos – entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Registro de risco	— Solicitações de mudança
— Dados de progresso	— Ações corretivas
— Planos do projeto	
— Respostas aos riscos	

4.3.32 Planejar a qualidade

O propósito de **Planejar a qualidade** é determinar as normas e os requisitos da qualidade que serão aplicáveis no projeto, nas entregas do projeto e como os requisitos e normas serão encontrados baseados nos objetivos do projeto.

O processo inclui o seguinte:

- determinar e acordar com o patrocinador do projeto e outras partes interessadas os objetivos e padrões relevantes a serem alcançados;
- estabelecer ferramentas, procedimentos, técnicas e recursos exigidos para alcançar os padrões aplicáveis;
- determinar metodologias, técnicas e recursos para executar atividades de qualidade sistematicamente planejadas;



- desenvolver o plano de qualidade o qual inclui tipo de análise crítica, responsabilidades e participantes em uma tabela de marcos de acordo com o cronograma global do projeto;
- consolidar toda informação de qualidade no plano de qualidade.

Devido a natureza temporária dos projetos e suas restrições de tempo, muitos projetos não têm a capacidade para desenvolver normas de qualidade. O desenvolvimento e aceitação organizacional de normas e parâmetros de qualidade do produto podem estar fora dos limites do projeto. Esta aceitação é normalmente a responsabilidade da organização executora e serve como entrada para este processo. Convém que o plano da qualidade se refira ou inclua a política da qualidade como estabelecido pelo gerente sênior.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 32.

Tabela 32 — Planejar a qualidade: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos do projeto	— Plano de qualidade
— Requisitos de qualidade	
— Política de qualidade	
— Mudanças aprovadas	

4.3.33 Executar a garantia da qualidade

O propósito de **Executar a garantia da qualidade** é analisar criticamente as entregas e o projeto. Ele inclui todos os processos, ferramentas, procedimentos, técnicas e recursos necessários para atender os requisitos da qualidade.

Este processo inclui o seguinte:

- assegurar que os objetivos e normas pertinentes são alcançados e comunicados, entendidos, aceitos e respeitados pelos membros da organização do projeto.
- executar o plano da qualidade com o andamento do projeto;
- assegurar que as ferramentas, procedimentos, técnicas e recursos estabelecidos estão sendo usados.

A garantia da qualidade permite a conformidade com os requisitos de desempenho e normas aplicáveis.

As auditorias de garantia da qualidade podem ser realizadas fora dos limites do projeto por outras partes da organização executora ou pelos clientes. As auditorias determinam o desempenho do processo de qualidade, controle da qualidade e a necessidade da ação recomendada ou solicitações de mudança.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 33.

Tabela 33 — Executar a garantia da qualidade: entrada e saída primárias

Entrada primária	Saída primária
— Plano da qualidade	— Solicitações de mudança

4.3.34 Executar o controle da qualidade

O propósito de **Executar o controle da qualidade** é determinar se os objetivos do projeto, requisitos da qualidade e normas estabelecidos estão sendo alcançados e identificar as causas e maneiras para eliminar desempenho insatisfatório.

Convém que o processo seja aplicado durante o ciclo de vida de todo o projeto e inclua o seguinte:

- monitoramento da qualidade das entregas e dos processos a serem cumpridos e detecção dos defeitos pelo uso das ferramentas, procedimentos e técnicas estabelecidos;
- análise de possíveis causas de defeitos;
- determinação das ações preventivas e solicitações de mudança;
- comunicação das ações corretivas e solicitações de mudança para os membros apropriados da organização do projeto.

O controle da qualidade pode ser executado fora dos limites do projeto por outras partes da organização executora ou pelos clientes. O controle da qualidade pode identificar causas de um fraco desempenho do processo ou má qualidade do produto e pode resultar em ações recomendadas ou solicitações de mudança, quando necessárias para eliminar a não conformidade do desempenho.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 34.

Tabela 34 — Executar o controle de qualidade: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Dados de progresso	— Medições do controle de qualidade
— Entregas	— Entregas verificadas
— Plano da qualidade	— Relatórios de inspeção
	— Solicitações de mudança
	— Ações corretivas

4.3.35 Planejar as aquisições

O propósito de **Planejar as aquisições** é planejar e documentar a estratégia de aquisições e o processo global corretamente antes das aquisições serem iniciadas.

Este processo é usado para facilitar a tomada de decisão para aquisições, especificar as abordagens das aquisições e desenvolver as especificações e requisitos das aquisições.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 35.

