



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

RHEBECA FERNANDES DA SILVA CARVALHO

PROPOSTA DE PLANEJAMENTO:

Estudo de caso, edificação do mezanino em estrutura metálica do Núcleo Tecnológico de Engenharia (NUTENGE) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

SÃO LUÍS/MA

2018

RHEBECA FERNANDES DA SILVA CARVALHO

PROPOSTA DE PLANEJAMENTO:

Estudo de caso, edificação do mezanino em estrutura metálica do Núcleo Tecnológico de Engenharia (NUTENGE) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

Monografia de Graduação apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Jose de Ribamar Ferreira Barros Junior.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA MONOGRAFIA
DEFENDIDA PELA ALUNA RHEBECA
FERNANDES DA SILVA CARVALHO
ORIENTADA PELO PROF. ME. JOSE DE
RIBAMAR FERREIRA BARROS
JUNIOR.

.....
ASSINATURA DO ORIENTADOR

SÃO LUÍS/MA

2018

Carvalho, Rhebeca Fernandes da Silva.

Proposta de planejamento: estudo de caso, edificação do mezanino em estrutura metálica do Núcleo Tecnológico de Engenharia (NUTENGE) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) / Rhebeca Fernandes da Silva Carvalho. – São Luís, 2018.

153 f

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Me. José de Ribamar Ferreira Barros Júnior.

1.Práticas de gerenciamento. 2.Planejamento de projetos. 3.Proposta de planejamento. I.Título

CDU: 658.512.2:378.4(812.1)

Elaborado por Giselle Frazão Tavares- CRB 13/665

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E PRODUÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROPOSTA DE PLANEJAMENTO:

Estudo de caso, edificação do mezanino em estrutura metálica do Núcleo Tecnológico de Engenharia (NUTENGE) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

Autor: Rhebeca Fernandes da Silva Carvalho

Orientador: José de Ribamar Ferreira Barros Junior

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Monografia:

Prof. Me. José de Ribamar Ferreira Barros Junior, Presidente
UEMA

Prof. Dr. Wellinton de Assunção
UEMA

São Luís/MA, 13 de dezembro de 2018

AGRADECIMENTOS

A princípio, agradeço a Deus por toda relevância em minha saúde e nas oportunidades concedidas a mim, promovendo suporte para as conquistas de cada etapa da minha formação acadêmica.

Agradeço aos meus familiares, em especial a minha mãe, suas contribuições e amparos se fizeram primordiais no decorrer deste processo de formação.

Agradeço ao meu orientador e professor José de Ribamar Ferreira Barros Junior por acreditar na minha capacidade, por todo conhecimento que me foi acrescentado no decorrer da minha formação e pelas orientações necessárias para o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradeço aos meus amigos, por sempre dividirmos nossos conhecimentos, aflições e conquistas.

E por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a minha formação moral e profissional.

*Dê-me uma alavanca e um ponto de apoio e
moverei o mundo. (Arquimedes)*

RESUMO

Nos últimos anos, mudanças no cenário econômico, tecnológico e industrial exigiram do setor da Construção Civil um maior enfoque em práticas de gerenciamento e planejamento de projetos, demandando trabalhos com números mais precisos e prazos mais bem calculados para garantir o aumento da qualidade, produtividade e competitividade. Diante disso, o presente trabalho apresenta uma proposta de planejamento baseado nos princípios da gestão de projetos para fornecer um recurso prático que possa servir de molde para a composição de novos empreendimentos. Faz-se uma revisão da literatura sobre as concepções e particularidades que envolvem todo este processo, bem como exibe-se uma metodologia construtiva acerca da elaboração de seus recursos essenciais, como diagramas, cálculos e tabelas. A pesquisa é um estudo de caso de caráter exploratório, descritivo e aplicado e tem como objeto de estudo a edificação do mezanino em estrutura metálica do Núcleo Tecnológico de Engenharia (NUTENGE) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). A coleta dos dados é dada por meio de análises bibliográficas em literaturas como livros, artigos, dissertações e quaisquer informações relativas ao tema, além de estudos comparativos de projetos semelhantes e do resgate da experiência desta autora enquanto estagiária em uma empresa de consultoria. Como percurso metodológico foi adotado o roteiro desenvolvido por Aldo Dórea Mattos, em associação aos conhecimentos concedidos pelo guia PMBOK (2018), onde as fases foram estruturadas na forma de etapas individualizadas, separadas quanto ao tipo e finalidade, com o objetivo de maximizar a compreensão e condução de cada um dos momentos apresentados. Foram realizadas atividades, como o desenvolvimento da EAP, quadro de sequenciamento, diagrama de rede, caminho crítico e por fim o cronograma, permitindo observar a aplicação dessa ferramenta como um recurso de extrema relevância para análise de decisões e alternativas no controle do desempenho e qualidade das edificações, proporcionando assim, para os pesquisadores e acadêmicos que possuem o intuito de se aprofundar e aplicar estas práticas de gerenciamento, um excelente instrumento de elaboração, manipulação e acompanhamento de projetos.

Palavras-chave: Práticas de gerenciamento; Planejamento de projetos; Proposta de planejamento.

ABSTRACT

In recent years, changes in the economic, technological and industrial scenario have required the construction sector to focus more on project management and planning practices, demanding jobs with more precise numbers and better calculated deadlines to ensure quality, productivity and competitiveness. Therefore, this paper presents a planning proposal based on the principles of project management to provide a practical resource that can serve as a template for the composition of new ventures. A literature review is carried out on the conceptions and particularities involved in this process, as well as a constructive methodology about the elaboration of its essential resources such as diagrams, calculations and tables. The research is a case study of exploratory, descriptive and applied character and its object of study is the building of the mezzanine in metallic structure of the Núcleo Tecnológico de Engenharia (NUTENGE) of the Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). The data collection is given through bibliographical analyzes in literature such as books, articles, dissertations and any information related to the subject, as well as comparative studies of similar projects and the retrieval of this author's experience as a trainee in a consulting firm. As a methodological course, the script developed by Aldo Dórea Mattos was adopted, in association with the knowledge provided by the PMBOK guide (2018), where the phases were structured in the form of individualized stages, separated in type and purpose, with the aim of maximizing understanding and conduction of each of the moments presented. Activities were carried out, such as the development of EAP, sequencing framework, network diagram, critical path and finally the schedule, allowing to observe the application of this tool as a resource of extreme relevance for analysis of decisions and alternatives in the control of performance and quality of buildings, thus providing researchers and academics with the intention of deepening and applying these management practices, an excellent tool for the elaboration, manipulation and monitoring of projects.

Keywords: Management practices; Project planning; Planning proposal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1	Ciclo de Vida do Projeto	7
Figura 2.2	Ciclo de Vida do Projeto: a) TI; b) Construção Civil	8
Figura 2.3	Fases de um Ciclo de Vida	8
Figura 2.4	Interação das fases de projeto	13
Figura 2.5	Ciclo de preparação e avaliação do planejamento	17
Figura 2.6	Ciclo PDCA	22
Figura 2.7	EAP de um projeto	25
Figura 2.8	EAP Analítica no <i>software Ms Project</i>	27
Figura 2.9	Mapa Mental	28
Figura 2.10	EAP básico da construção de uma casa e suas diferentes possibilidades de decomposição: a) partes físicas; b) grandes serviços; c) etapas globais; d) tipo de contratação; e) especialidade de trabalho.....	29
Figura 2.11	Quadro de sequenciamento no <i>software Ms Project</i>	44
Figura 2.12	Circularidade	47
Figura 2.13	Relação Término para Início (TI).....	50
Figura 2.14	Relação Início para Início (II)	51
Figura 2.15	Relação Término para Término (TT).....	51
Figura 2.16	Relação Início para Término (IT).....	52
Figura 2.17	Método do Diagrama de Flechas	55
Figura 2.18	Numeração dos eventos.....	58
Figura 2.19	Atividades em série	59
Figura 2.20	Atividades em paralelo.....	59

Figura 2.21	Diagrama incorreto: há duas atividades com os mesmos eventos de início e fim.....	60
Figura 2.22	Diagrama correto: a atividade fantasma elimina a duplicidade de código das atividades	60
Figura 2.23	Diagrama: a) incorreto: com atividade fantasma dispensável; b) correto	61
Figura 2.24	Diagrama incorreto: dois eventos de início e fim e lógica incorreta	62
Figura 2.25	Diagrama correto.....	63
Figura 2.26	Diagrama incorreto: lógica incoerente.....	63
Figura 2.27	Diagrama correto.....	64
Figura 2.28	Método do Diagrama de Blocos	65
Figura 2.29	Atividades em série	67
Figura 2.30	Atividades em paralelo	67
Figura 2.31	Equivalência de arranjos ADM x PDM	68
Figura 2.32	Diagrama de Rede no método ADM, com atividades e durações	71
Figura 2.33	Diagrama de Rede e os Tempos Mais Cedo dos eventos.....	72
Figura 2.34	Diagrama de Rede e os Tempos Mais Cedo e Mais Tarde dos eventos	74
Figura 2.35	Caminho Crítico	75
Figura 2.36	Arranjo da rede no Método dos Blocos	77
Figura 2.37	PDI da atividade inicial	78
Figura 2.38	PDT da atividade inicial	78
Figura 2.39	PDI das atividades que dependem da inicial.....	79
Figura 2.40	PDI e PDT das atividades.....	79
Figura 2.41	UDT da atividade final	80
Figura 2.42	UDI da atividade final	80

Figura 2.43	UDI das atividades	81
Figura 2.44	UDI e UDT das atividades	81
Figura 2.45	Folga Total	82
Figura 2.46	Folga Livre	82
Figura 2.47	Cálculo de uma rede com vínculo tipo II - Diagrama	84
Figura 2.48	Atividade X: 20-25	88
Figura 2.49	Atividades X (20-25), Y (25-30) e Z (25-35)	90
Figura 2.50	Relação entre as folgas	93
Figura 2.51	Cronograma de Gantt no <i>software Ms Project</i>	95
Figura 2.52	Cronograma em dias de calendário no <i>software Ms Project</i>	96
Figura 2.53	Marcos de um cronograma no <i>software Ms Project</i>	97
Figura 3.1	Projeto arquitetônico <i>Sala dos Professores</i> em modelo 3D	103
Figura 3.2	Local que sediará a execução do projeto	104
Figura 3.3	Local que sediará a execução do mezanino	105
Figura 3.4	Planta baixa do projeto, com dimensões na escala cm x cm.....	105
Figura 3.5	Projeto arquitetônico dos escritórios em modelo 3D	106
Figura 3.6	Projeto estrutural da disposição das vigas, com dimensões na escala cm x cm.....	106
Figura 3.7	Painel Termoacústico de poliuretano tipo sanduíche	107
Figura 3.8	Divisórias Duratex com portas e viseiras de vidro embutidas	108
Figura 3.9	Projeto arquitetônico das esquadrias em modelo 3D	108
Figura 3.10	Placa Wall	109
Figura 3.11	Placa Wall durante a montagem	109
Figura 3.12	Piso laminado durante a montagem	110

Figura 3.13	Forro em PVC	110
Figura 3.14	Projeto arquitetônico da escada de acesso em modelo 3D	111
Figura 4.1	EAP da construção do projeto Sala dos professores	118
Figura 4.2	EAP da construção do projeto Sala dos professores e suas respectivas durações	121
Figura 4.3	Quadro de sequenciamento do projeto Sala dos professores	124

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Regras práticas para a determinação das durações	36
Quadro 2.2	Quadro de sequenciamento.....	44
Quadro 2.3	Quadro de sequenciamento de uma atividade de concretagem: a) por predecessoras; b) por sucessoras	45
Quadro 2.4	Diferenças entre Atividade e Evento	56
Quadro 2.5.1	Quadro de sequenciamento da atividade <i>tomar café com leite</i>	62
Quadro 2.5.2	Quadro de sequenciamento da atividade <i>tomar café com leite</i>	63
Quadro 2.6	Comparação entre os métodos.....	69
Quadro 2.7	Quadro de sequenciamento de uma rede	71
Quadro 2.8	Quadro de sequenciamento de uma rede, com ligação tipo II.....	83
Quadro 2.9	Marcos de planejamento e contratuais.....	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NUTENGE	Núcleo Tecnológico de Engenharia.....	3
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão.....	3
NBR	Norma Brasileira.....	6
ASBEA	Associação Brasileira de Escritório de Arquitetura.....	6
TI	Tecnologia da Informação.....	7
EAP	Analítica do Projeto.....	10
WBS	Work breakdown Structure.....	10
TI	Término para Início.....	49
II	Início para Início.....	50
TT	Término para Término.....	51
IT	Início para Término.....	52
ADM	Arrow Diagramming Method.....	54
PDM	Precedence Diagramming Method Data de Término.....	64
PDI	Primeira Data de Início.....	78
PDT	Primeira Data de Término.....	78
UDT	Última Data de Término.....	80
UDI	Ultima Data de Início.....	80
FT	Folga Total.....	81
FL	Folga Livre.....	82
TD	Tempo Disponível.....	89

FD	Folga Dependente.....	91
FI	Folga Independente	91
CCT	Centro de Ciências Tecnológicas.....	104

LISTA DE FORMULAS

Formula 2.1	Tempo Mais Cedo do evento.....	72
Formula 2.2	Tempo Mais Tarde do evento.....	74
Formula 2.3	Evento Crítico	75
Formula 2.4	Primeira Data de Término	78
Formula 2.5	Última Data de Início	80
Formula 2.6	Folga Total	82
Formula 2.7	Folga Livre	82
Formula 2.8	Primeira Data de Início para uma atividade genérica i-j.....	89
Formula 2.9	Última Data de Término para uma atividade genérica i-j	89
Formula 2.10	Primeira Data de Término para uma atividade genérica i-j.....	89
Formula 2.11	Última Data de Início para uma atividade genérica i-j.....	89
Formula 2.12	Folga Total para uma atividade genérica i-j	89
Formula 2.13	Folga Livre para uma atividade genérica i-j	90
Formula 2.14	Folga Dependente para uma atividade genérica i-j	91
Formula 2.15	Folga Independente para uma atividade genérica i-j.....	92
Formula 2.16.1	Relação entre as folgas.....	92
Formula 2.16.2	Relação entre as folgas.....	92

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 Origem do trabalho	1
1.2 Justificativa - importância do trabalho.....	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo geral.....	3
1.3.2 Objetivo específico.....	4
1.4 Estrutura do trabalho	4
CAPÍTULO 2 - PLANEJAMENTO DE PROJETOS	5
2.1 Definição de projeto	5
2.2 Ciclo de Vida do Projeto	6
2.2.1 Fases do Ciclo de Vida do Projeto.....	7
2.2.1.1 Concepção	9
2.2.1.2 Planejamento	10
2.2.1.3 Execução	11
2.2.1.4 Finalização	12
2.2.2 Interação das fases.....	12
2.3 Planejamento	13
2.3.1 Tipos de planejamento.....	14
2.3.1.1 Planejamento estratégico ou de longo prazo	14
2.3.1.2 Planejamento tático ou de médio prazo	15
2.3.1.3 Planejamento operacional ou de curto prazo	15

2.3.2	Subdivisão dos planejamentos	16
2.3.3	Vantagens do planejamento	18
2.3.4	Deficiência nos planejamentos	20
2.3.5	Ciclo PDCA	22
2.4	Roteiro do planejamento	23
2.4.1	Identificação das atividades	24
2.4.1.1	Estrutura Analítica do Projeto	25
2.4.1.1.1	Representação	26
2.4.1.1.2	Organização.....	28
2.4.1.1.3	Características gerais	31
2.4.1.2	Cuidados.....	32
2.4.2	Definição das durações	33
2.4.2.1	Estimativa das durações	34
2.4.2.2	Regras práticas	36
2.4.2.3	Aspectos influenciadores da duração.....	38
2.4.2.4	Cuidados.....	40
2.4.3	Determinação das precedências	41
2.4.3.1	Predecessoras e Sucessoras	42
2.4.3.2	Quadro de sequenciamento.....	43
2.4.3.3	Circularidade	46
2.4.3.4	Dependência Mandatória	47
2.4.3.5	Dependência Arbitrária	48
2.4.3.6	Outros tipos de dependências	49
2.4.3.7	Cuidados.....	53

2.4.4	Montagem do Diagrama de Rede	54
2.4.4.1	Método do Diagrama de Flechas	54
2.4.4.1.1	Atividades x Eventos.....	55
2.4.4.1.2	Roteiro do método.....	56
2.4.4.1.3	Condições da rede	57
2.4.4.1.4	Numeração dos eventos	57
2.4.4.1.5	Atividades em série e em paralelo	58
2.4.4.1.6	Atividade Fantasma.....	59
2.4.4.2	Método do Diagrama de Blocos	64
2.4.4.2.1	Roteiro do método.....	65
2.4.4.2.2	Condições da rede	66
2.4.4.2.3	Atividades em série e em paralelo	66
2.4.4.3	Comparação entre os métodos.....	67
2.4.4.4	Cuidados.....	69
2.4.5	Identificação do Caminho Crítico.....	70
2.4.5.1	Método do Diagrama de Flechas	70
2.4.5.1.1	Tempo Mais Ceddo do evento.....	72
2.4.5.1.2	Tempo Mais Tarde do evento.....	73
2.4.5.1.3	Evento Crítico	75
2.4.5.1.4	Caminho Crítico	75
2.4.5.2	Método do Diagrama de Blocos	77
2.4.5.3	Outros tipos de dependência.....	83
2.4.5.4	Prazo imposto.....	84
2.4.5.5	Características gerais	85

2.4.5.6	Cuidados.....	86
2.4.6	Análise das folgas.....	87
2.4.6.1	Folga Total	88
2.4.6.2	Folga Livre	89
2.4.6.3	Folga Dependente.....	91
2.4.6.4	Folga Independente	91
2.4.6.5	Relação entre as folgas	92
2.4.6.6	Cuidados.....	93
2.4.7	Geração do Cronograma.....	94
2.4.7.1	Cronograma de GANTT.....	94
2.4.7.2	Dias uteis e dias corridos.....	96
2.4.7.3	Marcos.....	97
2.4.7.3.1	Tipos de marcos	98
2.4.7.4	Cuidados.....	98
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA		100
3.1	Modelo do estudo.....	100
3.1.1	Estudo de caso.....	101
3.1.2	Coleta dos dados.....	102
3.1.3	Interpretação dos dados	102
3.2	Caracterização geral da edificação	103
3.2.1	Local	104
3.2.2	Estrutura – informações técnicas	105
3.2.2.1	Paredes	107

3.2.2.2	Piso.....	109
3.2.2.3	Cobertura.....	110
3.2.2.4	Escada de acesso	111
3.3	Descrição dos procedimentos.....	111
3.3.1	Etapas de desenvolvimento	112
3.3.1.1	Identificação das atividades.....	112
3.3.1.2	Definição das durações.....	113
3.3.1.3	Determinação das precedências	114
3.3.1.4	Montagem do Diagrama de Redes.....	115
3.3.1.5	Identificação do Caminho Crítico.....	116
3.3.1.6	Geração do Cronograma.....	116
 CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS		118
4.1	Etapas de desenvolvimento	118
4.1.1	Identificação das atividades.....	118
4.1.2	Definição das durações.....	120
4.1.3	Determinação das precedências	123
4.1.4	Montagem do Diagrama de Rede	125
4.1.5	Identificação do Caminho Crítico.....	127
4.1.6	Geração do Cronograma.....	128
 CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		130
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	131
	REFERÊNCIAS	132

APÊNDICE	141
ANEXO.....	152

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Origem do trabalho

Com o avanço do mercado tecnológico, a intensificação da competitividade e o aumento da exigência por maior qualidade e custo reduzido, empresas que atuam nos mais diversos setores da indústria ao redor do mundo passaram por inúmeras alterações que constantemente se vinculam a evolução e ao desenvolvimento dos aspectos tecnológicos, sociais e de mercado.

Segundo Silva (2010), nos últimos dez ou quinze anos, todas essas transformações refletiram no setor da Construção Civil, de modo que a indústria passou a apresentar uma enorme necessidade pela busca da eficiência produtiva, qualidade dos seus produtos e uma maior adaptabilidade as mudanças que ocorrem e dinamizam esses segmentos de mercado. Dessa forma, as empresas construtoras vêm sendo pressionadas, cada vez mais, a modificarem seus processos de produção, no sentido de minimizar seus custos e prazos e adequar-se a esta nova realidade.

Diante destas profundas alterações, a Construção Civil vem demonstrando maior ênfase na busca por melhorias contínuas e progressivas em direção a modernização, como forma de garantir a eficiência dos seus processos e a perpetuidade neste mercado competitivo. Assim, em face da dinâmica crescente que frequentemente avança e domina este setor, o gerenciamento e planejamento de projetos, dentro dos aspectos competitivos de um empreendimento, tornou-se um dos componentes mais necessários para a sobrevivência das empresas, uma vez que se tornou evidente, segundo Silva (2010), que a forma de pensar e elaborar um projeto possui uma grande influência no poder de obtenção da qualidade dos produtos e, conseqüentemente, no sucesso dos empreendimentos.

Neste sentido, uma nova tendência no mercado tem sido incorporada buscando tornar a eficiência dos processos e o melhoramento contínuo dos produtos uma realidade paupável dos empreendimentos de edificações, contribuindo para a desenvolvimento e o amadurecimento dos projetos do setor da Construção Civil.

1.2 Justificativa - importância do trabalho

Nos últimos anos, transformações passaram a exigir das organizações um maior enfoque na busca por mecanismos de aperfeiçoamento de projetos, de modo que se tornaram uma das necessidades mais primárias a serem supridas. Contudo, apesar das indústrias estarem buscando, cada vez mais, alternativas que permitam este alcance, a maioria das práticas desenvolvidas atualmente, ainda se apresentam na forma de projetos falhos que tem como maiores consequências a geração de empreendimentos com desperdícios, o uso equivocado dos recursos, surgimento de desvios inesperados e contratempos sem justificativas.

Estudos realizados em projetos, no Brasil e no exterior, segundo Mattos (2010, cap.1, p.21), evidenciam o fato de que as estimativas das causas de falha correspondem frequentemente as deficiências nos planejamentos, estando esses sempre entre os principais motivadores da baixa qualidade dos produtos, elevadas taxas de perdas e prejuízos nos processos. Somente no Brasil, o índice de representatividade da falta de projetos adequadamente administrados, conforme Cambiaghi (1992), corresponde a um fator de 70% dos problemas observados, tendo assim, apenas parte dos projetos desenvolvidos ao longo destes anos sendo efetivamente planejados e executados com sucesso.

Analisando em uma perspectiva mais detalhada, o *The Standish Group* (2009) realizou uma pesquisa com 280.000 projetos executados em 2008, buscando ponderar as principais dificuldades encontradas na realização dos mesmos. O estudo constatou que 32% dos avaliados conseguiram conquistar efetivamente a finalização de suas atividades conforme o planejado, 24% exibiram projetos falhos com ausência da possibilidade de reparos e 44% apresentaram dificuldades na composição dos seus custos/prazos, onde, em média, 45% estouraram seus orçamentos e 63% não conseguiram executar suas atividades no tempo estimado. Desta forma, diante destes números, nota-se que um alto índice de empreendimentos ainda apresenta deficiência em seus processos de projeto, exibindo situações constantes nas quais erros e falhas são cometidos e prazos/orçamentos são estourados.

Isso acontece, segundo Mattos (2010, cap.1, p.21), em razão das atividades de um projeto terem um forte impacto na relação da eficiência dos seus processos de elaboração e execução. Portanto, a qualidade das práticas de gerenciamento e planejamento de projetos é considerada um dos componentes mais significativos para a conquista do sucesso no desempenho da produção e, conseqüentemente, na obtenção do êxito para todo e qualquer processo que compreende um empreendimento.

O uso de métodos e práticas de gerenciamento como forma de coordenar e sistematizar os empreendimentos possibilita além da organização dos mais variados tipos de informações, planejar com eficiência toda a gama de serviços, custos e prazos necessários para a sua condução adequada. Por esta razão, segundo Peralta (2002, cap.1, p.17), a aplicação de conceitos e metodologias que buscam a melhoria constante dos processos de projeto tem sido assim, objeto de estudo de vários trabalhos acadêmicos e iniciativas de empresas que desejam garantir não só o desempenho da produção, mas também o sucesso dos seus empreendimentos.

Neste contexto, o papel do planejamento no desenvolvimento de projetos consiste em promover além da ampla compreensão e administração dos mesmos, sejam simples aos complexos, a melhoria não só da eficiência dos empreendimentos em toda sua abrangência, mas também contribuir para a continuidade do desenvolvimento e amadurecimento das organizações.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Elaborar uma proposta de planejamento baseado nos princípios do gerenciamento de projetos para o estudo de caso da edificação do mezanino em estrutura metálica do Núcleo Tecnológico de Engenharia (NUTENGE) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

1.3.2 Objetivo específico

- Abordar as concepções teóricas acerca do Planejamento de Projetos;
- Apresentar um roteiro construtivo para a elaboração de planejamentos, assim como seus procedimentos;
- Elaborar a proposta de planejamento para o estudo de caso da construção do mezanino em estrutura metálica do Núcleo Tecnológico de Engenharia (NUTENGE) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA);
- Fornecer um modelo prático de elaboração para que sirva de instrumento facilitador na construção e condução de novos empreendimentos.

1.4 Estrutura do trabalho

Capítulo 1 - Contém a introdução do trabalho, contemplando além da contextualização do tema, as seções de justificativa, objetivos e estrutura adotada;

Capítulo 2 - Apresenta a revisão da literatura, abordando os principais conceitos referentes ao tema de Planejamento de Projetos;

Capítulo 3 - Descreve a metodologia de pesquisa adotada, apresentando as suas características e procedimentos admitidos;

Capítulo 4 - Abrange a apresentação e interpretação dos dados, contendo a descrição e discussão dos resultados;

Capítulo 5 - Traz as considerações finais e sugestões para pesquisas futuras.

CAPÍTULO 2 - PLANEJAMENTO DE PROJETOS

Para falar de Planejamento de projetos, primeiramente precisamos entender o que é um projeto e como ele é administrado. Para isso, nos próximos tópicos, serão descritos alguns conceitos e definições referentes ao tema de Projeto e Ciclo de Vida de Projeto.

2.1 Definição de projeto

O termo projeto tem sido empregado nos mais diversos tipos de contextos e em cada um deles seu processo recebe uma conotação própria e distinta. Assim, em função desta ampla diversidade de ambientes e cenários em que podem ser inseridos, os autores ao redor do mundo possuem diferentes abordagens quanto a sua descrição e definição.

Bennett, Gray e Huges (1994) definem projeto como uma forma de resposta às especificações do cliente, caracterizando-se como um recurso eficiente e criativo de atendimento aos requisitos, na medida em que se utiliza de soluções engenhosas e peculiares.

Ferreira (1988) descreve projeto como um plano que se concebe para realizar e alcançar objetivos. Representa assim, a concretização das medidas criadas para atingir determinados propósitos, estabelecendo uma fonte de padronização a ser seguida em futuras obras de mesma natureza.

Lawson (1980) define o termo projeto pondo em ênfase o processo de produção ou o objeto a ser desenvolvido, podendo representar assim, bem como a elaboração de um produto, a solução de um dilema ou necessidade.

Dinsmore (1992) conceitua projeto como um empreendimento que possui começo, meio e fim, sendo estas etapas gerenciadas e controladas para se alcançar as especificações e metas estabelecidas, considerando parâmetros como custo, tempo e qualidade.

Para Valeriano (1998), projeto é um conjunto de ações desenvolvidas, executadas e regidas por uma determinada organização, que a ele atribui insumos e serviços para a obtenção dos seus propósitos em seus respectivos prazos.

Na Norma Brasileira (NBR) 5670 da ABNT (1977), o termo projeto significa:

“Definição qualitativa e quantitativa dos atributos técnicos, econômicos e financeiros de um serviço ou obra, com base em dados, elementos, informações, estudos, discriminações técnicas, cálculos, desenhos, normas, projeções e disposições especiais”.

A Associação Brasileira de Escritório de Arquitetura (ASBEA, 1992), define projeto como um conjunto de ações caracterizadas e quantificadas necessárias a concretização de um objetivo.

Para Leusin (1995), projeto consiste em um conjunto de atividades não repetitivas e multidisciplinares que visam o alcance de um propósito final, fazendo uso de recursos materiais e humanos, bem como levando em consideração o respeito as condições de tempo, custos e qualidade.

Neste contexto, por meio das descrições dos autores citados, pode-se compreender que o ato de projetar nada mais é que um processo de organização que visa a determinação de um objetivo ou resultado específico, com uma série de atividades que possui o único e exclusivo propósito de fornecer produtos, serviços e processos.

2.2 Ciclo de Vida do Projeto

Todo empreendimento possui um início, meio e fim, ou seja, um “ciclo de vida”. Assim, cada um dos estágios de elaboração de um projeto, quando definidos em sua totalidade, podem ser chamados de Ciclo de Vida do Projeto.

Segundo Espinha (2017), denomina-se ciclo de vida a subdivisão dos processos de projeto, de modo que represente as etapas pelas quais ele deve passar ao longo de toda a

sua duração, partindo desde as fases iniciais, intermediárias e finais, conforme mostra a Figura 2.1. Assim, em outras palavras, corresponde a um processo progressivo de desenvolvimento que determina as diretrizes necessárias para que se torne possível produzir e entregar um empreendimento.

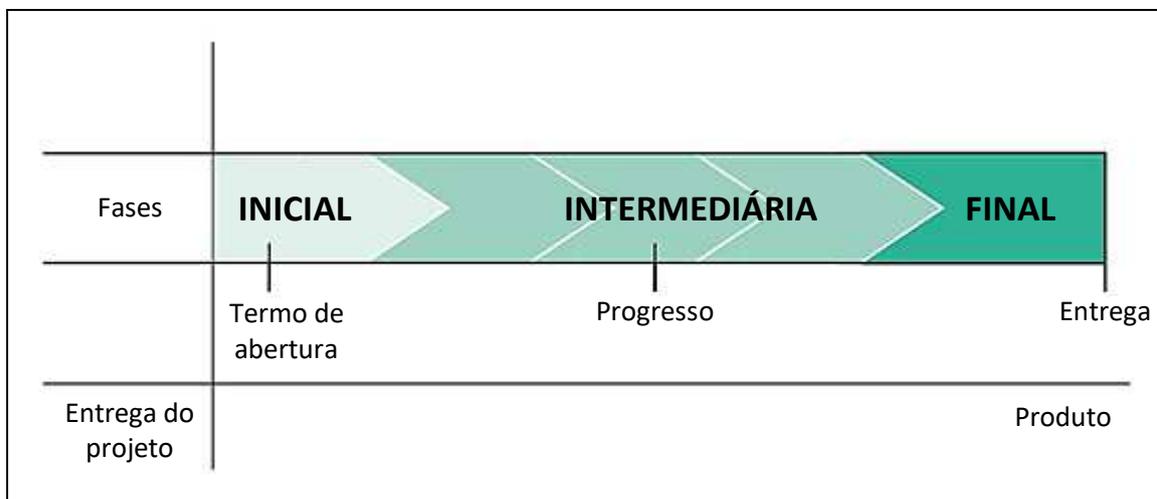


Figura 2.1: Ciclo de Vida do Projeto. (Adaptada de Espinha, 2017)

2.2.1 Fases do Ciclo de Vida do Projeto

Dependendo do gestor ou das características do setor em que a organização está inserida, podem existir diversas formas de se construir ou definir as fases de processos que constitui o ciclo de vida do projeto.

Para uma empresa do campo da Tecnologia da Informação (TI), por exemplo, podem ser representadas, segundo Oliveira e Chiari (2015, cap.2, p.24), como as fases de *Design*, *Codificação*, *Teste*, *Instalação* e *Delivery*, conforme pode ser visto na Figura 2.2-a. Já para uma organização que corresponde ao setor da Construção Civil, o ciclo de vida pode se caracterizar como fases completamente distintas quanto a descrição, mas semelhantes quanto a suas estruturas de desenvolvimento, como mostra a Figura 2.2-b. Assim, percebe-se que cada estrutura de fases existente possui uma possibilidade de composição, variando sempre de gestor para gestor ou de projeto para projeto.

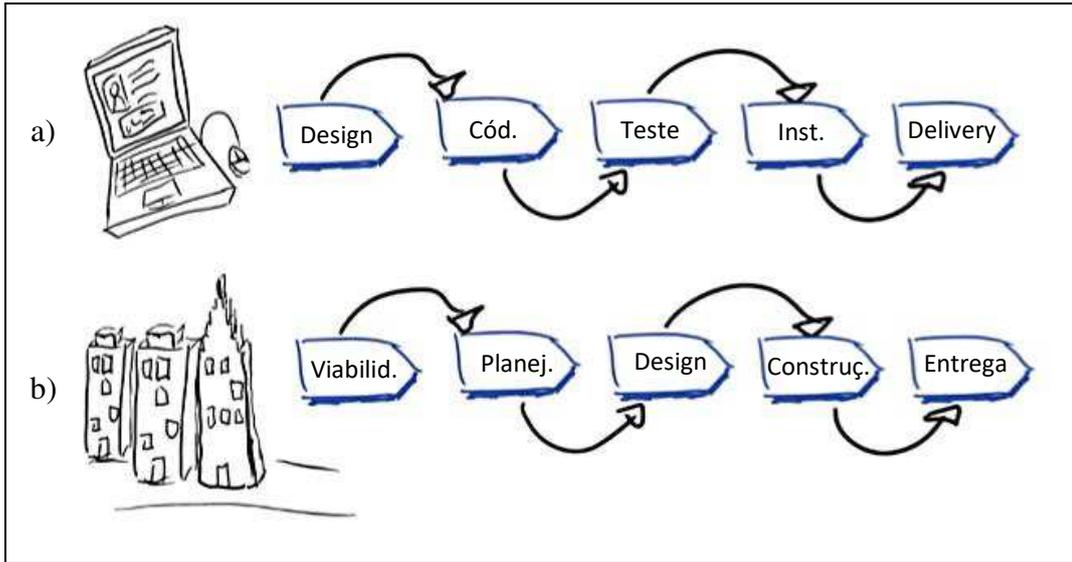


Figura 2.2: Ciclo de Vida do Projeto: a) TI; b) Construção Civil. (OLIVEIRA e CHIARI, 2015, cap.2, p.24)

As fases do ciclo de vida, apesar de sua versatilidade, podem ser mapeadas a partir de processos genéricos, que segundo Espinha (2017), são comuns a todos e quaisquer tipos de projeto ou produto. Dessa forma, as fases podem receber, de acordo com Mattos (2010, cap.2, p.32-33), a seguinte organização: Concepção, Planejamento, Execução e Finalização, conforme podem ser vistas na Figura 2.3, onde as coordenadas representam o nível de custos e pessoal x tempo.

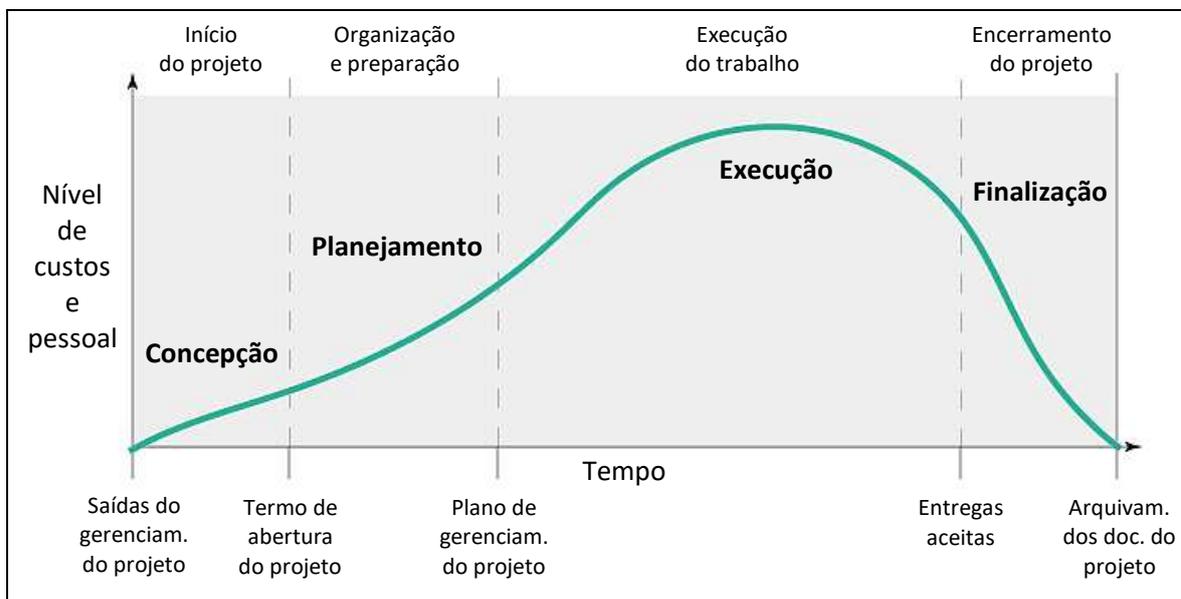


Figura 2.3: Fases de um Ciclo de Vida. (Adaptada de ESPINHA, 2017)

2.2.1.1 Concepção

Segundo Espinha (2017), o início do projeto consiste na fase preliminar dos processos, onde a identificação das necessidades permite a melhor estruturação do problema a ser “atacado” para que o desenvolvimento das atividades seja mais eficiente e assertivo.

De acordo com Mattos (2010, cap.2, p.32), Stonner (2001, cap.1, p.14-15) e Campos (2012, cap.2, p.16), alguns dos processos que abrangem a composição desta fase são:

- Definição do escopo - processo de determinação das necessidades, ou seja, as linhas gerais do objeto a ser projetado e construído;
- Formulação do empreendimento - delimitação do objeto, fases do projeto, formas de contratação (pessoal próprio ou contratado, tipo de contrato a ser adotado, estrutura organizacional), etc;
- Termo de Abertura do Projeto – formalização do projeto;
- Estimativa de custos - orçamento preliminar;
- Estudo de viabilidade técnica e econômica - análise de custo-benefício, pesquisa de mercado, definição de alternativas, avaliação dos resultados a serem obtidos em função do custo orçado, determinação do montante requerido ao longo do tempo;
- Identificação da fonte orçamentária - recursos próprios, empréstimos, linhas de financiamento, solução mista;
- Anteprojeto e Projeto básico - desenvolvimento inicial do anteprojeto, com evolução até o projeto básico, quando já passa a conter os elementos necessários para o orçamento, especificações e identificação dos serviços necessários, ou seja, a delimitação do esboço do projeto.

Para Stonner (2001, cap.1, p.15), esta é uma etapa de total dependência do cliente pois, a ideia central do projeto advém da sua principal necessidade. Dessa forma, toda e qualquer tomada de decisão a ser efetuada neste momento cabe primeiramente e unicamente ao cliente, ou seja, é indelegável.

2.2.1.2 Planejamento

A etapa do planejamento, segundo Campos (2012, cap.2, p.16) e Espinha (2017), envolve a organização e preparação da metodologia de gestão a ser utilizada, programando os recursos humanos, materiais e financeiros para a obtenção das metas e objetivos definidos.

Segundo Mattos (2010, cap.2, p.33), PMBOK (2018) e Stonner (2001, cap.1, p.15), esta etapa pode abranger as atividades:

- Composição da Estrutura Analítica de Projeto (EAP) ou *Work Breakdown Structure* (WBS) – identificação das atividades específicas que devem ser realizadas para produzir os diversos subprodutos do projeto e subdivisão por sessões das partes físicas em componentes menores e mais manuseáveis, para fins de controle de avanço físico e custos;
- Desenvolvimento do Cronograma – identificação e documentação do sequenciamento ou das interdependências das atividades, estimação das durações (prazos) e criação da programação de obra realista (linha de base), com a definição de prazos e marcos contratuais das fases de execução, a partir da análise da sequência das atividades, suas durações, e as necessidades de recursos;
- Determinação dos recursos – definição dos recursos (pessoas, equipamentos, materiais) e em que quantidades deverão ser utilizados;
- Elaboração do orçamento detalhado - composição dos custos dos serviços mais detalhados, com a relação de insumos e margem de erro menor que a do orçamento preliminar;
- Construção do Projeto básico e Projeto executivo - detalhamento do projeto básico, com inclusão de todos os elementos necessários à execução da obra.

Para Bernardes (2001) “o planejamento é o resultado de um conjunto de ações necessárias para transformar o estágio inicial de um empreendimento em um estágio final desejado”.

2.2.1.3 Execução

Neste momento, segundo Espinha (2017), Campos (2012, cap.2, p.16) e Stonner (2001, cap.1, p.15), todo o planejamento até então elaborado é por fim colocado em prática, sendo assim, a etapa em que se consome a maior quantidade de recursos humanos, materiais e financeiros.

Conforme Mattos (2010, cap.2, p.33), PMBOK (2018) e Stonner (2001, cap.1, p.15), alguns dos processos são:

- Obras civis - execução dos serviços de campo, aplicação de materiais e utilização de mão de obra e equipamentos;
- Montagens mecânicas, instalações elétricas e sanitárias - atividades de campo;
- Controle da qualidade - verificar se os parâmetros técnicos e contratuais foram observados;
- Administração contratual - medições, diário de obras, aplicação de penalidades, aditivos ao contrato, etc;
- Fiscalização de obra ou serviço - supervisão das atividades de campo, reuniões de avaliação do desempenho e progresso geral do projeto, identificação de problemas, replanejamento, resolução de problemas; ajuste de prazos, metas e etc, com o objetivo de prover confiança de que o projeto irá satisfazer os padrões estabelecidos de qualidade.

Constitui-se como uma das fases mais significativas em termos de destaque, em função da observação dos resultados serem por meios mais concretos, recebendo maior ênfase aos olhos do público e do cliente. Por esta razão, demanda-se uma atenção especial ao monitoramento e controle dos processos, pois qualquer equívoco executado até então pode vir a ficar exposto, ao passo que se põe em perspectiva toda a execução dos planos e esquemas elaborados ao longo de toda a realização do projeto. Assim, ressalta-se nesta etapa a constante necessidade de estudos, análises e reajustes, visando sempre a prevenção dos eventuais desvios e falhas que possam vir a ocorrer.

2.2.1.4 Finalização

De acordo com o PMBOK (2018), corresponde a etapa responsável pelo encerramento administrativo e contratual dos processos, onde ocorrem a conclusão dos itens pendentes, a formalização dos termos de todas as fases e, por fim, a entrega do projeto.

Segundo Mattos (2010, cap.2, p.33), esta etapa pode abordar atividades como:

- Comissionamento - colocação em funcionamento e testes de operação do produto final;
- Inspeção final - testes para recebimento do objeto contratado;
- Transferência de responsabilidades - recebimento da obra e destinação final do produto;
- Liberação de retenção contratual - caso a empresa contratante tenha retido dinheiro da empresa executante;
- Resolução das últimas pendências - encontro de contas, pagamento de medições atrasadas, negociações de pleitos contratuais e etc;
- Termo de recebimento - provisório e definitivo.

Obs: todo empreendimento possui suas características singulares, de modo que toda e qualquer estrutura possua suas particularidades e distinções. Assim, cada atividade correspondente as fases descritas acima podem sofrer alterações variando de acordo com os devidos aspectos e necessidades de cada um.

2.2.2 Interação das fases

O ciclo de vida de um projeto tem suas fases nem sempre associadas de forma sequenciada, podendo se sobrepor com maior ou menor intensidade durante todo o processo de desenvolvimento. A Figura 2.4 esquematiza como cada etapa dos processos não necessariamente se inicia com o término da etapa anterior.

