



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

RAIRU GABRIEL CORREA LIMA

**Racionalização da obra de reforma no museu de Macapá através da aplicação
das técnicas de planejamento, programação e controle.**

Macapá-AP

2025

RAIRU GABRIEL CORREA LIMA

Racionalização da obra de reforma no museu de Macapá através da aplicação das técnicas de planejamento, programação e controle.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, pela Universidade Federal do Amapá.

Orientador: Prof. Me. Nathalia Gonçalves Font

Macapá-AP

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Cristina Fernandes – CRB-2 / 1569

L732r Lima, Rairu Gabriel Corrêa.

Racionalização da obra de reforma no museu de Macapá através da aplicação das técnicas de planejamento, programação e controle. / Rairu Gabriel Corrêa Lima. - Macapá, 2025.

1 recurso eletrônico. 90 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Engenharia Civil, Macapá, 2025.

Orientadora: Nathalia Gonçalves Font.

Coorientador: .

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Projeto. 2. Planejamento. 3. Cronograma. I. Font, Nathalia Gonçalves, orientadora. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 729

RAIRU GABRIEL CORREA LIMA

Racionalização de obra de reforma no museu de Macapá através da aplicação das técnicas de planejamento, programação e controle.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso Engenharia Civil da Universidade Federal do Amapá.

Data da aprovação: __/__/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Nathalia Gonçalves Font – Orientadora
Universidade Federal do Amapá — UNIFAP

Prof. Me. Regis Brito Nunes – Examinador interno
Universidade Federal do Amapá — UNIFAP

Prof. Me. Adenilson Costa de Oliveira – Examinador interno
Universidade Federal do Amapá — UNIFAP

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ter me guiado até aqui.

Dedico também à minha família pelo apoio durante o curso e às professoras Jennefer e especialmente a Nathalia pelo auxílio na etapa final da graduação.

Por fim, aos meus amigos do curso, que deixaram a trajetória mais leve.

“A maioria das pessoas foge do planejamento por ser mais fácil dirigir rotinas do que pensar o futuro”

Carl Vicente Limmer

RESUMO

As obras e empreendimentos de engenharia devem ser considerados um projeto complexo. Entretanto, não é o que se vê comumente nas pequenas e médias empresas, onde se realiza o projeto sem planejamento ou então este é feito de forma inadequada, conseqüentemente ocasionando prejuízos e atrasos nos projetos. Diante disso, este trabalho teve como objetivo analisar e aplicar algumas técnicas e metodologias de planejamento baseadas em grandes autores, em uma obra de reforma de um museu situado na cidade de Macapá-AP. Para isso, a metodologia empregada foi baseada em Mattos e Limmer e compõe as etapas de: análise, dados, aplicação das técnicas e discussões dos resultados. A partir de documentos disponibilizados pelo órgão público, como orçamento e ordens de serviço, foram elaboradas as estruturas para acompanhamento do projeto, demonstrando a ligação entre as etapas e os diversos setores do projeto, servindo como base para gráficos utilizados em reuniões e definição dos cronogramas de execução para o orçamento realizado. Os cálculos para definição das durações de cada atividade e do projeto na totalidade foram realizados através dos insumos presentes no orçamento, amarrando assim o orçado e planejado. Com os resultados deste estudo, foi demonstrado como racionalizar um projeto de engenharia mediante planejamento e programação, encontrando o prazo de 18 dias para realizar a reforma a partir do que foi orçado e definindo todo o recurso necessário para a execução da obra, conectando o orçamento e planejamento utilizado na reforma diminuindo as chances de prejuízos e atrasos. Como também, a importância para o controle durante toda a execução e a possibilidade de ser implementado em qualquer obra, desde grande complexidade, até uma simples obra de reforma.

Palavras-chave: projeto; planejamento; controle; cronograma.