Tabela 35 — Planejar as aquisições: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos de projeto	— Planos de aquisição
— Capacidade e capacitação interna	— Lista de fornecedores preferenciais
— contratos existentes	— Lista de decisões de fazer ou comprar
— Requisitos de recursos	
— Registro de riscos	



4.3.36 Selecionar fornecedores

O propósito de **Selecionar fornecedores** é:

- assegurar que a informação seja obtida dos fornecedores, de modo a existir uma avaliação consistente de propostas em comparação com os requisitos declarados,
- analisar criticamente e examinar todas as informações submetidas;
- selecionar fornecedores.

Convém que a solicitação de informação, proposta, licitação, oferta ou cotação, cada uma delas com diferentes propósitos, sem ambiguidades, seja de maneira a garantir que a informação obtida em resposta ao tipo específico de solicitação satisfaça às necessidades dos clientes e está em conformidade com requisitos legais e regulatórios aplicáveis. Convém que a solicitação inclua uma descrição completa dos documentos a serem fornecidos, como escopo, formato, qualidade e quantidade destes documentos, bem como o propósito e data na qual convém ser submetida. Quando as propostas forem solicitadas, convém que a documentação apresentada forneça informações suficientes para que um fornecedor seja selecionado

Convém que uma avaliação da proposta de cada fornecedor seja realizada de acordo com os critérios de avaliação escolhidos. Convém que a seleção final seja feita com base no que é considerado ser a oferta mais adequada e vantajosa com referência aos critérios de avaliação. Pode haver um período de negociação entre a escolha de um fornecedor preferido e concordância com as condições de um acordo final.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 36.

Tabela 36 — Selecionar fornecedores – entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Plano de aquisições	— Solicitação para informação, proposta, licitação, oferta ou cotação
— Lista de fornecedores preferenciais	— Contratos ou pedidos de compra
— Proposta de fornecimento	— Lista de fornecedores selecionados
— Lista de decisões de fazer ou comprar	

4.3.37 Administrar as aquisições

O propósito de **Administrar as aquisições** é gerenciar o relacionamento entre o comprador e os fornecedores.

Este processo inclui monitoramento e análise crítica do desempenho dos fornecedores e recebimento regular de relatórios de progresso e tomada de ação apropriada para promover a conformidade com todos os requisitos do projeto, incluindo tipos de contrato, qualidade, desempenho, duração e segurança.

Este processo inicia com a emissão da documentação do acordo e termina com a finalização do acordo.

As entradas e saídas estão listadas na Tabela 37.

Tabela 37 — Administrar aquisições: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Contratos ou pedidos de compra	— Solicitações de mudança
— Planos de projeto	— Ações corretivas
— Mudanças aprovadas	
— Relatórios de inspeção	

4.3.38 Planejar as comunicações

O propósito de **Planejar as comunicações** é determinar as informações e comunicações necessárias às partes interessadas.

Embora haja necessidade de comunicar informações sobre o projeto, as necessidades de informações e métodos de distribuição variam. Os fatores de sucesso do projeto incluem a identificação das necessidades de informações às partes interessadas e a quaisquer necessidades de informações obrigatórias, por exemplo, governamental ou regulatória, e a determinação de meios adequados para atender a essas necessidades.

Fatores como pessoal geograficamente disperso, múltiplas culturas e fatores organizacionais podem afetar significativamente os requisitos de comunicação. Para mais informações, ver 3.5.1.

Convém que este processo seja iniciado no planejamento do projeto, seguindo uma identificação e análise da parte interessada, bem como seja regularmente analisado criticamente e revisado como necessário para assegurar a efetiva continuidade do projeto. Convém que o plano de comunicação defina os requisitos de informação e esteja facilmente acessível às partes interessadas apropriadas ao longo do projeto.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 38.

Tabela 38 — Planejar as comunicações: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Planos do projeto	— Plano de comunicação
— Registro das partes interessadas	
— Descrições dos papéis	
— Mudanças aprovadas	

4.3.39 Distribuir as informações

A propósito de **Distribuir as informações** é tornar as informações necessárias disponíveis às partes interessadas do projeto, como definido pelo plano de comunicações e para responder a pedidos específicos inesperados de informação.

Políticas organizacionais, procedimentos e outras informações podem ser corrigidas, fornecidas ou afetadas como um resultado deste processo.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 39.