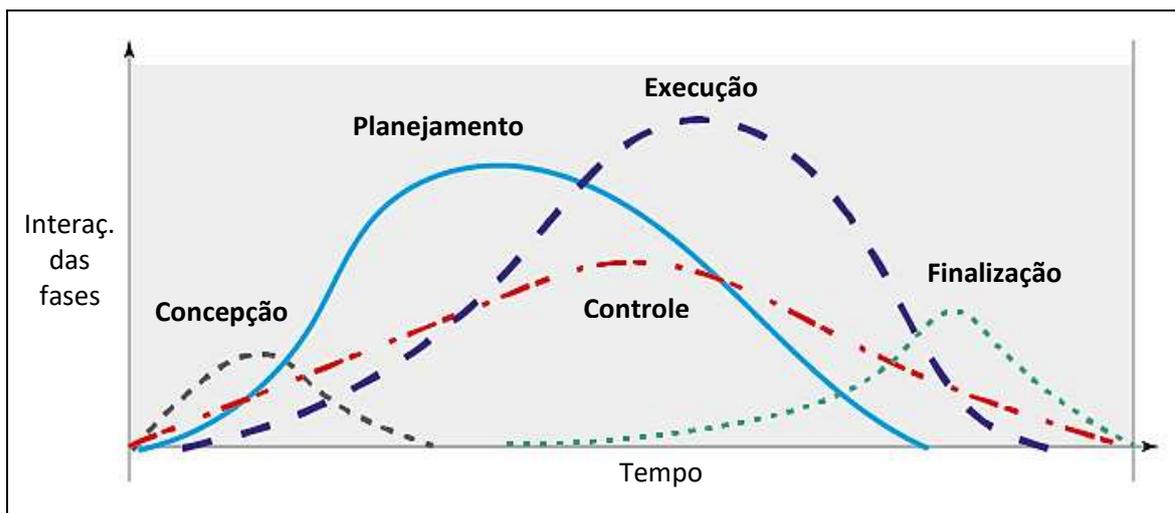


Figura 2.4: Interação das fases de projeto. (Adaptada de ESPINHA, 2017)

De acordo com Espinha (2017):

Concepção – não representa a única etapa a ser iniciada, o planejamento e execução já passam a ter início, entretanto, em pequena escala.

Planejamento – corresponde a etapa de maior participação no ciclo de vida, tendo atuação ao longo de praticamente todos os processos, avançando por dentro das etapas sob a forma de controle, acompanhamento e replanejamento dos serviços.

Execução – nasce no projeto propriamente dito, correspondendo ao período de extensão de toda e qualquer atividade, seja a mobilização de pessoal ou obtenção do produto final.

Finalização – representa não apenas a entrega do projeto em si, mas a entrega de cada processo/etapa realizado (a).

2.3 Planejamento

O Planejamento do projeto é considerado por muitos estudiosos como a etapa crucial para o sucesso de qualquer empreendimento. É nesta etapa que, segundo Sanvicente e Santos (1983), os aspectos e procedimentos essenciais para a execução do projeto são

levantados e definidos, abrangendo atividades como a identificação e estipulação das ações a ser em desempenhadas, a seleção dos recursos a serem consumidos e a atribuição dos respectivos prazos e responsáveis pelas atividades.

Por meio dele, segundo Mattos (2010, cap.2, p.33), “o gestor pode definir suas prioridades, estabelecer uma sequência de execução, comparar alternativas de ataque e ainda monitorar possíveis atrasos ou desvios”.

2.3.1 Tipos de planejamento

Existem 3 tipos de planejamento: Estratégico, Tático e Operacional. Cada um deles tem seus planos diferenciados de acordo com o seu horizonte temporal, assim podem ser também classificados como de longo, médio ou curto prazo.

2.3.1.1 Planejamento estratégico ou de longo prazo

O planejamento estratégico ou de longo prazo, de acordo com Knolseinsen (2003), considera como horizonte de tempo o período da obra por completo, sendo aquele que possui maior incerteza associada, já que há um grande período entre a elaboração do planejamento e a conclusão da obra.

O produto final desse planejamento é chamado de “plano mestre”, enfocando segundo Knolseinsen (2003), eventos importantes da construção, como data de entrega, conclusão e tarefas críticas. Ademais, podem também ser tomadas decisões mais abrangentes, como quais são os objetivos do empreendimento, que produto deve ser produzido e quais são os processos tecnológicos a serem utilizados.

Nesta etapa são definidas além das metas da obra, conforme Novais (2000), as metas financeiras, o que permite, segundo Ballard e Howell (1998), a produção de orçamentos e cronogramas gerais, podendo sofrer variações ao longo da execução.

2.3.1.2 Planejamento tático ou de médio prazo

Conforme Formoso *et al* (1999), “o planejamento tático ou de médio prazo envolve um horizonte de tempo menor, sendo geralmente de 4 semanas, contando a partir da segunda, já que se considera como planejamento de curto prazo até duas semanas e, portanto, aumenta o nível de detalhamento considerado”.

Sua principal função é associar o planejamento estratégico com o planejamento operacional. Assim, neste tipo de planejamento, conforme Laufer e Tucker (1987) e Mendes Junior (1999), as metas do plano de longo prazo são vinculadas com as de curto prazo, de modo a rearranjar as definições estabelecidas para que as metas sejam devidamente cumpridas.

Conforme Bernardes (2003), Filho e Andrade (2010), algumas das atividades nesta fase são:

- Atualizar e revisar o plano de longo prazo da obra;
- Desenvolver metodologias para a execução do trabalho;
- Decompor o plano de longo prazo em pacotes de trabalho;
- Estabelecer uma sequência do fluxo de trabalho da melhor forma possível, de maneira a facilitar o cumprimento dos objetivos do empreendimento;
- Identificar com maior precisão a carga de trabalho necessária e a quantidade de recursos requerida para atender o fluxo de trabalho estabelecido.

Como produto final, de acordo com Alves (2000), “são estabelecidas as quantidades de trabalho a serem realizadas, a programação e a sequência das atividades - obedecendo aos limites já estabelecidos”.

2.3.1.3 Planejamento operacional ou de curto prazo

O planejamento operacional ou de curto prazo, segundo Pires (2014), tem seu horizonte de tempo definido por um período de até duas semanas, no qual o nível de

detalhamento tende a ser bastante alto, uma vez que as incertezas tendem a ser bem menores.

Esse planejamento contempla resultados rápidos que devem ser obtidos em um breve espaço de tempo, dando maior desenvoltura aos seus métodos e processos práticos. Assim, objetivando o alcance de todas as suas metas mais imediatas, como afirma o Globalseg (2018), nele são estabelecidos os principais fatores do projeto como prazos, responsáveis, ferramentas, recursos, custos e estratégias alternativas.

Segundo Globalseg (2018), esta fase pode apresentar atividades como:

- Definição de procedimentos - definir as tarefas, em quais sequencias irão ocorrer e como serão feitas;
- Identificação das estruturas físicas - é necessário que se conheça as estruturas físicas envolvidas nas atividades, o funcionamento de cada uma e os recursos utilizados;
- Determinação dos recursos humanos - é preciso conhecer todos os envolvidos nos projetos, com informações sobre suas funções e envolvimento operacional;
- Elaboração do orçamento – construir o documento que estabelece o valor a ser gasto em um determinado período de tempo;
- Composição dos programas - os programas são planos operacionais que relacionam as atividades que serão realizadas com o tempo.

Para a realização desses planos, como afirma Alves (2000), é necessária uma boa distribuição dos pacotes de trabalho para as equipes, assim como a programação de suas sequências, uma criteriosa avaliação da disponibilidade de recursos como materiais, mão de obra e equipamentos, e uma detalhada programação para o seu efetivo controle.

2.3.2 Subdivisão dos planejamentos

Todo planejamento, de acordo com Laufer e Tucker (1987), pode ser subdividido em cinco processos, conforme mostra a Figura 2.5:



Figura 2.5: Ciclo de preparação e avaliação do planejamento. (Adaptado de LAUFER; TUCKER, 1987)

Cada elemento do processo é correlacionado de forma a gerar um ciclo, que vai desde a preparação até a avaliação do processo de planejamento. Assim, em cada um deles esses elementos geram subdivisões do processo que devem ser realizados continuamente durante todo o processo de execução, de modo a funcionar de forma mais operacional e controlada.

Segundo Strohaecker (2017), tem-se a definição para cada processo do planejamento:

1. Preparação do processo de planejamento: etapa onde realiza-se a definição de metodologia e padrões à serem adotados para realização dos planos; neste processo são definidos os responsáveis, com qual frequência serão realizados os planos, qual a necessidade de detalhamento e quais serão os métodos e ferramentas utilizadas; nesta etapa pode ser realizada uma análise prévia das restrições existentes para a realização das principais atividades;
2. Coleta de informações: a coleta de informações é de alta importância para a realização de um planejamento eficaz e de qualidade; quanto maior a quantidade e a qualidade das informações, tende-se à um resultado melhor;
3. Elaboração dos planos: geralmente esta é a etapa na qual se detém maior foco devido

à sua importância, pois nela é realizado o plano da obra; a escolha da técnica utilizada para esta etapa está relacionada ao tipo de obra, ao nível de detalhamento desejado e ao conhecimento no processo de planejamento que os responsáveis por sua elaboração têm;

4. Difusão das informações: após a elaboração dos planos se faz necessária a difusão das informações para os demais setores, como os projetistas, subempreiteiros e fornecedores; essas informações devem ter um padrão de apresentação e de periodicidade;
5. Avaliação do processo de planejamento: obtenção de indicadores de desempenho e determinação da periodicidade com que serão avaliados os processos.

Segundo Strohaecker (2017), “estes ciclos têm período de acordo com as características do empreendimento e da empresa”.

2.3.3 Vantagens do planejamento

De acordo com Mattos (2010, cap.1, p.22-24), dentre todas as vantagens que um planejamento pode trazer ao gerenciamento de uma obra, as principais são:

- Conhecimento pleno do projeto: a elaboração do planejamento impõe ao profissional o estudo dos projetos, a análise do método construtivo, a identificação das produtividades e a determinação do período trabalhável em cada frente ou tipo de serviço; esta prática proporciona a capacidade de tomar medidas que possibilitam alterações necessárias em casos de mudança de planos;
- Detecção de situações desfavoráveis: a previsão oportuna de situações prejudiciais e de indícios de desconformidade permite ao gerente tomar providências a tempo, adotar medidas preventivas e corretivas, bem como tentar minimizar os impactos no custo e no prazo;
- Agilidade de decisões: o planejamento e o monitoramento permitem uma visão real do projeto, servindo de base confiável para decisões gerenciais, como: mobilização e

desmobilização de equipamentos, redirecionamento de equipes, aceleração de serviços, introdução do turno da noite, aumento da equipe, alteração de métodos construtivos, terceirização de serviços, substituição de equipes pouco produtivas e etc.;

- Relação com o orçamento: ao usar as premissas de índices, produtividades e dimensionamento de equipes, o engenheiro casa orçamento com planejamento, tornando possível avaliar inadequações e identificar oportunidades de melhoria; ignorar as produtividades com que os serviços foram orçados significa ficar sem um importante parâmetro de controle;
- Otimização da alocação de recursos: por meio da análise do planejamento, o gerente pode jogar com as folgas das atividades e tomar decisões importantes como nivelar recursos, protelar a alocação de determinados equipamentos e etc.; o entendimento do conceito de folga é essencial para o engenheiro saber quais tarefas podem ter seu início postergado, em qual data mais tarde se deve mobilizar certo recurso e também até quando determinadas despesas podem ser adiadas sem atrasar a execução dos serviços;
- Referência para acompanhamento: o cronograma desenvolvido no planejamento é uma ferramenta importante para o acompanhamento do projeto, pois permite comparar o previsto com o realizado; ao planejamento original, aquele que se quer perseguir, dá-se o nome de planejamento referencial ou linha de base (*baseline*); é contra a linha de base que se compara o que foi efetivamente realizado no campo e que se tomam as medidas corretivas cabíveis.
- Padronização: o planejamento disciplina e unifica o entendimento da equipe, tornando consensual o plano de ação e melhorando a comunicação;
- Referência para metas: programas de metas e bônus por cumprimento de prazos podem ser facilmente instituídos porque há um planejamento referencial bem construído, sobre o qual as metas podem ser definidas;
- Documentação e rastreabilidade: por gerar registros escritos e periódicos, o planejamento e o controle propiciam a criação de um histórico, útil para resolução de pendências, resgate de informações, elaboração de pleitos contratuais, defesa de pleitos de outras partes, mediação de conflitos e arbitragem;

- Criação de dados históricos: o planejamento de uma obra pode servir de base para o desenvolvimento de cronogramas e planos de ataque para projetos similares; a empresa passa a ter memória;
- Profissionalismo: o planejamento dá ares de seriedade e comprometimento ao projeto e à empresa; ele causa boa impressão, inspira confiança nos clientes e ajuda a fechar negócios.

2.3.4 Deficiência nos planejamentos

Para as empresas, aplicar as práticas de gerenciamento, assim como o planejamento não é uma das atividades mais simples de se executar. Segundo Mattos (2010, cap.2, p 25), “há empresas que planejam, mas o fazem mal, outras que planejam bem, mas não controlam e há aquelas que funcionam na base da total improvisação”. Por esta razão, não são poucos os casos conhecidos de frustração de prazos, estouros de orçamento, atrasos injustificados, indisposição do construtor com seu cliente (contratante) e até mesmo litígios judiciais para recuperação de perdas e danos.

Para Mattos (2010, cap.2, p 25), alguns dos principais pontos motivadores de deficiências em planejamentos são:

- Planejamento e controle como atividades de um único setor: em vez de serem vistos como um processo gerencial que deve permear toda a estrutura da empresa, o planejamento e o controle muitas vezes são confundidos com o trabalho isolado de apenas um setor ou com a simples aplicação de técnicas para a geração de planos; são planilhas, gráficos e cronogramas que prescindem de análise apurada e muitas vezes nem são aprovados por quem vai fazer a obra, ou sequer submetidos ao crivo da equipe de produção; reuniões eficazes de acompanhamento têm o poder de doutrinar o pessoal de campo; o planejamento tem de ser "abençoado" por todos os envolvidos, e as informações de progresso transmitidas a todos, do diretor ao mestre, do estagiário ao almoxarife;

- Descrédito por falta de certeza nos parâmetros: a incerteza é inerente ao processo de construção em função da variabilidade do produto e das condições locais, da natureza dos seus processos de produção e da própria falta de domínio das empresas sobre seus processos; em vez de ser repudiado por trabalhar com premissas que podem não se verificar na prática, o planejamento deve ser visto como um exercício técnico que se presta a tentar prever, dentro do melhor cenário, o impacto das atividades; as incertezas, à medida que o tempo passa, devem ser incorporadas ao planejamento por meio de alterações e adaptações dos planos, com utilização das corretas produtividades dos serviços nas diversas situações;
- Planejamento excessivamente informal: a informalidade reside no hábito de achar que o planejamento são as ordens transmitidas pelo engenheiro de campo a seus mestres de obra, procedendo-se assim, perde-se o conceito sistêmico de planejamento, com a visão de longo prazo sendo obstruída pelo imediatismo das atividades de curto prazo; a falta de um planejamento global formal determina a inadequação dos planos de médio e curto prazos, acarretando a utilização ineficiente de recursos humanos e materiais da obra; de maneira geral, a excessiva informalidade dificulta a comunicação entre os vários setores da empresa;
- Mito do tocador de obras: é comum encontrar nas empresas uma supervalorização do "tocador de obras" engenheiro que tradicionalmente tem postura de tomar decisões rapidamente, apenas com base na experiência e na intuição, sem o devido planejamento, forma-se então um círculo vicioso, uma vez que surge a carência do profissional com o perfil de "tocador de obras".

De acordo com Mattos (2010, cap.1, p.24), “situações como essa ocorrem com maior frequência em empreendimentos, onde em sua maioria, os planejamentos são executados por profissionais autônomos, empresas pequenas, ou até mesmo pelos seus proprietários”. Portanto, ou não se produzem um plano de ação satisfatório ou não possuem atualizações e controles rigorosos para garantir a perpetuidade da qualidade e aplicabilidade. Assim, para minimizar esses impactos e garantir com que nada saia diferente do pré-estabelecido, conforme Mattos (2010, cap.2, p 25), a melhor forma é produzir um planejamento lógico e que seja controlado ao longo de toda obra, para que assim se disponha de um instrumento que se baseia em critérios técnicos, fácil de manusear e interpretar.

2.3.5 Ciclo PDCA

Para um bom planejamento não basta apenas planejar. Segundo Mattos (2010, cap.3, p.38), em virtude da grande quantidade de variáveis envolvidas, como mão de obra, suprimento, intempéries, interferências, retrabalho e perdas periódicas de produtividade, não é suficiente apenas delinear previamente a metodologia, os prazos e os recursos requeridos, sem que haja o monitoramento da atividade e a comparação dos resultados reais com aqueles desejados.

Assim surge o Ciclo PDCA, uma representação gráfica que mostra que o trabalho de planejar e controlar é uma constante ao longo de todo o empreendimento - não se pode pensar em planejamento sem que haja periódicas atualizações com o passar das semanas, meses ou anos.

Por ciclo PDCA, segundo Mattos (2010, cap.3, p 37), entende-se o conjunto de ações ordenadas e interligadas entre si, dispostas graficamente em um círculo em que cada quadrante corresponde a uma fase do processo: P (*plan* = planejar), D (*do* = fazer, desempenhar), C (*check* = checar, controlar), A (*act* = agir, atuar), conforme mostra a Figura 2.6.

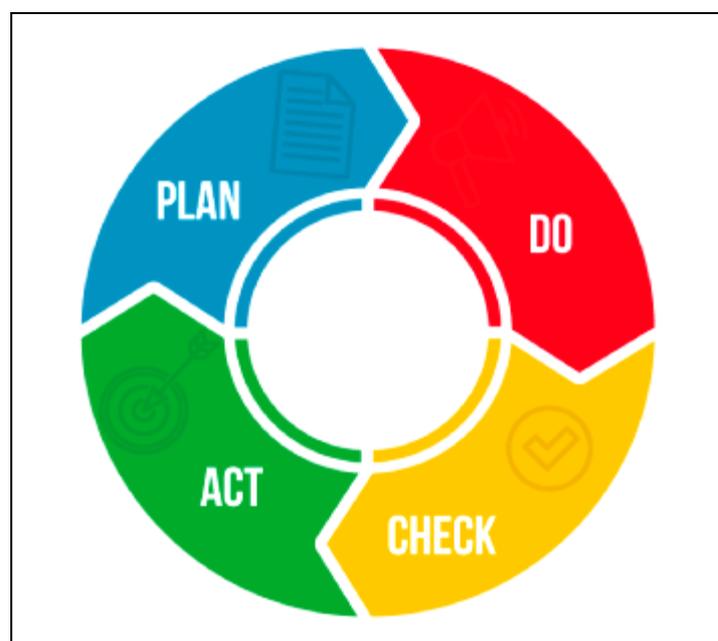


Figura 2.6: Ciclo PDCA. (ANDRADE, 2018)

Como o próprio nome já diz, o PDCA não se esvai com uma rodada. É um ciclo e deve ser continuamente utilizado - quanto mais frequente a sua aplicação, mas aperfeiçoado se torna o planejamento.

Conforme Andrade (2003), tem-se a definição para cada quadrante do ciclo:

1. Planejar – consiste no primeiro passo do ciclo; nele são estabelecidos todos os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização; esta etapa abrange: a localização do problema, o estabelecimento das metas, a análise do fenômeno, a análise dos processos e a elaboração do plano de ação;
2. Fazer – representa a fase da implementação dos processos, ou seja, da execução das ações estabelecidas no plano de ação; nela são realizadas todas as atividades em um cronograma determinado, tendo suas ações registradas e supervisionadas;
3. Checar – compreende a fase onde deve-se executar a verificação da eficácia das ações tomadas na fase anterior; nesta etapa são feitas as comparações dos resultados (planejados e executados), listagem dos efeitos secundários (oriundos das ações executadas) e verificação da continuidade ou não do problema (eficácia das ações tomadas);
4. Agir – corresponde a última fase do ciclo, onde ocorre a padronização dos procedimentos implantados na fase “Do”, assim, em outras palavras, sendo o resultado satisfatório padronizam-se essas ações, transformando-as em procedimentos padrão; para realizar essa padronização é feita a elaboração ou alteração do práticas atuais, além da comunicação, treinamento e acompanhamento da utilização do novo método; a conclusão do projeto também ocorre nessa fase, sendo que poderão ser estipuladas novas metas futuras para que o processo de melhoria contínua possa ser desencadeado.

2.4 Roteiro do planejamento

Para que um projeto seja bem planejado e desenvolvido com competência existem passos pré-definidos que estabelecem o percurso a ser seguido e garantem a eficiência dos

processos, o chamado Roteiro do Planejamento.

Consiste em uma metodologia genérica que pode ser aplicada em toda e qualquer tipo de natureza ou contexto em que um empreendimento pode ser inserido. Assim, para planejar a reforma de uma casa, o desenvolvimento de um *software* ou a construção de uma ponte de trilhos, projetos que possuem características totalmente distintas quanto ao tipo de construção, complexidade, prazos ou recursos podem-se obedecer aos mesmos princípios construtivos.

O roteiro tem seus passos organizados de forma lógica e sistemática, no qual os processos a serem desenvolvidos são listados e ordenados por níveis de condução, onde a elaboração de cada etapa tem a responsabilidade de fornecer os elementos necessários para o desenvolvimento das demais fases de construção.

Segundo Mattos (2010, cap.4, p.45), as etapas que compõem o roteiro do planejamento são divididas em:

1. Identificação das atividades;
2. Definição das durações;
3. Determinação das precedências;
4. Montagem do diagrama de rede;
5. Identificação do caminho crítico;
6. Análise das folgas;
7. Geração do cronograma.

2.4.1 Identificação das atividades

O primeiro passo para construção do roteiro consiste em identificar as atividades que serão levadas em consideração pelo planejador, de modo que represente os serviços e tarefas necessários para a obtenção dos elementos que integrarão o objeto do planejamento.

Segundo Mattos (2010, cap. 4, p.45), o modo mais prático de detectá-las se faz por meio da elaboração da Estrutura Analítica do Projeto (EAP) pois, por meio dela tem-se a capacidade de identificar e organizar todo o rol de atividades de um projeto.

2.4.1.1 Estrutura Analítica do Projeto

Para melhor gerenciar uma obra, dividir as atividades em etapas menores e menos complexas é a melhor alternativa. Este processo é conhecido como decomposição. Nele, os grandes pacotes de trabalho de um projeto são divididos em unidades simplificadas, até um ponto em que o grau de detalhamento alcançado facilite o seu entendimento, gerenciamento e controle.

A estrutura resultante deste desmembramento é chamada de Estrutura Analítica do Projeto (EAP) que consiste em um elemento organizacional de representação hierárquica, conforme mostra a Figura 2.7, no qual a subdivisão das atividades permite que o escopo de um projeto seja decomposto em sua totalidade.

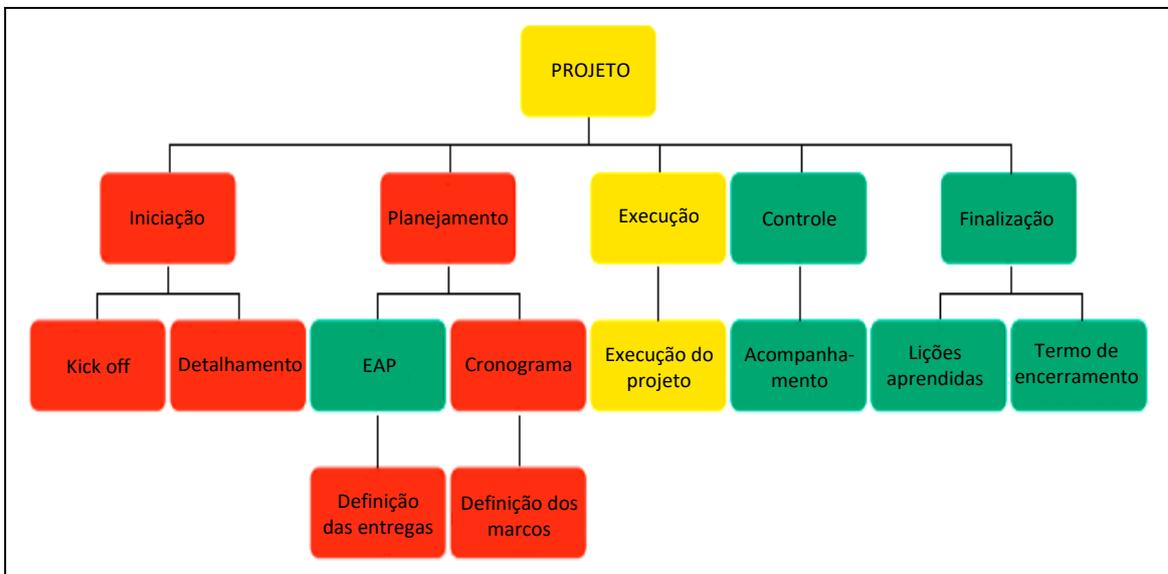


Figura 2.7: EAP de um projeto. (Adaptada de VENÂNCIO, 2017)

Por meio dela, a determinação da duração das atividades, a seleção dos recursos e suas responsabilidades são facilmente identificados, de modo que a suas atribuições se tornem mais claras e objetivas, garantindo com precisão além da total compreensão dos processos, a aplicabilidade e eficiência do planejamento não apenas na teoria, mas na prática.

2.4.1.1.1 Representação

Também conhecida como *Work Breakdown Structure* (WBS) que em inglês significa “estrutura de decomposição do trabalho”, a EAP, segundo Mattos (2010, cap.5, p.46), pode assumir 3 diferentes configurações: árvore, analítica e mapa mental:

1. EAP: Árvore

Uma das principais representações possíveis para a elaboração de uma EAP é a configuração mais tradicional para o seu desenvolvimento conhecida como formato em Árvore.

Segundo Mattos (2010, cap.5, p.59), basta pensar em uma árvore genealógica para entender o seu funcionamento, com o avô em primeiro nível, seus filhos em um nível abaixo, os netos no seguinte e assim sucessivamente. Dessa forma, ele compara a disposição dos blocos de trabalho de uma EAP à organização de uma árvore e suas ramificações, conforme pode ser também observado por meio da Figura 2.7 mencionada anteriormente.

No nível primário é feito a representação do escopo – o projeto como um todo. Na sequência, iniciam-se as ramificações até que o nível de detalhamento obtido represente e englobe todos os aspectos do projeto. Nele, cada nível seguinte representa o detalhamento do nível anterior. Assim, conforme a EAP se desenvolve, os pacotes de trabalho se tomam menores e melhor definidos.

2. EAP: Analítica ou Sintética

Além do formato tradicional, uma EAP também pode ser representada sob a forma da listagem Analítica ou Sintética, na qual a sua estrutura alinha as atividades de acordo

com as suas categorias de divisão, colocando as tarefas de mesmo nível com o mesmo alinhamento. Assim, a cada novo nível, um novo alinhamento e a cada nova atividade, uma nova sequência lógica de numeração.

Segundo Mattos (2010, cap.4, p.64), o método analítico é o mais encontrado em *softwares* de gerenciamento e planejamento de projetos, em razão da sua estrutura sistemática e numérica de disposição das atividades. Assim, conforme a Figura 2.8, esta seria a representação de uma EAP analítica em um desses softwares:

	Nome da Tarefa
1	▸ PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE SOFTWARE
2	▸ PLANEJAMENTO
3	Levantamento de Necessidades e Requisitos de Negócios
4	Desenvolvimento do Plano de Projeto
5	Desen. Plano de Comunicação e Atividades
6	Aprovação de Orçamento e Plano de Projeto
7	▸ DESENVOLVIMENTO
8	Documentação do Projeto
9	Preparação para Desenvolvimento
10	Desenvolvimento e Adaptações
11	Testes Funcionais
12	▸ ENTREGA E VALIDAÇÃO
13	Instalação e Homologação p/ ambiente de Produção
14	Treinamento Key-users
15	Operação Assistida
16	Desenvolvimento History book
17	Aceitação do cliente e Encerramento

Figura 2.8: EAP Analítica no software *MS Project*. (Adaptado de SANTOS, 2012)

3. EAP: Mapa Mental

Outro formato possível é o Mapa Mental que se apresenta na configuração de um diagrama, cujo formato é estruturado por meio de ramificações que são distribuídas a partir do ponto seu central - ideia principal, escopo -, conforme pode ser observado na Figura 2.9:

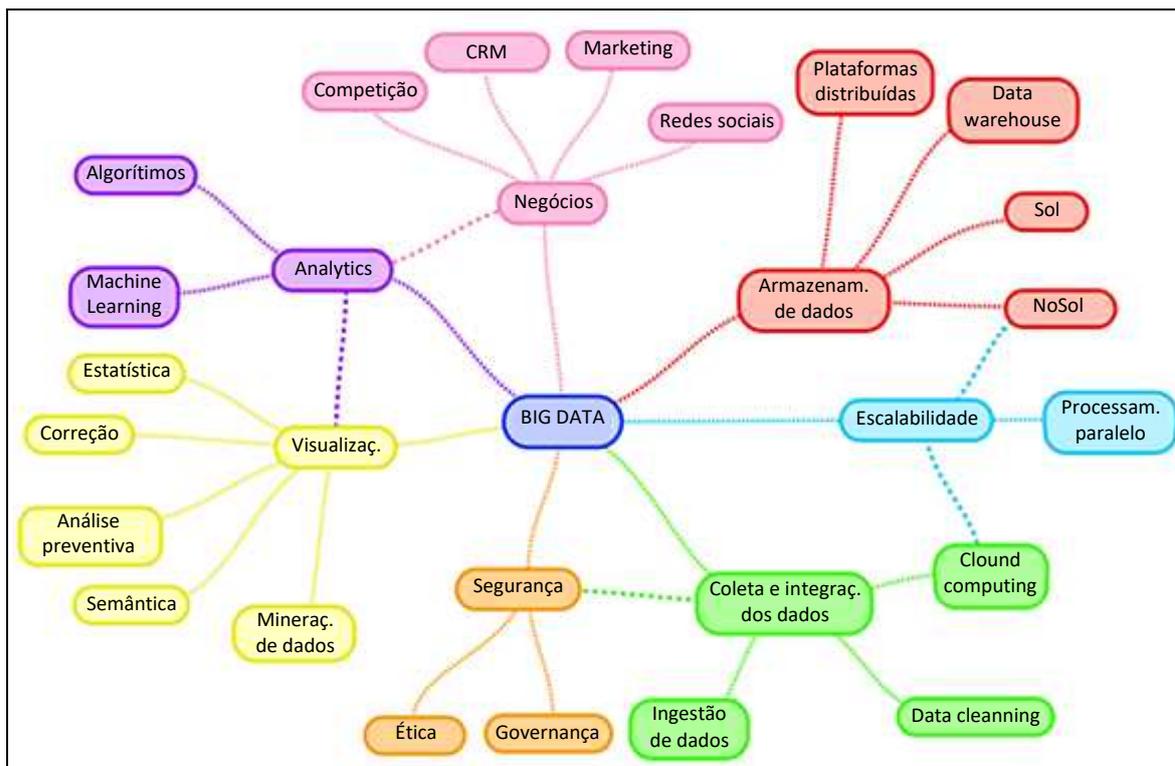


Figura 2.9: Mapa Mental. (REZENDE, 2014)

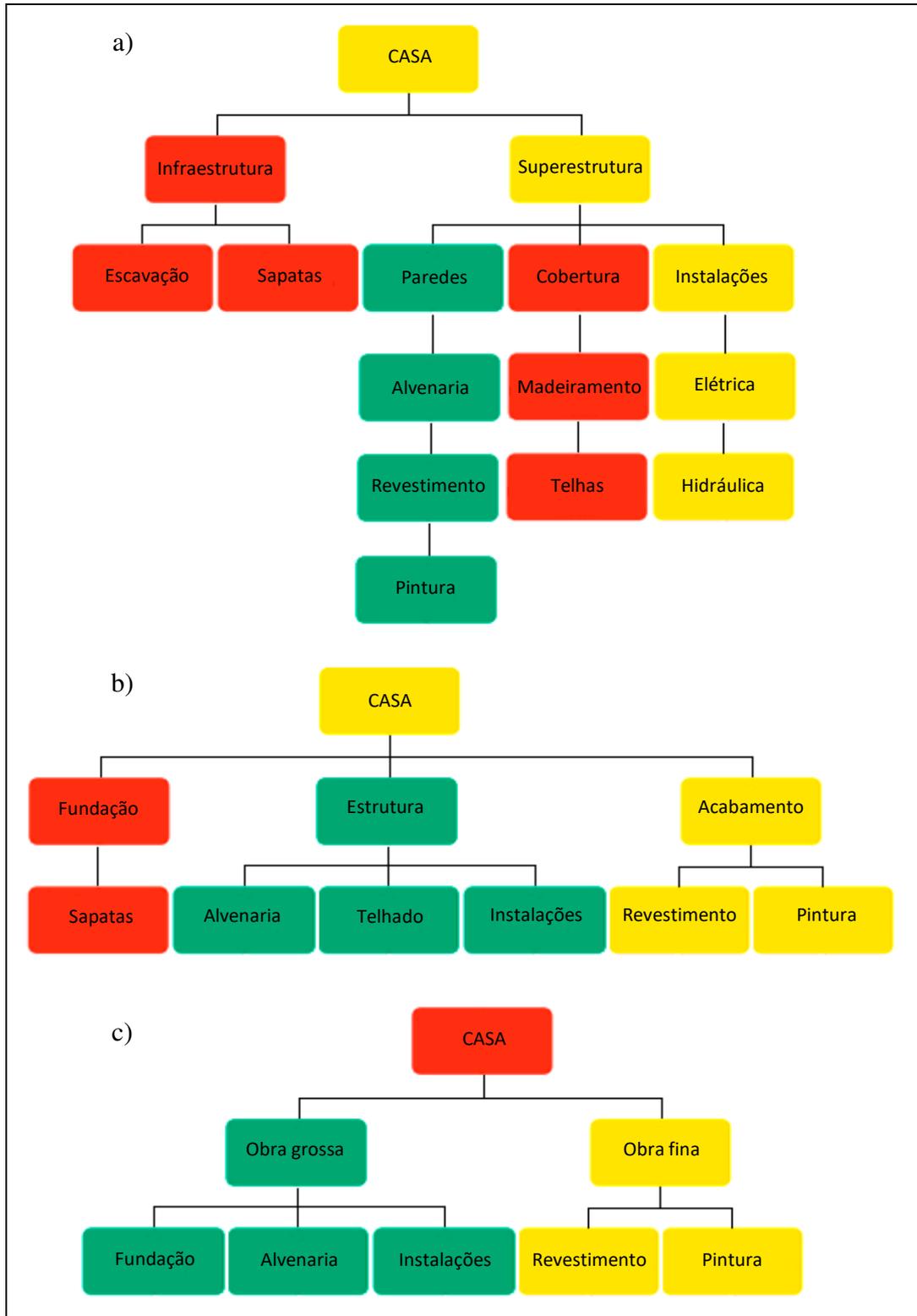
Segundo Mattos (2010, cap.5, p.65.), esta estrutura de representação consiste em um método que pode ser comparado ao funcionamento das divisões de pensamento de um cérebro humano. Nele, os ramos são organizados de forma que se mantem a ideia dominante no centro do pensamento, criando conexões menores como as ramificações de um sistema neural, onde se associam de forma não linear.

Como afirma Mattos (2010, cap.5, p.65), “a estrutura do mapa mental é como na árvore de blocos. A diferença é que o mapa permite a criação da EAP de maneira que fixa mais a Imagem, centralizando a ideia central e o espírito de decomposição progressiva das ideias”.

2.4.1.1.2 Organização

Para a administração de um projeto, existem diversas possibilidades de construção de uma EAP que apesar de distintas, alcançam todos ao mesmo objetivo e obedecem à critérios de decomposição bem definidos.

Para um exemplo de construção de uma casa, representado pela Figura 2.10, pode-se observar a variabilidade que podem ser obtidas durante os processos de composição da EAP.



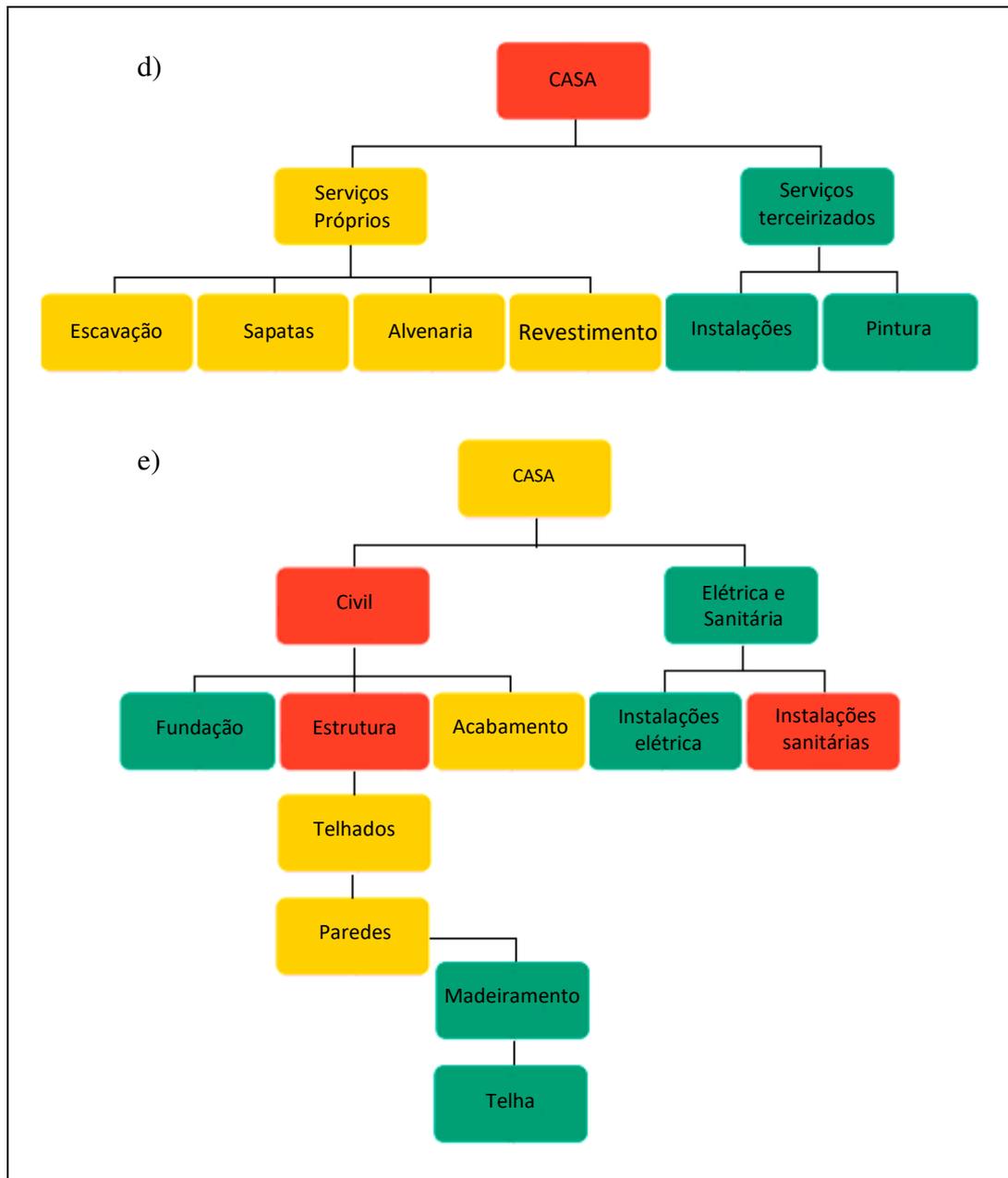


Figura 2.10: EAP básico da construção de uma casa e suas diferentes possibilidades de decomposição: a) partes físicas; b) grandes serviços; c) etapas globais; d) tipo de contratação; e) especialidade de trabalho. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.5, p.60-61; VENÂNCIO, 2017)

Embora exista uma grande variabilidade de disposições, o critério de decomposição das atividades cabe somente a quem planeja, variando sempre de planejador para planejador. Assim, mesmo que hajam vários modelos de organização não existem regras para a construção da mesma.

É importante frisar que a estrutura de uma EAP não deve ser confundida com uma simples lista não estruturada de atividades em formato de diagrama. Dessa forma, deve-se seguir uma sequência lógica, onde cada subnível representa claramente o detalhamento do nível superior.

2.4.1.1.3 Características gerais

Segundo Mattos (2010, cap.5, p.69), dentre todas as características que uma EAP pode apresentar, as principais são:

- Cada nível representa um refinamento do nível imediatamente superior;
- As sub-tarefas representam 100% do escopo da tarefa do nível imediatamente superior (regra dos 100%), ou seja, se um pacote de trabalho é desmembrado em três atividades, elas representam a totalidade do alcance do pacote de trabalho;
- A soma do custo dos elementos de cada nível é igual a 100% do nível imediatamente superior;
- O custo de cada elemento da estrutura equivale à soma dos custos dos elementos subordinados;
- Juntas, as atividades de nível mais baixo nos diversos ramos da EAP representam o escopo total do projeto;
- Uma mesma atividade não pode estar em mais de um ramo;
- Duas atividades são mutuamente excludentes: não pode haver sobreposição de trabalho entre elas (seria uma redundância desnecessária);
- Atividades não incluídas na EAP não tomam parte do projeto;
- As atividades são relacionadas em ordem lógica de associação de ideias, não em ordem cronológica;
- As atividades de nível mais baixo são mensuráveis e podem ser atribuídas a um responsável (pessoa ou equipe).

2.4.1.2 Cuidados

Reconhecer as atividades de um projeto não é uma das tarefas mais simples de se executar. Segundo Mattos (2010, cap.5, p.57), o que não for contemplado, não será planejado, programado nem tão quanto orçado. Assim, a capacidade de organizar e dividir as etapas de trabalho em componentes mais controláveis requer do planejador uma atenção especial, de modo que a identificação inadequada ou omissão de uma ou mais atividade faz com que todo o planejamento do projeto se torne ineficaz.

Para o guia PMBOK (2018), é por meio da identificação das atividades que o planejador tem a capacidade de melhorar a precisão das estimativas de custo, tempo e recurso; definir uma linha de base (*baseline*) para aprimorar a medição e o controle do desempenho da obra e tornar a atribuição das responsabilidades mais clara e objetiva. Entretanto, sem que haja uma leitura criteriosa de todos os desenhos e plantas, uma ampla compreensão da metodologia construtiva a ser adotada e a capacidade de representar estas tarefas na forma de blocos de trabalho pequenos e compreensíveis, conforme Mattos (2010, cap.5, p.57), estes benefícios se tornam inacessíveis.

Nesse sentido, a identificação das atividades de um empreendimento não deve ser uma tarefa individual. O planejador por não ser um especialista em produção pode acabar simplificando demais os processos ou deixando passar despercebidas algumas atividades necessárias para a composição do planejamento. Desse modo, a participação de todos os envolvidos seja da gestão ou execução propriamente dita, além de fazer com que planejamento tenha sentido para todos os líderes e responsáveis pelo projeto, evita situações inesperadas de desvios e falhas que futuramente possam vir a gerar retrabalhos e reajustes indesejados.

Para o guia PMBOK (2018), as EAP's de projetos anteriormente desenvolvidos podem comumente ser reutilizadas como modelos padrão ou semi-padrão para a composição de novas EAP's, pois embora cada empreendimento seja diferente, sempre pode se assemelhar a outro em algum nível de sua extensão. No entanto, apesar das estruturas servirem como um componente facilitador, o estudo detalhado, tanto dos novos elementos constituintes, quanto do modelo padrão se faz crucial, de modo que quaisquer

mudanças prospectivas de escopo que venham a ocorrer devam exigir imediatas modificações na estrutura ou uma reanálise para novas alternativas de composição.

A análise detalhada de um escopo não consiste apenas em um dos componentes principais para a percepção das reais necessidades e expectativas do cliente. É também um fator determinante, segundo Montes (2018), para o sucesso da construção de cada etapa do projeto. Dessa forma, sem o seu estudo efetivo, os processos de elaboração de um projeto se tornam falhos e impraticáveis.