ABSTRACT

Engineering works and developments should be considered a complex project. However, this is not what is commonly seen in small and medium-sized companies, where the project is carried out without planning or is done inadequately, consequently causing losses and project delays. In view of this, the aim of this work was to analyze and apply some planning techniques and methodologies based on major authors, in a renovation project for a museum located in the city of Macapá-AP. To this end, the methodology used was based on Mattos and Limmer and consists of the following stages: analysis, data, application of techniques and discussion of the results. Based on documents made available by the public agency, such as the budget and work orders, structures were drawn up to monitor the project, showing the link between the stages and the various sectors of the project, serving as a basis for graphs used in meetings and the definition of execution schedules for the budget made. Calculations to define the duration of each activity and the project as a whole were carried out using the inputs in the budget, thus tying together the budget and plan. With the results of this study, it was shown how to rationalize an engineering project through planning and programming, finding the deadline of 18 days to carry out the renovation from what was budgeted and defining all the resources needed to carry out the work, connecting the budget and planning used in the renovation, reducing the chances of losses and delays. As well as the importance of control throughout the project and the possibility of implementing it in any project, from highly complex to a simple renovation.

Key word: project; planning; control; schedule.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de vida do projeto	21
Figura 2 - Ciclo PDCA	23
Figura 3 - Fases do processo de gerenciamento	24
Figura 4 - Grau de oportunidade de mudança em função do tempo	27
Figura 5 - Níveis EAP	31
Figura 6 - Estrutura tipo árvore	32
Figura 7 - Estrutura tipo mapa mental	33
Figura 8 - Níveis da EAI	34
Figura 9 - EAO para uma obra complexa	35
Figura 10 - Centro de apropriação	36
Figura 11 - Conceito de alocação percentual	37
Figura 12 - Centro de responsabilidade.....	38
Figura 13 – Plano de contas	39
Figura 14 - Centro de controle	40
Figura 15 - Cálculo da duração em função da equipe.....	45
Figura 16 - Cálculo da equipe em função da duração.....	45
Figura 17 - Quadro de sequenciação	46
Figura 18 - Quadro de materiais	50
Figura 19 - Bloco	51
Figura 20 - Métodos dos blocos com atividades paralelas	52
Figura 21 - Cronograma com dias sequenciais	55
Figura 22 - Cronograma com dias de calendário	55
Figura 23 - Ligação TI: (a) sem retardo; (b) com retardo	56
Figura 24 - Ligação II: (a) sem retardo; (b) com retardo.....	57
Figura 25 - Ligação TT: (a) sem retardo; (b) com retardo.....	57
Figura 26 - Ligação IT; (a) sem retardo; (b) com retardo	57
Figura 27 - Curva de Gauss.....	59
Figura 28 - Gráfico de Gantt com alocação de recursos.....	59
Figura 29 - Histograma de mão de obra	60
Figura 30 - Curva do histograma	60
Figura 31 - Curva S	61
Figura 32 - Formatos da curva S	61
Figura 33 - Gráfico com curva S	62
Figura 34 - Entrada do museu Sacaca	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 35 - EAP museologia no MS Project	68
Figura 36 - EAP museologia tipo mapa mental	69
Figura 37 - Estrutura museologia tipo árvore com destaque para tarefa demolição telhado .	70
Figura 38 - Estrutura analítica de insumos no primeiro nível	71
Figura 39 - Estrutura analítica de insumos com os níveis detalhados.....	72
Figura 40 - Estrutura de insumos museologia no formato tipo árvore	72
Figura 41 - Composição de custo unitário serviço revestimento cerâmico.....	73
Figura 42 - EAO da museologia.....	73
Figura 43 - Estrutura operacional tipo árvore	74
Figura 44 - Interligação entre estruturas árvore de insumos e do projeto	75
Figura 45 - Centro de responsabilidade.....	75
Figura 46 - Plano de contas remoção do piso	76
Figura 47 - Centro de controle da tarefa remoção do piso.....	77