Tabela 39 — Distribuir as informações: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Plano de comunicação — Relatórios de progresso — Solicitações inesperadas	— Informações distribuídas

4.3.40 Gerenciar a comunicação

O propósito de **Gerenciar a comunicação** é assegurar que as necessidades de comunicação das partes interessadas do projeto sejam satisfeitas e resolver questões de comunicação, se e quando elas surgirem.

O sucesso ou fracasso de um projeto pode depender de quão bem os vários membros da equipe do projeto e partes interessadas se comunicam. Convém que o processo foque no seguinte:

- aumentar o entendimento e a cooperação entre as várias partes interessadas, por meio de uma boa comunicação;
- fornecer uma informação oportuna, precisa e imparcial;
- resolver as questões de comunicação para minimizar o risco de que o projeto seja negativamente afetado por questões desconhecidas ou não resolvidas ou mal entendidas pelas partes interessadas.

As entradas e saídas primárias estão listadas na Tabela 40.

Tabela 40 — Gerenciar a comunicação: entradas e saídas primárias

Entradas primárias	Saídas primárias
— Plano de comunicação — Informação distribuída	— Informação precisa e oportuna — Ações corretivas



Anexo A
(informativo)
Grupos de processos mapeados para grupos por assuntos

As Figuras A.1 a A.5 apresentam as interações dos processos individuais em cada grupo de processo identificado em 4.2.2, mapeados para os grupos por assuntos identificados em 4.2.3. Nem todas as interações de processo estão apresentadas e as interações representam apenas uma visão lógica possível dos processos

As setas representam uma seqüência lógica de processos, bem como a decisão sobre quais processos são necessários e em que seqüência é tomada pela organização, gerente de projeto, equipe de gerenciamento do projeto ou equipe do projeto. Qualquer processo pode ser repetido.