É importante ressaltar que por meio dele, garante-se a limitação dos elementos que contemplarão o objeto do planejamento, assegurando que as tarefas e serviços definidos sejam precisamente apresentados com as especificações e particularidades desejadas. Desse modo, embora pareça algo simples e muitas vezes visto como desnecessário é fundamental na definição dos trabalhos e serviços que comporão o objeto do planejamento.

Segundo o Project Builder (2017), um escopo de um projeto garante também a definição dos trabalhos que não serão contemplados, dando espaço a um projeto isento de duplas interpretações e, conseqüentemente, serviços adicionais ou que fogem do planejado. Dessa forma, um planejador em posse de um escopo bem definido possui o total entendimento dos serviços a projetar, produzir e entregar. Portanto, é necessário que o escopo de um empreendimento esteja detalhado e definido suficientemente para que o entendimento dos processos seja completo e a construção desta etapa satisfatória.

Assim, neste contexto, toda e qualquer dedicação direcionada a identificação e decomposição das atividades de um projeto durante o planejamento de uma obra se faz trivial na elaboração assertiva dos processos de planejamento, por conseguinte, do empreendimento.

2.4.2 Definição das durações

Uma vez que as atividades que irão compor o objeto do planejamento são identificadas e organizadas, por meio da elaboração da EAP, o próximo passo para o

desenvolvimento deste roteiro consiste em avaliar, estimar e definir as durações necessárias para a conclusão de cada uma delas.

Segundo Mattos (2010, cap.6, p.73 e 74), a duração de uma tarefa significa a quantidade de tempo — em horas, dias, semanas ou meses — que uma atividade leva para ser executada, em outras palavras, consiste na quantidade de período de trabalho essencial para o desempenho integral de uma atividade. Dessa forma, definir as durações significa estimar e atribuir os dados numéricos necessários para a composição do planejamento, sendo responsável pela obtenção dos prazos e dos marcos intermediários do projeto.

2.4.2.1 Estimativa das durações

Segundo o PMBOK (2018), estimar a duração das atividades consiste na avaliação quantitativa dos mais prováveis resultados, levando em consideração o tempo dos períodos de trabalho necessários para a sua composição. Assim, de acordo com PMBOK (2018), Duarte (2018), Devmedia (2018), Espinha (2016) e Coimbra (2012), podem-se utilizar os seguintes métodos de aferição para estimar as durações das atividades: Estimativa Especializada, Estimativa Análoga e Estimativa Paramétrica:

- Estimativas Especializadas – baseia-se na adoção dos dados históricos disponíveis das durações mais prováveis para todo e qualquer categoria de atividade; geralmente estão disponíveis em:
 - Arquivos de projeto - algumas organizações podem manter registros de projetos anteriores que são bastante detalhados para auxiliar o desenvolvimento de novas estimativas;
 - Bases de dados comerciais - algumas informações de durações frequentemente estão disponíveis comercialmente quando os valores desejados não estão dirigidos necessariamente para os trabalhos a serem efetivamente realizados, como por exemplo, quanto tempo é necessário para

a cura do concreto ou quanto tempo uma agência governamental geralmente leva para responder a certos tipos de requisição, entre outros;

→ Conhecimento da equipe do projeto - em algumas áreas de aplicação, os membros individuais da equipe do projeto podem manter registros de estimativas ou devem lembrar-se de dados reais de obras anteriores, entretanto, embora essas lembranças possam ser úteis e geralmente são menos confiáveis que os resultados documentados, a organização pode (e deve) se empenhar a aplicar os detalhes técnicos e de gestão percebidos pelo gerente do projeto e sua equipe de gerenciamento, principalmente quando esses profissionais já possuem um treinamento especializado a respeito do tipo de projeto que será desenvolvido, assim, esses profissionais podem identificar demandas ou dificuldades que não necessariamente serão apontadas por outras técnicas, o que permite uma redução ainda maior do grau de incerteza das estimativas;

- Estimativas Análogas - também chamadas de estimativas de cima para baixo (*top-down*), trata-se de uma técnica que utiliza informações reais sobre dados históricos ou projetos similares a fim de obter a estimativa de duração de uma atividade ou de um projeto futuro; são uma forma de estimativa especializada, entretanto, são mais confiáveis quando os indivíduos que as preparam possuem o conhecimento especializado necessário ou quando as atividades baseadas são semelhantes de fato e não apenas na aparência;
- Estimativas Paramétricas – consistem em definir por meio de metodologias de cálculo as durações possíveis para a distribuição dos resultados de cada atividade, dessa forma, de maneira simplista corresponde a utilização de um algoritmo estatístico para calcular a duração das atividades com base em dados históricos e parâmetros de projeto; quanto mais dados a empresa tiver disponível mais precisos serão os resultados apurados; esta técnica pode produzir altos níveis de precisão, claro que dependendo do nível de sofisticação e dos dados básicos que foram colocados no modelo.

Neste sentido, segundo Coimbra (2012), os processos de estimativas consistem na consideração da qualidade e disponibilidade dos dados de entrada de um projeto, utilizando-se de informações como as atividades do escopo, os tipos de recursos necessários e as quantidades estimadas de recursos para definir com máxima precisão as mais variadas possibilidades de uma duração. Assim, de acordo com Mattos (2010, cap.6, p.76), as estimativas não são um produto de mera adivinhação, o planejador ou membro da equipe que possui a maior familiarização com a natureza das atividades estima com base em parâmetros confiáveis as quantidades de tempo necessárias, de modo a obter a aferição mais assertiva e realista dos seus períodos de trabalho.

2.4.2.2 Regras práticas

Para a atribuição dos tempos de uma atividade, existem aspectos fundamentais a serem levados em consideração durante todos os seus processos de análise, estimativa e definição. Segundo Mattos (2010, cap.6, p.75), estes fatores são comumente conhecidos como regras práticas, cujo algumas delas são demonstradas no Quadro 2.1:

Quadro 2.1: Regras práticas para a determinação das durações. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.6, p.75; PMBOK , 2018).

Regra	Significado
Avaliar e estimar as durações uma a uma	Deve-se estimar as durações analisando-as separadamente uma a uma; para cada atividade, deve-se assumir que há oferta suficiente de mão de obra, matéria prima e equipamento (a menos que se saiba de antemão que isso não é possível);
Definir uma faixa de variação	As durações devem incluir alguma indicação da faixa de variação dos possíveis resultados, por exemplo: 2 semanas +/- 2 dias que indica que a atividade levará no mínimo 8 dias e não mais que 12 dias para ser concluída;

<p>Adotar o dia normal</p>	<p>As definições devem ser calculadas tomando por base a jornada normal do dia; admitir logo de saída a adoção de horas extras e turnos mais longos não é a melhor prática, porque induz tendenciosidade; exceção é feita para obras que já são naturalmente executadas em turnos diurno e noturno, como barragens, estradas, obras industriais e etc; não seria o caso, por exemplo, de obras prediais;</p>
<p>Não pensar no prazo total da obra</p>	<p>Muitos profissionais definem as durações das atividades já com o prazo total em mente, estipulando-as para caberem no prazo contratual ou na duração total pretendida - é a famosa "conta de chegada"; o planejador não deve ficar balizado o prazo total do projeto logo no início do planejamento, o correto é montar a rede com as durações calculadas de forma isenta e só então avaliar se a duração total está coerente ou se precisa de ajustes, comparando o prazo obtido com o que se quer atingir e identificar os pontos mais recomendáveis onde agir; o ideal é que cada atividade seja tratada individualmente;</p>
<p>Considerar possíveis tempos de espera</p>	<p>Existem tarefas que possuem duração fixa, independentemente da quantidade de recursos humanos e equipamentos alocados, por esta razão, as estimativas frequentemente requerem considerações em relação ao tempo de espera (<i>elapsed time</i>) de uma ou uma série de atividades, assim, por exemplo, se a cura do concreto requer 4 dias de <i>elapsed time</i>, este tempo pode ser aproveitado para a iniciação de outra atividade, reduzindo o tempo final do projeto;</p>
<p>Dias úteis ≠ dias corridos</p>	<p>A composição das durações deve se referir sempre aos períodos de trabalho efetivo, isto é, dias úteis, portanto, não deve ser confundida com dias de</p>

	<p>calendário – por exemplo, em uma obra na qual se trabalha de segunda a sexta por duas semanas, terá uma duração de 10 dias e não de 12, como a contagem do calendário indicaria, isso porque, não sendo o sábado e o domingo dias trabalhados, não entram na contagem;</p>
<p>1 dia < duração < 10 dias</p>	<p>A duração mínima deve ser de 1 dia e a máxima o dobro da periodicidade da atualização da rede – se a atualização for semanal, a duração máxima é de duas semanas – assim, teoriza-se como: $1 \text{ dia} < d < 10 \text{ dias}$:</p> <ul style="list-style-type: none"> • se uma atividade identificada tiver $d < 1 \text{ dia}$, ela é considerada pequena demais e deverá se fundir a outra(s) para formar uma atividade mais longa; • se uma atividade tiver $d > 10 \text{ dias}$, ela deve ser desmembrada em pacotes menores (fase I, fase II, etc).

2.4.2.3 Aspectos influenciadores da duração

Existem aspectos fundamentais na elaboração de um projeto que podem influenciar as tomadas de decisão das estimativas, de modo a auxiliar ou prejudicar as suas atribuições. Assim, as atividades resultantes são segmentos que podem vir a elevar a eficiência de todos os processos ou distorcer as etapas de um planejamento ao longo de toda a sua extensão.

Um dos fatores que podem afetar diretamente o processo de definição das durações são os níveis de experiência da equipe do projeto. Conforme Mattos (2010, cap.6, p.76), “quanto maior acervo técnico a equipe tiver, maior a facilidade em realizar a atividade e, conseqüentemente, menor o tempo necessário para executá-la”. Dessa forma, o grau de experiência consiste em um dos aspectos mais determinantes para as estimativas, ao passo

que o profundo conhecimento dos serviços possibilita não só a redução dos períodos de trabalho, quanto proporciona maior confiabilidade e segurança para a empresa que a executa.

O mesmo pensamento se ajusta ao fator grau de conhecimento da atividade pois, de acordo com Rodrigues (2016), quanto mais se conhece sobre a natureza das tarefas, maior será a precisão das suas previsões. Assim, por exemplo, em um serviço de instalação de um novo sistema operacional cuja a estimativa consiste em um total de horas y , o acesso a informações complementares como: computador obsoleto com pouca memória, processador fraco, HD de baixa rotação e inexistência de leitor de CD/DVD podem alterar as estimativas de tempo antes estipuladas para uma nova quantificação (de y para z), que ao passar a possuir o conhecimento das muitas variáveis que interferem na atividade, possibilitam a aferição mais precisa e assertiva das durações.

Neste sentido, vale ressaltar que, segundo Mattos (2010, cap.6, p.76), atividades novas ou pouco frequentes geralmente tendem a demandar um período reservado a familiarização da equipe para garantir o melhor entendimento da metodologia construtiva, assim como a identificação de interferências, análise de fontes de erro, etc. Portanto, tarefas provenientes de situações de baixo nível de informação ou experiência além de resultarem na elevação das quantidades de tempo essencial para executa-las, necessitam de um controle mais rígido que busque garantir o bom desempenho e efetividade dos processos.

Outro fator determinante para definição das estimativas consiste no fator produtividade. De acordo com o PMBOK (2018), a duração da maioria dos serviços pode ser substancialmente influenciada pela produtividade dos recursos humanos e recursos materiais a eles atribuídos. Assim, por exemplo, se membros da equipe com maior e menor conhecimento das tarefas forem designados a realizar uma mesma atividade, o membro sênior terá a capacidade de produzi-la mais rapidamente e com maior facilidade em relação ao membro júnior.

É importante deixar claro que produtividade não pode ser confundida com produção. Segundo Mattos (2010, cap.6, p.77), produção significa a quantidade de unidades feitas em um certo período de tempo, enquanto a produtividade representa a taxa de produção de uma pessoa, equipe ou equipamento, como por exemplo, quando um pedreiro assenta 800

tijolos em 8 horas e um outro assenta os 800 tijolos em 12 horas, ambos terão produzido a mesma quantidade, entretanto, a produtividade do primeiro será 50% maior que o segundo (100 tijolos/hora em contrapartida de 67 tijolos/hora do segundo). Assim, conforme afirma Mattos (2010, cap.6, p.77), “quanto maior a produtividade, mais unidades do produto são feitas em um determinado espaço de tempo, quanto mais produtivo um recurso, menos tempo ele gasta na realização da tarefa”.

Por fim, em associação a este fator, temos o coeficiente quantidade dos recursos a serem atribuídos, onde o tamanho da equipe, de acordo com Mattos (2010, cap.6, p.81), é significativamente proporcional aos valores a eles designados. Dessa forma, por exemplo, segundo o PMBOK (2018), duas pessoas trabalhando juntas podem ser capazes de completar uma atividade na metade do tempo que levariam para fazê-lo individualmente, enquanto uma pessoa trabalhando meio expediente levará geralmente, no mínimo, duas vezes o tempo que a mesma pessoa levaria trabalhando o expediente completo. Assim, quanto maior o número de recursos, menor a duração das tarefas.

2.4.2.4 Cuidados

Definir as durações de uma atividade consiste em um dos processos de projeto mais significativos em termos de relevância, não só na elaboração de um cronograma, mas para todo um projeto pois, segundo Espinha (2016), além de garantir o atendimento as demandas, assegura a eficiência dos processos, de modo a proporcionar o sucesso tanto das atividades quanto de todo o negócio. No entanto, para as empresas, principalmente para as que incluem o desenvolvimento de projetos na sua rotina operacional, a definição dos tempos de uma atividade consiste em uma das maiores dificuldades encontradas.

Por ser uma estimativa, geralmente as durações estão envoltas de uma nuvem de imprecisão, onde os grandes números de incertezas e fatores que podem influenciá-las tendem a elevar a suas margens de erro e, conseqüentemente, suas previsões. Assim, de acordo com Mattos (2010, cap.6, p.73), uma simples parcela de tempo mal atribuída pode corromper totalmente um projeto ou ocasionar complicações não só na execução das

atividades, mas em todo o planejamento, de modo a torna-lo inexecutável ou sem utilidade prática para quem irá gerenciar a obra.

O fato de entregar um serviço inacabado ou defeituoso por conta de uma duração erroneamente definida, conforme Rodrigues (2016) e Duarte, implica em além da perda de imagem, reputação, entre outras, na ocorrência de atrasos, baixa qualidade e/ou elevação dos custos. Assim, o que se encontra são inúmeras impossibilidades de correções, o que não permite que o gerente de projeto e a equipe de gerenciamento consiga lidar com os ocasionais erros e tratar os imprevistos.

Sendo assim, por mais cauteloso que seja o planejador, ressalta-se a importância da constante verificação e avaliação das durações definidas, pois, de acordo com o PMBOK (2018), em decorrência das incertezas que cercam as atividades, podendo ser menor para as atividades costumeiras e bem conhecidas, ou maior para atividades novas em que o planejador não dispõe de dados históricos em que se pautar, é necessário não somente planejar com um alto grau de previsibilidade, mas também controlar com máxima precisão os resultados apurados, para que a não observância desses fatores impeça que a garantia do sucesso do empreendimento seja afetada, nem tão quanto comprometida.

Neste sentido, segundo Mattos (2010, cap.6, p.73), buscar avaliar as eventuais discrepâncias que podem vir a ocorrer e constantemente ajustar o cronograma de acordo com as necessidades do projeto consiste em garantir uma estimativa mais assertiva e realista das atividades de um projeto.

2.4.3 Determinação das precedências

Com as atividades identificadas, contemplando a totalidade do escopo e suas devidas durações, o próximo passo para a composição do planejamento consiste em identificar e definir a sequência lógica responsável por coordenar cada uma delas.

Esta etapa do roteiro envolve estabelecer as ligações que sistematizam e arranjam todos os processos de um projeto, de modo a definir os graus de conexões e relações de

dependência existentes, determinando os vínculos entre eles, bem como a ordem em que eles ocorrem.

2.4.3.1 Predecessoras e Sucessoras

Segundo o Universo Projeto (2014), sequenciar atividades consiste em identificar e registrar seus possíveis relacionamentos, estabelecendo assim, uma ordem lógica para sistematizar e coordenar o início e fim de cada delas. Entretanto, para isso, faz-se necessário entender dois conceitos: predecessoras e sucessoras.

Segundo Mattos (2010, cap.7, p.97), atividades predecessoras são aquelas cuja conclusão deve impreterivelmente ocorrer para que uma atividade em questão possa ter início. Dessa forma, o planejador deve identificar e registrar quais as suas predecessoras, ou seja, de que outras atividades ela depende imediatamente ou diretamente.

Atividades sucessoras são exatamente o oposto. Conforme Mattos (2010, cap.7, p.97), consistem em aquelas cuja iniciação são imediatamente sucedidas após a conclusão de outra, portanto, se A é predecessora de B, logo, B é sucessora de A. Assim, por exemplo, em uma atividade de concretagem, a montagem das formas e armação podem ser tanto sucessoras, quanto a preparação do concreto ser sua predecessora.

É importante deixar claro a expressão imediatamente. Em um projeto de edificações, a instalação do revestimento de piso, por exemplo, não pode ser realizada no 7º (sétimo) andar antes da construção das estruturas das sapatas em sua fundação, pois apesar de antecessoras, não se caracterizam com uma atividade de dependência imediata, já em contrapartida a preparação do contra piso sim. Portanto, é necessário entender que uma atividade pode possuir diversas predecessoras, no entanto, apenas algumas delas se qualificam como imediatamente anteriores, sendo diretamente influenciadoras das suas dependências.

Embora relações de interdependência possam ser estabelecidas, por meio da definição de predecessoras e sucessoras, existem várias atividades que podem ocorrer concorrentemente, formando cadeias que, em sua visão holística, produzirão uma malha de atividades. Assim, o objetivo principal de um planejamento durante a definição das precedências deve ser, segundo o Universo Projeto (2014), obter o máximo de eficiência entre as conexões, dada as características e restrições das atividades, devendo evitar além de atrasos, o impedimento da geração de folgas e alteração dos prazos finais de um projeto.

Vale ressaltar que nem toda atividade possui predecessoras ou sucessoras. Atividades iniciais de um projeto podem ser iniciadas a partir do instante zero, não dependendo da ocorrência anterior de nenhuma outra tarefa, assim como as atividades finais do projeto não possuem nada em seguida. Dessa forma, é necessário que o planejador sempre tenha em mente que análises cautelosas das suas definições devam proporcionar a checagem constante de suas atividades para que seja feita a identificação se as tarefas sem sucessoras são realmente atividades finais e se as sem predecessoras são realmente atividades iniciais.

Segundo Mattos (2010, cap.7, p.101), é muito comum, principalmente em trabalhos com grandes quantidades de tarefas, que algumas das atividades de um projeto fiquem sem dependências definidas, o que pode não fazer sentido algum dentro de um cronograma. Por esta razão, por mais cauteloso que o planejador seja, ressalta-se a importância da constante verificação e avaliação das dependências definidas, pois é necessário não somente planejar com um alto grau de antecipação, mas controlar com máxima precisão os efeitos alcançados, para que a não observância desses fatores não impeça que a garantia do sucesso do empreendimento seja afetada, nem tão quanto comprometida.

2.4.3.2 Quadro de sequenciamento

O quadro de sequenciamento, conforme mostra o Quadro 2.2, consiste em uma representação que define e registra as atividades de um projeto e suas devidas relações de interdependência por meio de três colunas típicas: Código, Atividade e Predecessoras.

Quadro 2.2: Quadro de sequenciamento. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.7, p.99)

Quadro de sequenciamento		
Código	Atividade	Predecessoras

Segundo Mattos (2010, cap.7, p.99), nelas são representadas assim como as identificações simplificadas de cada uma das atividades - podendo se apresentar em formatos alfabéticos, numéricos ou alfanuméricos -, as descrições das tarefas conforme definidas na EAP e as atividades imediatamente antecessoras às atividades em questão.

Nos *softwares* de gerenciamento de projetos, normalmente estes sequenciamentos se apresentados em termos de predecessoras, como o *GanttProject* que mostra apenas este campo, entretanto, há quem prefira levar a lógica de organização em prol das atividades sucessoras, como em *softwares* equivalentes ao *Microsoft Project* que possui tanto as colunas predecessoras, quanto sucessoras. Neste caso, segundo Mattos (2010, cap.7, p.99), pequenas alterações na linha de raciocínio podem ser estabelecidas, no entanto, mantendo a mesma a ordem de pensamento, alterando apenas a forma de organizar e vincular as informações.

A Figura 2.11 representa o quadro de sequenciamento em um desses *softwares*:

Nome da tarefa	Duração	Predecessoras
▸ Implantação do ERP	50 dias	
Início do projeto	0 dias	
▸ Marcos principais	30 dias	
Requisitos definidos	0 dias	9
Sistema parametrizado	0 dias	12;11
Validação concluída	0 dias	14;15
Sistema em produção	0 dias	17
▸ Requisitos	20 dias	
Levantar requisitos com Financeiro	10 dias	1

Figura 2.11: Quadro de sequenciamento no software *Ms Project*. (CARVALHO, 2016)

Como afirma Mattos (2010, cap.7, p.100), “a experiência tem mostrado que raciocinar em termos de predecessoras é mais intuitivo. Fica mais prático fazer a pergunta ‘De quem esta atividade depende?’ do que perguntar ‘Quem depende desta atividade?’, que é a indagação de quem prefere raciocinar em termos de sucessoras”. Dessa forma, cabe ao planejador escolher a alternativa mais adequada para a sua aplicabilidade ou definir que tipo de sequenciamento se adapta ao que melhor lhe convém.

Para a melhor compreensão e interpretação dos quadros de sequenciamento, em os termos de predecessoras e sucessoras, tem-se o exemplo dado por Mattos (2010, cap.7, p.99-100) no Quadro 2.3, para um de uma atividade de concretagem:

Quadro 2.3: Quadro de sequenciamento de uma atividade de concretagem: a) por predecessoras; b) por sucessoras. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.7, p.99-100)

a)

Código	Atividade	Predecessoras
A	Locação da fundação	-
B	Escavação da Fundação	A
C	Montagem das fôrmas	B
D	Obtenção do aço	-
E	Preparação da armação	D
F	Colocação da armação	C, E
G	Mobilização da betoneira	-
H	Concretagem	F, G

b)

Código	Atividade	Sucessoras
A	Locação da fundação	B
B	Escavação da Fundação	C
C	Montagem das fôrmas	F
D	Obtenção do aço	E
E	Preparação da armação	F
F	Colocação da armação	H

G	Mobilização da betoneira	H
H	Concretagem	-

Para o Quadro 2.3-a, a lógica de interpretação é:

- A obra é iniciada pela locação da fundação, mas logo de saída podem também ser realizadas as tarefas de obtenção do aço e providências para mobilização da betoneira;
- Locada a estrutura, faz-se a escavação do terreno;
- Com a escavação concluída, montam-se as fôrmas no local;
- A preparação da armação (dobragem) depende da aquisição do aço;
- Para se colocar a armação dentro das fôrmas é necessário que estas tenham sido montadas e as barras, preparadas;
- A concretagem requer a colocação da armação nas fôrmas e que a betoneira tenha sido instalada.

Já para o Quadro 2.3-b, a ordem lógica segue semelhante, entretanto, o raciocínio baseia-se exatamente no inverso, ou seja, em relação as atividades que as sucederão ou que serão executadas posteriormente.

2.4.3.3 Circularidade

Situações em que se trabalha com sistemas complexos e redes compostas por muitas atividades tendem a criar o que se chama Circularidade ou circuito. Por vezes, o planejador por desatenção ou descuido termina se perdendo durante o processo, criando o que se representa uma grande irregularidade e defeito em todo o planejamento.

Isso ocorre em casos como em uma atividade A, sendo predecessora de B, que por sua vez é a predecessora de C, acaba por se configurar como sucessora de C, conforme pode ser observado na Figura 2.12. Assim, é intuitivo perceber que a circularidade, também conhecida pelo termo em inglês *loop* consiste em um sistema ilógico, inviável e inexecutável.

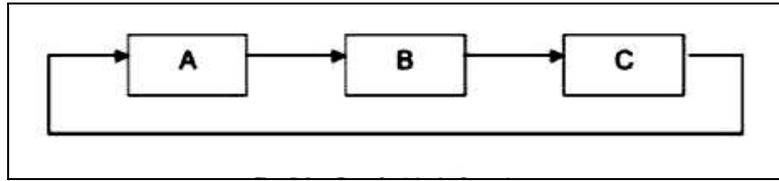


Figura 2.12: Circularidade. (MATTOS, 2010, cap.7, p.102)

Softwares e programas de computadores mais usuais atualmente já detectam estes tipos de irregularidade na composição do sistema, enviando avisos que permitem a correção a tempo hábil de modo a impedir a probabilidade de ocorrência de situações inesperadas de desvios e falhas de projeto. Entretanto, como afirma Mattos (2010, cap.7, p.97), é importante atentar para o fato de que o melhor computador do mundo não corrigirá uma rede malfeita. Por esta razão, faz-se necessário dedicar uma atenção especial a este processo para que a identificação previa dessas distorções promova a garantia de que o planejamento não se torne falho e impraticável.

2.4.3.4 Dependência Mandatória

Segundo Mattos (2010, cap.7, p.104), a dependência entre duas atividades é dita como Mandatória ou de lógica rígida (*hard logic*), quando a conexão existente entre elas se dá de forma obrigatória.

Isto acontece em situações onde as atividades necessariamente possuem restrições impossíveis de se alterar, possuindo grandes limitações que definem suas dependências de forma imutável e irrevogável. Dessa forma, atividades cujas dependências são ditas como mandatórias possuem os seus termos de execução prioritariamente praticável apenas em função das preparações, produções e términos de outras atividades. Assim, por exemplo, em um projeto de componentes eletrônicos, de acordo com o guia PMBOK (2018), a fase de elaboração de protótipos é predominantemente necessária antes da fase de testes ou durante a construção de uma casa, em um projeto de edificações, é impossível erguer a superestrutura antes de realizar os processos de fundação.

Outros exemplos comuns de atividades mandatórias são dados por Mattos (2010, cap.7, p.104), em atividades cujas dependências possuem restrições de natureza contratual,

como em casos em que área habilitada para a construção de um canteiro de obras só poderá ser liberada após a desapropriação e limpeza do local. Ademais, alguns exemplos também podem ser vistos, em dependências cujas restrições são dadas por fatores externos, onde as atividades possuem relacionamentos não necessariamente referentes ao projeto, como a montagem de uma válvula redutora de pressão que depende do fornecimento do equipamento por um fornecedor externo.

Neste sentido, de acordo com o PMBOK (2018), as atividades mandatórias são ditas como imutáveis ou inerentes as naturezas dos trabalhos a serem desenvolvidos pois, por se tratar de uma impossibilidade física independem de quaisquer outros aspectos que possam vir a influenciar e alterar as dependências do projeto.

2.4.3.5 Dependência Arbitrária

Outro tipo de dependência é a conhecida como Arbitrada, também podendo ser chamada de preferencial, discricionária ou de lógica fina (*soft logic*). Segundo Mattos (2010, cap.7, p.104), diferente da mandatória, o vínculo criado entre duas atividades pode ser definido com base em alguma metodologia construtiva, mas existem outras sequências aceitáveis. Assim, consiste em uma dependência criada por conveniência do planejador ou da equipe do projeto em função da necessidade ou plano de ataque da obra.

Para o guia PMBOK (2018), esta deve ser uma dependência definida com cuidado (e completamente documentada), pois ela pode limitar, posteriormente, as opções de um cronograma. Dessa forma, ainda segundo PMBOK (2018), as dependências arbitradas devem ser usualmente definidas com base nos conhecimentos das:

- “Melhores práticas” dentro de uma área de aplicação particular;
- Algum aspecto particular do projeto onde uma sequência específica é desejada, embora existam outras sequências aceitáveis.

Como exemplo, temos a situação dada por Mattos (2010, cap.7, p.104), onde durante a construção de um edifício, por questões de lógica construtiva, o planejador vincula a

relação entre duas atividades mesmo não existindo nenhuma restrição de ordem física, com a atividade de alvenaria do 2º pavimento que não necessariamente depende da alvenaria do 1º pavimento. Outro exemplo é dado por Silva (2015) como sendo a espera pelo tempo de secagem da massa de uma parede para a iniciação de uma atividade de pintura, em que não consiste como uma tarefa obrigatoriamente anterior, mas representa uma escolha feita pela empresa que a executa por ser considerada a alternativa mais adequada para o objetivo a ser alcançado. Assim, conforme Mattos (2010, cap.7, p.104), “enquanto a dependência mandatória é geralmente de ordem física, a arbitrária é de ordem lógica”.

2.4.3.6 Outros tipos de dependências

Até então, ao se tratar das dependências de um projeto, considerou-se que uma atividade só poderia ser iniciada a partir do término de sua predecessora, ou seja, que as dependências eram todas do tipo Término para Início (TI). Entretanto, apesar de cerca 95% das dependências de uma atividade serem associadas por meio deste tipo de relacionamento, consistindo em dos modelos mais utilizados no gerenciamento de projetos nos últimos anos, ele nem sempre transmite o tipo de lógica que se deseja reproduzir em uma rede. Dessa forma, segundo o Universo Projeto (2014), além das ligações tipo TI, tem-se os seguintes tipos de relacionamento lógico para uma dependência ou precedência:

1. Término para Início (TI)

Neste tipo de relacionamento, o término parcial ou total de uma atividade predecessora (A) é condição necessária para o início de uma atividade sucessora (B). Dessa forma, na prática, a data na qual uma atividade A termina pode determinar a data na qual a outra tarefa B se inicia, entretanto, podendo começar a partir de qualquer outro momento depois de concluída, não necessariamente no momento imediato ou no mesmo dia.

Exemplo: Atividade (B) - “fazer testes”, programada para iniciar após término da atividade (A) - “publicar sistema”, onde é impossível dar início a atividade B, sem que A seja finalizada.

A Figura 2.13 representa como este tipo de ligação pode ser estruturada em um *software* como o *Ms Project*:

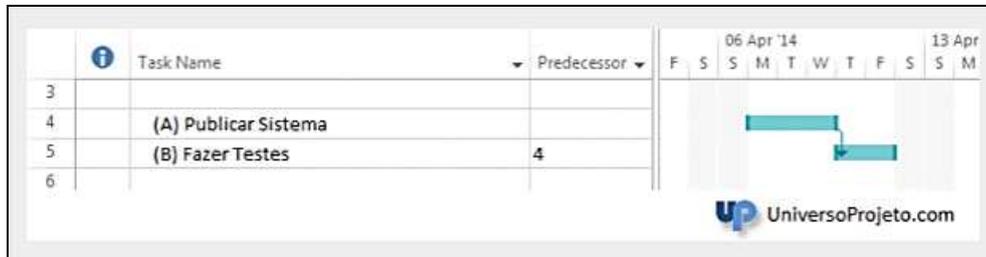


Figura 2.13: Relação Termino para Início (TI). (UNIVERSOPROJETO, 2014)

2. Início para Início (II)

Neste tipo de relacionamento, o início de uma atividade predecessora (A) é condição necessária para o início de uma atividade sucessora (B), ocorrendo assim, paralelamente. Dessa forma, na prática, a data na qual a atividade A se inicia pode determinar a data na qual a outra tarefa B também se iniciará, entretanto, podendo começar a partir de qualquer outro momento depois de iniciada, não necessariamente no exato momento ou no mesmo dia.

Exemplo: Atividade (B) - “Contagem de votos de uma eleição”, programada para iniciar após início da atividade (A) - “recebimento dos votos das urnas”, onde é impossível dar início a atividade B, sem que A seja iniciada, ou seja, sem que os primeiros resultados das urnas sejam recebidos.

A Figura 2.14 demonstra como este tipo de ligação pode ser estruturada em um *software* como o *Ms Project*:

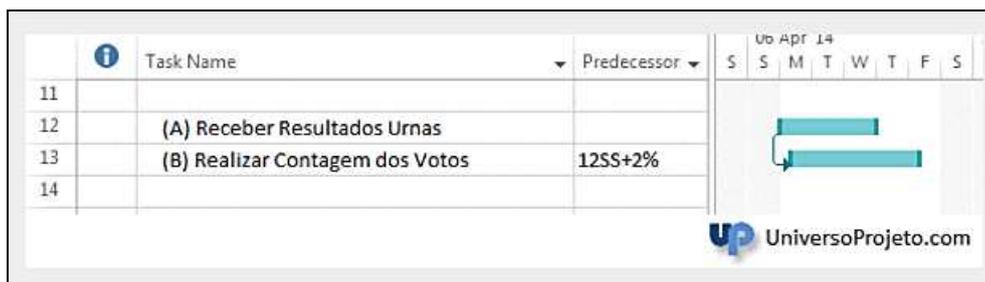


Figura 2.14: Relação Início para Início (II). (UNIVERSOPROJETO, 2014)

3. Término para Término (TT)

Neste tipo de relacionamento, o término de uma atividade predecessora (A) é condição necessária para o término de uma atividade sucessora (B), ocorrendo assim, paralelamente. Portanto, segundo o Universo Projeto (2014):

“No relacionamento Término para Término as duas atividades podem, mas não devem terminar necessariamente no mesmo momento ou no mesmo dia. O relacionamento apenas faz a restrição de que uma atividade sucessora (B) só possa ser concluída ou ser dada como concluída depois que sua atividade predecessora (A) tenha sido concluída”.

Exemplo: Atividade (B) - “montagem de um computador”, programada para terminar após o término da atividade (A) - “instalação do pente de memória”, onde é impossível dar por completa a atividade B, sem que A tenha sido finalizada.

A Figura 2.15 mostra como este tipo de ligação pode ser estruturada em um *software* como o *Ms Project*:



Figura 2.15: Relação Término para Término (TT). (UNIVERSOPROJETO, 2014)

4. Início para Término (IT)

Neste tipo de relacionamento, o início de uma atividade predecessora (A) é condição necessária para o término de uma atividade sucessora (B). Portanto, segundo o Universo Projeto (2014):

“Este relacionamento normalmente é o mais difícil de entender e mais raro de se utilizar, pois confunde a mente pensar que uma atividade (B) só termina depois que a atividade (A) anterior começa. Assim, perceba que a atividade sucessora (B) não necessita obrigatoriamente terminar exatamente no mesmo momento ou dia em que a atividade predecessora (A) iniciar, pois, o importante é que ela só seja dada como completa depois que sua atividade predecessora (A) tenha sido iniciada”.

Exemplo: Imagine que haverá uma palestra num auditório e todas as pessoas estão aguardando a sua abertura em uma das salas ao lado - onde nessa será servido o *coffee break* com doces e salgados. A Preparação do *coffee break* inicia bem antes da palestra, porem só pode ser concluída (B) depois que a palestra já tenha sido iniciada, ou seja, só será possível terminar de montar toda a mesa quando todas as pessoas deixarem a sala de espera e se dirigirem ao auditório, pois com a palestra iniciada e a sala vazia, a preparação das mesas para o *coffee break* poderá finalmente ser concluída. Assim, para que a atividade (B) possa ser concluída, a atividade A deve primeiramente ser iniciada.

A Figura 2.16 demonstra como este tipo de ligação pode ser estruturada em um *software* como o *Ms Project*:

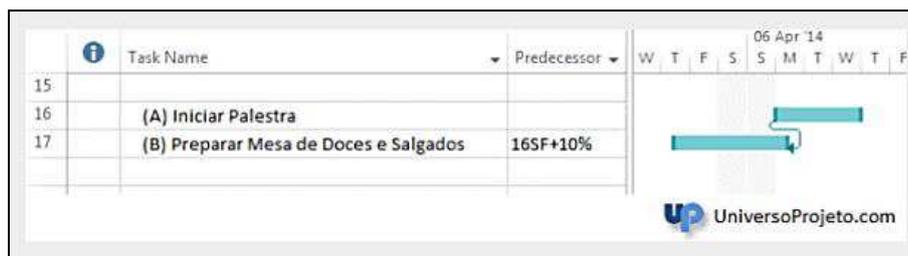


Figura 2.16: Relação Início para Término (IT). (UNIVERSOPROJETO, 2014)

2.4.3.7 Cuidados

Um dos maiores desafios na composição do planejamento, segundo Nei (2013), consiste na determinação de como as atividades a serem executadas interagem umas com as outras e os impactos que essas interações podem gerar ao cronograma de um projeto. Assim, para não errar no sequenciamento das dependências é importante entender a lógica por trás de cada uma das predecessoras, bem como identificar os vínculos entre elas e as ordens em que elas ocorrem.

Uma simples sequência incorreta de atividades mal atribuída pode corromper totalmente um projeto e pode gerar um produto sem qualquer aplicabilidade prática, o que desencadeará, de acordo com Mattos (2010, cap.7, p.97), em descrédito do planejamento e, conseqüentemente, do planejador, ocasionando complicações que, segundo Duarte (2018), impossibilitam que o gerente ou equipe de projeto consigam lidar com os imprevistos, de modo a gerar atrasos, baixa qualidade dos serviços e/ou até a elevação dos custos finais do projeto. Dessa forma, para que a definição equivocada não se apresente na forma de um risco real para todo o projeto, é necessário que as atividades devam ser sequenciadas de forma metódica e sistemática, a fim de admitir o desenvolvimento de um cronograma plausível e exequível.

Para Mattos (2010, cap.7, p.97), de nada vale elaborar uma EAP criteriosa e desfrutar do melhor *software* de gerenciamento, se o planejador não definir uma sequência executiva coerente, realista e alcançável. Neste sentido, por mais cauteloso que seja o planejador, ressalta-se a importância de sempre ter em mente que análises cautelosas das suas definições devam proporcionar a checagem constante de suas deliberações, de modo a verificá-las com máxima precisão e avaliá-las com um alto índice de antecipação, pois segundo Mattos (2010, cap.7, p.97), o ponto chave de um bom planejamento é a definição das relações lógicas de interdependência existentes entre as atividades.

Além disso, vale destacar que, conforme Duarte (2018) e Universo Projeto (2014), “durante o ciclo de vida do projeto, o cronograma pode ser alterado diversas vezes, tarefas podem ser atribuídas a pessoas diferentes, durações e horas de trabalho podem variar, o que pode causar alguns problemas e demandar o replanejamento das atividades”.

Neste contexto, daí a premência em se determinar o relacionamento lógico mais adequado, para as atividades para que as ferramentas utilizadas na composição do cronograma tenham informações capazes de recalculiar todo o planejamento, de modo a respeitar além das especificações, as restrições do projeto.

2.4.4 Montagem do Diagrama de Rede

De posse do quadro de sequenciamento, o próximo passo para a construção deste roteiro consiste na representação gráfica das atividades e suas dependências por meio de um Diagrama de Rede. Segundo Mattos (2010, cap.4, p.50):

“Denomina-se rede o conjunto de atividades amarradas entre si, que descrevem inequivocamente a lógica de execução do projeto. Por sua vez, o diagrama consiste na representação da rede em uma forma gráfica que possibilita o entendimento do projeto como um fluxo de atividades. Dessa forma, o diagrama de rede consiste em um recurso que permite a visualização clara do Inter-relacionamento entre as atividades, servindo de matriz para o cálculo do caminho crítico e das folgas, bem como representando uma ferramenta típica para a análise de alternativas e o estudo de simulações”.

Segundo Mattos (2010, cap.4, p.50), dois são os métodos mais empregados para a montagem do diagrama: o das flechas e o dos blocos. Entretanto, ambos possuem processos bastante similares, os quais ao garantir o mesmo resultado permite ao planejador a adoção do método mais confortável e conveniente.

2.4.4.1 Método do Diagrama de Flechas

Segundo Coutinho (2010), o Método do Diagrama de Flechas, também conhecido pela sigla ADM (*Arrow Diagramming Method*), consiste em um método de construção de

diagrama de redes que utiliza flechas para representar as atividades, bem como nós para mostrar as relações de dependências entre elas, conforme mostra a Figura 2.17:

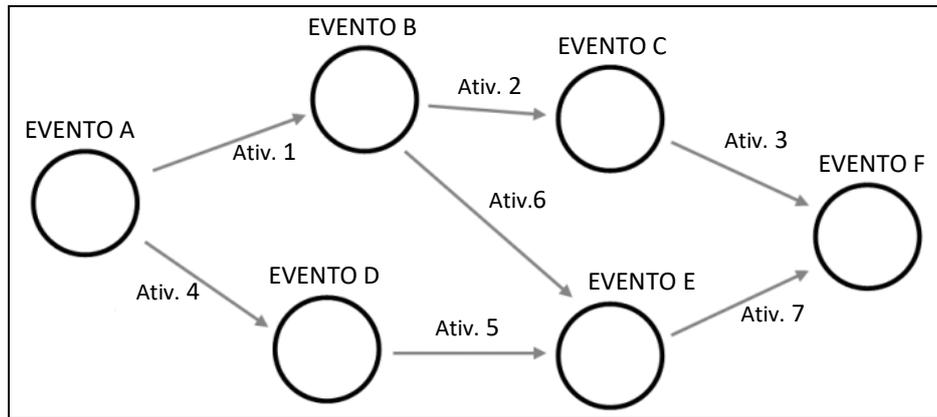


Figura 2.17: Método do Diagrama de Flechas. (Adaptado de SEJZER, 2017)

Neste método, segundo Mattos (2010, cap.8, p.113), as atividades são projetadas em forma de setas ou linhas orientadas, por convenção, da esquerda para direita, cujos pontos de partida e destino consistem em pontos de convergência e divergência de atividades, também conhecidos como eventos de uma rede.

Diferente das atividades, que representam os trabalhos a serem desenvolvidos, um evento representa apenas um instante no tempo de um projeto, ou seja, um momento responsável pelo marco do início ou término de uma fase ou operação. Assim, em um diagrama de rede, as atividades representam apenas a transposição dos pacotes de trabalho identificados por meio da EAP e os eventos representam as simbologias dos relacionamentos existentes entre as atividades.

2.4.4.1.1 Atividades x Eventos

O fator atividade em um diagrama de rede se caracteriza como uma tarefa serviço ou projeto a ser desenvolvido. A ela se atribuem recursos e tempo. Recursos esses: materiais, humanos e financeiros.

Por sua vez, o fator evento representa um marco ou uma data, onde corresponde ao ponto de início ou término de uma atividade. A ele não se atribui tempo nem recursos por

ser apenas uma representação no tempo das atividades a serem desenvolvidas. Assim, segundo Mattos (2010, cap.8, p.113) o que se pode afirmar é que o evento foi ou não foi alcançado.

Para representar, em suma, as principais diferenças entre atividades e eventos, tem-se o Quadro 2.4:

Quadro 2.4: Diferenças entre Atividade e Evento. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.8, p.113).

Atividade	Evento
É uma tarefa a ser desempenhada	É um ponto no tempo
Possui duração	Não possui duração
Consome recursos (mão de obra, material, equipamento)	Não consome recursos
Representada por flecha entre dois eventos	Representada por círculo (nó)

2.4.4.1.2 Roteiro do método

Segundo Mattos (2010, cap.8, p.114), as etapas do roteiro construtivo para a composição do diagrama de flechas são:

1. Determinação do evento inicial - a rede começa em um evento inicial único, desenhado à esquerda, que representa o "tiro de largada" do projeto; Só existe um evento inicial, não havendo nada antes dele;
2. Estipulação das atividades iniciais - do evento inicial partem as atividades iniciais, ou seja, aquelas que não têm predecessoras - por não dependerem de nenhuma outra atividade, elas podem começar logo a partir do início do projeto - cada atividade inicial nasce no evento inicial e rumo para um evento diferente;
3. Estabelecimento das demais atividades - consultando-se o quadro de sequenciamento, deve-se começar a construção da rede pelas atividades cujas predecessoras já tiverem sido desenhadas; se uma atividade X tem duas predecessoras, estas deverão convergir para o evento de início de X;

4. Definição do evento final - a rede termina em um evento final único, desenhado na extremidade direita do diagrama - para o evento final convergem as atividades finais, que são aquelas sem sucessoras; o evento final marca o término da rede e do projeto.

2.4.4.1.3 Condições da rede

Na montagem do diagrama de rede, segundo Mattos (2010, cap.8, p.113 e 119) e Fagundes (2013), algumas das condições essenciais que devem ser observadas e satisfeitas em relação as atividades e eventos de um projeto são:

- Cada nó (evento) representa uma relação entre todas as atividades que entram e que saem;
- O início de uma atividade só pode ocorrer quando todas as atividades que chegam a sua atividade inicial tiverem sido concluídas;
- Semelhante as atividades, um evento é atingido sempre que todas as tarefas que convergem para ele são concluídas e só a partir desse instante, o início de todas as atividades que partem dele estão livres para começar;
- Todas as atividades que saem ou chegam de um mesmo nó possuem as mesmas predecessoras;
- A um evento podem chegar uma ou uma série de atividades, assim como dele podem partir;
- Cada atividade tem um par único e específico de eventos início e fim;
- Para cada atividade, o número do evento final é maior que o do evento inicial.

2.4.4.1.4 Numeração dos eventos

Numerar os eventos, para Mattos (2010, cap.8, p.116), consiste em uma das tarefas mais necessárias para a realização dos cálculos de um cronograma. Para tal, deve-se

enumerá-las de forma sequencial e em ordem crescente, conforme mostra a Figura 2.18, de modo que os valores atribuídos no “início” da flecha – cabeça – sejam maiores que os da parte final – pé:

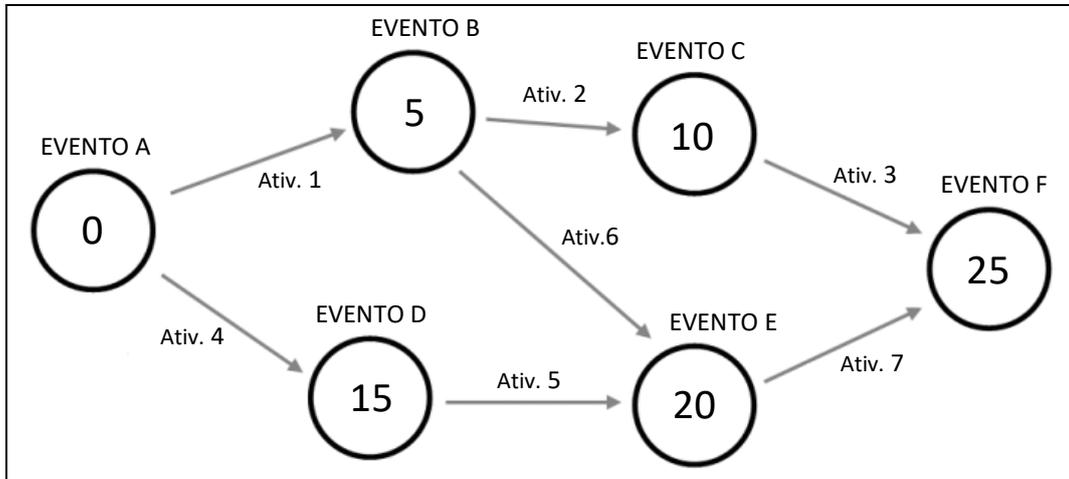


Figura 2.18: Numeração dos eventos. (Adaptado de SEJZER, 2017)

Para Mattos (2010, cap.8, p.116):

“Normalmente o evento inicial é batizado de zero e a numeração procede da esquerda para a direita e de cima para baixo, preferivelmente de cinco em cinco ou de dez em dez. Isso porque, caso haja a necessidade posterior de introduzir evento novo no meio da rede, é possível atribuir-lhe um número intermediário por interpolação (o que não ocorreria se a numeração fosse de um em um)”.

É importante ressaltar que a numeração dos eventos deve ser realizada apenas após a construção do diagrama por completo, evitando assim, a atribuição errônea ou incoerente dos eventos de uma rede.

2.4.4.1.5 Atividades em série e em paralelo

São ditas atividades em série quando as tarefas que serão executadas são realizadas uma após a outra, ou seja, de forma linear. Assim, quando uma atividade (3) depende de uma (2) que, conseqüentemente, depende de (1), acabam por se caracterizar como uma

rede de atividades em série, conforme pode-se observar na Figura 2.19:

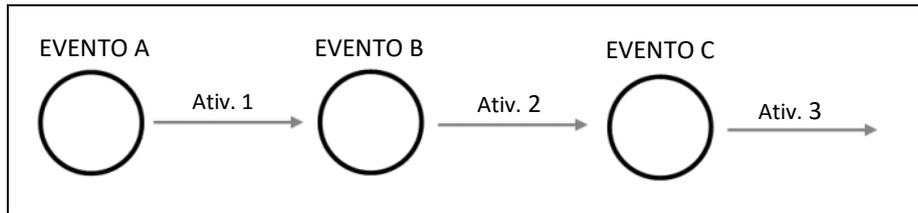


Figura 2.19: Atividades em série. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.119; SEJZER, 2017)

Quando atividades podem ocorrer simultaneamente, caracterizam-se como atividades em paralelo. Assim, na representação da Figura 2.20, a atividade (3) que não depende de (1), nem de (2), (4) ou (5) acaba por ter sua execução podendo ser realizada de forma concomitante as demais.

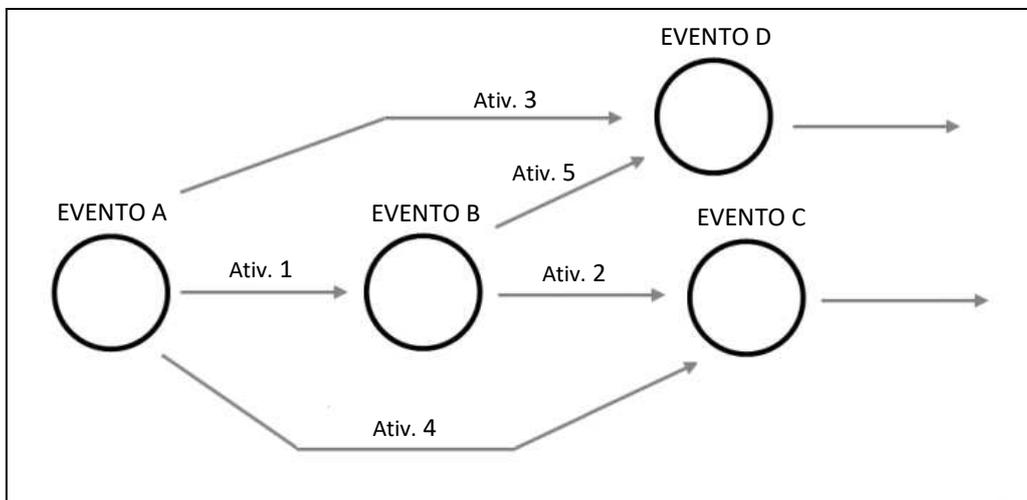


Figura 2.20: Atividades em paralelo. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.119; SEJZER, 2017)

2.4.4.1.6 Atividade Fantasma

A Atividade Fantasma, também conhecida como fictícia, muda ou virtual, segundo Mattos (2010, cap.8, p.119), não consiste em uma tarefa física, mas em um recurso

necessário para a realização do projeto. Assim, trata-se de um artifício fundamental na construção do diagrama, que apesar de possuir um valor lógico, não possui tradução no mundo real.

Para ilustrar a necessidade da geração de atividades fantasmas em um projeto, segue o exemplo para uma atividade simples – tomar café com leite. Para isso, tem-se as seguintes tarefas: comprar café (1), comprar leite (2) e tomar café com leite (3), conforme mostra a Figura 2.21:

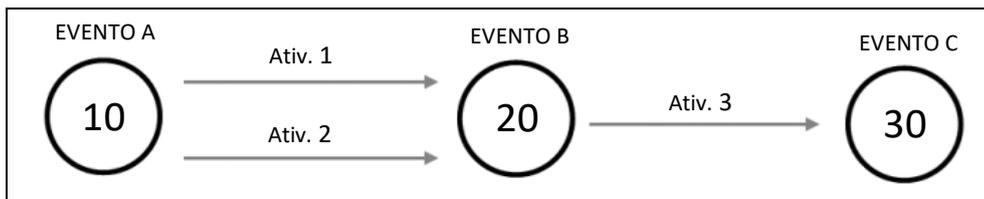


Figura 2.21: Diagrama incorreto: há duas atividades com os mesmos eventos de início e fim. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.119; SEJZER, 2017)

Ainda que as dependências estejam corretas, o diagrama peca por apresentar duas atividades com o mesmo par ordenado de eventos início-fim, pois para fins de computação, na etapa de cálculos, em situações em que as atividades são referenciadas por seus respectivos eventos, as atividades comprar café (1) e comprar leite (2) seriam dadas como equivalentes, devido ambas correspondentes a 10-20. Portanto, a técnica do diagrama de flechas, segundo Mattos (2010, cap.8, p.121), impõe a adição de uma atividade fantasma (Figura 2.22), representada por uma linha tracejada, que apesar de não apresentar significado real, resolve o conflito com as numerações.

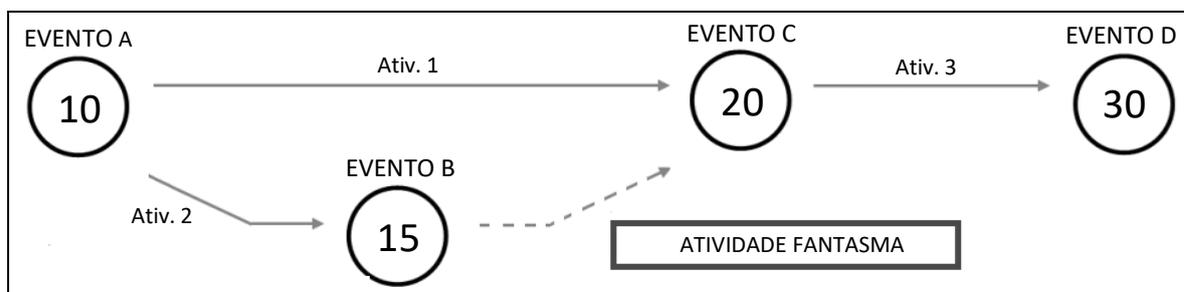


Figura 2.22: Diagrama correto: a atividade fantasma elimina a duplicidade de código das atividades. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.119; SEJZER, 2017)

Vale ressaltar que atividades fantasmas só devem ser atribuídas ao diagrama em situações de extrema necessidade. Assim, casos como os mostrados na rede da Figura 2.23, onde o diagrama pode ser mais lógico, simples e eficiente sem a presença da mesma, são dados como dispensáveis.

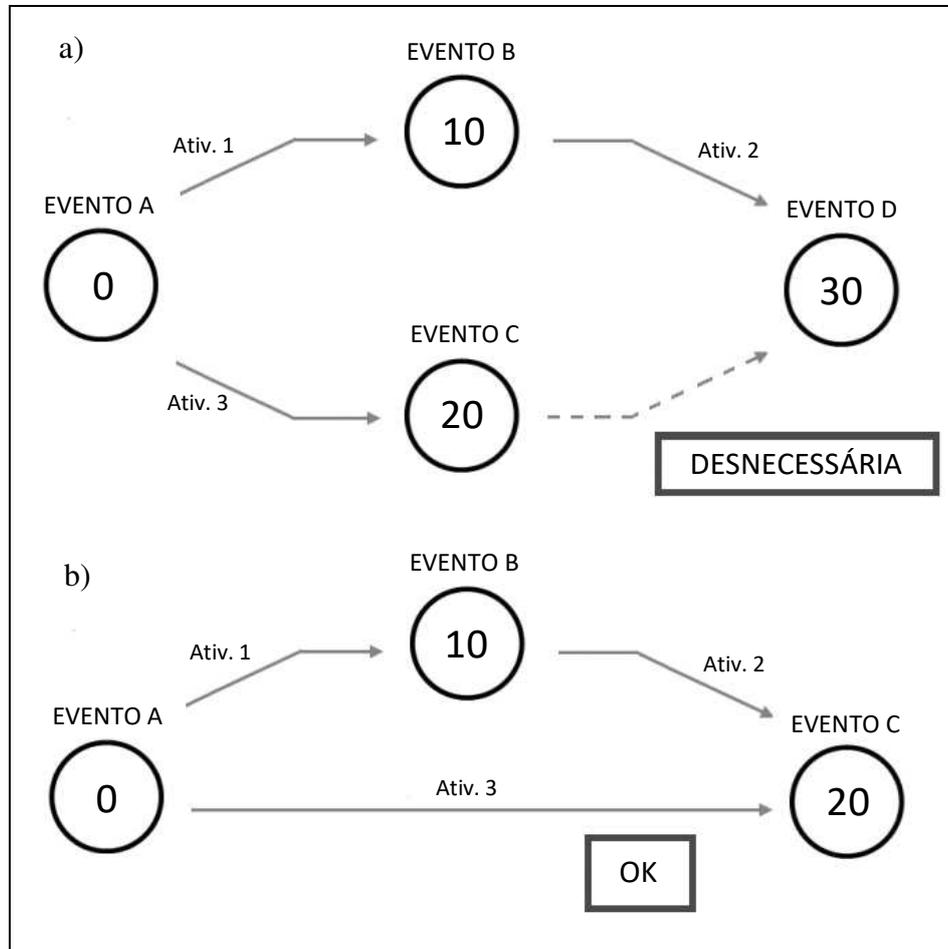


Figura 2.23: Diagrama: a) incorreto: com atividade fantasma dispensável; b) correto.
 (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.119; SEJZER, 2017)

Neste sentido, quanto ao motivo de sua inclusão, uma atividade fantasma pode ser classificada, segundo Mattos (2010, cap.8, p.122), em três tipos:

1. Atividade fantasma de programação – acontece em situações com erros de numeração – atividades com mesmo par ordenado de evento início-fim, conforme exemplo anterior.

2. Atividade fantasma de sequenciamento – acontece em situações que o diagrama de flecha se torna incapaz de representar a seqüência ideal de atividades. Exemplo:

Quadro 2.5.1: Quadro de sequenciamento da atividade *tomar café com leite*.

(Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.123)

Código	Atividade	Predecessoras
1	Comprar café	-
2	Comprar leite	-
3	Tomar café	1
4	Tomar café com leite	1, 2

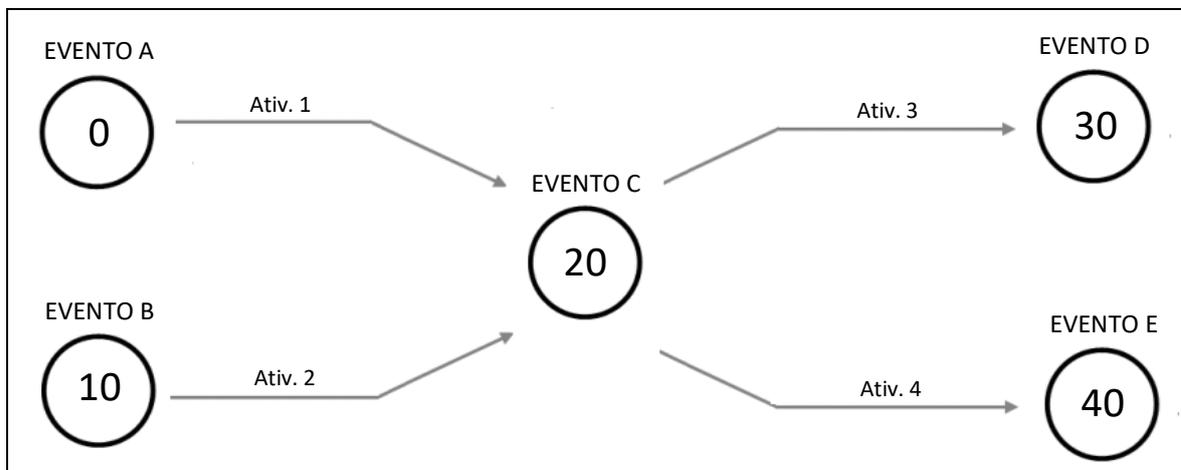


Figura 2.24: Diagrama incorreto: dois eventos de início e fim e lógica incorreta.

(Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.124; SEJZER, 2017)

Embora compreensível, o diagrama demonstrado pela Figura 2.24 e pelo Quadro 2.5.1 apresenta incoerência de ordem lógica – onde a atividade tomar café (3) está dependente de comprar leite (2), o que fere o raciocínio da rede – e exibe mais de dois eventos iniciais e finais – quando deveria haver apenas um de cada. Assim, segundo Mattos (2010, cap.8, p.124), a única maneira de representar a lógica corretamente se faz com a adição de uma atividade fantasma, conforme mostra a Figura 2.25:

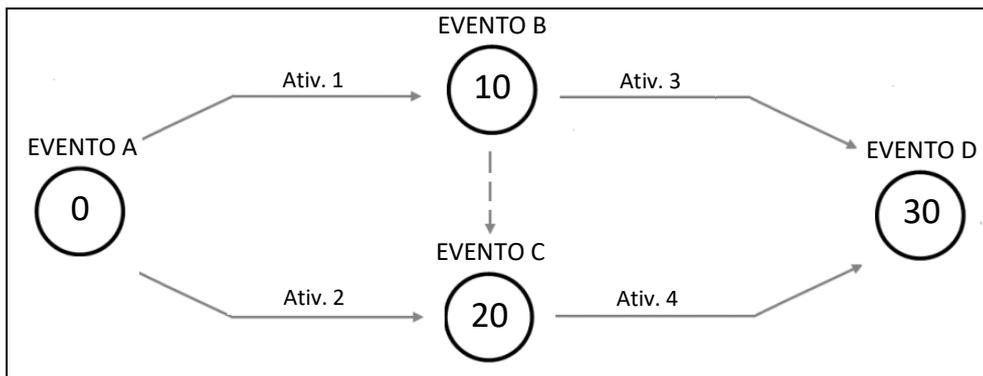


Figura 2.25: Diagrama correto. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.124; SEJZER, 2017)

3. Atividade fantasma de rompimento de evento – acontece em situações que exigem o rompimento de eventos, pois sem o qual a rede ficaria incorreta. Exemplo:

Quadro 2.5.2: Quadro de sequenciamento da atividade *tomar café com leite*. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.124)

Código	Atividade	Predecessoras
1	Comprar café	-
2	Comprar leite	-
3	Tomar café	1
4	Tomar leite	2
5	Tomar café com leite	1, 2

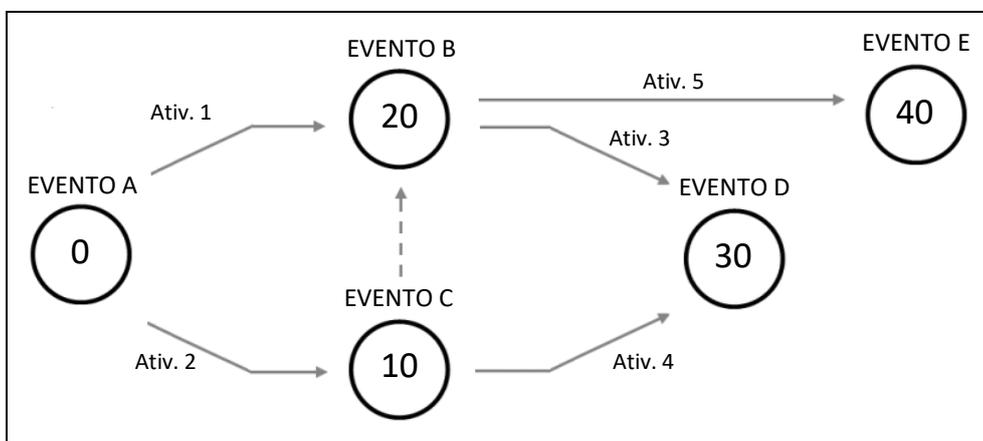


Figura 2.26: Diagrama incorreto: lógica incoerente. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.125; SEJZER, 2017)

Em casos como esse, demonstrados pela Figura 2.26 e pelo Quadro 2.5.2, o planejador pode ser levado a construir um diagrama de ordem lógica incoerente, de modo que a atividade tomar café (3) fique dependente da atividade comprar leite (2) – o que fere o raciocínio da rede. Dessa forma, a única maneira de lidar com este impasse, segundo Mattos (2010, cap.8, p.124), é introduzindo duas atividades fantasmas para se possa exibir o sequenciamento correto.

A Figura 2.27 demonstra como seria a configuração correta para o diagrama de rede para a atividade *tomar café com leite*:

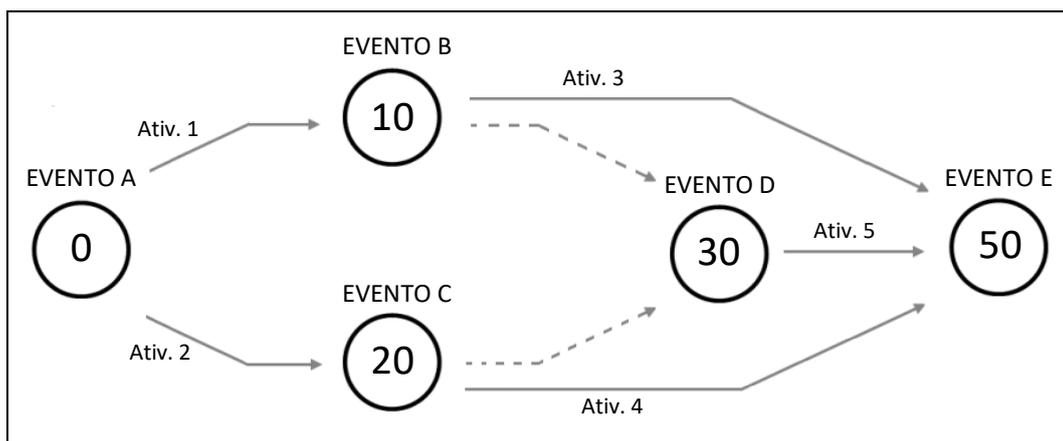


Figura 2.27: Diagrama correto. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.125; SEJZER, 2017)

2.4.4.2 Método do Diagrama de Blocos

Segundo Coutinho (2010), o Método do Diagrama de Blocos, também conhecido pela sigla PDM (*Precedence Diagramming Method*), consiste em um método de construção de diagrama de redes que utiliza blocos para representar as atividades, bem como flechas para mostrar as relações de dependências entre elas, conforme mostra a Figura 2.28:

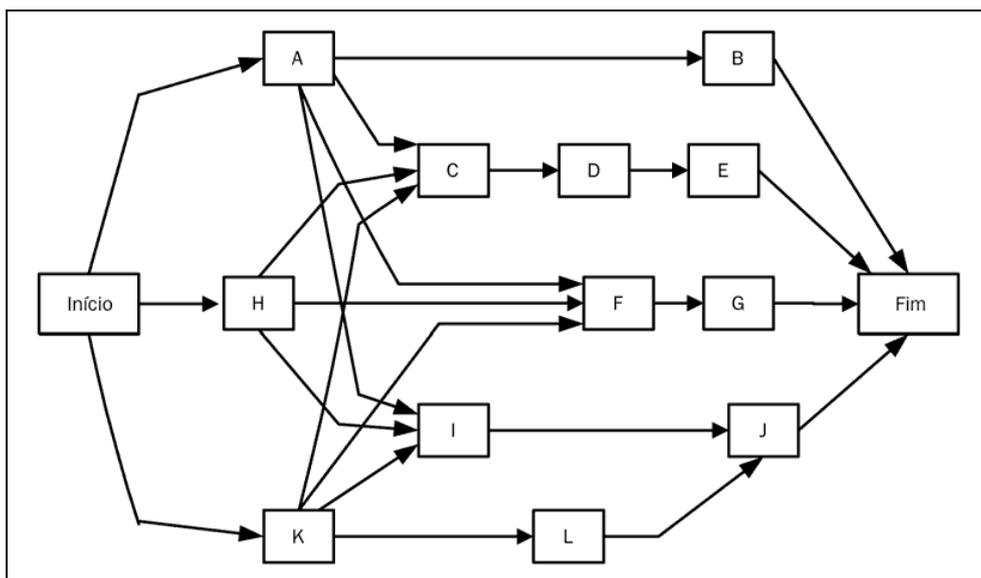


Figura 2.28: Método do Diagrama de Blocos. (WIKIDOT, 2018)

De acordo com Mattos (2010, cap.8, p.130), “no método dos blocos não há conceito de evento - que é fundamental no método das flechas”.

2.4.4.2.1 Roteiro do método

Segundo Mattos (2010, cap.8, p.131), as etapas do roteiro construtivo para a composição do diagrama de blocos são:

1. Delineação da barra vertical de início - A rede começa com uma barra vertical de início, desenhada à esquerda, entretanto, é opcional, podendo ser substituída por uma atividade inicial, de duração nula, chamada de INÍCIO;
2. Estipulação das atividades iniciais - da barra inicial partem as atividades iniciais, ou seja, aquelas que não têm predecessoras - por não dependerem de nenhuma outra atividade, elas podem começar logo a partir do início do projeto - toda atividade inicial nasce da barra de início;
3. Estabelecimento das demais atividades - desenhar as demais atividades; consultando o quadro de sequenciamento, deve-se começar pelas atividades cujas predecessoras já tiverem sido desenhadas - em cada bloco chegam as setas vindas de suas

predecessoras, assim, se uma atividade X tiver três predecessoras, nela chegarão três flechas;

4. Delineação da barra vertical de fim - a rede termina em uma barra vertical de fim, desenhada na extremidade direita do diagrama - para a barra de fim convergem as atividades finais, que são aquelas sem sucessoras –, entretanto, é opcional, podendo ser substituída por uma atividade final de duração nula, chamada de FIM.

2.4.4.2.2 Condições da rede

Na montagem do diagrama de rede, segundo Mattos (2010, cap.8, p.134), existem algumas condições essenciais que devem ser observadas e satisfeitas em relação as atividades de um projeto, como:

- A barra de início ou atividade inicial do diagrama é única;
- O início de uma atividade só pode ocorrer quando todas as atividades ligadas a ela tiverem sido concluídas;
- As flechas que saem de uma atividade levam a suas sucessoras e apenas a elas;
- Atividades fantasmas não são utilizadas.

2.4.4.2.3 Atividades em série e em paralelo

São ditas atividades em série quando as tarefas que serão executadas são realizadas uma após a outra, ou seja, de forma linear. Assim, quando uma atividade (3) depende de uma (2) que, conseqüentemente, depende de (1), acabam por se caracterizar como uma rede de atividades em série, conforme pode-se observar na Figura 2.29:

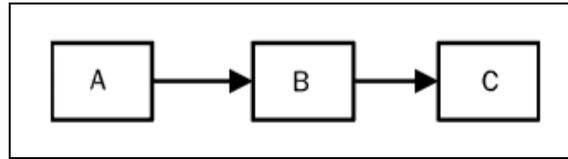


Figura 2.29: Atividades em série. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.134; WIKIDOT, 2018)

Quando atividades podem ocorrer simultaneamente, caracterizam-se como atividades em paralelo. Assim, na representação da Figura 2.30, a atividade (3) que não depende de (1), nem de (2), (4) ou (5) acaba por ter sua execução podendo ser realizada de forma concomitante as demais.

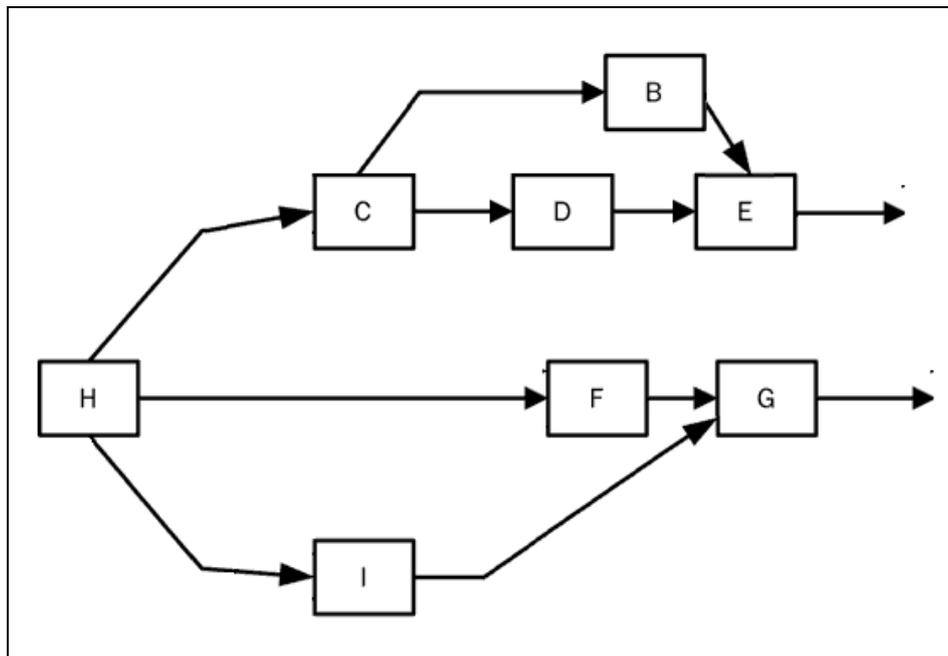


Figura 2.30: Atividades em paralelo. (Adaptado de WIKIDOT, 2018)

2.4.4.3 Comparação entre os métodos

Para os métodos ADM e PDM, a Figura 2.31 sintetiza uma comparação entre alguns dos principais arranjos de atividades encontradas em um projeto:

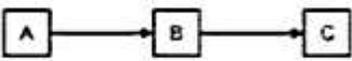
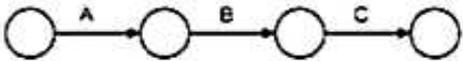
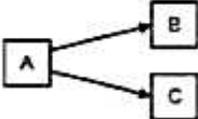
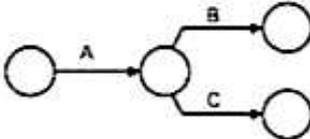
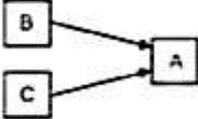
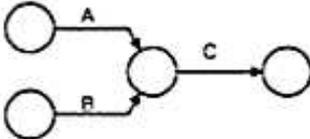
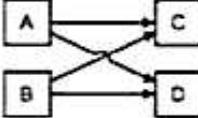
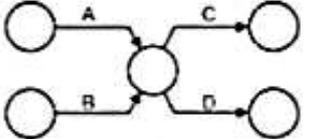
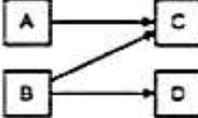
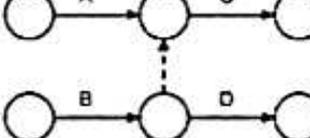
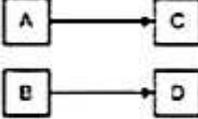
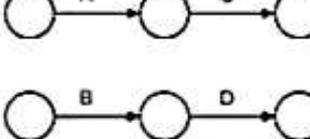
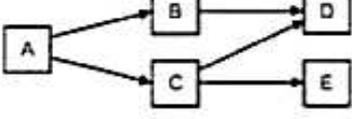
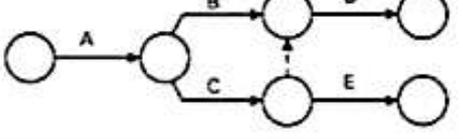
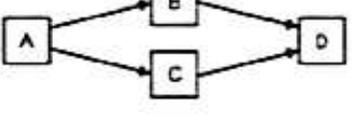
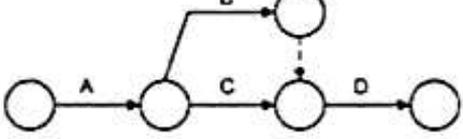
MÉTODO DOS BLOCOS (PDM)	MÉTODO DAS FLECHAS (ADM)
	
	
	
	
	
	
	
	

Figura 2.31: Equivalência de arranjos ADM x PDM. (MATTOS, 2010, cap.8, p.142).

Assim, o Quadro 2.6 demonstra os principais aspectos responsáveis pelas diferenciações vistas até agora para ambos os métodos - das flechas e dos blocos.

Quadro 2.6: Comparação entre os métodos. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.8, p.143)

Aspecto	Método das Flechas	Método dos Blocos
Atividade	Flecha	Bloco
Evento	Círculo (nó)	Não há
Atividade Fantasma	Há	Não há
Quantidade de atividades	Maior (pois tem fantasmas)	Menor
Facilidade de traçar	Menor	Maior

2.4.4.4 Cuidados

O Diagrama de Rede representa um recurso fundamental para o gerenciamento de projetos, assim como uma importante ferramenta de entrada para o desenvolvimento de um Cronograma. A partir dele, de acordo com Nei (2013) e Camargo (2108), tem-se a capacidade de apresentar de maneira estratégica como todas as atividades estão relacionadas entre si, bem como estabelecer as prioridades entre as tarefas de um pacote de trabalho, facilitando a visualização e o entendimento total da rede. Entretanto, quando mal elaborado, o que se observa são inúmeras falhas de projeto e total desordem da linha de raciocínio do relacionamento das atividades.

Sem que haja um esquema bem traçado, de acordo com Nei (2013), não se pode perceber se as dependências entre as tarefas irão gerar problemas para o projeto, se as estimativas de prazo terão impactos no cronograma e que tipos de ajustes podem e devem ser feitos. Além disso, não se terá conhecimento sobre o real caminho crítico do projeto, nem tão quanto dispor de datas precisas para o início e término das atividades. Dessa forma, o que se resulta é a perda de um controle efetivo mais direto sobre os prazos e processos, assim como o comprometimento das etapas de produção ao longo de toda sua extensão.

Vale ressaltar, que conforme o desenvolvimento das atividades avança, novos fatores podem se tornar evidentes, bem como prioridades podem sofrer alterações e parte dos

recursos prometidos podem acabar por não se materializar. Assim, se os processos não forem bem elaborados e suficientemente flexíveis para levar em consideração a necessidade de recorrentes modificações, pode-se criar um projeto totalmente irreal e impossível de ser concretizado.

Neste sentido, o diagrama de rede deve representar além de uma estrutura que possibilita a identificação de como as atividades interagem, um recurso capaz de fornecer um sistema de revisão e controle para o projeto, permitindo assim, um melhor gerenciamento das etapas de produção, assim como a identificação de potenciais riscos e falhas para o desempenho da execução. Um bom diagrama assegura a eficiência do planejamento, bem como a organização e controle do empreendimento.

2.4.5 Identificação do Caminho Crítico

A partir do diagrama de rede, com todas as atividades interligadas sob uma lógica definida e de posse de suas durações, o passo seguinte para a construção do roteiro do planejamento consiste em obter a duração total do projeto, isto é, o prazo final do empreendimento, por meio da identificação do Caminho Crítico.

A técnica será abordada para os dois métodos construtivos do diagrama de rede: método das flechas e método dos blocos. Segundo Mattos (2010, cap.9, p.147), ambos produzem o mesmo resultado, se diferenciando apenas pelas regras para efetuar os cálculos e a forma de registrar o tempo na rede.

2.4.5.1 Método do Diagrama de Flechas

No Método do Diagrama de Flechas, o cálculo do prazo total de um projeto, segundo Mattos (2010, cap.9, p.147), consiste na apuração do tempo total consumido até que cada evento da rede seja atingido – de evento a evento.

Se todas as atividades estivessem em série, seria necessário apenas somar as durações de todas elas para encontrar a sua duração total. No entanto, como existe paralelismo de atividades, conforme pode ser observado nas representações da rede na Figura 2.32 e no Quadro 2.7, a contagem não é dada de forma tão imediata. Assim, é importante ressaltar que por se tratar de sequências cronológicas passivas a simultaneidade entre as atividades, é necessário identificar quem é o “carro chefe” do prazo da rede ou qual é o trajeto que "comanda" a duração total do projeto – Caminho Crítico.

Quadro 2.7: Quadro de sequenciamento de uma rede. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.9, p.147)

Atividade	Predecessoras	Duração
1	-	1
2	1	3
3	1	1
4	2	4
5	3	3
6	4, 5	2

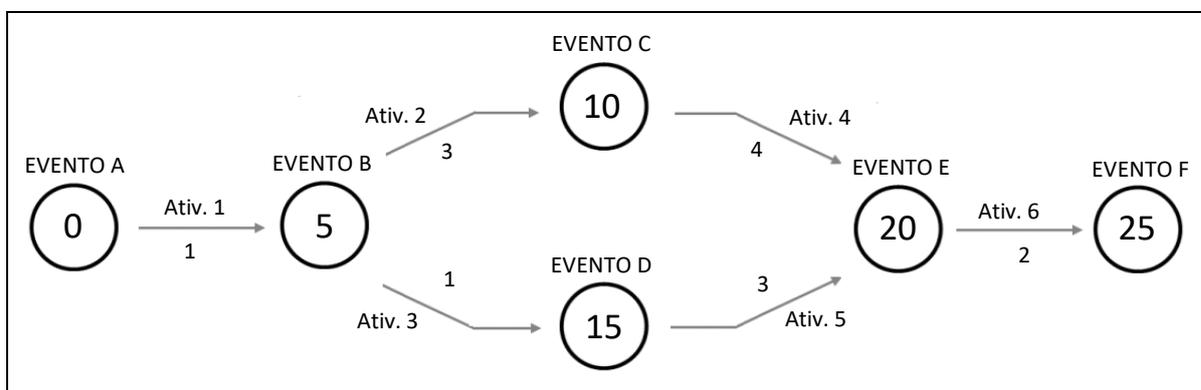


Figura 2.32: Diagrama de Rede no método ADM, com atividades e durações. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 148; SEJZER, 2017)

2.4.5.1.1 Tempo Mais Cedo do evento

Para a identificação do caminho crítico, a primeira etapa a ser desenvolvida é a determinação do elemento conhecido como Tempo Mais Cedo do evento (Tc).

Como o próprio nome já diz, consiste no tempo mais cedo em que poderá ocorrer o alcance de um evento, representando a data mínima possível para que ele seja atingido ou concluído.

Para a sua determinação, o cálculo das datas mais cedo, segue-se da esquerda para a direita, ou seja, do início ao término, somando as durações das atividades. Assim, o Tempo Mais Cedo em que o evento é alcançado é igual à duração da atividade anterior a ele somada ao tempo do evento de onde ele se origina, conforme pode ser observado na Formula geral 2.1:

$$Tc = \text{MÁX} (Tc_{\text{(EVENTO PREDECESSOR)}} + \text{DURAÇÃO}_{\text{(ATIVIDADE PREDECESSORA)}}) \quad (2.1)$$

Assim, para o diagrama de rede da Figura 2.33, tem-se os seguintes Tc 's e suas devidas representações, sendo expressadas na parte de baixo de cada evento:

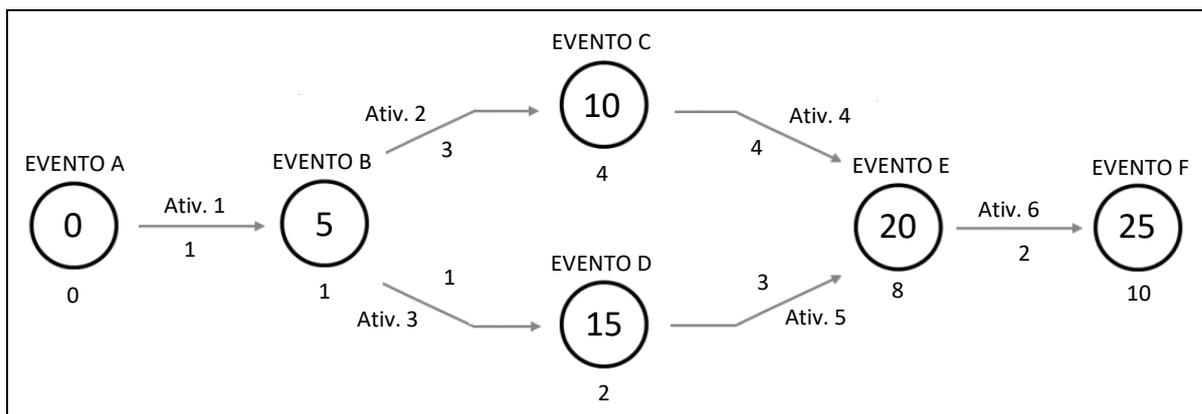


Figura 2.33: Diagrama de Rede e os Tempos Mais Cedo dos eventos. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 149; SEJZER, 2017)

- $Tc_0 = 0$ – Ao evento inicial do projeto, atribui-se a data zero, pois a ele não se associa nenhuma dependência ou duração;

- $Tc_5 =$ tempo do evento 0 + duração da Atividade 1 = 0 + 1 = 1;
- $Tc_{10} =$ tempo do evento 5 + duração da Atividade 2 = 1 + 3 = 4;
- $Tc_{15} =$ tempo do evento 5 + duração da Atividade 3 = 1 + 1 = 2;
- $Tc_{20} = 8$ – para o evento 20, atribui-se a data 8 pois, em casos de eventos que possuem mais de uma predecessora, a data correspondente será a maior soma dentre as datas que a ela convergem, pois é impossível que uma atividade seja dada como concluída se um ou mais atividades que convergem a ela estejam inacabadas. Assim:
 - tempo do evento 10 + duração da Atividade 4 = 4 + 4 = 8
 - tempo do evento 15 + duração da Atividade 5 = 2 + 3 = 5
- $Tc_{25} =$ tempo do evento 20 + duração da Atividade 6 = 8 + 2 = 10 – resultado da duração total do projeto.

Segundo Mattos (2010, cap.9, p.150), no caso de um exemplo simples com poucas atividades, apenas o cálculo dos Tempos Mais Cedo já é suficiente para detectar as atividades que comandam o prazo total do projeto, ou seja, o Caminho Crítico. Contudo, quando se trata de redes mais complexas, só se torna visível ao passo que se calcula também o elemento chamado de Tempo Mais Tarde dos eventos.

2.4.5.1.2 Tempo Mais Tarde do evento

O Tempo Mais Tarde do evento (Tt) representa a quão tarde cada evento pode ser atingido ou finalizado, isto é, até o ponto em que cada evento pode ser postergado sem que o prazo de conclusão do projeto se altere. Portanto, nada mais é que a possível flexibilidade temporal que existe em cada ponto da rede.

Para calcular o Tempo Mais Tarde do evento, a conta é feita de trás para frente, do fim para o começo da rede. Assim, consiste em dar início as contas pelo último evento e ir

subtraindo as durações das atividades até chegar ao evento inicial da rede (evento zero). Para isso, tem-se a Formula geral 2.2:

$$Tt = \text{MÍN} (Tc \text{ (EVENTO SUCESSOR)} - \text{DURAÇÃO (ATIVIDADE SUCESSORA)}) \quad (2.2)$$

Para o diagrama de rede da Figura 2.34, tem-se os seguintes Tt 's e sua devidas representações, sendo expressadas na parte de cima de cada evento:

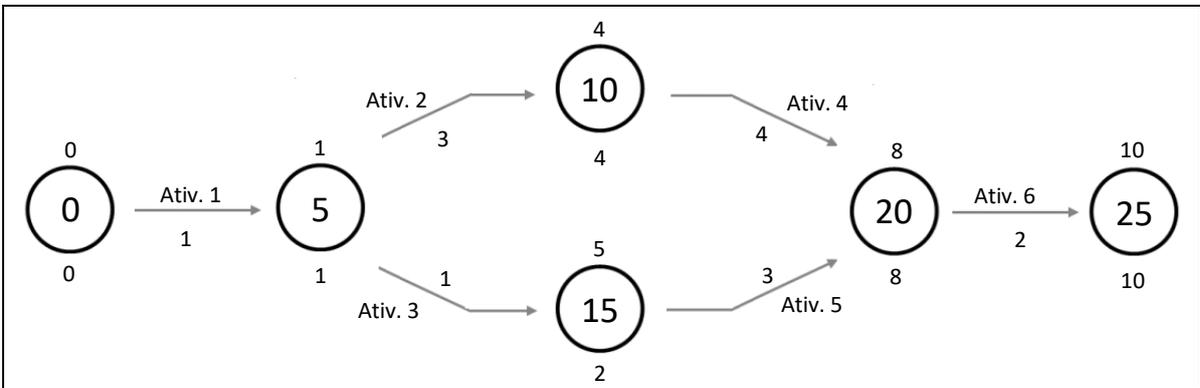


Figura 2.34: Diagrama de Rede e os Tempo Mais Cedo e Mais Tarde dos eventos.
(Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 151; SEJZER, 2017)

- $Tt_{25} = 10$ – Ao evento final do projeto, atribui-se a data 10, ou seja, o prazo total do projeto;
- $Tt_{20} = \text{tempo do evento 25} - \text{duração da Atividade 6} = 10 - 2 = 8$;
- $Tt_{15} = \text{tempo do evento 20} - \text{duração da Atividade 5} = 8 - 3 = 5$;
- $Tt_{10} = \text{tempo do evento 20} - \text{duração da Atividade 4} = 8 - 4 = 4$;
- $Tt_5 = 1$ – para o evento 5, atribui-se a data 1 pois, em casos de eventos que possuem mais de uma sucessora, a data correspondente será a menor soma dentre as datas que a ela convergem. Assim:
 - tempo do evento 10 - duração da Atividade 2 = 4 - 3 = 1
 - tempo do evento 15 - duração da Atividade 1 = 5 - 1 = 4
- $Tt_0 = \text{tempo do evento 5} - \text{duração da Atividade 1} = 1 - 1 = 0$;

Segundo Mattos (2010, cap.9, p.150), sua utilidade fica mais evidente durante o cálculo das folgas, um parâmetro de extrema importância na configuração não só do cronograma, mas de todo o planejamento.