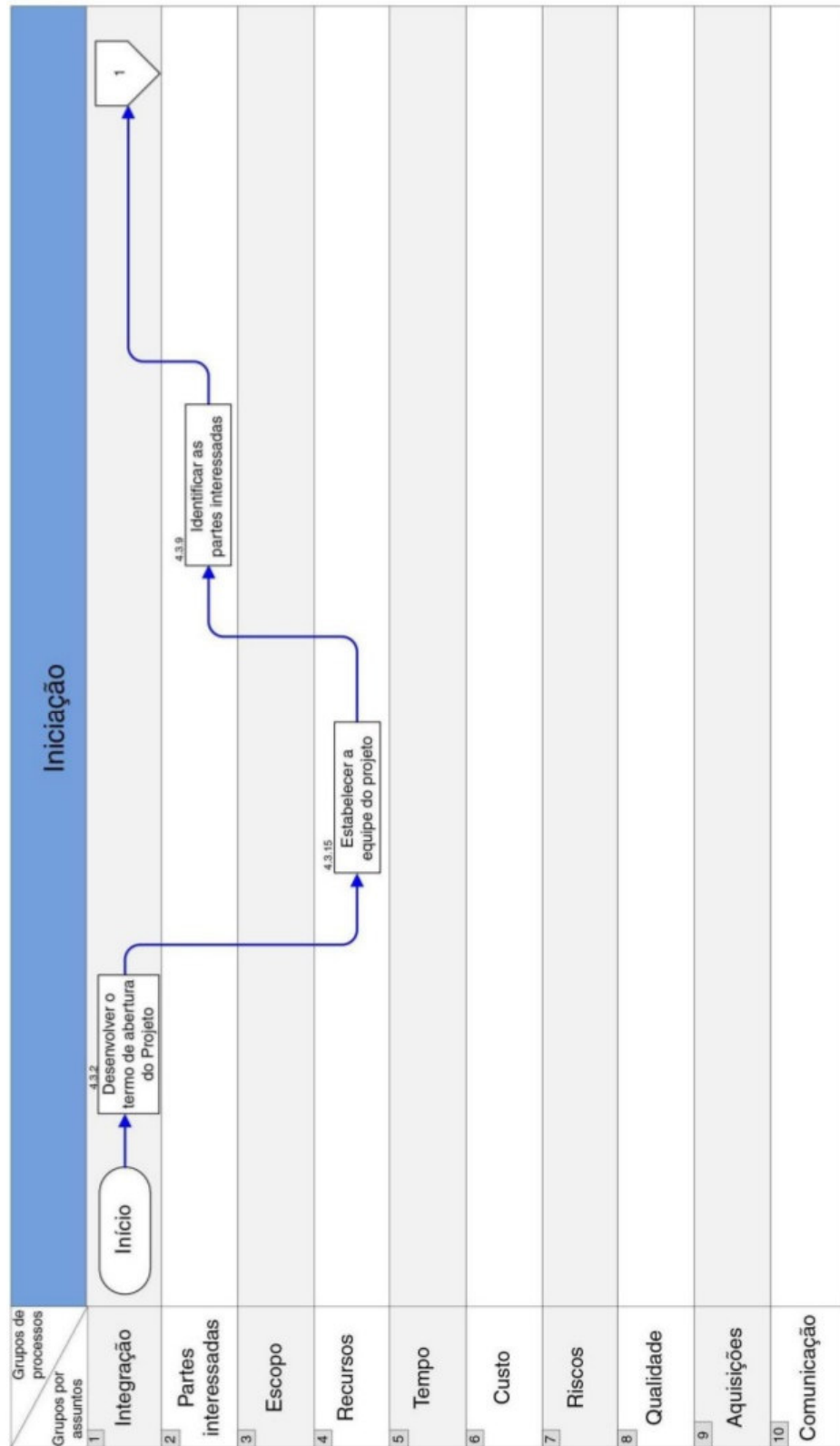


Figura A.1 – Iniciação de grupo de processos

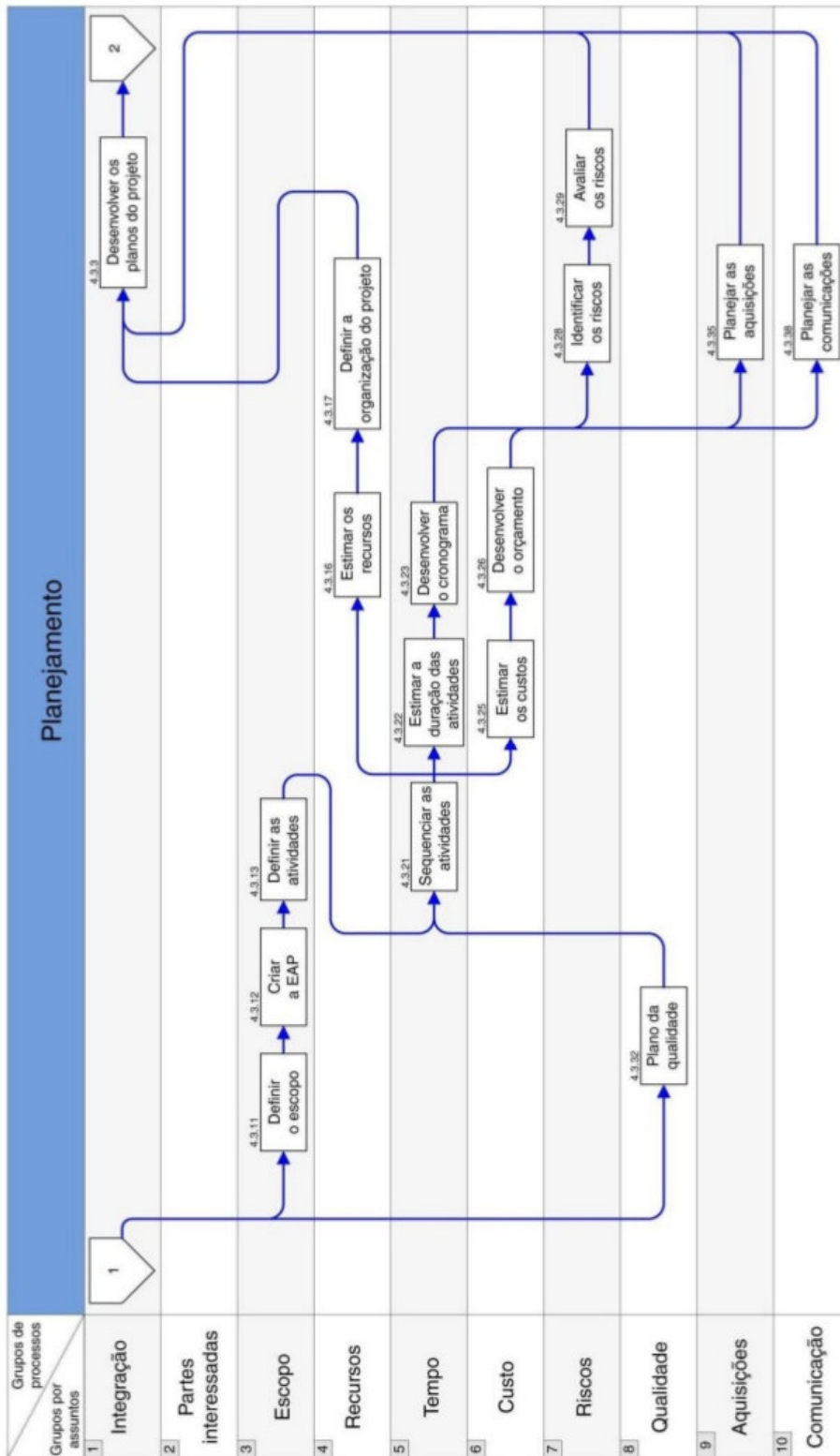