2.4.5.1.3 Evento Crítico

Os eventos em que os Tempos Mais Cedo e Mais Tarde coincidem são chamados de Eventos Críticos. Assim, tem-se a Formula 2.3:

$$\text{EVENTO CRÍTICO} = \text{TEMPO MAIS CEDO} = \text{TEMPO MAIS TARDE} \quad (2.3)$$

Segundo Mattos (2010, cap.9, p. 152), a sequência de atividades que une os eventos críticos é aquela que define o prazo total do projeto. Assim, a essas atividades dá-se o nome de atividades críticas e ao sequenciamento que as une de caminho crítico, cuja representação comumente é caracterizada por um traçado mais forte ou por uma cor diferente, conforme mostra a Figura 2.35.

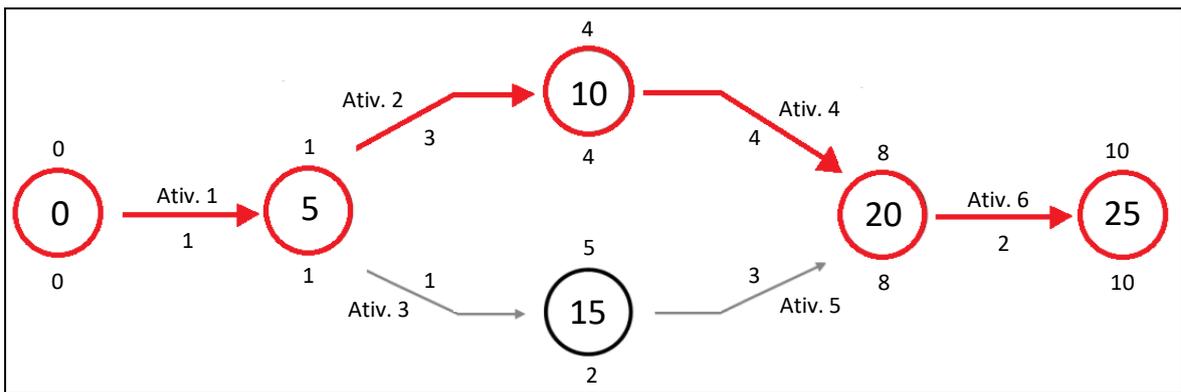


Figura 2.35: Caminho Crítico. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 152; SEJZER, 2017)

2.4.5.1.4 Caminho Crítico

Segundo Mattos (2010, cap.9, p.153), a sequência de atividades que governa o percurso principal de um projeto do ponto de vista de tempo é chamado de Caminho

Crítico. Em outras palavras, consiste no conjunto de atividades que convergem para a duração total do empreendimento, de modo que antes deste prazo se torne impossível a finalização de um projeto.

Um aspecto importante a ser observado, é que por ser justamente uma sequência que define o prazo de realização de um projeto, o caminho seguro não conta com flexibilidade temporal (folga) e, se não for atingido exatamente no tempo estipulado, atrasará o empreendimento em toda sua extensão. Assim, é necessário identificar o caminho crítico para que um atraso nele não fatalmente signifique um atraso no desenvolvimento das atividades, e principalmente, no prazo final do projeto.

Neste contexto, segundo Mattos (2010, cap.9, p.154-166), em relação ao caminho crítico, obtém-se, em suma, a seguinte análise:

- Atividades não incluídas na EAP não tomam parte do projeto;
- As atividades críticas unem os eventos críticos;
- O caminho crítico é o conjunto das atividades críticas;
- O caminho crítico é o caminho mais longo do início ao fim do projeto;
- Qualquer atraso em uma atividade crítica atrasará o final do projeto na mesma quantidade de tempo;
- Uma unidade de tempo poupada no caminho crítico antecipa em uma unidade de tempo o final do projeto;
- Uma unidade de tempo poupada em uma atividade não crítica não reduz o prazo total do projeto;
- Uma unidade de tempo aumentada em uma atividade não crítica não dilata o prazo total do projeto;
- Uma atividade-fantasma pode ser crítica;
- O caminho crítico pode ter mais de um ramo;
- Uma rede pode ter todas as suas atividades críticas (raríssimo).

2.4.5.2 Método do Diagrama de Blocos

No Método do Diagrama de Blocos, o cálculo da rede tem seu registro dos tempos feito nos próprios blocos que representam as atividades, como pode ser observado na Figura 2.36.

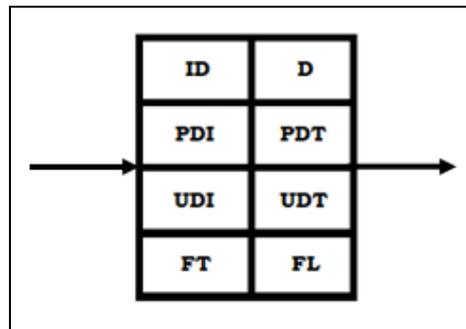


Figura 2.36: Arranjo da rede no Método dos Blocos. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 168)

Onde: ID: Identificação (número ou descrição);

D: Duração;

PDI: Primeira Data de Início;

PDT: Primeira Data de Término;

UDI: Última Data de Início;

UDT: Última Data de Término;

FT: Folga Total;

FL: Folga Livre.

Assim, segundo Mattos (2010, cap.9, p.170-174), para o cálculo da mesma rede tratada no método das flechas, temos o seguinte arranjo:

Passagem direta:

- Para as atividades iniciais, aquelas sem predecessoras, escreve-se o valor zero na quadrícula Primeira Data de Início (PDI), como pode-se observar na Figura 2.37;

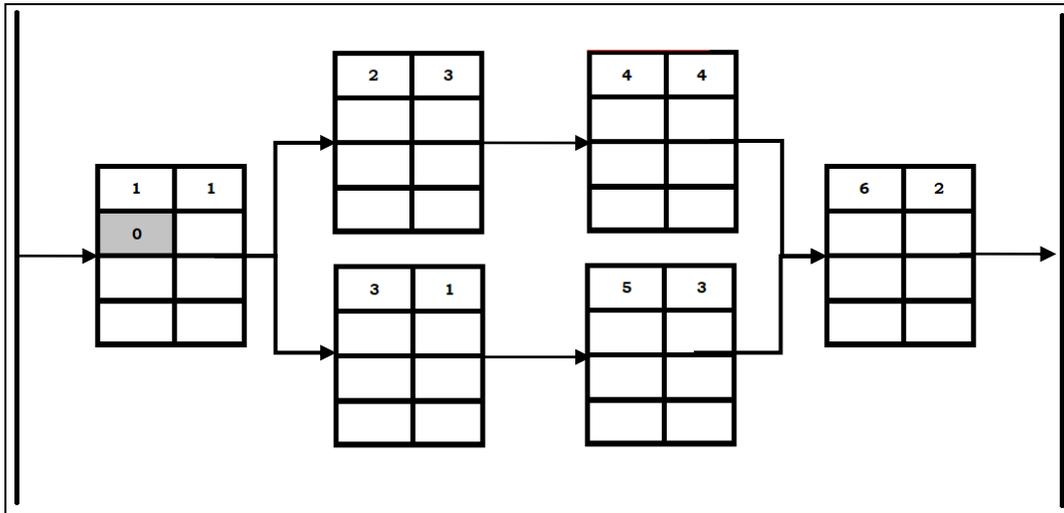


Figura 2.37: PDI da atividade inicial. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 170)

- Para o cálculo da Primeira Data de Término (PDT) representado na Figura 2.38, utiliza-se a Formula geral 2.4:

$$PDT = PDI + D$$

(2.4)

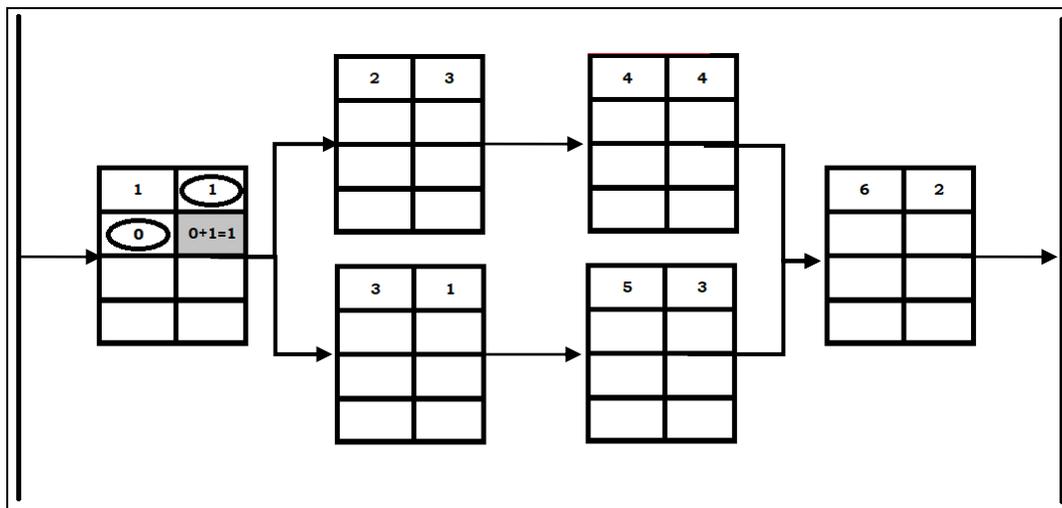


Figura 2.38: PDT da atividade inicial. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 170)

Obs: Circuladas apenas as células envolvidas no cálculo.

- Para o cálculo da Primeira Data de Início (PDI) das atividades dependentes da inicial (atividades 2 e 3), atribui-se justamente o mesmo valor conferido à Primeira Data de Término (PDT), como pode ser visto na Figura 2.39;

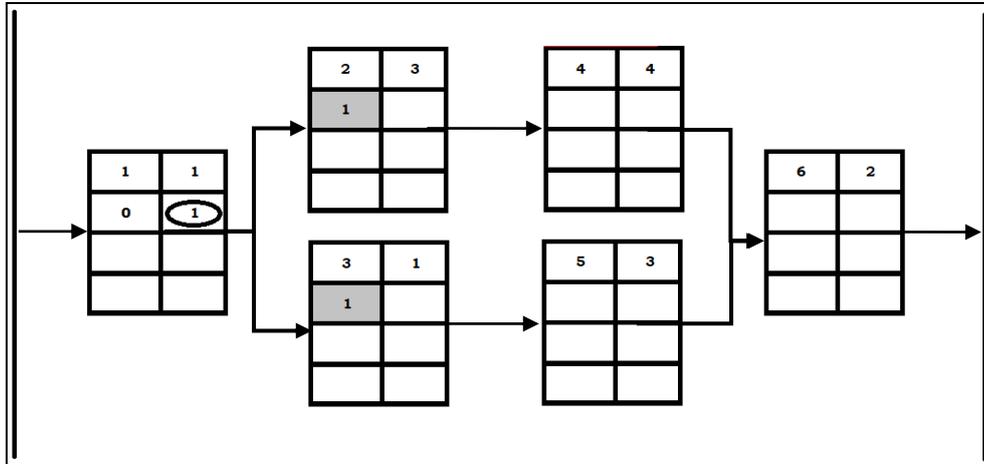


Figura 2.39: PDI das atividades que dependem da inicial. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 171)

- Para o cálculo da Primeira Data de Término (PDT) das atividades 2 e 3, calcula-se os devidos PDT's, por meio da Formula geral 2.4, e transfere-se para as PDI's das atividades 4 e 5, respectivamente. Da mesma forma, também calculam-se os PDT's, obtendo finalmente o PDI da atividade 6 - que será o maior valor entre os valores de 4 e 5 - e, conseqüentemente, o PDT. A Figura 2.40 mostra os valores atribuidos para as atividades 4, 5 e 6;

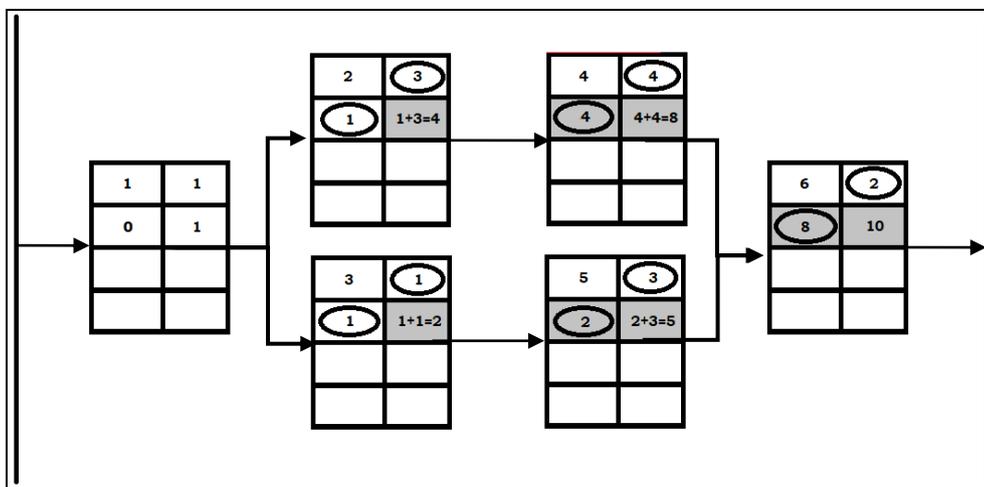


Figura 2.40: PDI e PDT das atividades. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 171)

Passada inversa:

- Para o cálculo da Última Data de Término (UDT), atribui-se o próprio valor do término mais tarde do projeto (valor 10), como pode ser observado na Figura 2.41;

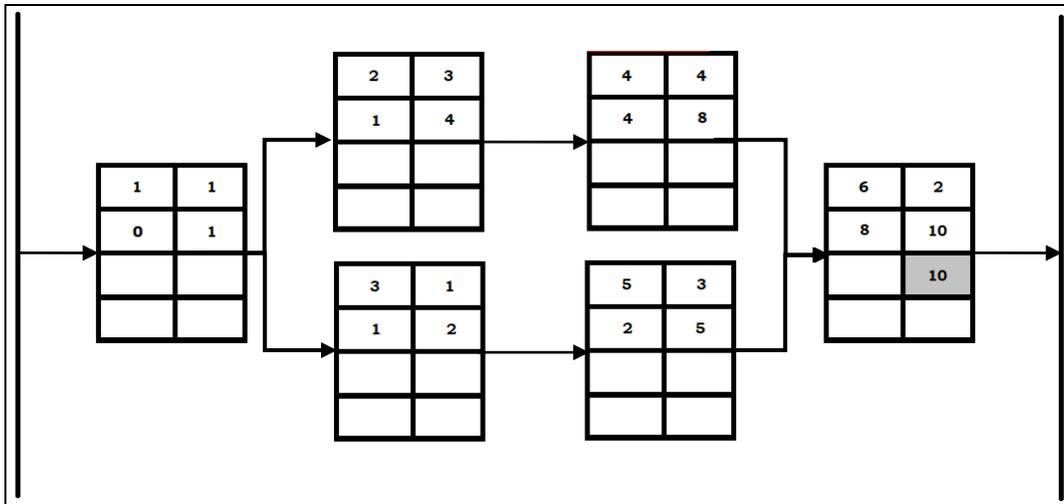


Figura 2.41: UDT da atividade final. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 172)

- Para o cálculo da Última Data de Início (UDI) representado na Figura 2.42, utiliza-se a Formula geral 2.5:

$$\text{UDI} = \text{UDT} - D \quad (2.5)$$

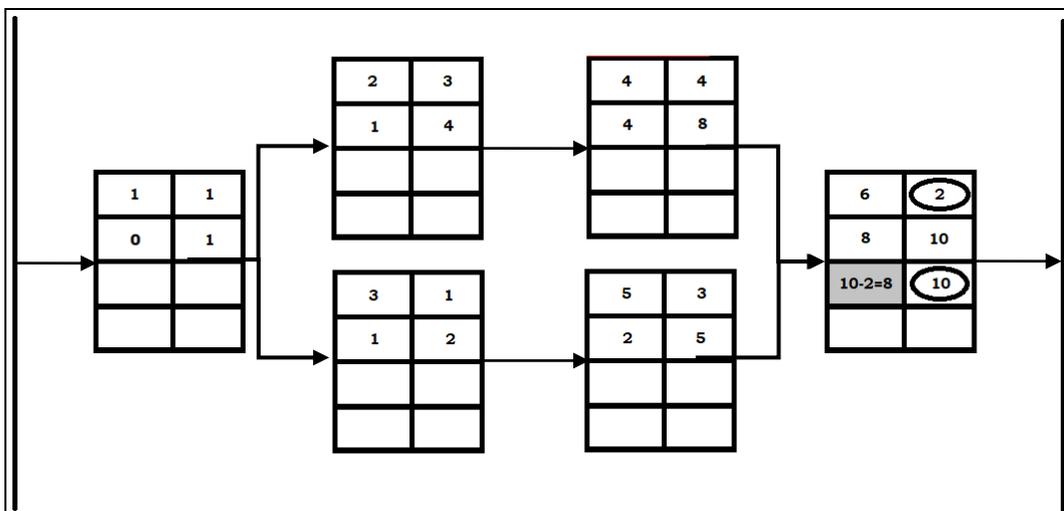


Figura 2.42: UDI da atividade final. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 172)

- Para o cálculo da Última Data de Término (UDT) das atividades 4 e 5, transfere-se a UDI da atividade 6, conforme a Figura 2.43;

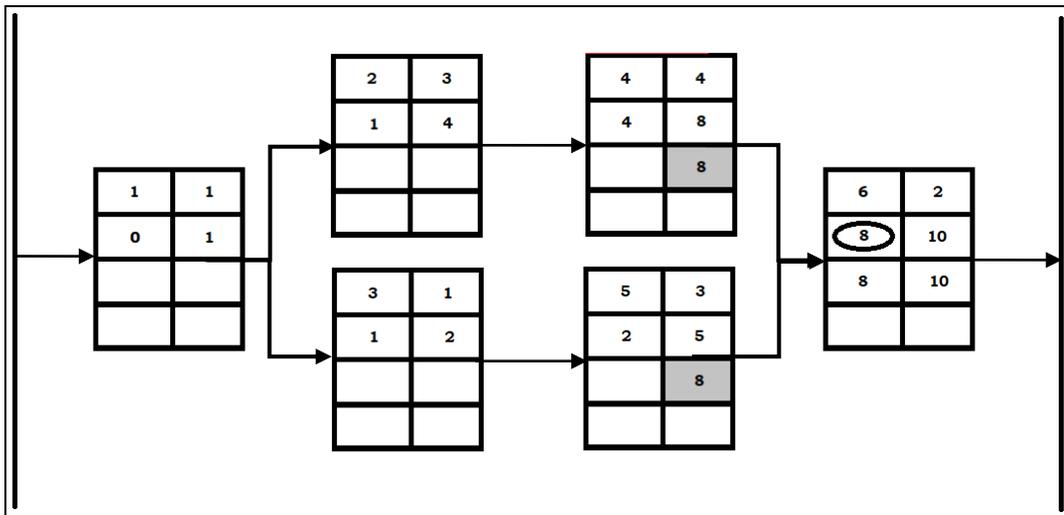


Figura2.43: UDI das atividades. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 172)

- As Últimas Datas de Término (UDT) subsequentes são calculadas pela Formula geral 2.5, onde a atividade 1 por ter duas sucessoras, recebe o UDT menor entre os valores de UDI, como mostra a Figura 2.44;

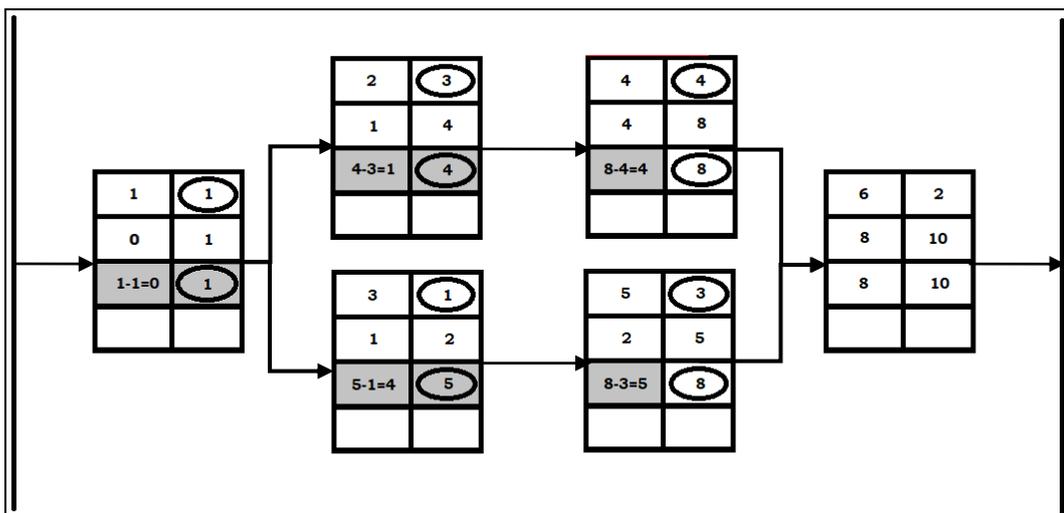


Figura 2.44: UDI e UDT das atividades. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 173)

- A Folga Total (FT) retratada na Figura 2.45 é obtida pela Formula geral 2.6. Representa a quantidade de dias que a atividade pode atrasar sem comprometer o prazo total da rede.

$$FT = UDI - PDI$$

(2.6)

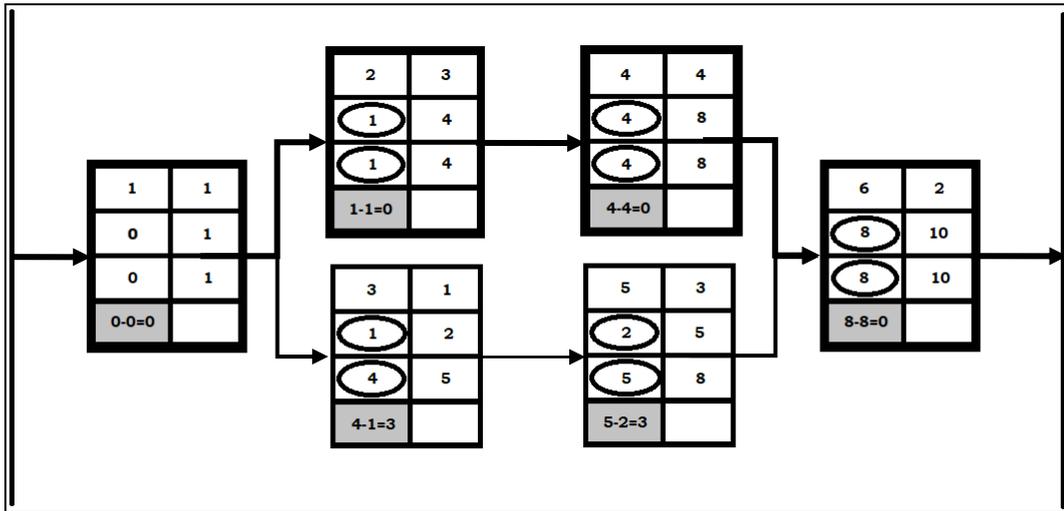


Figura 2.45: Folga Total. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 173)

Obs: O caminho crítico é também a sequência de atividades de menor folga total, ou seja, folga nula (no caso, atividade 1-2-4-6);

- A Folga Livre (FL) representada na Figura 2.46 é obtida pela Formula geral 2.7. Representa a quantidade de dias que a atividade pode atrasar sem comprometer o início mais cedo de suas sucessoras:

$$FL = UDI = \text{MÍN} (PDI \text{ SUCESSORA} - PDT)$$

(2.7)

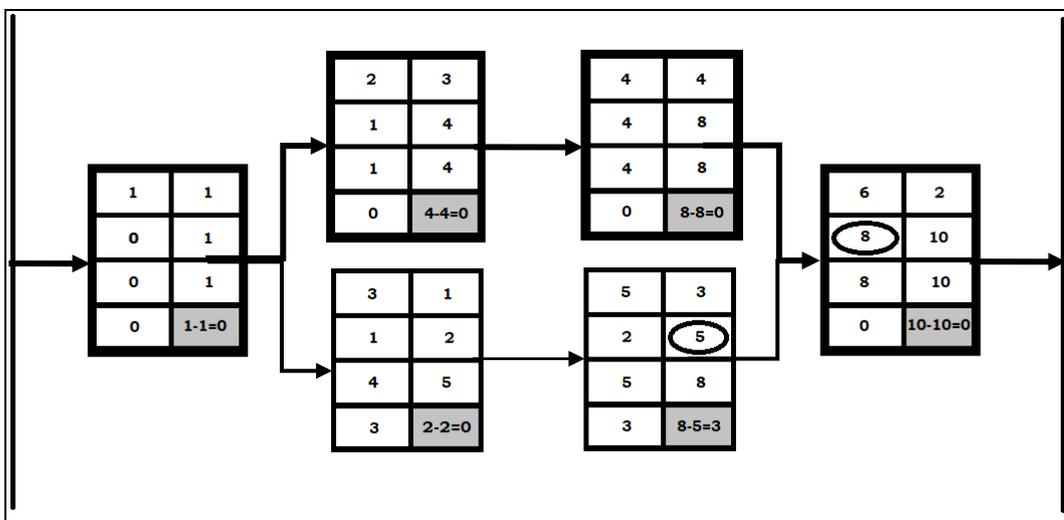


Figura 2.46: Folga Livre. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 174)

2.4.5.3 Outros tipos de dependência

Nos tópicos anteriores, foi visto que certas atividades de um projeto podem estar relacionadas não só pela dependência Término-Início (TI), mas por diferentes outros tipos de ligação, como o Início-Início (II), Início-Término (IT) e Término-Término (TT). Assim, como seria feito o cálculo da rede para estes tipos de vínculo?

Para uma rede simples retratada no Quadro 2.8, onde há uma ligação tipo II com um espaço de 2 dias para o início da sucessora, tem-se o seguinte cálculo:

Quadro 2.8: Quadro de sequenciamento de uma rede, com ligação tipo II. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.9, p.147)

Atividade	Predecessoras	Duração
1	-	5
2	1	6
3	1	8
4	2 (II + 2)	10

Na passada direta, o cálculo da rede é dado de forma similar pra as atividades 1, 2 e 3. Já para a atividade 4, onde o seu início (PDI) é condicionado pelo início de B, o $PDI_4 = PDI_2 + \text{retardo} = 5 + 2 = 7$. Dessa forma, obtem-se a duração total de 17 dias.

Na passada inversa, o cálculo da rede também é dado de forma similar. Entretanto, para a atividade 2, como pode-se perceber através do diagrama, onde não existe atividade sucessora a partir de seu término, ou seja, possui comunicação direta com o final do projeto, o valor de UDT_2 acaba por receber o mesmo valor da $UDT_4 = 17$, e portanto, para a obtenção da UDI_2 , utiliza-se $UDI_4 - \text{retardo} = 17 - 2 = 15$.

Assim, para a representação do cálculo da rede com este tipo de ligação, tem-se a Figura 2.47:

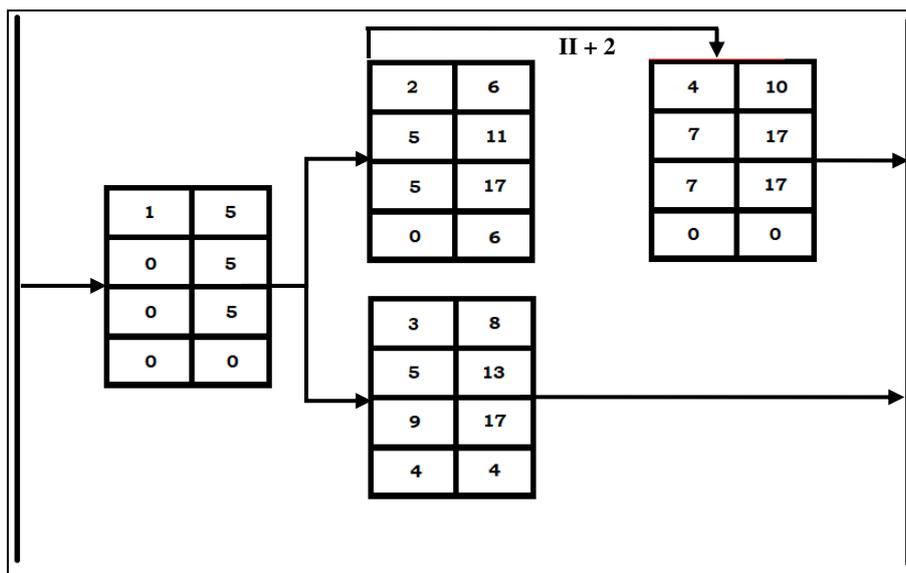


Figura 2.47: Cálculo de uma rede com vínculo tipo II - Diagrama. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.9, p. 174)

Um resultado curioso para a atividade 2 é o fato de que o $UDI - PDI \neq UDT - PDT$. Assim, como dito por Mattos (2010, cap.9, p.179):

“É como se ela tivesse uma folga de início nula e uma folga de fim igual a 6, ou seja, a atividade 2 não pode ter seu início atrasado porque impacta na atividade 4 e com isso estoura o prazo do projeto, mas após 2 dias (período suficiente para início da atividade 4) a atividade 2 pode se atrasar até em 6 dias. Dessa forma, a rigor, em vez de apontarmos o caminho crítico como 1-2-4, o mais correto seria: 1; 2 dias de 2; 4”.

2.4.5.4 Prazo imposto

Ao longo deste tópico, ao se tratar dos cálculos do período total do projeto, considerou-se que a definição das atividades que determinam o percurso do caminho crítico o definiam como Tempo Mais Tarde = Tempo Mais Cedo. Entretanto, existem situações em que o prazo para a conclusão do empreendimento já se encontra pré-estabelecido, necessitando de uma atenção especial para as definições das relações de

folga. Assim, segundo Mattos (2010, cap.9, p.181), tendo em vista que o caminho crítico compreende as atividades de menor folga total, o que se observa é:

- Não havendo prazo imposto, o caminho crítico terá folga nula - usual;
- Se o prazo imposto for menor que o calculado ($TARDE < CEDO$), o caminho crítico terá folga negativa;
- Se o prazo imposto for maior que o calculado ($TARDE > CEDO$), o caminho crítico terá folga positiva.

2.4.5.5 Características gerais

Segundo Mattos (2010, cap.9, p.181), dentre todas as características que um caminho crítico pode apresentar, podem-se citar as principais:

- O caminho crítico é a sequência de atividades que determinam o prazo total do projeto;
- O caminho crítico é o maior caminho entre o início e o fim do projeto;
- O caminho crítico é composto pelas atividades de menor folga total (atividades críticas);
- O aumento de uma unidade de tempo na duração de uma atividade crítica aumenta o prazo total do projeto em uma unidade de tempo;
- A atividade mais longa do projeto não necessariamente integra o caminho crítico;
- A atividade mais cara do projeto não necessariamente integra o caminho crítico;
- A atividade de execução mais complexa do projeto não necessariamente integra o caminho crítico;
- A atividade que requer mais recursos do projeto não necessariamente integra o caminho crítico;
- A redução de uma unidade de tempo na duração de uma atividade crítica reduz o prazo total do projeto em uma unidade de tempo;

- O aumento de uma unidade de tempo na duração de uma atividade não crítica não atrasa o prazo total do projeto — ela pode até entrar no caminho crítico, mas não afetará o prazo total;
- A redução da duração de uma atividade não crítica não afeta o prazo total do projeto;
- Atividades críticas têm as datas mais cedo iguais às datas mais tarde (a não ser que haja prazo imposto);
- Atividades não críticas têm as datas mais cedo diferentes das datas mais tarde;
- A folga total representa quanto tempo uma atividade pode atrasar sem impactar no prazo total do projeto;
- Uma atividade não crítica pode atrasar uma quantidade de dias equivalente a sua folga total sem afetar o prazo total do projeto;
- Se uma atividade não crítica atrasar mais do que sua folga total, o prazo do projeto será aumentado;
- Uma atividade não crítica torna-se crítica se sua folga for consumida;
- Quanto menor a folga total, maior a probabilidade de essa atividade se tornar crítica (diz-se que ela é subcrítica);
- A folga livre representa quanto tempo uma atividade pode atrasar sem atrasar o início mais cedo de suas sucessoras;
- Se a folga livre da atividade for consumida, suas sucessoras não poderão iniciar na data mais cedo.

2.4.5.6 Cuidados

O uso de ferramentas e métodos para garantir o desenvolvimento das atividades e maximizar o seu entendimento e acompanhamento, hoje é uma das práticas mais eficientes para o controle da qualidade e desempenho da produção. Um desses métodos é o Caminho Crítico.

Por meio dele, conforme o Project Builder (2018), o gestor pode ter maior controle de todos os processos, uma vez que passa a ter conhecimento de quais são as atividades

cruciais que não podem ser atrasadas e, conseqüentemente, demandam atenção redobrada. Ao mesmo tempo, visto que as folgas passam a ser detectadas, adquire-se maior liberdade para fazer adaptações dos prazos para que tudo possa ser entregue sem comprometer a qualidade. Assim, segundo Espinha (2018), torna-se possível realizar melhores projeções dos trabalhos, fazer uma melhor administração dos recursos que se tem à disposição, bem como também programar de forma mais exata e realista os custos que deverão ser investidos para executar os trabalhos.

De acordo com Espinha (2018), no entanto, sem o Caminho Critico as empresas ficam com uma visão mais restrita em relação ao projeto, de modo a não conseguir enxergar o todo, nem tão quanto a maneira como se dão as relações entre cada uma das atividades envolvidas. Portanto, olhar para as tarefas de um empreendimento sem uma estrutura bem consolidada e bem elaborada como essa pode gerar um entendimento dos processos de forma isolada, não permitindo análises amplas e detalhadas sobre os pontos cruciais de um planejamento.

Neste sentido, durante o projeto, o planejador deve focar na geração de uma sequência lógica que assegure que não se tenha nenhum tipo de impedimento e deve representar, portanto, segundo Project Builder (2017), o um esforço feito não apenas no princípio, mas ao longo de toda a execução, na forma de cuidados que acompanham a evolução das atividades e corrigem seus desvios no momento em que situações indesejáveis se apresentam. Assim, é preciso ter o caminho crítico do projeto muito bem definido, afinal, minimizar conflitos, dar conta de prazos e lidar com as coisas que acontecem é um trabalho não só da equipe gestora da obra, mas principalmente do planejador.

2.4.6 Análise das folgas

Com a identificação do caminho crítico - que reúne as atividades cujas durações possuem relação direta com o prazo total do projeto - e o reconhecimento das atividades não críticas - que possuem certas margens de tempo disponíveis para garantir alguma flexibilidade de operação - o passo a seguir para a composição do planejamento é a detecção das folgas do projeto.

Como apresentado anteriormente, no método dos blocos, as folgas já são calculadas concomitantemente com o cálculo do caminho crítico, sendo o valor registrado no próprio "bloco" da atividade. Já pelo método das flechas, as folgas são calculadas posteriormente e geralmente representada em um quadro à parte, valendo-se dos tempos mais cedo e mais tarde dos eventos. Dessa forma, para a análise das folgas, apresenta-se a técnica apenas para o método das flechas.

2.4.6.1 Folga Total

Entende-se como Folga Total (FT) a quantidade de dias em que uma atividade pode atrasar sem que se comprometa o prazo total de uma rede. Em outras palavras, o PMBOK (2018) a define como “o atraso total permitido para a data de início mais cedo de uma atividade sem atrasar a data de término do projeto ou violar uma restrição do cronograma”. Assim, para a sua melhor compreensão e interpretação, tem-se a atividade X (20-25), como mostra a Figura 2.48, onde: Data Mais Cedo de Início (Tc_{20}) = 7 e Data Mais Tarde de Fim (Tt_{25}) = 25.

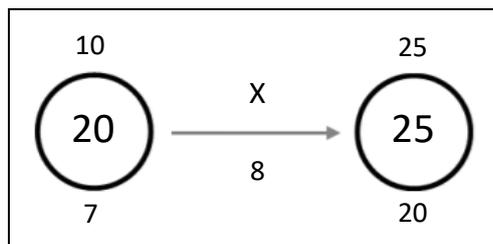


Figura 2.48: Atividade X: 20-25. (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.10, p. 186; SEJZER, 2017)

A primeira chance de realizar a atividade X é iniciar depois de decorridos 7 dias e terminar no dia $7 + 8 = 15$. Já a última chance de realizar X é terminar no dia 25, o que significa começar em $25 - 8 = 17$. Assim, 7 e 15 seriam, respectivamente, a Primeira Data de Início (PDI) e a Primeira Data de Término (PDT), assim como 17 e 25 seriam, respectivamente, a Última Data de Início (UDI) e a Última Data de Término (UDT). Logo, pode-se concluir que a atividade X possui um Tempo Disponível (TD) de 18 dias (entre 7 e

25) para sua total realização e uma Folga Total (FT) de 10 dias, uma vez que sua duração estimada é de 8 dias.

Para parametrizar em uma atividade genérica i-j, tem-se as Formulas 2.8 a 2.12:

$$\mathbf{PDI = T_{ci}} \quad (2.8)$$

$$\mathbf{UDT = T_{tj}} \quad (2.9)$$

$$\mathbf{PDT = PDI + D} \quad (2.10)$$

$$\mathbf{UDI = UDT - D} \quad (2.11)$$

$$\mathbf{FT = UDT - PDI - D = UDT - PDT = UDI - PDI = T_{tj} - T_{ci} - D} \quad (2.12)$$

Segundo Mattos (2010, cap.10, p.186-187), se a atividade for realizada na primeira chance, a folga total fica armazenada após a atividade - representando uma margem de manobra para os processos de execução - e se a atividade for realizada na última chance, a folga total fica alocada antes da atividade e será consumida integralmente - a atividade torna-se crítica -, assim, qualquer situação intermediária pode ser admissível, contanto que a atividade transcorra no intervalo de seu tempo disponível.

2.4.6.2 Folga Livre

Como Folga Livre (FL) compreende-se a quantidade de dias em que uma atividade pode atrasar sem que se comprometa o início de sua atividade sucessora. Em outras palavras, o PMBOK (2018) a define como “o tempo permitido de atraso para uma atividade do cronograma sem atrasar a data de início mais cedo de qualquer uma das atividades imediatamente subsequentes”.

Para a sua melhor compreensão e interpretação, analisa-se a mesma atividade X (20-25), que tem como sucessoras as atividades Y (25-30) e Z (25-35), onde ambas tem a Data Mais Cedo de Início semelhante ao evento 25, que equivale a $T_{c_{25}} = 20$.

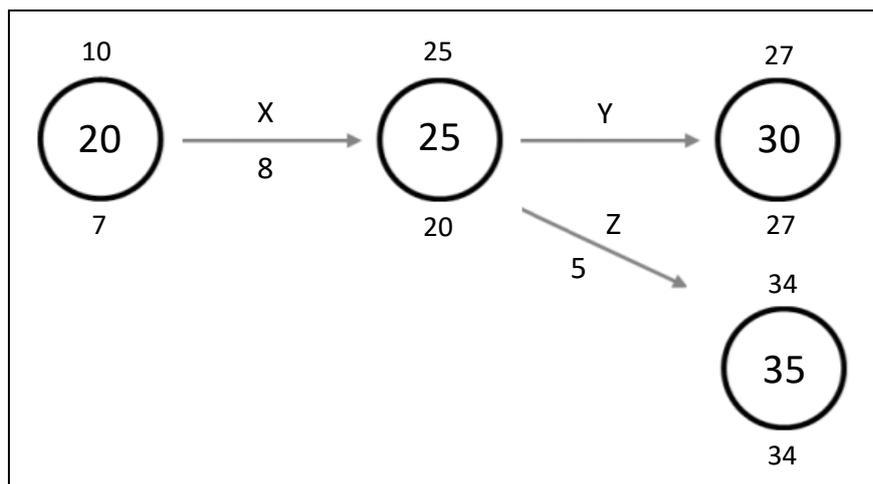


Figura 2.49: Atividades X (20-25), Y (25-30) e Z (25-35). (Adaptada de MATTOS, 2010, cap.10, p. 190; SEJZER, 2017)

Supondo que a folga total seja completamente consumida antes da realização da atividade, as sucessoras Y e Z não poderão ter início em sua Data Mais Cedo, pois há um ponto em que uma atividade passa a atrasar as suas atividades subsequentes, embora não atrase o prazo final do projeto. Assim, se a atividade X se estenda até o dia 20, suas sucessoras poderão ser iniciadas em seu momento mais cedo, porém se ultrapassar esse período, iniciando entre os dias 21 e 25, a atividade não afeta o prazo do projeto, mas compromete o início mais cedo das sucessoras. Logo, a atividade X tem como Folga Total um valor estimado de 10 dias, mas apenas 5 dias destinados para compor a Folga Livre. “Se a Folga Total for ultrapassada, o projeto atrasa. Se a Folga Livre for ultrapassada, as SUCESSORAS atrasam”. (MATTOS, 2010, cap.10, p. 190)

Sob a forma paramétrica, tem-se a Formula 2.13 para uma atividade genérica i-j:

$$\text{FL} = Tc_j - (Tc_i + D) \quad (2.13)$$

Assim, para a atividade X:

$$\text{FL} = Tc_{25} - (Tc_{20} + D) = 20 - (7 + 8) = 5 \text{ dias}$$

Para Mattos (2010, cap.10, p. 191), algumas conclusões importantes são:

- $FL < FT$ (a folga livre é sempre inferior ou igual à folga total);

- Para as atividades críticas, FL é nula;
- Toda atividade crítica tem FL nula, mas nem toda atividade que tem FL nula é crítica (casos em que apesar de possuir alguma folga total, não se terá a capacidade de atrasar ou “deslizar” no cronograma).

2.4.6.3 Folga Dependente

Define-se Folga Dependente (FD) como o prazo que se dispõe para realizar e concluir uma atividade, a partir da Data Mais Tarde de seu evento inicial, até no máximo, a Data Mais Tarde de seu evento final.

Segundo Mattos (2010, cap.10, p.193), sob a forma paramétrica tem-se a Formula 2.14 para uma atividade genérica i-j:

$$\mathbf{FD = (Tt_j - Tt_i) - D} \quad (2.14)$$

Assim, para a atividade X:

$$FD = (Tt_{25} - Tt_{20}) - D = (25 - 10) - 8 = 7 \text{ dias}$$

Se a atividade X se iniciar no tarde de seu evento de início, após a atividade, ainda restarão sete dias até o limite para início mais tarde de suas sucessoras Y e Z. Assim, em outras palavras, mesmo começando na Data Mais Tarde de Início, ainda há 7 dias de folga até que a Data Mais Tarde de Término seja alcançada.

2.4.6.4 Folga Independente

Define-se Folga Independente (FI) como o prazo que se dispõe para realizar e concluir uma atividade, a partir da Data Mais Tarde de seu evento inicial, até no máximo, a Data Mais Cedo de seu evento final.

Segundo Mattos (2010, cap.10, p.194), sob a forma paramétrica tem-se a Formula 2.15 para uma atividade genérica i-j:

$$\boxed{\mathbf{FI = (Tc_j - Tt_i) - D}} \quad (2.15)$$

Assim, para a atividade X:

$$\mathbf{FI = (Tc_{25} - Tt_{20}) - D = (20 - 10) - 8 = 2 \text{ dias}}$$

Se a atividade X se iniciar no tarde de seu evento de início, após a atividade, ainda restarão dois dias até o início mais cedo de suas sucessoras Y e Z. Assim em outras palavras, mesmo começando na Data Mais Tarde de Início, ainda há 2 dias de folga até que a Data Mais Cedo de Término de suas sucessoras seja alcançada.

De acordo Mattos (2010, cap.10, p. 19), “a equação da Folga Independente frequentemente gera valores negativos, nesse caso, FI é assumida como igual a zero”.

2.4.6.5 Relação entre as folgas

Nos tópicos anteriores, foi visto que as atividades de um projeto podem estar relacionadas não só pelas Folgas mais usais de um projeto, Folga Total (FT) e Folga Livre (FL), mas por diferentes outros tipos de folgas, as Folgas Dependente (FD) e Folga Independente (FI). Assim, para parametrizar as relações existentes, têm-se as Formulas 2.16.1 e 2.16.2:

$$\begin{array}{l} \mathbf{FT = Tt_j - Tc_i - D} \\ \mathbf{FL = Tc_j - (Tc_i + D)} \\ \mathbf{FD = (Tt_j - Tt_i) - D} \\ \mathbf{FI = (Tc_j - Tt_i) + D} \end{array} \left. \begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} \mathbf{FT = Tt_j - Tc_i - D} \\ \mathbf{FL = Tc_j - (Tc_i + D)} \end{array} \right\} \mathbf{FT - FL = Tt_j - Tc_i} \\ \left. \begin{array}{l} \mathbf{FD = (Tt_j - Tt_i) - D} \\ \mathbf{FI = (Tc_j - Tt_i) + D} \end{array} \right\} \mathbf{FD - FI = Tt_j - Tc_i} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \boxed{\mathbf{FT - FL = FD - FI}} \quad (2.16.1) \\ \mathbf{OU} \\ \boxed{\mathbf{FT + FI = FL + FD}} \quad (2.16.2) \end{array}$$

A Figura 2.50 demonstra a relação entre os comportamentos de cada tipo de folga, para uma atividade com um espaço de duração qualquer:

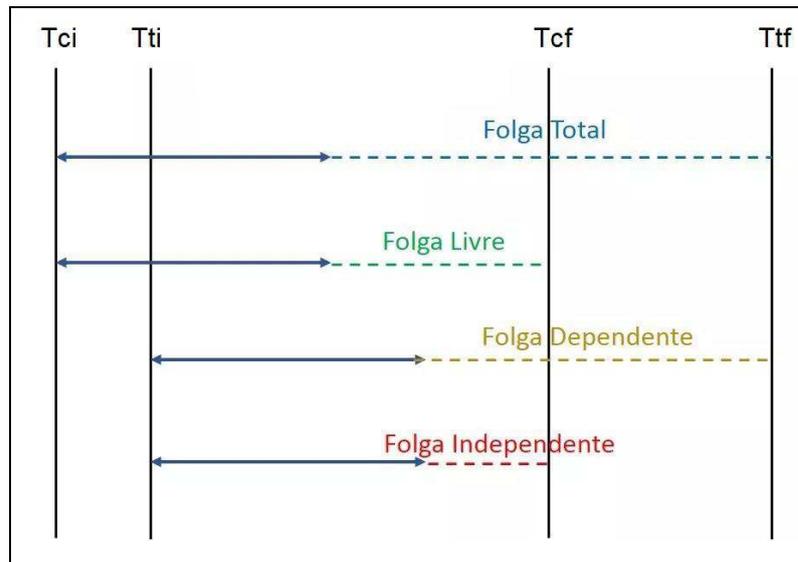


Figura 2.50: Relação entre as folgas. (Adaptada de STONNER, 2013)

Obs: As folgas mais utilizadas são as Folgas Total e Folga Livre, assim, as folgas dependente e independente possuem mais interesse acadêmico que prático - a maior parte dos livros e dos programas de planejamento sequer as contemplam.

2.4.6.6 Cuidados

Segundo a ABNT (1977), as folgas de uma atividade ou, como também pode ser entendida, a flexibilidade de um cronograma, corresponde a quantidade de tempo disponível a ser utilizado por uma tarefa, além de sua duração prevista, sem que se prejudique a duração preestabelecida para a execução do projeto ou transgredido qualquer restrição do plano de ataque da obra.

Saber onde elas se encontram, de acordo com Silva (2015), ajuda a organizar, controlar e gerenciar as atividades de um projeto. Portanto, pode-se ter um controle mais efetivo sobre a condução dos serviços, além de promover maior competência nos processos de tomada de decisão.

Um bom exemplo disso é o ganho de um projeto ao adquirir-se conhecimento das atividades com maior ou menor folga para o nivelamento de recursos, podendo assim, decidir em qual atividade pode-se alocar um operário mais ou menos experiente, minimizando os impactos no projeto e os riscos de atraso na execução.

Assim, conforme Duarte (2018), entender a folga é fundamental para que o gerente de projeto possa realizar manobras no cronograma ou no gerenciamento de sua equipe, permitindo controlar ao máximo os efeitos ou remediar as deficiências já causadas.

A análise das folgas é a chave para otimização dos processos, sem aumentar a criticidade do projeto.

2.4.7 Geração do Cronograma

Uma vez que as atividades foram identificadas, as durações e dependências atribuídas, o diagrama de rede desenvolvido e o caminho seguro e as folgas detectadas, o próximo passo do roteiro do planejamento resulta em representar, por meio da geração de um cronograma, as configurações das premissas definidas em formato de gráficos e diagramas.

Segundo Mattos (2010, cap.8, p.111), essa etapa do planejamento não caracteriza mais entrada de dados — o que se faz agora é transformar as informações obtidas ao longo das etapas anteriores e organiza-las em um formato de representação mais visual e simplificado.

2.4.7.1 Cronograma de GANTT

O Cronograma de Gantt, observado na Figura 2.51, assim nomeado em homenagem ao engenheiro norte-americano Henry Gantt, representa um recurso gráfico bastante visual e de compreensão extremamente simples utilizado para a representação do desenvolvimento das atividades de um projeto em relação a sua linha do tempo.

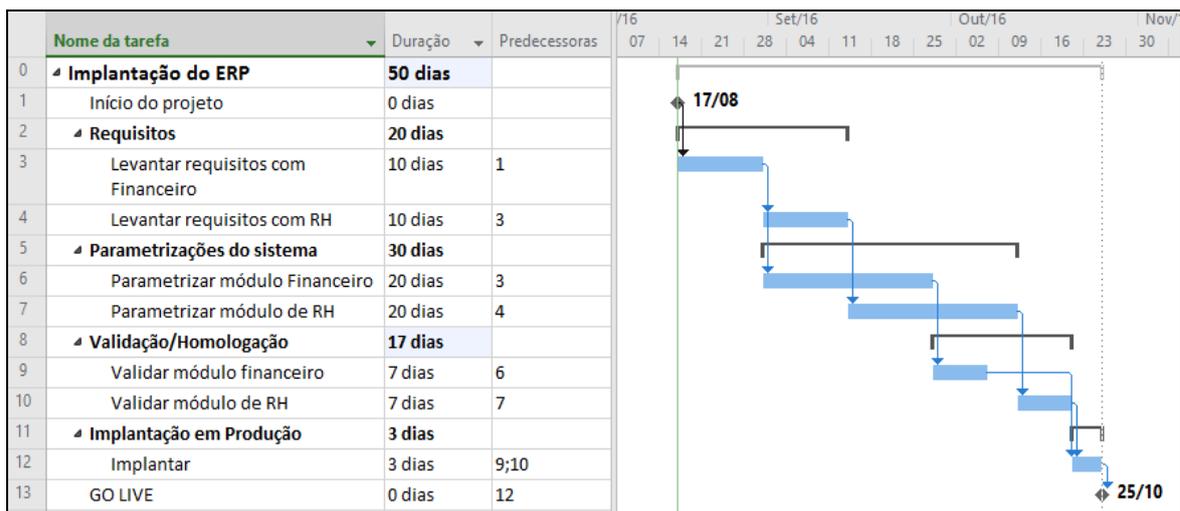


Figura 2.51: Cronograma de Gantt no software Ms Project. (CARVALHO, 2016)

Por meio dele, segundo Duhommet (2016), tem-se a capacidade de compartilhar informações facilmente com todos os envolvidos no projeto, monitorar o progresso e a produtividade e tornar as decisões do projeto mais eficazes sobre a alocação de recursos, horários e tarefas.

Ademais, tendo como base o cronograma, o gestor e a equipe do projeto podem, de acordo com Mattos (2010, cap. 11, p.201):

- Programar as atividades das equipes de campo;
- Instruir as equipes;
- Fazer pedidos de compra;
- Alugar equipamentos;
- Recrutar operários;
- Aferir o progresso das atividades;
- Monitorar atrasos ou adiantamentos das atividades;
- Replanejar a obra;
- Pautar reuniões.

Assim, como afirma Mattos (2010, cap.11, p.201 e 202), “o cronograma de Gantt é, por excelência, o instrumento do planejamento no dia a dia da obra, pois além de ser visualmente atraente e fácil de ser lido, apresenta de maneira simples e imediata a posição relativa das atividades ao longo do tempo”.

2.4.7.2 Dias uteis e dias corridos

Para a composição do cronograma, os cálculos dos dias de um projeto são baseados apenas nos dias úteis, ou seja, dias de trabalho. Assim, para a contagem dos dias trabalhados não se consideram finais de semana, nem tão quanto feriados. Entretanto, o que se faz, segundo Mattos (2010, cap.11, p.204), é uma associação dos dias parametrizados com as datas no tempo real, gerando assim, um cronograma em dias de calendário que nada mais é a representação dos dias de um projeto em dias corridos, conforme mostra a Figura 2.52:

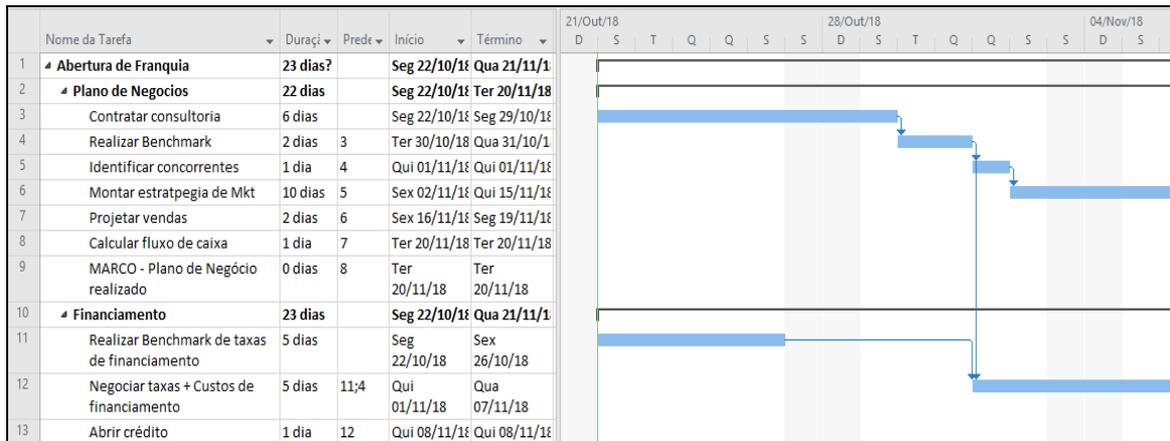


Figura 2.52: Cronograma em dias de calendário no software Ms Project. (Adaptado de RODRIGUES, 2018)

Supondo que para a atividade 3 (Contratar consultoria) a data de início prevista é dia 22 de novembro de 2018 e que os serviços no decorrer da obra não serão realizados durante os finais de semanas, nota-se que a barra de sua duração demonstrada na Figura 2.52 compreende um somatório de 8 dias, quando seu tempo estimado na verdade deveria corresponder a um prazo de 6 dias.

Neste sentido, percebe-se que em um cronograma são atribuídas as durações totais conforme os valores estipulados, mas mantendo na contagem final os somatórios dos dias não úteis. O que se vê, então, são os dias corridos que correspondem aos dias úteis + os dias não uteis, representando as durações reais dos dias de trabalho de cada uma das atividades.

2.4.7.3 Marcos

Dentro de um cronograma, os chamados Marcos ou como também podem ser conhecidos *Milestones* (termo em inglês) representam pontos significativos de um projeto, cujas definições evidenciam momentos importantes que devem ser destacados. Em outras palavras, são atividades que tem como objetivo servir apenas para fins de referência e controle gerencial, representando assim pontos de monitoramento dentro de um cronograma.

Normalmente são atividades de duração zero que podem estar associadas, segundo Rodrigues, ao final de fases, como Concepção, Elaboração, Construção e Transição – ou às entregas – primeiro andar concluído, segundo andar concluído, prédio concluído. Assim, podem ser relacionados como instantes particulares que definem o início/final de uma etapa ou também o cumprimento de algum requisito contratual.

Na Figura 2.53, representa-se os marcos de um projeto ao longo dos meses no *software Ms Project*:

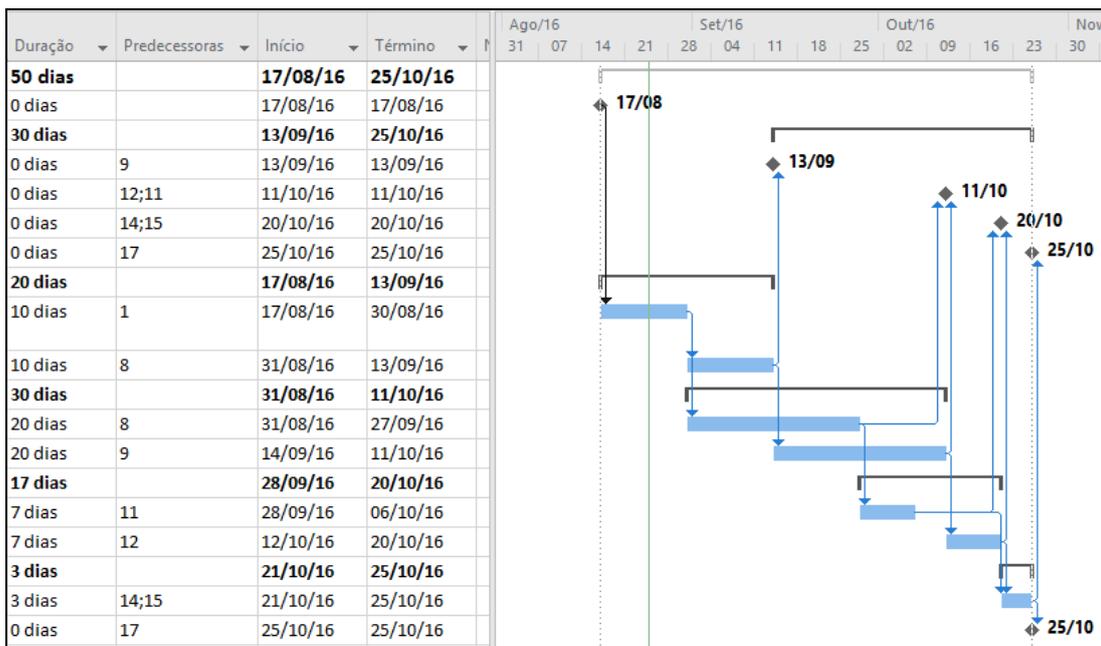


Figura 2.53: Marcos de um cronograma no *software Ms Project*. (CARVALHO, 2016)

2.4.7.3.1 Tipos de marcos

Segundo Mattos (2010, cap.11, p.203), existem dois tipos de marcos: de planejamento e contratual. Os marcos de planejamento são definidos pelo planejador ou são estabelecidos por datas calculadas a partir da rede. Já os contratuais representam datas impostas que deverão ser atendidas. Assim, no caso dos marcos contratuais, as datas não são calculadas e cabe ao planejador verificar se o cronograma da obra atende a essas datas e tomar as providências necessárias para que as etapas sejam cumpridas em tempo hábil.

O Quadro 2.9 mostra alguns marcos que podem ser incorporados a rede de um cronograma:

Quadro 2.9: Marcos de planejamento e contratuais. (Adaptado de MATTOS, 2010, cap.11, p.203)

De planejamento	Contratuais
Início da obra	Ordem de serviço
Final da terraplanagem	Entrega do 1º trecho da estrada
Estrutura concluída	Liberação da 1º parcela de recursos
Liberação da área	Reunião de coordenação com o cliente
Pavimentação	Inauguração da obra

2.4.7.4 Cuidados

O cronograma de um projeto, segundo o Project Builder (2017), consiste no principal recurso de gerenciamento do tempo das atividades de um empreendimento. A partir dele, pode-se exibir as atividades do projeto em uma forma extremamente visual, permitindo a verificação simplista das interdependências das tarefas, bem como os sequenciamentos existentes entre cada uma delas. No entanto, a sua manipulação simplista não facilita a sua operação, assim como não torna a seu desenvolvimento um dos processos mais simples de se realizar.

Para a sua boa elaboração depende-se não só de um encadeamento lógico e sequencial, mas de diversas variáveis, como, de acordo com Project Builder (2017), a “construção de um escopo bem delineado e o completo entendimento das fases necessárias e dos recursos a serem consumidos”. Assim, o programador deve possuir além do amplo conhecimento sobre os processos e a natureza dos serviços, um grande domínio sobre os rendimentos e produtividades de sua equipe.

Da mesma forma, é por meio do uso adequado deste recurso que se pode assegurar o acompanhamento e controle do andamento dos serviços, de modo a possibilitar o aumento da eficiência na performance da execução para que não ocorram imprevistos ou atrasos. Contudo, muitas equipes de projetos, ao longo do caminho, acabam deixando de utilizar o seu cronograma, e como resultado, o transforma em um recurso obsoleto para a aplicação e monitoramento das atividades do projeto, requerendo assim, uma atenção especial não só para a sua elaboração, mas para sua utilização.

Em razão disso, o cronograma de projeto se mostra como a melhor forma de monitorar o trabalho e garantir que todos os esforços estejam direcionados para as entregas dentro dos prazos, já que, quando se perde este controle, uma única definição mal atribuída, por menor que seja, pode deturpar toda a linha do tempo do projeto, gerando um produto sem qualquer aplicabilidade prática, perdendo assim, qualidade do produto final ou podendo impactar no custo total do projeto.

Neste sentido, a chave para um cronograma efetivo é utiliza-lo em seu potencial máximo, sem transformá-los em um fardo na hora de criá-los e atualizá-los. Para Espinha (2018), “contar com um bom cronograma é imprescindível para que qualquer projeto seja executado de modo organizado, o que diminui os riscos para o projeto e para a empresa que o executa”.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

3.1 Modelo do estudo

O presente trabalho formulado com o objetivo de elaborar um modelo de planejamento baseado nos princípios do gerenciamento de projetos para uma edificação em estrutura metálica situada no Núcleo Tecnológico de Engenharia (NUTENGE) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), consiste em uma pesquisa de caráter exploratório, descritivo e aplicado.

Considera-se exploratória pois, envolve compreender melhor o objeto da pesquisa, proporcionando maior familiaridade com o tema para que assim, tenha-se a capacidade de identificar e propor melhores soluções ao problema.

Segundo Piovesan e Temporini (1995) e Clemente (2007):

“É muito utilizada para realizar um estudo preliminar do principal objetivo da pesquisa, ou seja, familiarizar-se com o fenômeno que está sendo investigado, de modo que a pesquisa subsequente possa ser concebida com uma maior compreensão e precisão. Permite ao pesquisador definir o seu problema e escolher as técnicas mais adequadas, além de decidir sobre as questões que mais necessitam de atenção, de modo a alertá-lo devido a potenciais dificuldades, sensibilidades e áreas de resistência. Uma pesquisa pode ser considerada exploratória, quando esta envolver levantamento bibliográfico, entrevistas e análise de exemplos que estimulem a sua compreensão”.

A pesquisa também é dada como descritiva porque exhibe um estudo detalhado e minucioso do objeto, levantando informações através de coleta de dados para que a sua interpretação torne possível a obtenção dos resultados da pesquisa.

A pesquisa descritiva, conforme Perovano (2014) e EVEN3 (2018):

“Faz uma análise minuciosa do objeto de estudo e investe na coleta e no levantamento de dados qualitativos, mas, principalmente,

quantitativos. Costuma descrever, minuciosamente, experiências, processos, situações e fenômenos, visando à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o objeto estudado. Esse tipo de pesquisa pode ser entendida como um estudo de caso onde, após a coleta de dados, é realizada uma análise das relações entre as variáveis, para uma posterior determinação do efeitos resultantes em uma empresa, sistema de produção ou produto”.

Por fim, segundo Barros e Lehfeld (2000, p.78) e Silva e Meneses (2005, p.21), o trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, pois o estudo tem como motivação a necessidade de gerar conhecimentos a serem aplicados para a solução de um problema concreto e específico.

A pesquisa aplicada, de acordo com Roll-Hansen (2009), Barros e Lehfeld (2000, p.78), Nunan (1997), Michel (2005) e Oliveira (2007):

“Refere-se ao método científico que envolve a aplicação prática, visando a solução mais ou menos imediata do problema encontrado. Ela acessa e usa parte das teorias, conhecimentos, métodos e técnicas acumuladas das comunidades de pesquisa para um propósito específico, dependendo de dados que podem ser coletados de formas diferenciadas, tais como pesquisa de campo, entrevistas, análise de documentos e etc”.

3.1.1 Estudo de caso

A pesquisa se apresenta na forma de um estudo de caso, na tentativa de compreender melhor os processos que correspondem ao objeto de estudo, para responder as questões fundamentais que possibilitem o alcance dos resultados desejados.

Segundo Gil (2008, p.58), Vergara (2000, p.49), Oliveira (2018) e Yin (2001):

“O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, entendidos como uma pessoa, um produto ou uma empresa, de maneira a permitir o seu conhecimento

amplo e detalhado. É uma estratégia de pesquisa utilizada para entender a forma e os motivos que levam a determinadas decisões e que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados”.

3.1.2 Coleta dos dados

A coleta das informações é dada por meio de pesquisas bibliográficas, envolvendo a leitura de literaturas como livros, artigos, resumos, teses, dissertações e quaisquer informações relativas ao tema de Planejamento de Projetos.

Ademais, se dá também por meio de estudos comparativos de projetos semelhantes ao proposto, além do resgate da experiência desta autora enquanto estagiária na área de planejamento e controle de obras em uma empresa de consultoria.

3.1.3 Interpretação dos dados

A interpretação dos dados se apresenta sob a perspectiva de uma pesquisa teórica em associação a uma pesquisa de ordem empírica, de modo a demonstrar a união efetiva entre os conhecimentos obtidos através da prática e da teoria, além de descrever os resultados adquiridos por meio da consolidação dos métodos.

Segundo a ENAGO (2014):

“A pesquisa teórica consiste na discussão e comprovação da teoria e pode ser realizada em complementaridade à empírica, que visa dar-lhe sustentação prática através da apresentação de estudos de caso concretos que demonstrem o alcance e eficácia da teoria. Em sua relação, a pesquisa empírica serve para ancorar e comprovar no plano da experiência aquilo apresentado conceitualmente, ou, em outros casos, a observação oferece dados para sistematizar a teoria. Embora ainda possa

ser classificada como uma categoria “menor” de pesquisa, a investigação empírica é fundamental à comprovação da teoria, assim como à validação da pesquisa teórica”.

3.2 Caracterização geral da edificação

O projeto à ser elaborado neste estudo de caso consiste no empreendimento *Sala dos Professores*, o qual envolve os serviços de fabricação e fornecimento de uma edificação projetada na forma de um mezanino em estrutura metálica situado nas acomodações do Núcleo Tecnológico de Engenharia (NUTENGE) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), onde atualmente corresponde a um aglomerado de laboratórios que atua nas mais diversas áreas da engenharia.

A Figura 3.1 representa o projeto arquitetônico da edificação, apresentando em modelo 3D a configuração geral dos espaços a serem construídos.

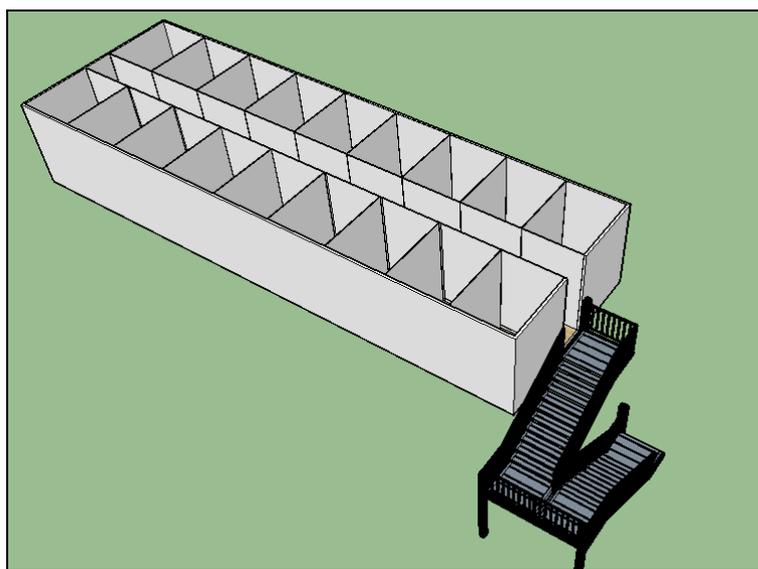


Figura 3.1: Projeto arquitetônico *Sala dos Professores* em modelo 3D.

Segundo o Painelwall (2018):

“Os mezaninos por serem uma opção sob medida constituem a solução mais prática para a otimização de espaços, podendo duplicar ou

até triplicar áreas úteis de uma construção e os fabricados em estruturas metálicas resultam na melhor e mais rápida execução, pois o sistema construtivo é facilmente montável e desmontável, não gerando entulhos, desperdício de materiais ou de mão de obra”.

Obs.: Não consta neste projeto os complementos de sistemas de combate a incêndio e elétrico.

3.2.1 Local

O prédio situa-se na Cidade Universitária Paulo VI, no bairro Tirirical da cidade de São Luís-MA, localizando-se nas proximidades do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT), conforme mostra a Figura 3.2, o qual é responsável por dar lugar as instalações dos cursos de graduação nas áreas de Engenharia Mecânica, Civil, Computação e Produção.



Figura 3.2: Local que sediará a execução do projeto. (GOOGLE MAPS, 2018)

A obra engloba a construção de uma edificação que será construída sob uma estrutura de salas já existente, conforme a Figura 3.3, correspondentes atualmente as salas de aula da UemaNet.



Figura 3.3: Local que sediará a construção do mezanino.

3.2.2 Estrutura – informações técnicas

A edificação possui 108 m² de área habitacional (18m x 6m) divididos entre salas e corredor, onde 87,48 m² correspondem ao total de área útil ocupada por cada sala/escritório da construção, conforme pode ser observado na Figura 3.4 ou analisado mais detalhadamente no Anexo A.

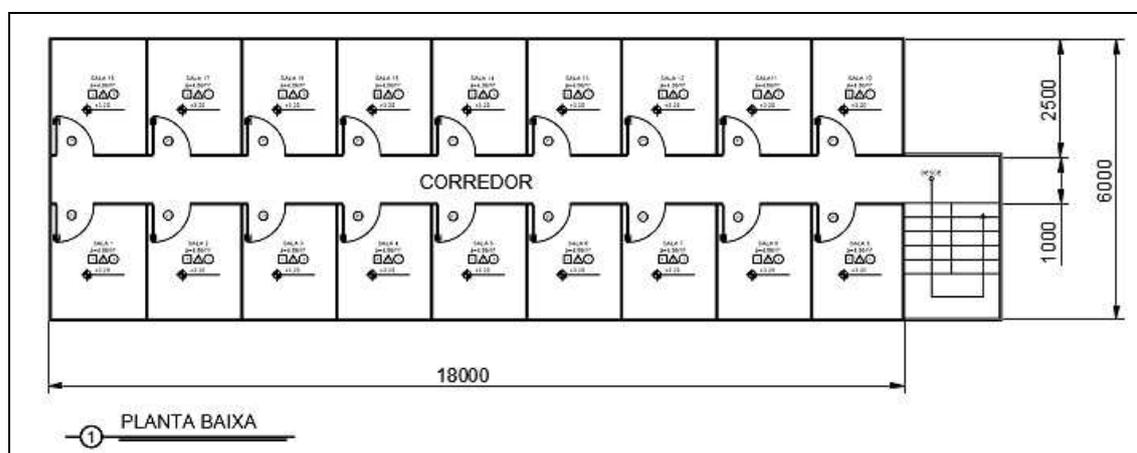


Figura 3.4: Planta baixa do projeto, com dimensões na escala cm x cm. (Arquivos do projeto)

O ambiente dá espaço a 18 cômodos de 4,86 m², que terão a configuração de escritórios pessoais, conforme pode ser observado na Figuras 3.5, para ser utilizados pelos professores da instituição como local de trabalho e atendimento aos alunos.

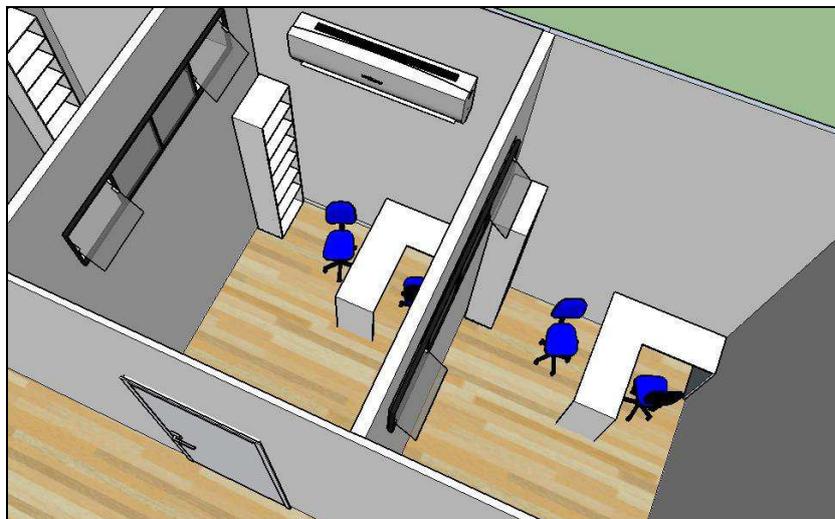


Figura 3.5: Projeto arquitetônico dos escritórios em modelo 3D.

A estrutura conta com uma distribuição de vigas e pilares de aço A-36, em perfil tipo W (200 x 22,5 / W 150 x 18) e U simples de 6" combinados respectivamente de acordo com o projeto estrutural, conforme mostra a Figura 3.6:



Figura 3.6: Projeto estrutural da disposição das vigas e pilares, com dimensões na escala cm x cm. (Arquivos do projeto)

A preparação dos perfis será dada por meio de corte com uso de maçarico, união mediante soldagem, com eletrodos revestidos OK 48 (AWS 7018) e proteção através de pintura especial para combate a oxidação. Ademais, a base dos pilares será fabricada em chapa de aço A-36, com seção de 500 x 500 mm e espessura de ½”, cujo a fixação ao piso será feita por meio de adesivo tipo graut.

3.2.2.1 Paredes

- Paredes externas: a estrutura tem como configuração a disposição de Painéis Termoacústicos em poliuretano de 30mm de espessura, visando além do conforto térmico e acústico do ambiente, a redução dos prazos de execução e altos desperdícios gerados na construção da obra; para isso, será utilizado painéis do tipo sanduiche, pré-pintadas na cor branca, conforme mostra a Figura 3.7:



Figura 3.7: Painel Termoacústico de poliuretano tipo sanduíche. (RTC, 2018)

- Paredes externas: como configuração faz-se o uso de divisórias Duratex de 4mm, pré-pintadas na cor branca, com portas e viseiras de vidro embutidas, como mostra a Figura 3.8, para facilitar além da entrada de luz natural ao ambiente, a redução dos prazos de execução e racionalização de matérias e mão de obra.



Figura 3.8: Divisórias Duratex com portas e viseiras de vidro embutidas. (EVISOS, 2018)

Obs: O projeto visa uma futura instalação de sistemas de refrigeração que consiste na aplicação de 6 unidades de ar condicionados, a fim de refrigerar os cômodos por meio de 1 unidade evaporadora a cada 3 salas. Por esta razão, os cômodos serão conectados através de pequenas esquadrias nas paredes, como mostra a Figura 3.9, onde a abertura de cada uma será feita manualmente por ambos os lados, permitindo a refrigeração de todos os ambientes ou apenas os desejados.

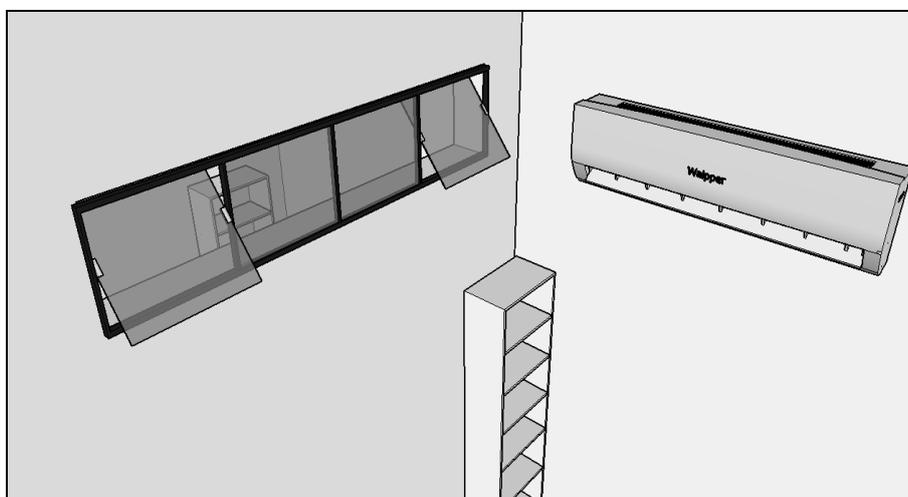


Figura 3.9: Projeto arquitetônico das esquadrias em modelo 3D.

3.2.2.2 Piso

O piso constitui-se de Painéis Wall de 40 mm de espessura, com isolamento acústico e térmico e estanqueidade à água, conforme pode ser visto nas Figuras 3.10 e 3.11:

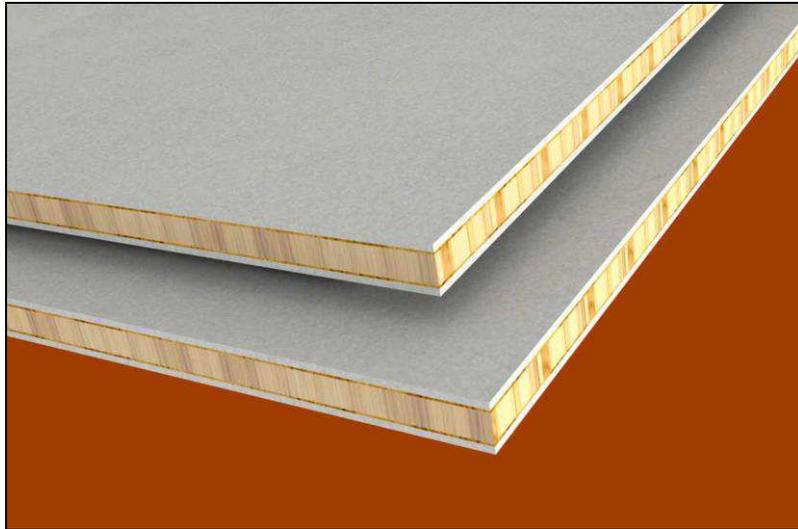


Figura 3.10: Placa Wall. (DECORLIT, 2018)



Figura 3.11: Placa Wall durante a montagem. (LOJA7CONSTRUÇÃO, 2018)

Como revestimento, tem-se o piso laminado tipo eucafloor, como mostra a Figura 3.12, pela sua facilidade de operação e manutenção.



Figura 3.12: Piso laminado durante a montagem. (MEUPRECON, 2016)

3.2.2.3 Cobertura

O forro contará com uma estrutura em PVC antichama e manta de lã de vidro, conforme demonstra a Figura 3.13, por ser ideal para os ambientes comerciais, residenciais e industriais. Segundo a Inovedivisorias (2018), além de fornecer maior praticidade de instalação e manutenção, oferece excelentes índices de qualidade na absorção sonora e conforto térmico.



Figura 3.13: Forro em PVC. (DAMALE, 2018)

3.2.2.4 Escada de acesso

O acesso à estrutura é de forma independente e é dado por meio de uma escada metálica confeccionada em chapa corrugada de 1/8” polegadas, em formato de U, na cor preta, composta por 19 degraus com espelho de 160 mm divididos entre dois patamares e dois lances de escada de 1500x3000mm, cujo as longarinas dessas são dadas em perfil tipo U de 6” laminado, conforme mostra a Figura 3.14. Além disso, a escada conta com uma estrutura de guarda corpo com corrimãos na altura de 1000mm em tubo inox AISI 304 polido de 2” e linhas intermediarias em tubo de 1” totalizando 3 linhas e piso de 270mm e largura de 1500mm ante derrapante que busca garantir uma configuração com máxima proteção, segurança e comodidade.

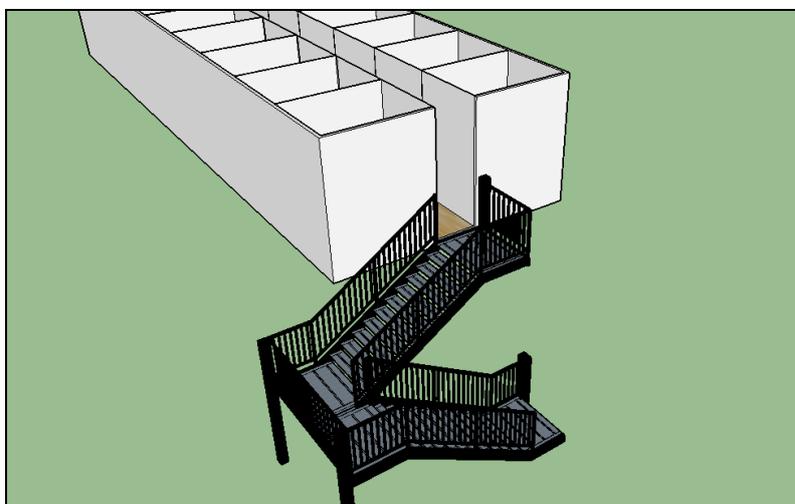


Figura 3.14: projeto arquitetônico da escada de acesso em modelo 3D.

3.3 Descrição dos procedimentos

Para a elaboração e composição do planejamento deste estudo de caso foi adotado como método construtivo o roteiro desenvolvido por Aldo Dórea Mattos na primeira edição do livro Planejamento e Controle de Obras, publicado em abril de 2010, em associação aos conhecimentos concedidos pelo guia PMBOK (2018).

O roteiro desenvolve-se na forma de um guia básico de elaboração de planejamentos que oferece maior objetividade e simplicidade na descrição das etapas construtivas do projeto, permitindo maior clareza e fluidez na compreensão dos processos e procedimentos de um planejamento.

As fases de elaboração do presente estudo foram estruturadas na forma de etapas individualizadas, separadas por tipos e finalidades de processos, com o objetivo de maximizar a compreensão e condução de cada um dos momentos a serem apresentados.

Os conceitos e particularidades que envolvem os processos de construção inerentes a estes procedimentos foram abordadas com maior nível de detalhamento no tópico 2.4 do Referencial Teórico.

3.3.1 Etapas de desenvolvimento

3.3.1.1 Identificação das atividades

Para dar início aos processos de identificação das atividades, com os serviços e tarefas necessários para a obtenção dos elementos que integrarão o objeto do planejamento, foi realizada primeiramente a análise e verificação das restrições básicas do projeto, conforme foram descritas no item 3.2 desta metodologia.

Ao analisá-las, buscou-se identificar além de suas especificações, as ocorrências de falhas ou “brechas” de escopo causadas pela ausência de detalhamento ou insuficiência do mesmo, pois segundo o Daychoum (2005, p.34), quando há uma definição pobre do escopo, o que se pode esperar são inevitáveis desvios que podem ocorrer e romper com o ritmo do projeto, causando retrabalho, aumento dos prazos, custos e diminuição da produtividade. Neste sentido, em casos positivos, as fronteiras do projeto devem ser novamente estabelecidas, buscando, a partir do questionamento ao cliente, a obtenção de informações suficientes que permitam não só a garantia da elaboração do planejamento, mas também a execução efetiva de seus processos.

Em relação ao escopo observado e suas atividades constituintes, a identificação dos termos de projeto em omissão ou baixo nível de detalhamento apresentou-se conforme o esperado, sem deficiências, em função do caráter íntegro das informações e das clarezas das descrições. Dessa forma, não se verificou a necessidade da elaboração dos questionamentos para o esclarecimento de dúvidas, devido total entendimento das limitações e restrições do projeto.

De posse das informações necessárias, tornou-se possível dar início a elaboração e constituição da primeira etapa do planejamento, a Identificação das atividades. Assim, como processo de análise e reconhecimento dos serviços a serem executados, desenvolveu-se o que é chamado de Estrutura Analítica de Projeto (EAP), que segundo o AqcNotes (2017), consiste em um processo de decomposição preliminar dos trabalhos, que a fim de torna-los mais simples e gerenciáveis, os reduz em componentes menores e fáceis de analisar.

Neste contexto, para a obtenção da estrutura da EAP, verificou-se a partir dos conceitos de elaboração, conforme foi descrito no tópico 2.4.1.1 do Referencial Teórico, assim como as possibilidades de organização, o tipo mais adequado para atender as requisições e necessidades do projeto, desenvolvendo assim, uma estrutura hierárquica de divisão que permite além da melhor compreensão das etapas, o efetivo controle dos processos a serem desenvolvidos e executados neste estudo de caso.

3.3.1.2 Definição das durações

Com as atividades que irão compor o objeto do planejamento identificadas e organizadas, por meio da elaboração da EAP, o próximo passo para o desenvolvimento deste estudo de caso consistiu em avaliar, estimar e definir as durações necessárias para a conclusão de cada uma delas.

Nesta etapa, foram estabelecidas as estimativas necessárias para a composição do planejamento, a fim de obter as quantidades de períodos de trabalho essencial para a

execução e condução do empreendimento como um todo, assim como ter em posse tanto os marcos intermediários, quanto os prazos do cronograma do projeto.

Para tal, como processo de análise e identificação dos dados quantitativos a serem definidos como elementos estimativos das durações, primeiramente, verificou-se a partir dos conceitos de elaboração, conforme foram descritos no tópico 2.4.2.1 do Referencial Teórico, o método de estimativa mais apropriado para satisfazer as particularidades do projeto, levantando em consideração assim como a natureza do escopo, a disponibilidade das fontes de pesquisa encontradas.

Para a obra em questão, fez-se uso de estudos e análises aprofundadas de uma série de documentos, exemplos e projetos anteriormente executados, referentes ao desenvolvimento de edificações similares, para a identificação e definição das parcelas de tempo do projeto.

Posteriormente, em associação a isso, foram realizados estudos e considerações a respeito dos conceitos descritos nos tópicos 2.4.2.2 e 2.4.2.3 do Referencial Teórico, objetivando além da melhor compressão dos aspectos primordiais para a definição das estimativas, o profundo entendimento dos fatores que podem influenciar diretamente a definição das durações.