Figura A.2 – Planejamento de processos

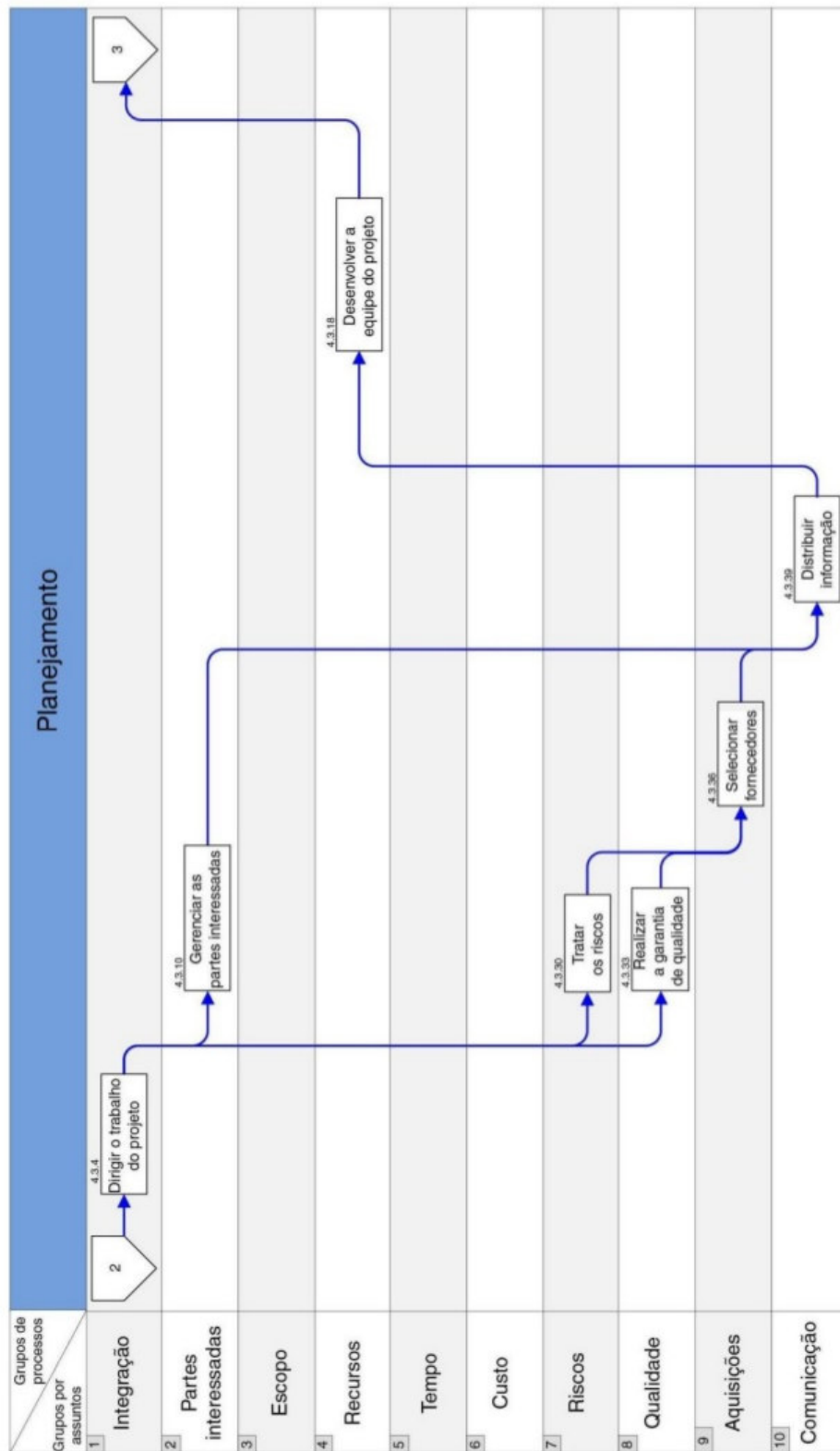


Figura A.3 – Implementando o grupo de processos

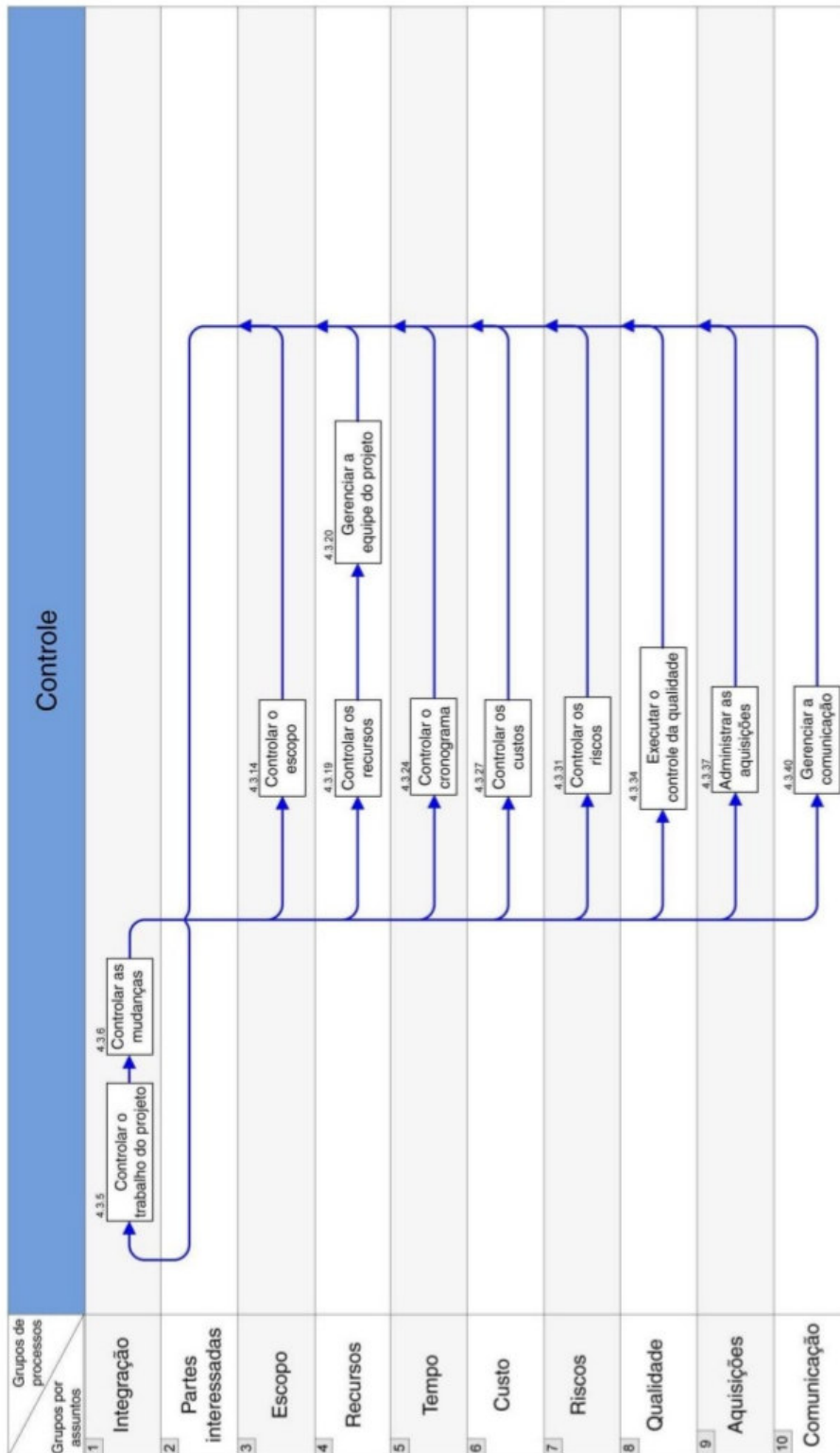


Figura A.4 – Controle do grupo de processos