Neste sentido, a partir de conhecimentos contidos em bibliografias e em modelos reais de aplicação, foram definidas as quantidades de tempo necessárias para o desempenho integral das atividades de forma mais assertiva e realista, tornando possível assim como o reconhecimento das predecessoras, a detecção de folgas e a identificação das margens de deslocamentos das atividades.

3.3.1.3 Determinação das precedências

Com as atividades identificadas, contemplando a totalidade do escopo e suas devidas durações, o próximo passo consistiu em identificar e definir a sequência lógica responsável por coordenar cada uma delas.

Esta etapa do estudo envolveu estabelecer as ligações que sistematizam e arranjam todos os processos do projeto, de modo a definir os graus de conexões e relações de dependência existentes, determinando os vínculos entre eles, bem como a ordem em que eles ocorrem.

Para tanto, utilizou-se de concepções teóricas descritas no tópico 2.4.3 do Referencial Teórico, para identificar os tipos de dependências lógicas mais adequadas para os serviços e tarefas a serem realizadas, e por fim, de posse delas, desenvolveu-se o chamado Quadro de sequenciamento para registrar as atividades do projeto e suas devidas relações de interdependência, estabelecendo assim, a ordem que coordena todas as atividades de um projeto, de modo a permitir a sua imediata compreensão e verificação, proporcionando a identificação mais eficiente e assertiva de riscos e definições inadequadas.

3.3.1.4 Montagem do Diagrama de Redes

De posse do quadro de sequenciamento, o próximo passo para a construção deste roteiro consistiu na representação gráfica das atividades e suas dependências por meio de um Diagrama de Rede.

Neste momento, não se caracterizou mais a entrada de dados, ou seja, envolveu-se apenas a transformação de todas as informações obtidas para o arranjo em um formato de representação mais visual e simplificado - um diagrama ou malha de flechas/blocos.

Para tal, observou-se nos tópicos 2.4.4.1 e 2.4.4.2 do Referencial Teórico os possíveis métodos utilizados no desenvolvimento de diagramas, objetivando optar pelo que melhor se adaptava a aplicação e composição do objeto do estudo de caso, bem como identificar a metodologia construtiva e as condições essenciais para a sua elaboração, desenvolvendo assim, um importante recurso de organização e visualização das relações de interdependências entre as atividades, de modo a servir de matriz para os processos de identificação do caminho crítico e das folgas do projeto.

3.3.1.5 Identificação do Caminho Crítico

A partir do diagrama de rede, com todas as atividades interligadas sob uma lógica definida, o próximo passo para a construção do estudo de caso consistiu no cálculo da duração total do projeto, isto é, o prazo final do empreendimento, por meio da identificação do Caminho Crítico.

Esta etapa representou o reconhecimento da sequência de atividades que comanda a linha do tempo do projeto, de modo a definir, por meio de cálculos e comparações, o conjunto que em sua abrangência converge para a determinação e definição da duração total.

Para isso, buscou-se a partir dos conceitos de elaboração descritos no tópico 2.4.5 do Referencial Teórico, além do emprego do método, o entendimento de suas principais concepções e diretrizes, obtendo assim, a identificação das atividades base para a determinação do prazo total, bem como uma ferramenta capaz de instantaneamente detectar as folgas e permitir o reconhecimento de problemas na linha do tempo do projeto, minimizando possíveis conflitos e incompatibilidades entre as tarefas e recursos.

3.3.1.6 Geração do Cronograma

O produto final do planejamento é a estrutura conhecida como Cronograma. Assim, para a última etapa do estudo de caso representou-se, por meio da geração de um gráfico de barras, as configurações das premissas definidas ao longo de todo o trabalho.

Nesta etapa caracterizou-se todas as informações e dados obtidos até o momento sobre o escopo do projeto, para organizar e gerar as suas distribuições em um formato de representação mais global, fornecendo uma visão mais holística e instantânea do projeto.

Para isso, buscou-se a partir dos conceitos descritos no tópico 2.4.7 do Referencial Teórico, além da compreensão de suas principais concepções e componentes, o

entendimento de seus preceitos mais básicos, desenvolvendo assim, um recurso capaz de promover maior aptidão em compartilhar informações e tornar as decisões do projeto mais eficazes acerca da alocação de recursos, horários e tarefas.

CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Para a investigação realizada neste trabalho, optou-se em apresentar os dados coletados através da pesquisa pelo emprego da ferramenta de gestão *MS Project*, onde as informações foram dispostas por meio de uma interface gráfica, para facilitar o entendimento e permitir uma visão holística de todo os processos. Segundo o Impacta (2018), o *software* permite representar todas as atividades de um projeto, além de todas as informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

4.1 Etapas de desenvolvimento

4.1.1 Identificação das atividades

Para a obtenção das atividades que integrarão o objeto do planejamento, foram identificadas e organizadas toda a rede de serviços e tarefas a serem desempenhadas, com o objetivo de compor a estrutura organizacional conhecida como Estrutura Analítica do Projeto (EAP).

Para isso, foi realizado o desmembramento dos principais subprodutos do projeto até que estivessem bem definidos e detalhados suficientemente para que se tornassem possíveis de se executar e futuramente monitorar, obtendo assim, a estrutura conforme mostra a Figura 4.1.

	Nome da Tarefa
1	▸ 1 MEZANINO
2	▸ 1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES
3	▸ 1.1.1 Limpeza do local da obra
4	1.1.1.1 Remoção de interferências
5	▸ 1.1.2 Construção do canteiro de obras
6	1.1.2.1 Isolamento e demarcação do local da obra
7	1.1.2.2 Instalação de maquinas de solda e oxicorte

8	1.1.3 Fase preliminar - COMPLETA
9	▀ 1.2 SERVIÇOS ESTRUTURAIS
10	▀ 1.2.1 Pilares
11	1.2.1.1 Corte das peças
12	1.2.1.2 Demarcação, posicionamnto e soldagem das bases
13	1.2.1.3 Montagem da estrutura
14	▀ 1.2.2 Vigas
15	1.2.2.1 Demarcação, posicionamento e corte das peças
16	1.2.2.2 Soldagem e montagem da estrutura
17	▀ 1.2.3 Paredes
18	▀ 1.2.3.1 Externas em painel termoacústico
19	1.2.3.1.1 Corte de paineis
20	1.2.3.1.2 Montagem de paineis
21	▀ 1.2.3.2 Internas em divisórias duratex
22	1.2.3.2.1 Cortar as divisórias
23	1.2.3.2.2 Montagem das divisórias
24	▀ 1.2.4 Piso
25	1.2.4.1 Separação e distribuição das peças sobre a estrutura
26	1.2.4.2 Aparafusamento das peças
27	▀ 1.2.5 Escada
28	1.2.5.1 Corte e dobra das peças
29	1.2.5.2 Soldagem das peças e montagem da escada
30	1.2.6 Fase estrutural - COMPLETA
31	▀ 1.3 SERVIÇOS DE ACABAMENTO
32	▀ 1.3.1 Pilar e vigas
33	1.3.1.1 lixamento da estrutura e aplicação do pintura ante-corrosiva
34	▀ 1.3.2 Cobertura
35	▀ 1.3.2.1 Forro em PVC
36	1.3.2.1.1 Estruturação do forro
37	1.3.2.1.2 Fixação
38	▀ 1.3.3 Piso
39	1.3.3.1 Revestimento laminado
40	▀ 1.3.4 Escada
41	1.3.4.1 Lixamento da estrutura e aplicação de pintura ante-corrosiva
42	1.3.5 Fase de acabamento - COMPLETA
43	▀ 1.4 SERVIÇOS DE FINALIZAÇÃO
44	1.4.1 Limpeza final do local da obra
45	1.4.2 Desmontagem do canteiro de obras
46	1.4.3 Inspeção da obra
47	1.4.4 Confirmação e entrega final da obra
48	1.4.5 Fase final - COMPLETA

Figura 4.1: EAP da construção do projeto *Sala dos Professores*.

Agrupados por níveis de detalhamento e formulados por tipos de serviços, foram obtidos os componentes estruturados em um sistema hierárquico que permite a criação de

uma matriz de trabalho lógica e organizada, cujo formato segue a representação em listagem analítica, o que corresponde ao modelo mais usual em *softwares* de gerenciamento.

Neste momento, os grandes pacotes de trabalho do projeto foram divididos em unidades simplificadas de cada atividade, até um ponto em que o grau de descrição alcançado proporcionasse uma maior facilidade e flexibilidade na condução das etapas. Ademais, com a sua estrutura sistemática e numérica de disposição das atividades foram alinhados os serviços de acordo com as suas categorias de divisão, colocando as tarefas de mesmo nível com o mesmo alinhamento.

Todo este processo de decomposição dos elementos permitiu, segundo Mattos (2010, cap.5, p.69), que as etapas de trabalho fossem agrupadas em famílias correlacionadas e que, principalmente, não fossem criadas atividades em duplicidade ou em sobreposição, proporcionando assim, o desenvolvimento mais eficiente das tarefas do projeto, livre de repetições e falhas por elaboração inadequada.

Vale ressaltar que todas as atividades decompostas para a montagem da EAP foram relacionadas com base em uma ordem lógica e progressiva de associação de ideias e não com base em uma ordem cronológica. Portanto, cada representação das sequências numéricas demonstradas retrata apenas o mecanismo dos relacionamentos entre elas, bem como as interações de umas com as outras.

Diante disso, objetivando a compreensão e condução dos processos de forma mais tangível e a obtenção de um elevado grau de precisão e detalhamento das informações, formulou-se esta estrutura de EAP, cuja apresentação das etapas de trabalho foi dada de maneira clara e objetiva, permitindo assim como a maximização da condução, a simplificação do controle e monitoramento das mesmas.

4.1.2 Definição das durações

Para a avaliação quantitativa dos mais prováveis resultados das durações, foram determinadas as quantidades de tempo que cada atividade definida leva para ser executada.

Para tal, levando em consideração o tempo dos períodos de trabalho essencial para o desempenho integral de cada uma delas, foram atribuídos os dados numéricos da Figura 4.2 para a obtenção dos prazos e dos marcos do projeto:

	Nome da Tarefa	Duração
1	▾ 1 MEZANINO	60,4 dias
2	▾ 1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES	2,8 dias
3	▾ 1.1.1 Limpeza do local da obra	2 dias
4	1.1.1.1 Remoção de interferências	2 dias
5	▾ 1.1.2 Construção do canteiro de obras	2,4 dias
6	1.1.2.1 Isolamento e demarcação do local da obra	2 dias
7	1.1.2.2 Instalação de máquinas de solda e oxicorte	2 dias
8	1.1.3 Fase preliminar - COMPLETA	0 dias
9	▾ 1.2 SERVIÇOS ESTRUTURAIS	34,4 dias
10	▾ 1.2.1 Pilares	6,8 dias
11	1.2.1.1 Corte das peças	2,4 dias
12	1.2.1.2 Demarcação, posicionamento e soldagem das bases	2 dias
13	1.2.1.3 Montagem da estrutura	2 dias
14	▾ 1.2.2 Vigas	7 dias
15	1.2.2.1 Demarcação, posicionamento e corte das peças	2 dias
16	1.2.2.2 Soldagem e montagem da estrutura	5 dias
17	▾ 1.2.3 Paredes	17,6 dias
18	▾ 1.2.3.1 Externas em painel termoacústico	8 dias
19	1.2.3.1.1 Corte de painéis	3 dias
20	1.2.3.1.2 Montagem de painéis	5 dias
21	▾ 1.2.3.2 Internas em divisórias duratex	9,6 dias
22	1.2.3.2.1 Cortar as divisórias	8 dias
23	1.2.3.2.2 Montagem das divisórias	8 dias
24	▾ 1.2.4 Piso	3 dias
25	1.2.4.1 Separação e distribuição das peças sobre a estrutura	2 dias
26	1.2.4.2 Aparafusamento das peças	2 dias
27	▾ 1.2.5 Escada	8 dias
28	1.2.5.1 Corte e dobra das peças	6 dias
29	1.2.5.2 Soldagem das peças e montagem da escada	4 dias
30	1.2.6 Fase estrutural - COMPLETA	0 dias
31	▾ 1.3 SERVIÇOS DE ACABAMENTO	40,2 dias
32	▾ 1.3.1 Pilar e vigas	3 dias
33	1.3.1.1 lixamento da estrutura e aplicação do pintura ante-corrosiva	3 dias
34	▾ 1.3.2 Cobertura	9,6 dias
35	▾ 1.3.2.1 Forro em PVC	9,6 dias
36	1.3.2.1.1 Estruturação do forro	8 dias
37	1.3.2.1.2 Fixação	8 dias
38	▾ 1.3.3 Piso	10 dias
39	1.3.3.1 Revestimento laminado	10 dias
40	▾ 1.3.4 Escada	2 dias
41	1.3.4.1 Lixamento da estrutura e aplicação de pintura ante-corrosiva	2 dias
42	1.3.5 Fase de acabamento - COMPLETA	0 dias

43	1.4 SERVIÇOS DE FINALIZAÇÃO	6,4 dias
44	1.4.1 Limpeza final do local da obra	2 dias
45	1.4.2 Desmontagem do canteiro de obras	2 dias
46	1.4.3 Inspeção da obra	2 dias
47	1.4.4 Confirmação e entrega final da obra	2 dias
48	1.4.5 Fase final - COMPLETA	0 dias

Figura 4.2: EAP da construção do projeto *Sala dos Professores* e suas respectivas durações.

Formulados com base nos métodos de aferição conhecidos como estimativas especializadas e análogas, foram obtidos os elementos quantitativos necessários para implementar e completar cada uma das atividades, mediante análises e estudos aprofundados de documentos, arquivos e registros de projetos anteriormente executados – obtidos por meio de trabalhos desenvolvidos durante o período de estágio supervisionado, pela empresa Projeta Consultoria e Serviços Ltda.

Neste momento, as análises das informações do escopo, os tipos de recursos necessários, assim como as quantidades de recursos estimadas a serem utilizadas foram a base de todo o processo de atribuição das durações, simbolizando os três pontos cruciais para a identificação dos quantitativos. Assim, para este estudo de caso, por motivos de simplificação dos processos, inicialmente designou-se para a tarefa um quadro de funcionários constituído por dois montadores, dois ajudantes e um encarregado, para então em função da equipe selecionada, serem atribuídas as devidas durações de forma individualmente e unicamente pensada para garantir o total desempenho dos serviços e o atendimento a todas as demandas.

Todo este processo permitiu que todas as atividades a serem desenvolvidas fossem estimadas com base em parâmetros confiáveis de pesquisa, de modo a obter uma aferição mais assertiva e realista dos períodos de trabalho, uma vez que se guiou por conhecimentos contidos em projetos similares que nada mais são que modelos reais de aplicação, permitindo assim, segundo Duarte (2015), “uma chance maior de completar o projeto dentro do prazo, mas também oferecer meios e mecanismos de realizar o trabalho de forma sustentável”.

É importante mencionar, entretanto, que os dados obtidos não possuem uma precisão exata. Os mesmos por terem sido retirados de obras similares, mas que em contrapartida, tinham diferentes condições de trabalho – quantidades de recursos alocados, horas

trabalhadas, características particulares do ambiente, etc –, acabam por não poder garantir que equipes diferentes tenham as mesmas produtividades, entretanto, consegue prover uma boa aproximação das parcelas de tempo que serão necessárias durante toda a condução do projeto, reduzindo as incertezas e as margens de erro.

Outro aspecto que vale ser ressaltado nesta etapa é que as durações atribuídas foram baseadas em um sistema que reflete o respeito de forma íntegra a natureza e necessidades dos processos, ao invés de priorizar o prazo final ou a necessidade hoje primária por velocidade de execução e mínima duração. Dessa forma, foram fornecidos dados confiáveis e efetivos apenas quanto ao período essencial para o desenvolvimento completo das atividades, necessitando, em casos onde estes fatores são aspectos primordiais e os resultados obtidos não forem atrativos, a reanálise e reavaliação de um possível aumento de recursos para a então redução do tempo final de projeto. Para Mattos (2010, cap. 6, p.75), “o ideal é que cada atividade seja tratada individualmente, com as durações calculadas de forma isenta”.

Diante disso, para definir com máxima precisão as possibilidades de uma duração, esta etapa do planejamento foi meticulosamente desenvolvida para que as atividades ocorressem de acordo com o prazo estipulado, levando em consideração a realidade das tecnologias e metodologias construtivas mais viáveis disponíveis para a realização do projeto.

4.1.3 Determinação das precedências

Para identificar e documentar os relacionamentos existentes entre as atividades definidas, foram desenvolvidas e registradas as sequências lógicas que coordenam cada processo em uma estrutura conhecida como Quadro de sequenciamento.

Para tanto, foram definidos todos os graus de conexões e relações de dependência, conforme mostra a Figura 4.3, afim de sistematizar e ordenar o início e fim de cada uma delas.

	Nome da Tarefa	Duração	Predecessor
1	1 MEZANINO	60,4 dias	
2	1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES	2,8 dias	
3	1.1.1 Limpeza do local da obra	2 dias	
4	1.1.1.1 Remoção de interferências	2 dias	
5	1.1.2 Construção do canteiro de obras	2,4 dias	
6	1.1.2.1 Isolamento e demarcação do local da obra	2 dias	4II+20%
7	1.1.2.2 Instalação de máquinas de solda e oxicorte	2 dias	6II+20%
8	1.1.3 Fase preliminar - COMPLETA	0 dias	7
9	1.2 SERVIÇOS ESTRUTURAIS	34,4 dias	
10	1.2.1 Pilares	6,8 dias	
11	1.2.1.1 Corte das peças	2,4 dias	
12	1.2.1.2 Demarcação, posicionamento e soldagem das bases	2 dias	8;11
13	1.2.1.3 Montagem da estrutura	2 dias	12
14	1.2.2 Vigas	7 dias	
15	1.2.2.1 Demarcação, posicionamento e corte das peças	2 dias	13
16	1.2.2.2 Soldagem e montagem da estrutura	5 dias	15
17	1.2.3 Paredes	17,6 dias	
18	1.2.3.1 Externas em painel termoacústico	8 dias	
19	1.2.3.1.1 Corte de painéis	3 dias	33
20	1.2.3.1.2 Montagem de painéis	5 dias	26;19
21	1.2.3.2 Internas em divisórias duratex	9,6 dias	
22	1.2.3.2.1 Cortar as divisórias	8 dias	20
23	1.2.3.2.2 Montagem das divisórias	8 dias	22II+20%
24	1.2.4 Piso	3 dias	
25	1.2.4.1 Separação e distribuição das peças sobre a estrutura	2 dias	33
26	1.2.4.2 Aparafusamento das peças	2 dias	25II+50%
27	1.2.5 Escada	8 dias	
28	1.2.5.1 Corte e dobra das peças	6 dias	20
29	1.2.5.2 Soldagem das peças e montagem da escada	4 dias	28II+50%
30	1.2.6 Fase estrutural - COMPLETA	0 dias	23
31	1.3 SERVIÇOS DE ACABAMENTO	40,2 dias	
32	1.3.1 Pilar e vigas	3 dias	
33	1.3.1.1 lixamento da estrutura e aplicação do pintura ante-corrosiva	3 dias	16
34	1.3.2 Cobertura	9,6 dias	
35	1.3.2.1 Forro em PVC	9,6 dias	
36	1.3.2.1.1 Estruturação do forro	8 dias	23
37	1.3.2.1.2 Fixação	8 dias	36II+20%
38	1.3.3 Piso	10 dias	
39	1.3.3.1 Revestimento laminado	10 dias	37
40	1.3.4 Escada	2 dias	
41	1.3.4.1 Lixamento da estrutura e aplicação de pintura ante-corrosiva	2 dias	29
42	1.3.5 Fase de acabamento - COMPLETA	0 dias	39;41
43	1.4 SERVIÇOS DE FINALIZAÇÃO	6,4 dias	
44	1.4.1 Limpeza final do local da obra	2 dias	42
45	1.4.2 Desmontagem do canteiro de obras	2 dias	44II+20%
46	1.4.3 Inspeção da obra	2 dias	45
47	1.4.4 Confirmação e entrega final da obra	2 dias	46
48	1.4.5 Fase final - COMPLETA	0 dias	47

Figura 4.3: Quadro de sequenciamento do projeto *Sala dos Professores*.

Estruturados em termo de predecessoras, obteve-se um quadro capaz de demonstrar uma linha de raciocínio para cada relação de interdependência, produzindo um sistema que vincula e organiza todas as informações do projeto para a melhor compreensão e coordenação dos sequenciamentos.

Neste momento, todas as ligações foram atribuídas atendendo aos tipos e necessidades de cada atividade, de modo a identificar os tipos de dependências mais adequadas a partir das melhores lógicas construtivas disponíveis. Assim, considerou-se além dos tempos e recursos, todos os processos práticos e desafios envolvidos.

Todo este processo, segundo o Universo Projeto (2014), permitiu com que se criasse uma ferramenta versátil de planejamento, proporcionando durante a composição do cronograma a capacidade de fornecer informações suficientemente capazes de aderir a alterações necessárias ou a um replanejamento.

Um aspecto importante a ser ressaltado foi a preocupação com a possível presença de atividades sem dependências definidas ou em circularidade, pois segundo Mattos (2010, cap.7, p.101), é muito comum que se passem despercebidas algumas inadequações em meio a toda rede de um projeto. Por esta razão, foram tomados os devidos cuidado para que a identificação previa de atividades deslocadas pudessem evitar distorções e controlar os efeitos gerados.

Assim, para obter o máximo de competência entre as ligações, dada as características e restrições das atividades, foi desenvolvido este quadro de sequenciamento, a fim de admitir além do desenvolvimento de um cronograma plausível e exequível, uma sequência executiva coerente, realista e alcançável, portanto, permitindo evitar assim como a geração de atrasos e folgas, a alteração dos prazos finais do projeto.

4.1.4 Montagem do Diagrama de Rede

Para obter a representação das atividades definidas em conjunto a configuração em que elas interagem entre si, foi desenvolvido um recurso de organização e visualização das relações de interdependências conhecido como Diagrama de Rede.

Para tal, transformou-se as informações obtidas para um formato sistemático onde tudo pudesse estar amarrado entre si, de modo a facilitar a reprodução total da rede, assim como entendimento da linha do tempo do projeto, obtendo assim, a estrutura contida no Apêndice A.

Formulado por meio do Método do Diagrama de Blocos, também conhecido pela sigla PDM (*Precedence Diagramming Method*), obteve-se o arranjo das atividades e suas ligações de dependências retratadas por blocos e flechas respectivamente, descrevendo de maneira estratégica todo o sistema de integração e retratando toda a lógica de execução do projeto.

Neste momento, as informações foram checadas e estruturadas para contemplar todo o sistema de comunicação das atividades, de modo a produzir uma rede coerente e simplificada de todas as etapas de produção do projeto.

Todo este processo, segundo Mattos (2010, cap.4, p.50) e Camargo (2018), permitiu com que se criasse uma estrutura capaz de oferecer um sistema para revisão e controle das atividades, de modo a proporcionar além da identificação clara dos seus inter-relacionamentos, o entendimento do projeto como um fluxo de trabalho, facilitando o gerenciamento do desempenho da produtividade, ao mesmo tempo que possibilita a identificação de possíveis riscos e atrasos.

Vale ressaltar a preocupação em evitar que erros de traçado ou uma rede desordenada compromettesse toda a lógica de interpretação do projeto, incorrendo em estrutura incoerente e desconexa. Portanto, atentou-se em obter a melhor disposição possível para a distribuição dos blocos e flechas, proporcionando o máximo de simetria e conformidade no diagrama.

Da mesma forma, preocupou-se em gerar uma estrutura suficientemente flexível que se adaptasse a necessidade de recorrentes modificações, sendo tomados os devidos cuidados para evitar que a falta de versatilidade da rede afetasse os processos de planejamento.

Assim, para obter um recurso capaz de fornecer a representação gráfica das atividades e suas dependências, com máxima eficiência e desempenho, foi desenvolvido

este Diagrama de rede, a fim de viabilizar um controle efetivo mais direto sobre os prazos e atividades do projeto, bem como gerar uma ferramenta confiável para a análise de alternativas e o estudo de simulações, portanto, promovendo maior simplificação dos processos de gerenciamento, assim como a dinamização do trabalho de todo o empreendimento.

4.1.5 Identificação do Caminho Crítico

Para obter o prazo final do empreendimento, isto é, a duração total do projeto, desenvolveu-se uma estrutura conhecida como Caminho Crítico.

Para tal, identificou-se a sequência de atividades que comanda a linha do tempo do projeto, por meio de cálculos e comparações do tempo, de modo a definir o conjunto que em sua abrangência converge para a sua definição, obtendo assim, a estrutura conforme demonstra o Apêndice B.

Desenvolvida por base da estrutura resultante do Diagrama de rede, obteve-se o grupo de atividades cuja execução tem de acontecer obrigatoriamente na data calculada, de modo a se ter conhecimento de quais são as tarefas que demandam atenção redobrada. Ademais, foram detectadas as folgas dos trabalhos não críticos, proporcionando maior autonomia para fazer adequações dos prazos para que tudo possa ser entregue sem comprometer a qualidade.

Nesse momento, a aferição dos cálculos e o registro dos tempos na rede envolveram a análise das estimativas de cada duração, bem como o estudo sobre os pontos cruciais para um bom desempenho das atividades do planejamento, como por exemplo, o reconhecimento da margem que as tarefas têm para se deslocar e propiciar a compensação dos prazos ou a identificação de possíveis impactos na realização dos serviços.

Todo esse processo, de acordo com Mattos (2010, cap.9, p.153) e Espinha (2018), permitiu a identificação do grupo de atividades que governa o percurso principal do projeto, dando espaço para a identificação de perturbações na linha do tempo (pontos de tensão na rede), ao mesmo tempo que viabiliza a minimização de divergências e

incompatibilidade entre as tarefas e recursos. Portanto, possibilitou garantir o desenvolvimento das atividades, bem como maximizar o entendimento e acompanhamento de suas informações.

Um aspecto importante a ser observado, é que por ser justamente uma sequência que define o prazo de realização de um projeto, o caminho seguro não conta com flexibilidade temporal (folga) e, se não for atingido exatamente no tempo estipulado, atrasará o empreendimento em toda sua extensão. Assim, foi necessário o estudo minucioso das definições atribuídas, para que um atraso nele não fatalmente represente um atraso no desenvolvimento das atividades, ou principalmente, no prazo final.

Outro ponto importante, ao se tratar dos cálculos, é que o prazo para a conclusão do empreendimento não se encontrava pré-estabelecido. Dessa forma, sem que houvesse um prazo imposto, considerou-se que a durações das atividades continuariam a corresponder de forma íntegra a natureza e necessidades dos processos e, por conseguinte, o caminho crítico.

Diante disso, levando em consideração a busca por melhores projeções dos trabalhos, uma ampla administração dos recursos, bem como também a programação mais exata e realista dos custos que deverão ser investidos, formulou-se esta ferramenta de gestão, que é umas das práticas mais eficientes para o controle da qualidade e do desempenho da produção, permitindo assim, lidar com os prazos do projeto e acompanhar a evolução das atividades.

4.1.6 Geração do Cronograma

Para a aquisição do produto final do planejamento, obteve-se, por meio da geração de um gráfico de barras, mais conhecido como Cronograma de Gantt, a representação das configurações das premissas definidas ao longo de todo o trabalho.

Para isso, transformou-se as informações obtidas através das etapas anteriores em um formato de representação mais visual e simplificado, como mostra o Apêndice C e D, para

organizar e gerar as suas distribuições, de modo a fornecer uma visão mais holística e instantânea do projeto.

Nesse momento, a representação do desenvolvimento das atividades em relação a sua linha do tempo foi concentrada em efetivar um controle mais legítimo do trabalho, além de garantir que todos os esforços estivessem direcionados para que as entregas pudessem ser realizadas dentro dos prazos e com as especificações desejadas.

Todo esse processo permitiu, de acordo com Duhommet (2016), uma maior aptidão em compartilhar as informações e tornar as decisões do projeto mais ágeis e eficazes. Além disso, proporcionou maior capacidade de acompanhamento do desempenho dos serviços e do monitoramento da produtividade de toda a equipe. Assim, possibilitou-se o aumento da eficiência na performance da execução, bem como a redução de riscos e imprevistos.

É importante mencionar que é por meio do cronograma que se torna possível, segundo o Project Builder (2017), mensurar como está a produtividade do time, assim como identificar se sua equipe está com a carga de trabalho adequada ou se há realmente a necessidade de intervir e agregar novos colaboradores. Dessa forma, buscou-se evitar que potenciais inadequações, como picos de recursos ou má distribuição dos mesmos, comprometessem toda a ferramenta, de modo que se transformasse em um recurso obsoleto e sem aplicabilidade prática.

Neste cenário, visando promover um controle assertivo e uma otimização do desenvolvimento dos atividades, desenvolveu-se este cronograma, para apresenta de maneira simplista a posição relativa das atividades ao longo do tempo, para assim, tornar-se possível de extrair melhor as informações do projeto, além de permitir a obtenção de um quadro geral das tarefas e um entendimento estratégico de todos processos, portanto, permitindo planejar, monitorar e controlar com excelência todos os serviços que envolvem a construção de uma edificação, de modo produzir, segundo Mattos (2010, cap.11, p.202 e 202) uma ferramenta visualmente mais atraente e fácil de ser lida.

CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo do conceito dado por Oliveira (1991) que define o planejamento como um processo cujo objetivo é estipular um propósito desejado e os meios para torna-los realidade, elaborou-se neste trabalho de conclusão de curso um estudo de caso que destinou-se a analisar e interpretar as definições de escopo de um empreendimento, identificar e caracterizar os seus processos constituintes, conceber um plano de ação claro e preciso, para enfim levantar as medidas necessárias para o alcance de suas metas e objetivos. Todas estas etapas tinham o intuito de proporcionar a elaboração da proposta de planejamento do empreendimento *Sala dos Professores*, uma edificação em estrutura metálica situada no Núcleo Tecnológico de Engenharia (NUTENGE) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), de modo a atender o objetivo geral e os objetivos específicos propostos pelo trabalho.

Uma vez que foram realizadas pesquisas baseadas em várias fontes bibliográficas, assim como modelos reais de aplicações e desses foram retirados os conceitos fundamentais para desenvolver o estudo de caso, conquistaram-se os principais objetivos do trabalho: a elaboração do planejamento e o fornecimento de um modelo prático para servir de molde na construção de novos projetos. Ademais, ao passo que foram tratadas concepções teóricas acerca do planejamento e exibido uma metodologia construtiva em relação a constituição de seus recursos essenciais, como diagramas, cálculos e tabelas – os quais foram utilizadas como percurso metodológico para a composição do estudo –, obtiveram-se também os objetivos secundários: abordar os conceitos a respeito do planejamento, bem como um roteiro para a sua elaboração.

Assim, com o desenvolvimento deste trabalho, pode-se observar como a estruturação desta ferramenta obteve extrema relevância para o desempenho do projeto, pois consiste em um recurso que permitiu além da ampla administração dos mesmos, a possibilidade de aprimoramento da eficiência dos processos de produção, bem como propicia o estudo mais detalhado de análises de decisões e alternativas para o controle da obra. Dessa forma, proporcionou-se, através das práticas desenvolvidas neste estudo, um modelo real de planejamento para os pesquisadores e acadêmicos que possuem o intuito de se aprofundar

e até mesmo aplicar estas práticas de gerenciamento, fornecendo um excelente instrumento de elaboração, manipulação e acompanhamento de projetos.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

A fim de contribuir para a continuidade deste trabalho e incentivar o desenvolvimento de novos estudos no âmbito do planejamento de projetos, definiu-se uma série de temas e proposições como forma de sugestões para trabalhos futuros, das quais pode-se citar:

- Apresentar e desenvolver novas metodologias de elaboração de planejamentos de projetos, com intuito de promover um meio comparativo entre os modelos, relacionando-os por meio de fatores, como as características peculiares de cada processo e as principais vantagens e desvantagens encontradas;
- Aplicar técnicas de monitoramento e controle de projetos, visando o desenvolvimento de uma plataforma de análise e verificação do desempenho dos processos, para assegurar a eficiência e produtividade das etapas de produção;
- Identificar novas tecnologias que possam vir a beneficiar os processos de planejamento, na perspectiva de contribuir para a redução dos prazos de execução e custos de produção.

REFERÊNCIAS

_____. ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 5670. **Seleção e contratação de serviços e obras de engenharia e arquitetura de natureza privada**. Rio de Janeiro, 1997. 19p.

ALVES, T.C.L. **Diretrizes para gestão de fluxos físicos em canteiros de obras, proposta baseada em estudos de casos**. 2000. 152p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ANDRADE, F. F. **O método de melhorias PDCA**. 2003. 169 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANDRADE, L. **Melhore sua gestão imediatamente: aprenda como fazer PDCA passo a passo**. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/metodologias/como-fazer-pdca-passo-a-passo/>. Acesso em: 25 set. 2018.

_____. ASBEA (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura). **Manual de Contratação de Serviços de Arquitetura e Urbanismo**. São Paulo: PINI, 1992. 107p.

_____. AQCNOTES. (2017). **Work Breakdown Structure (WBS)**. Disponível em: <http://acqnotes.com/acqnote/careerfields/work-breakdown-structure>. Acesso em: 23 mar. 2018.

BALLARD, G.; HOWELL, G. What Kind of Production is Construction? **In**: Conference of the International Group for Lean Construction, 1998, Guarujá. p.17-24.

BARROS, A. J. S; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica**. 2ª ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 310 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

BENNETT, J.; GRAY, C.; HUGES, W. **The successful management of design**. Centre for strategic studies in construction, University of Reading, 1994, 100p.

CAMARGO, R. (2018). **Diagrama de rede na gestão de projetos**. Disponível em: <https://robsoncamargo.com.br/blog/Diagrama-de-rede-na-gestao-de-projetos>. Acesso em: 15 de jun, 2018.

CAMBIAGHI, H. Projeto e obra no caminho da qualidade. **In: Obra, Planejamento & Construção**, n. 37, p.10-12, 1992.

CAMPOS, L.F.R. **Gestão de Projetos**. Paraná: e-Tec Brasil, 2012. cap. 1, p.16.

CARVALHO, L.F. (2016). **7 Dicas essenciais para um cronograma confiável**. Disponível em: <http://blog.aevo.com.br/7-dicas-essenciais-para-um-cronograma-confiavel/>. Acesso em 10 out. 2018.

CLEMENTE, F (2007). **Pesquisa qualitativa, exploratória e fenomenológica: Alguns conceitos básicos. Sítio Administradores**. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/pesquisa-qualitativa-exploratoria-e-fenomenologica-alguns-conceitos-basicos/14316/>. Acesso em: 12 março, 2018.

COIMBRA. (2012). **Planejamento: estimar as durações das atividades**. Disponível em: <https://projetoseti.com.br/planejamento-estimar-as-duracoes-das-atividades-cronograma/>. Acesso em: 23 abr. 2018.

COUTINHO, M. (2010). **Diagrama de rede e cronograma**. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/mcprotecnologia/mcpro-website-diagramarede>. Acesso em: 26 mai. 2018.

DAYCHOUM, M. **Gerência de Projetos: programa delegacia legal**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005. Parte III – cap 1, p.34.

_____. DAMALE. **Forro de PVC**. Disponível em: <http://www.damale.com.br/acessorios/forro-de-pvc/>. Acesso em: 16 abr. 2018.

_____. DECORLIT. **Painel Wall Wood**. Disponível em: <http://www.decorlit.com.br/painel-wall-wood.html>. Acesso em: 10 mar. 2018.

_____. DEVMEDIA. **PMBOK: como estimar a atividade de um projeto**. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/pmbok-como-estimar-a-atividade-de-um-projeto/28801>. Acesso em: 23 abr. 2018.

DINSMORE, P.C. **Gerência de programas e projetos**. 1ª ed. São Paulo: Pini, 1992. 176p.

DUARTE, D.T. **Gerenciamento de Projetos baseado no PMBOK – Gerenciamento do Tempo do Projeto – Parte 4.2**. Disponível em: <http://linksinerгия.com.br/2015/04/27/gerenciamento-de->

projetos-baseado-no-pmbok-gerenciamento-do-tempo-do-projeto-parte-4-2/. Acesso em: 23 abr. 2018.

DUARTE, D.T. **Gerenciamento de Projetos baseado no PMBOK – Gerenciamento do Tempo do Projeto – Parte 6.2.** Disponível em: <http://linksinergia.com.br/2015/05/25/gerenciamento-de-projetos-baseado-no-pmbok-gerenciamento-do-tempo-do-projeto-parte-6-2/>. Acesso em: 23 abr. 2018.

DUARTE, D.T. **Gerenciamento de Projetos baseado no PMBOK – Gerenciamento do Tempo do Projeto – Parte 7.3.** Disponível em: <http://linksinergia.com.br/2015/06/29/gerenciamento-de-projetos-baseado-no-pmbok-gerenciamento-do-tempo-do-projeto-parte-7-3/>. Acesso em: 12 nov. 2018.

DUARTE, J. (2015). **Como estimar as atividades do projeto – Técnicas básicas do planejamento.** Disponível em: <https://www.gp4us.com.br/como-estimar-atividades/>. Acesso em: 9 out. 2018.

DUHOMMET, L. (2016). **Como automatizar um cronograma de Gantt com o Elegantt e o Trello.** Disponível em: <https://blog.trello.com/br/cronograma-de-gantt>. Acesso em: 10 out. 2018.

_____. ENAGO. 2014. **Pesquisa Teórica vs. Pesquisa Empírica.** Disponível em: <http://www.enago.com.br/blog/pesquisa-teorica-vs-pesquisa-empirica/>. Acesso em: 21 nov. 2018.

ESPINHA, R. G. (2017). **Ciclo de Vida de Projetos.** Disponível em: <http://artia.com/blog/ciclo-de-vida-de-projetos/>. Acesso em: 16 mar. 2018.

ESPINHA, R.G. **Método do caminho crítico: como utilizá-lo na gestão de projetos?.** Disponível em: <https://artia.com/blog/metodo-do-caminho-critico/>. Acesso em: 16 mar. 2018.

ESPINHA, R. G. (2016). **4 técnicas eficazes para estimar tempo de trabalho dentro de um projeto.** Disponível em: <https://artia.com/blog/4-tecnicas-eficazes-para-estimar-tempo-de-trabalho-dentro-de-um-projeto/>. Acesso em: 23 abr. 2018.

ESPINHA, R.G. **5 passos para fazer um cronograma de projeto ideal.** Disponível em: <https://artia.com/blog/5-passos-para-fazer-um-cronograma-de-projeto-ideal/>. Acesso em 10 out. 2018.

_____. EVEN3. **Entenda a diferença entre pesquisa exploratória, descritiva e explicativa.** Disponível em: <https://blog.even3.com.br/pesquisas-exploratoria-descritiva-e-explicativa/>. Acesso em: 12 março, 2018.

_____. **EVISOS**. Disponível em: <http://diadema-city-2.evisos.com.br/divisoria-usada-r-3500-m2-montado-011-2805-id-212513>. Acesso em 21 mar. 2018.

FAGUNDES, T.P. **Planejamento de obra: Estudo de Caso Edificação Residencial de Multipavimentos em Brasília**. 2013. 85 p. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicada – FATECS – UniCEUB, Brasília.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1988.

FILHO, A. G. N.; ANDRADE, B. D. S. **Planejamento e controle em obras verticais**. 2010. 82 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil - CCET, UNAMA, Belém.

FORMOSO, C. T.; HIROTA, E.; SAFFARO, F.; SILVA, M. A. **Estimativas de Custos de Obras de Edificação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Caderno técnico do curso de pós-graduação em Engenharia Civil, 1999.

GIL, A. C. **Método e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008.

_____. **GLOBALSEG**. (2018). **Planejamento operacional: o que é e qual sua importância**. Disponível em: <http://www.globalsegmg.com.br/planejamento-operacional-o-que-e-e-qual-sua-importancia/>. Acesso em: 3 out. 2018.

_____. **GOOGLE MAPS – NUTENGE – UEMA**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/NUTENGE+-+UEMA+-+Cidade+Universit%C3%A1ria+Paulo+VI+%E2%80%93+Caixa+Postal+09+-+S%C3%A3o+Cristovao,+S%C3%A3o+Lu%C3%ADs+-+MA/@-2.5831603,-44.2109908,345m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x7f69a8aae933417:0xb953f6a202d891b5!8m2!3d-2.5829981!4d-44.2103496?dcr=0>. Acesso em: 08 fev. 2018.

_____. **IMPACTA**. **Microsoft Project na gestão de projetos: como usar**. Disponível em: <http://www.impacta.com.br/blog/2017/11/29/microsoft-project-gestao-de-projetos-como-usar/>. Acesso em: 7 mai, 2018.

_____. **INOVEDIVISORIAS**. **Forro PVC**. Disponível em: <http://www.inovedivisorias.com.br/produtos/pvc-2/>. Acesso em: 16 abr. 2018.

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de Orçamento com o Planejamento do Processo de Trabalho para Obras de Edificações**. 2003. 122 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Is Construction Planning Really Doing its Job?** A Critical Examination of Focus, Role and Process. *Construction Management and Economics*, v.5, n.3, p. 243-266, Londres. 1987.

LAWSON, B. **How Designers Think. The design process demystified.** 4ª ed. The Architectural Press, London, 1980. 334p.

LEUSIN, S. O Gerenciamento de Projetos de Edifícios: fator de eficiência para a construção leve no Brasil. **In:** Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 1995.

_____. **LOJA7CONSTRUÇÃO. Paineis Wall.** Disponível em: <http://loja7construcao.com.br/produto/painel-wall-120-x-250-x-23mm/>. Acesso em: 19 mar. 2018.

MATTOS, A.D. **Planejamento e controle de obras.** 1ª ed. São Paulo: Pini, 2010. 420p.

MENDES JUNIOR, R. **Programação de edifícios de múltiplos pavimentos.** 1999. 252p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de produção – Universidade de Santa Catarina, Santa Catarina.

_____. **MEUPRECON. 2016. Piso vinílico ou laminado? 6 dicas para você acertar na escolha.** Disponível em: <http://www.meuprecon.com.br/blog/piso-vinilico-ou-laminado-6-dicas-para-voce-acertar-na-escolha/>. Acesso em: 16 abr. 2018.

MICHEL, M. H. **Metodologia e Pesquisa Científica em Ciências Sociais.** 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2005. 138p.

MONTES, E. (2018). **Escopo.** Disponível em: <https://escritoriodeprojetos.com.br/escopo>. Acesso em: 05 abr. 2018.

NEI, D. (2013). **Diagramas de Rede.** Disponível em: <http://papogp.com/2013/10/diagramas-de-rede/>. Acesso em: 24 mai. 2018.

NOVAIS, S. G. **Aplicação de ferramentas para o aumento da transparência no processo de planejamento e controle de obra na construção civil.** 2000. 100p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

NUNAN, D. **Research methods in language learning.** 1ª ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 261p.

OLIVEIRA, A.B.; CHIARI, R. (2015). **Fundamentos em Gerenciamento de Projetos: baseado no PMBOK 5ª ed.** COMMUNIT. Disponível em: <https://amaurooliveira.files.wordpress.com/2015/11/fundamentos-em-gerenciamento-de-projetos.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

OLIVEIRA, D. P. R. **Estratégia empresarial: Uma abordagem empreendedora.** 2º ed. São Paulo: SP. Atlas. 1991. 381p.

OLIVEIRA, E. **Estudo de caso.** Disponível em: <https://www.infoescola.com/sociedade/estudo-de-caso/>. Acesso em: 12 março, 2018.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa.** 7ª ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2016. 232p.

_____. **PAINELWALL. Mezaninos.** Disponível em: <http://www.painelwall.com.br/portal/aplicacoes/2-mezaninos>. Acesso em: 19 março. 2018.

PERALTA, A.C. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte.** 2002. 133p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

PEROVANO, A. G. **Manual de metodologia científica: para a segurança pública e defesa social.** 1ª ed. Curitiba: Juruá Editora, 2014. 230p.

PIRES, D. L. **Aplicação de Técnicas de Controle e Planejamento em Edificações.** 2014. 59p. Monografia (Especialização) – Curso de Gerenciamento de Obras – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PIOVESAN, A; TEMPORINI, E. R (1995). **Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública.** Disponível em: http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0034-89101995000400010&script=sci_arttext&tIng=. Acesso em: 12 março, 2018.

_____. **PMBOK. A Guide to the Project Management Body of Knowledge.** 6ª ed. Pensilvania: PMI, 2018. 756p.

_____. **PROJECT BUILDER. (2017). Caminho crítico do projeto: saiba quando e como utilizar.** Disponível em: <https://www.projectbuilder.com.br/blog/caminho-critico-do-projeto-saiba-quando-e-como-utilizar/>. Acesso em: 24 set. 2018.

_____. PROJECTBUILDER. (2017). **Como definir o escopo do projeto? 4 processos de entrada fundamentais.** Disponível em: <https://www.projectbuilder.com.br/blog/como-definir-o-escopo-do-projeto-4-processos-de-entrada-fundamentais/>. Acesso em: 10 abr. 2018.

_____. PROJECT BUILDER. (2017). **Como fazer um bom cronograma de projeto?.** Disponível em: <https://www.projectbuilder.com.br/blog/como-fazer-um-bom-cronograma-de-projeto/>. Acesso em: 10 out. 2018.

_____. PROJECT BUILDER. (2018). **Introdução ao Método do Caminho Crítico de um projeto.** Disponível em: <https://www.projectbuilder.com.br/blog/metodo-do-caminho-critico-do-projeto/>. Acesso em: 24 set. 2018.

REZENDE, F. (2014). **Visão geral da arquitetura de bog data.** Disponível em: <http://www.gestaoporprocessos.com.br/visao-geral-da-arquitetura-de-big-data/>. Acesso em: 7 abr. 2018.

RODRIGUES, E. **Como definir os Marcos / Milestones de um projeto.** Disponível em: <https://www.elirodrigues.com/como-definir-marcos-milestones-de-um-projeto/>. Acesso em: 10 out. 2018.

RODRIGUES, E. **Ms Project – Telas.** Disponível em: <https://www.elirodrigues.com/ms-project-conceitos-e-terminos/project-telas/>. Acesso em: 22 out. 2018.

RODRIGUES, D.M. (2016). **Estimar as durações das atividades – parte 1.** Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/estimar-dura%C3%A7%C3%B5es-das-atividades-parte-1-diego-mendes-rodriques>. Acesso em: 23 abr. 2018.

ROLL-HANSEN, N (2009). **Why the distinction between basic (theoretical) and applied (practical) research is important in the politics of science.** Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/62f0/dced123c24c7bc89b7d0d72bfcf885634a43.pdf>. Acesso em: 12 março, 2018.

_____. RTC. **Cobertura em Telha Termoacústica Sanduíche.** Disponível em: <http://www.rtcdecor.com.br/produtos/cobertura-em-telha-termoacustica-sanduiche/>. Acesso em: 19 março. 2018.

SANTOS, R. (2012). **Visualizando desvios no cronograma.** Disponível em: <http://www.rafael-santos.net/2012/09/visualizando-desvios-no-cronograma.html>. Acesso em: 08 fev. 2018.

SANVICENTE, A.Z.; SANTOS, C.C. **Orçamento na Administração de Empresas: planejamento e controle.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1983. 224p.

SEJZER, R. (2017). **As sete novas ferramentas da qualidade.** Disponível em: <https://qualityway.wordpress.com/2017/03/03/as-7-novas-ferramentas-da-qualidade-por-raul-sejzer/>. Acesso em 28 maio. 2018.

SILVA, D. (2015). **Gestão de projetos: usando o diagrama de redes para gerenciar o tempo.** Disponível em: <http://www.blogdaqualidade.com.br/gestao-de-projetos-usando-o-diagrama-de-redes-para-gerenciar-o-tempo/>. Acesso em: 21 mai. 2018.

SILVA, R. A. L. M. **Gestão de projetos aplicados a construção civil.** 2010. 58p. Monografia (Graduação) – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** 4ª ed. Florianópolis: UFSC , 2005. 138p.

STONNER, R. (2013). O conceito de folgas no planejamento. Disponível em: <https://blogtek.com.br/o-conceito-de-folgas-no-planejamento/>. Acesso em: 21 nov. 2018.

STONNER, R. **Ferramentas de Planejamento: Utilizando o Ms Project para gerenciar empreendimentos.** 1ª ed. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais Ltda., 2001. chap. 1, p.14-15.

STROHAECKER, A. **APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE OBRA:** Estudo de Caso: Recuperação do Cronograma de Implantação de um Edifício Comercial no município de Teutônia/RS. 2017. 92 p. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil – Univates, Lajeado.

_____. THE STANDISH GROUP INTERNATIONAL. **Chaos Summary 2009.** Disponível em: <http://www.standishgroup.com/>. Acesso em: 15 nov. 2017.

_____. UNIVERSOPROJETO (2014). **Relacionamentos entre atividades: método do diagrama de dependência.** Disponível em: <https://universoprojeto.wordpress.com/tag/sequenciamento-de-atividades/>. Acesso em: 18 mai. 2018.

VALERIANO, D.L. **Gerência em Projetos – Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia.** 1ª ed. São Paulo: Makron Books. 1998. 464p.

VENÂNCIO, J. (2017). **EAP e cronograma de projetos**: entenda a diferença e aumente sua produtividade. Disponível em: <http://artia.com/blog/eap-e-cronograma-de-projetos-entenda-a-diferenca-e-aumente-sua-productividade/>. Acesso em: 7 abr. 2018.

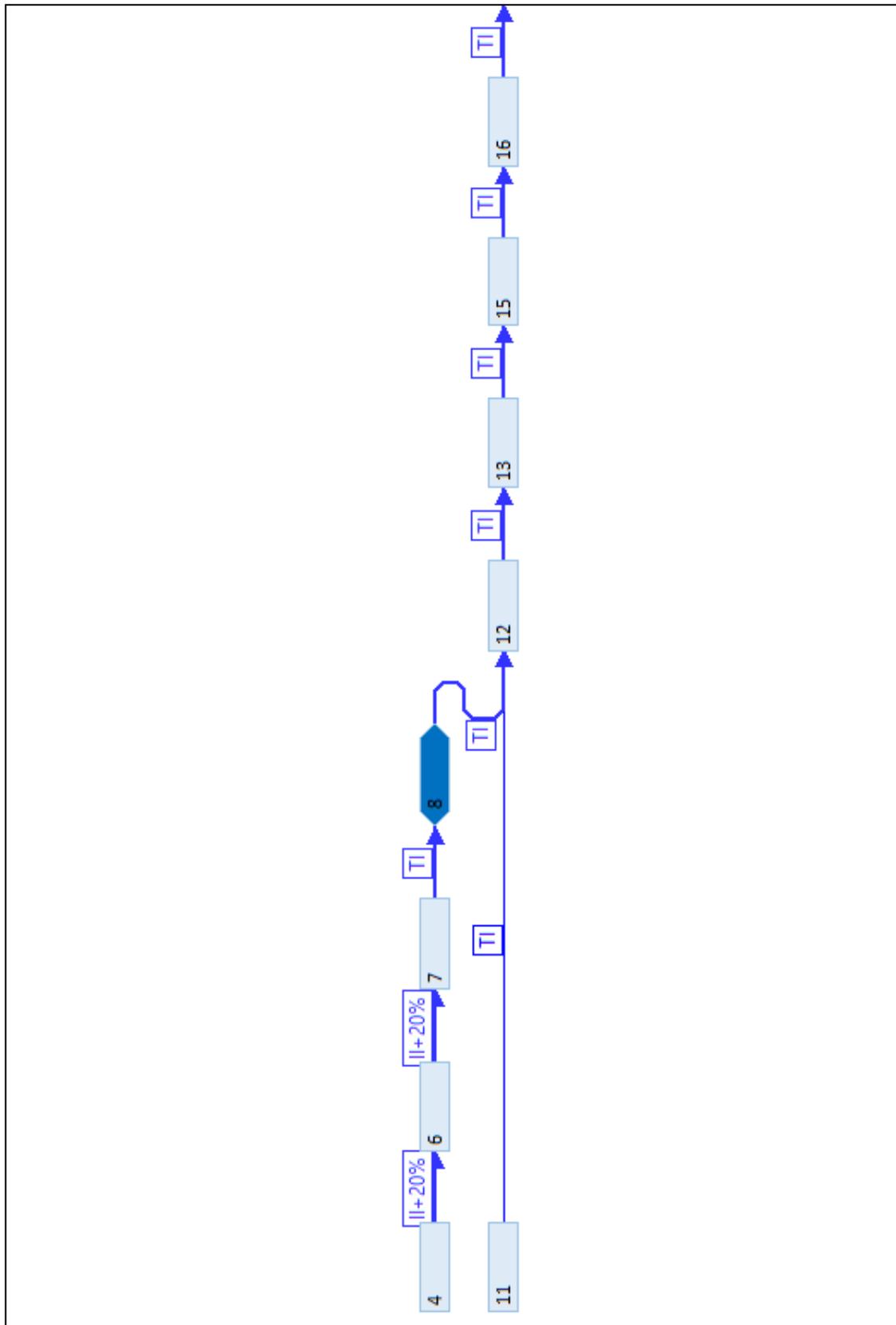
VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16ª ed. São Paulo: Atlas, 2016. 104p.

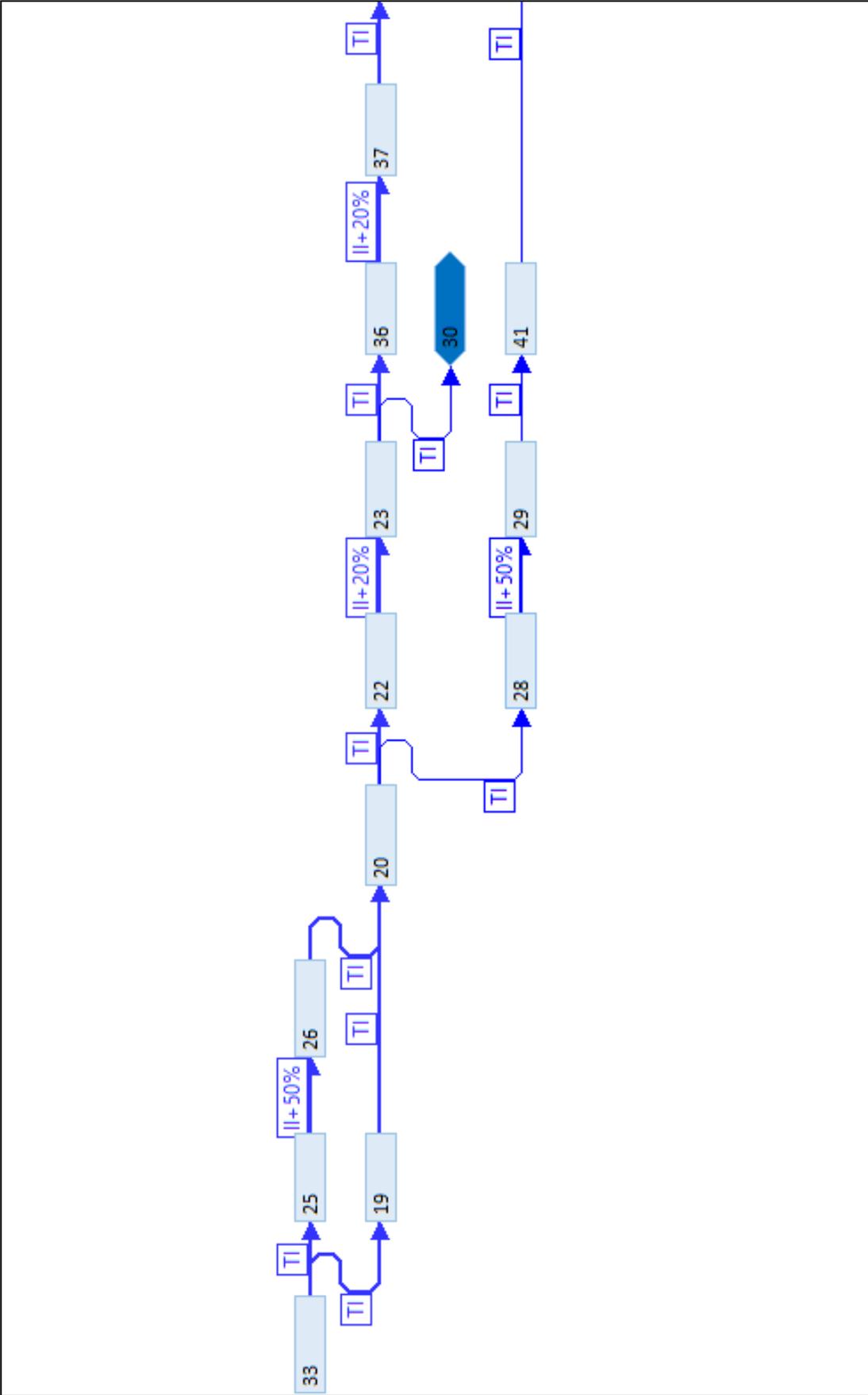
YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookmam. 2014. 320p.

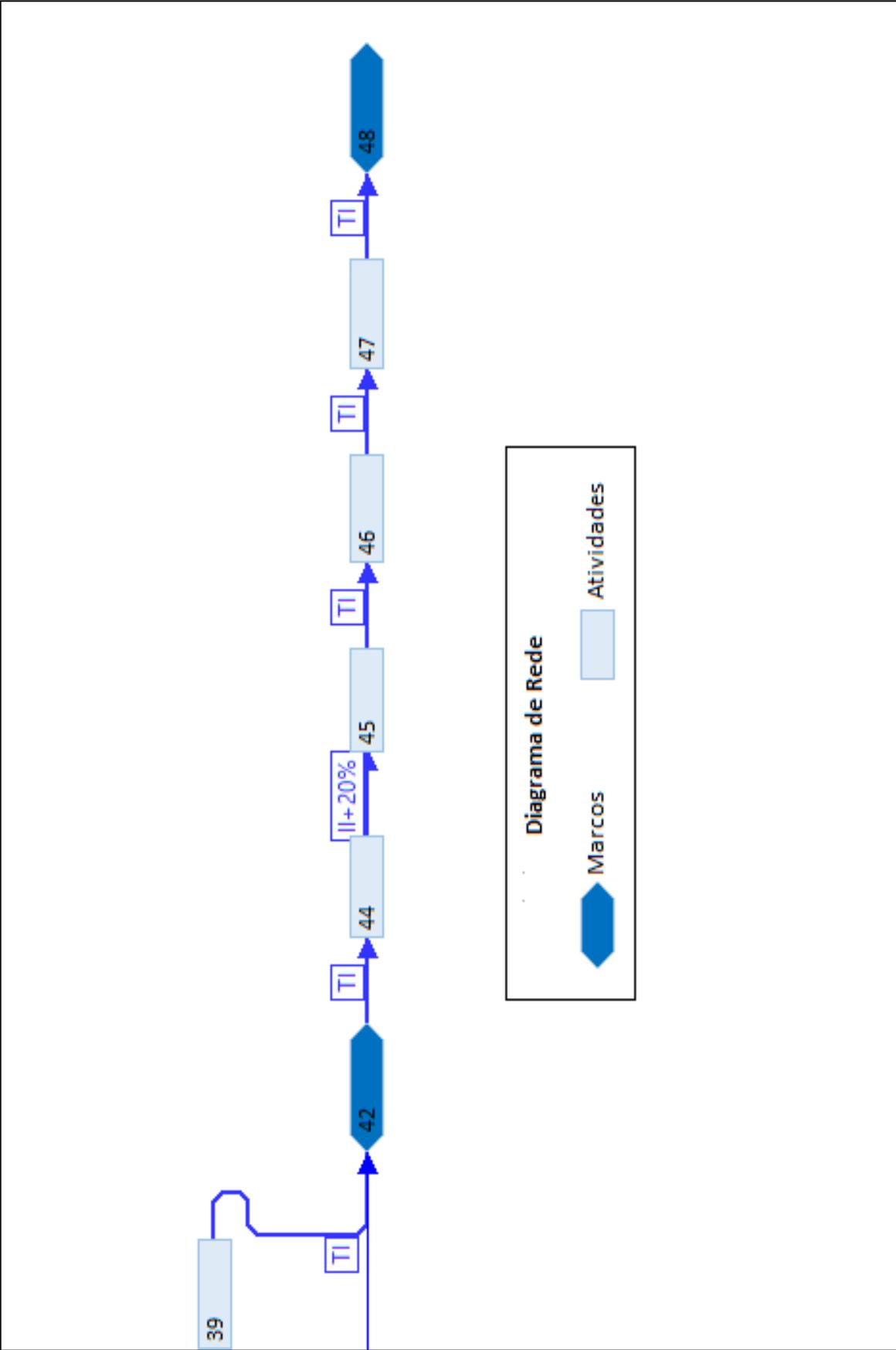
WIKIDOT. **Método do diagrama de precedências (PDM)**. Disponível em: <http://wpm.wikidot.com/tecnica:metodo-do-diagrama-de-precedencia-mdp>. Acesso em: 27 mai. 2018.

APÊNDICE

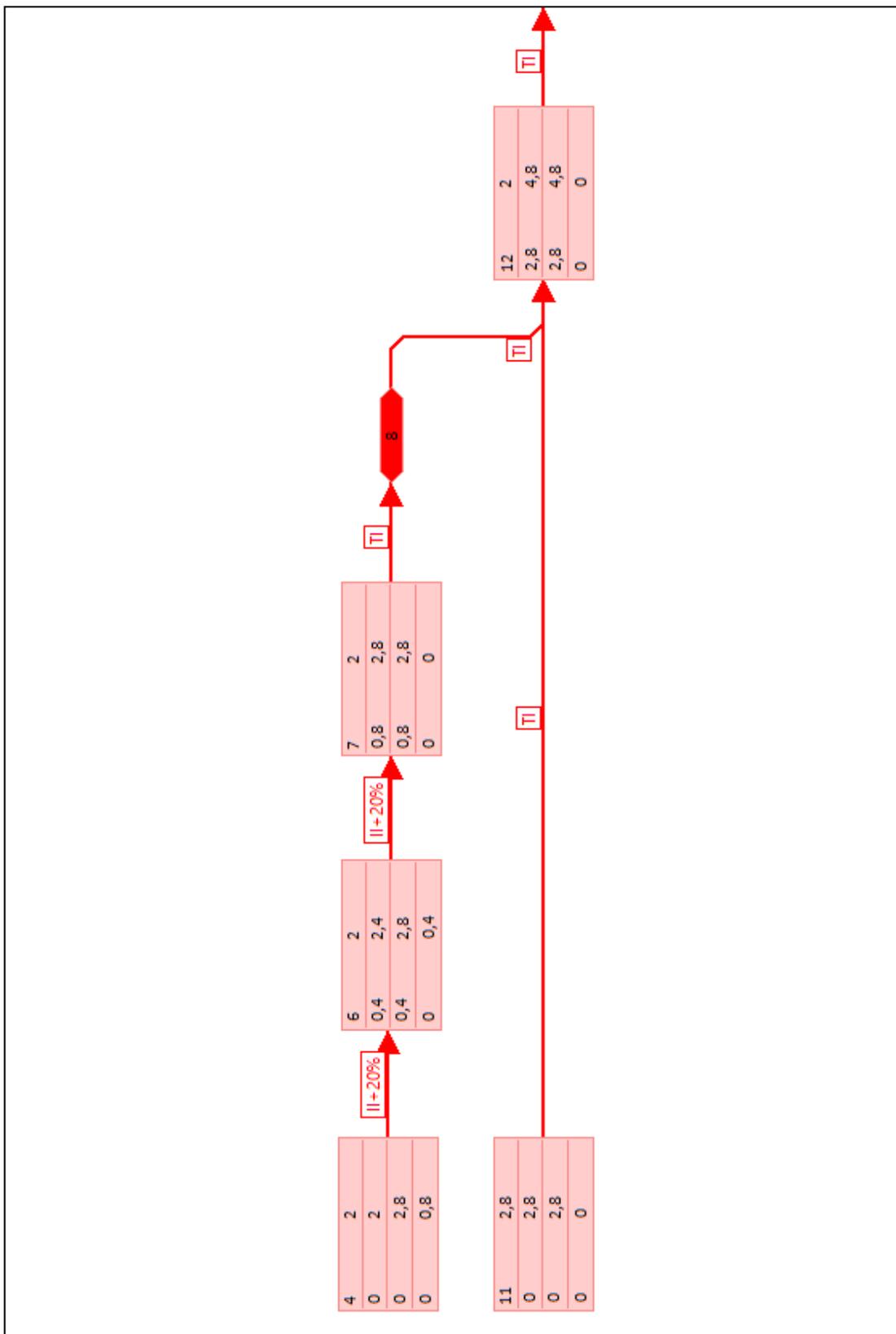
APÊNDICE A – Diagrama de Rede do projeto *Sala dos Professores*.

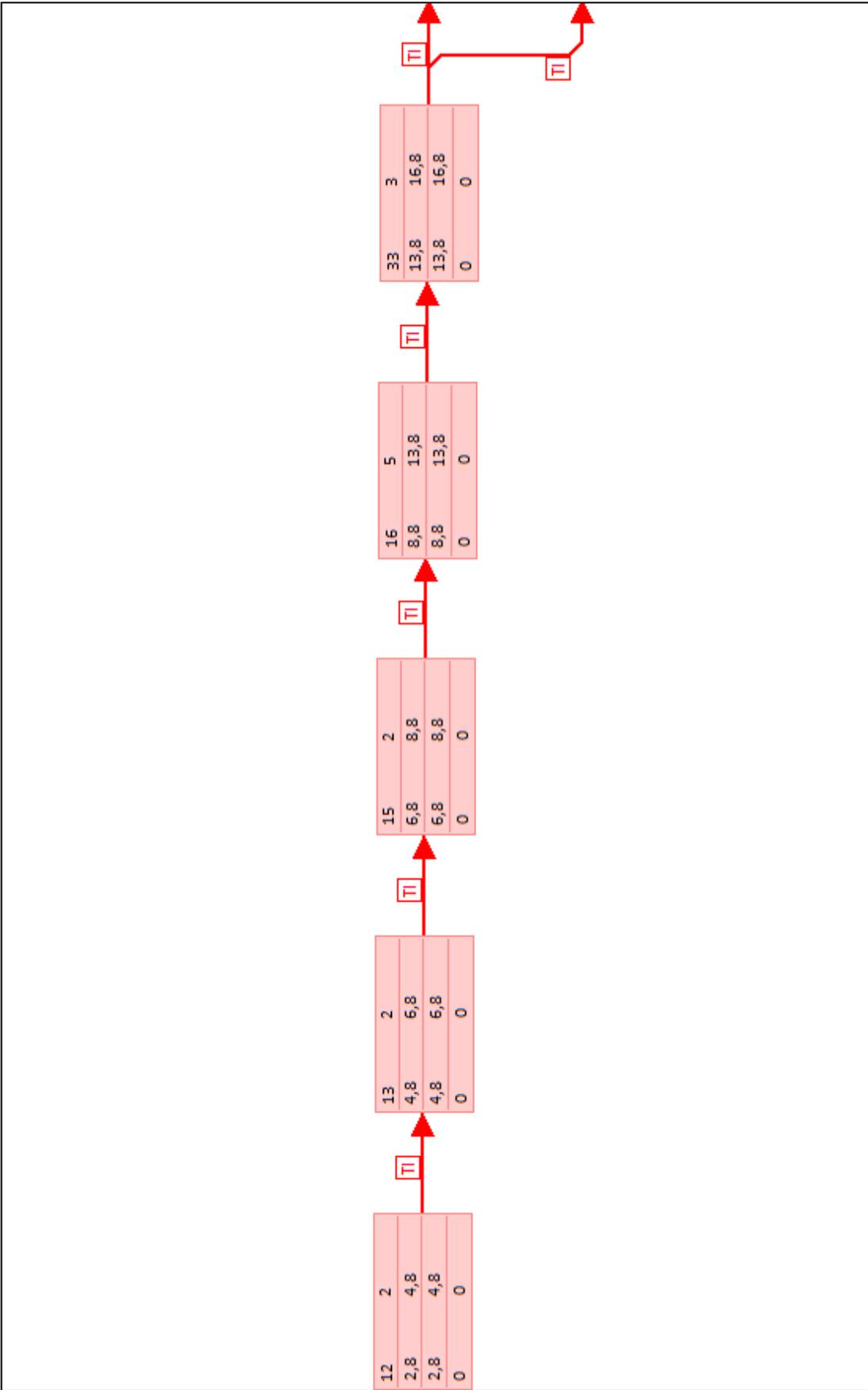


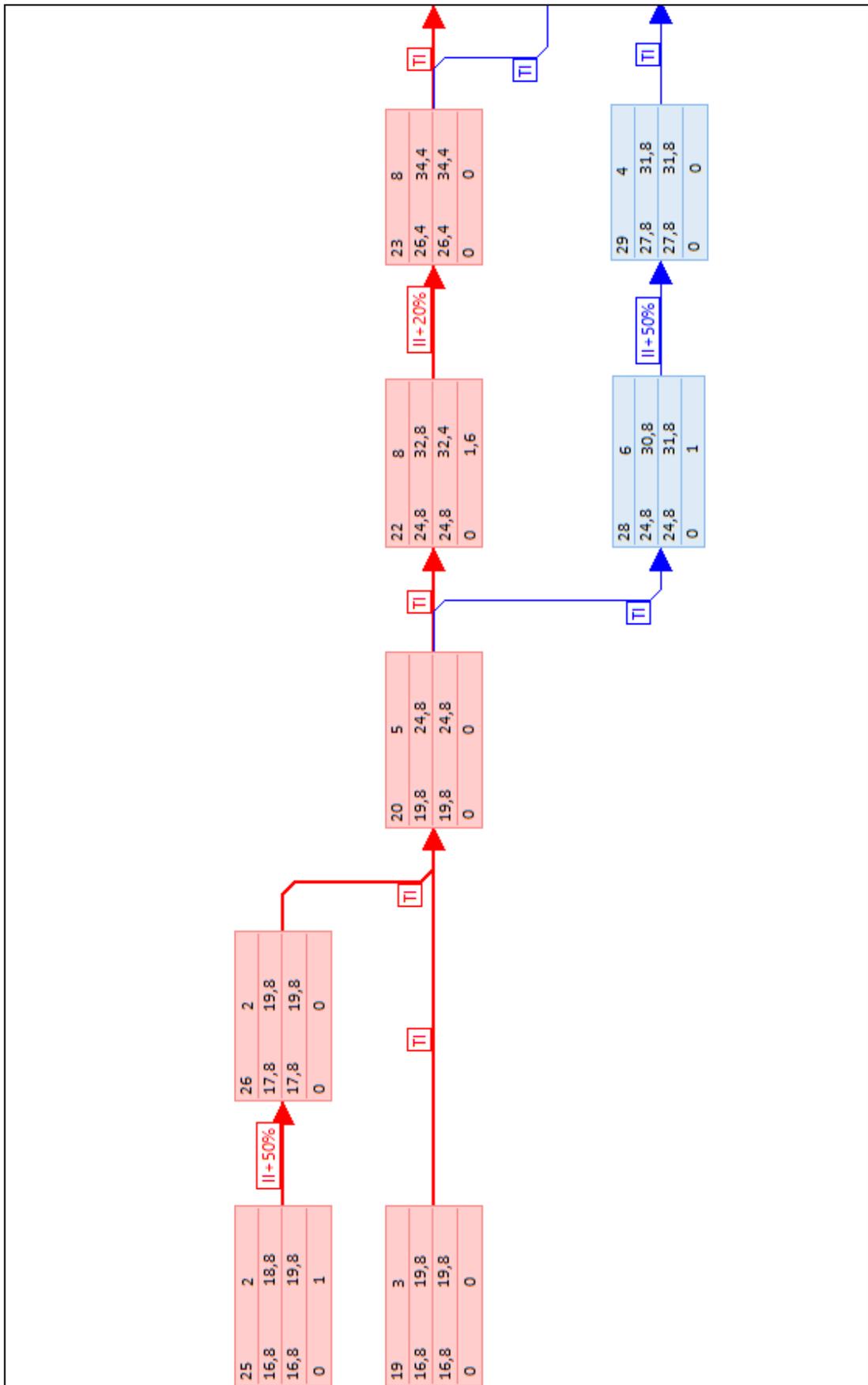


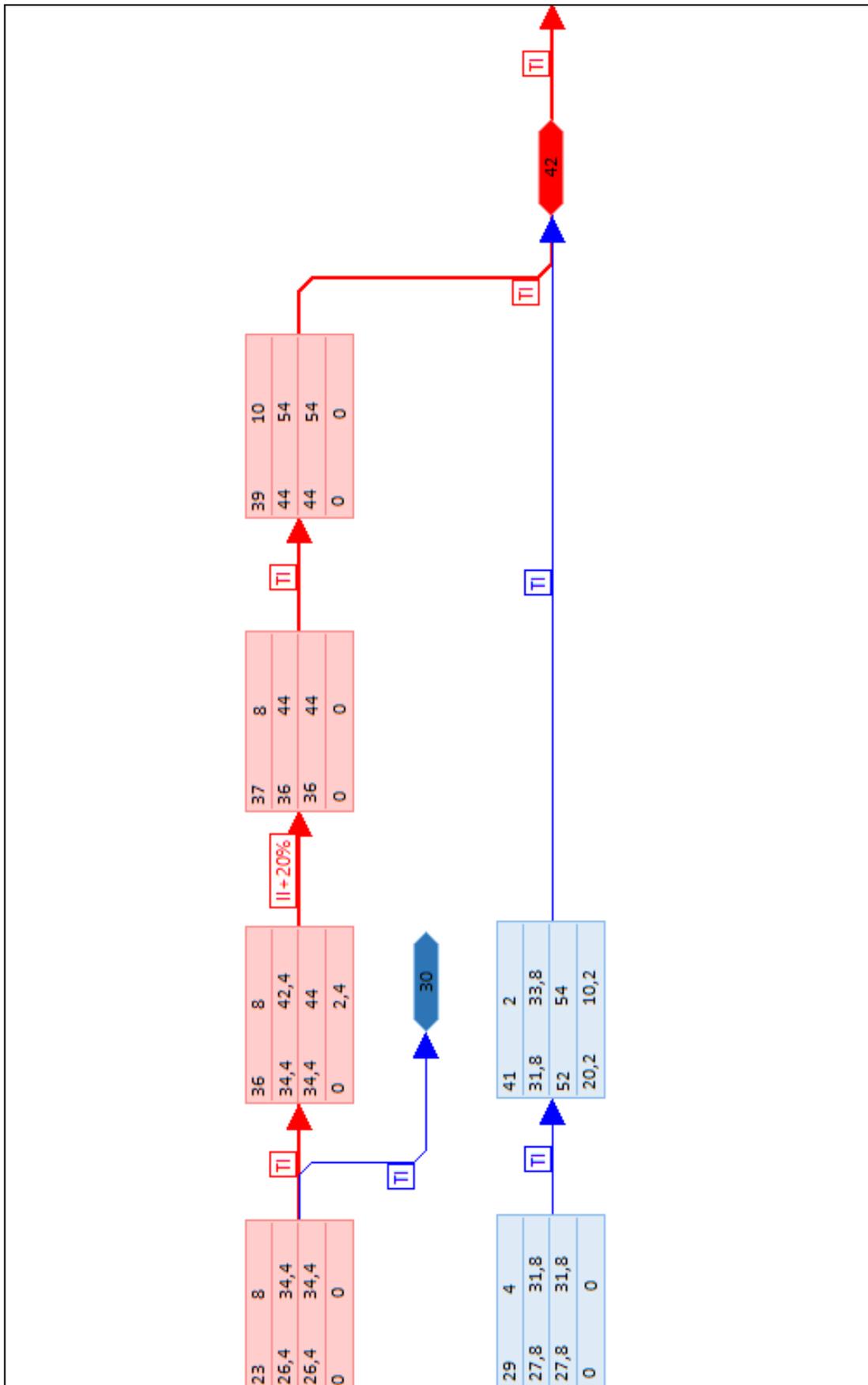


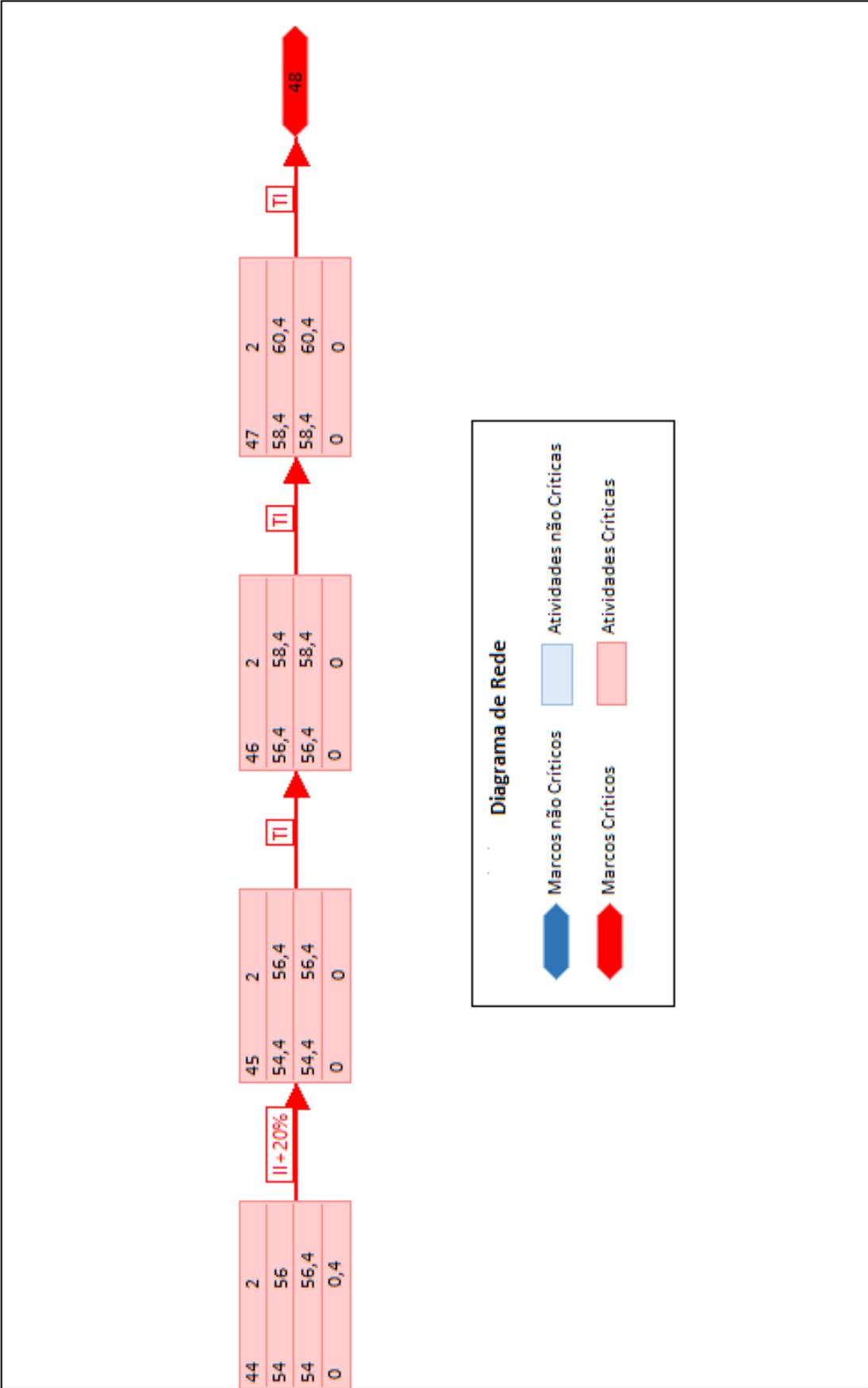
APÊNDICE B – Caminho Crítico do projeto *Sala dos Professores*.



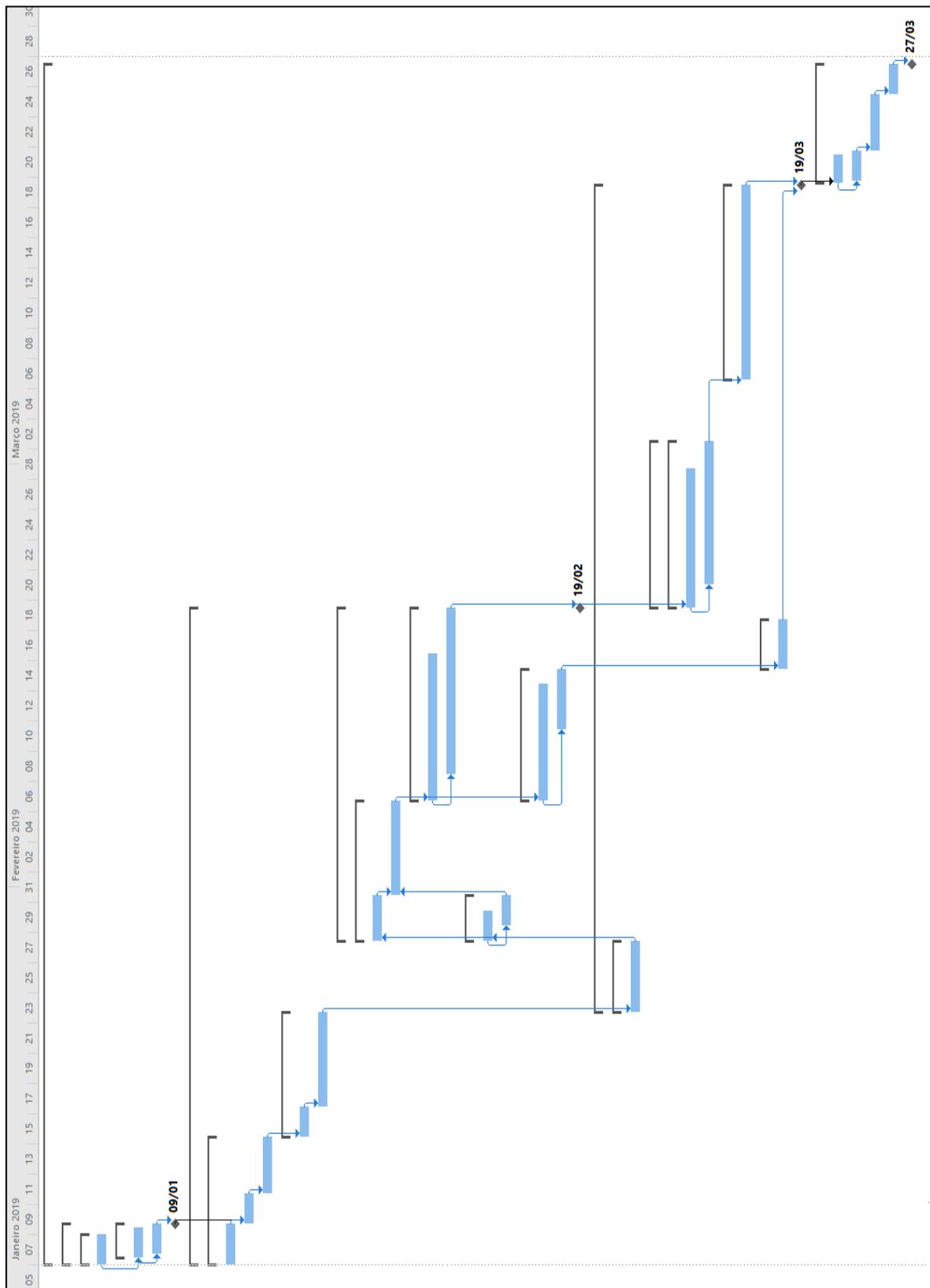




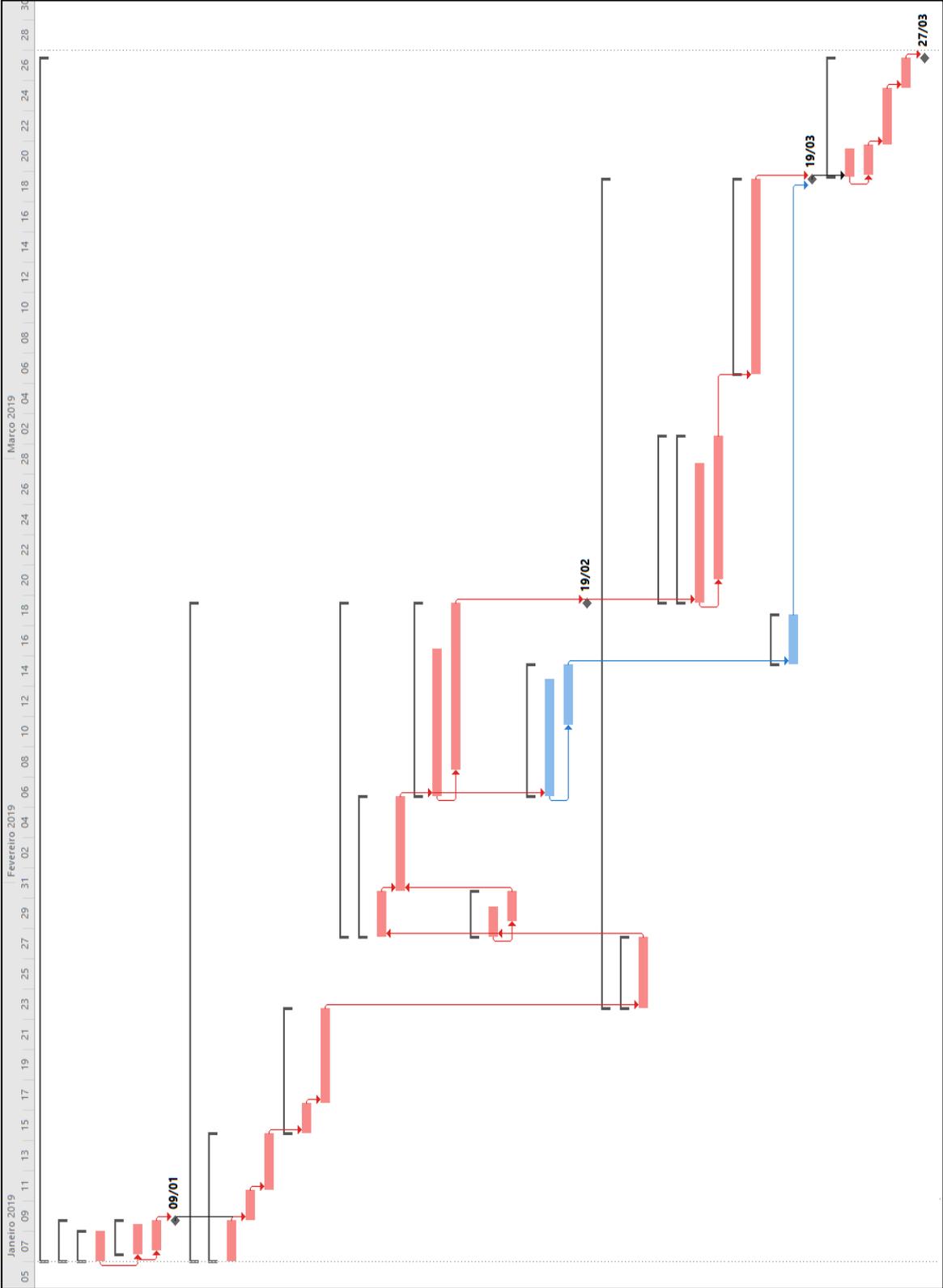




APÊNDICE C – Cronograma de Gantt do projeto *Sala dos Professores*.



APÊNDICE D – Cronograma de Gantt do projeto *Sala dos Professores* e seu respectivo Caminho Crítico.



ANEXO

ANEXO A – Planta baixa do pavimento superior, desenvolvida no software AutoCad.