Figura 48 - Cálculo de duração e equipe da atividade	78
Figura 49 - Cálculo de dias	78
Figura 50 - Projeto com tempo total.....	80
Figura 51 - Orçamento analítico do projeto	83
Figura 52 - Diagrama de redes do MS Project	85
Figura 53 - Cronograma em barras PERT/CPM do MS Project.....	86
Figura 54 - Histograma museologia	87
Figura 55 - Curva S trabalho museologia	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais benefícios do planejamento	26
Quadro 2 - Causas de deficiências em planejamento e controle.....	28
Quadro 3 - Roteiro do planejamento.....	29
Quadro 4 - Estrutura analítica ou sintética.....	33
Quadro 5 - Resultados dos cálculos de durações	41
Quadro 6 - Regras praticas para definição de duração.....	42
Quadro 7 - Causas que prejudicam a execução	42
Quadro 8 - Informações inseridas no cronograma integrado.....	54
Quadro 9 - Marcos no cronograma	54
Quadro 10 - Resumo das dependências	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição de custo unitário do SINAPI	43
Tabela 2 - Composição de custo unitário do SINAPI (continuação)	43
Tabela 3 - QCEMO com coeficiente individual	48
Tabela 4 - Cronograma de mão de obra.....	48
Tabela 5 - Cronograma de mão de obra (continuação)	49
Tabela 6 - Quadro homem-hora simples e acumulado	49
Tabela 7 - Quadro de equipamentos	50
Tabela 8 - Gráfico de Gantt.....	53
Tabela 9 - Cronograma com calculo acumulado	62
Tabela 10 - Composição de custo unitário da tarefa de revestimento cerâmico.....	70
Tabela 11 - Composição de custo unitário (continuação)	71
Tabela 12 - Quadro de sequenciação.....	79
Tabela 13 - QCEMO museologia	81
Tabela 14 - Cronograma de mão de obra.....	82
Tabela 15 - Quadro HH simples e acumulada.....	82
Tabela 16 - Cronograma do uso de materiais	83
Tabela 17 - Cronograma de necessidade de equipamentos	84
Tabela 18 - Cronograma com recurso por atividade	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
UNIFAP	Universidade Federal do Amapá
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
EAP	Estrutura analítica do projeto
EAI	Estrutura analítica de insumos
EAO	Estrutura analítica operacional
CA	Centro de apropriação
CR	Centro de responsabilidade
CC	Centro de controle
TI	Termino-Início
TT	Termino-Termino
II	Início-Início
IT	Início-Termino
QCEMO	Quadro de cálculo efetivo de mão de obra
HH	Homem hora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo geral	17
1.1.2	Objetivos específicos	18
1.2	JUSTIFICATIVA	18
1.3	PROBLEMA	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	PROJETO: COMO OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	20
2.1.1	Estágios do projeto	20
2.1.2	Gerenciamento do projeto	22
2.1.3	Planejamento e controle de projeto	25
2.1.3.1	Importância do planejamento	25
2.1.3.2	Benefícios do planejamento	26
2.1.3.3	Principais falhas em planejamentos	27
2.1.4	Execução do planejamento	28
2.2	ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO	29
2.2.1	Níveis da EAP	30
2.2.2	Tipos de estrutura	31
2.2.2.1	Estrutura tipo arvore do projeto	31
2.2.2.2	Estrutura analítica do projeto	32
2.2.2.3	Estrutura mapa mental do projeto.....	33
2.2.3	Estrutura de insumos	34
2.2.4	Estrutura operacional	35
2.2.5	Centro de apropriação	36
2.2.6	Centro de responsabilidade	37
2.2.7	Centro de controle	39
2.3	PLANEJAMENTO DO TEMPO.....	40
2.3.1	Regras praticas	41
2.3.2	Causas que interferem na duração	42
2.3.3	Estimativa paramétrica	43
2.4	PRECEDÊNCIA	45
2.4.1	Predecessoras e sucessoras	46

2.4.2	Quadro de sequenciação	46
2.5	CRONOGRAMAS.....	47
2.5.1	Cronograma de mão de obra.....	47
2.5.2	Cronograma de materiais e equipamentos utilizados no projeto	49
2.5.3	Cronograma de equipamentos	50
2.6	CRONOGRAMA EM REDES	51
2.6.1	Método dos blocos.....	51
2.7	CAMINHO CRITICO (CPM).....	52
2.8	CRONOGRAMA EM BARRAS	52
2.8.1	Cronograma integrado Gantt-PERT/CPM	53
2.8.2	Marcos.....	54
2.8.3	Dias úteis e dias corridos	54
2.8.4	Tipos de dependência no cronograma em barras	56
2.9	CURVA S E HISTOGRAMA	58
2.9.1	Histograma.....	58
2.9.2	Curva S.....	60
3	METODOLOGIA	63
3.1	OBJETO DE ESTUDO: MUSEU SACACA	63
3.2	PROPOSTA DE PLANEJAMENTO	65
3.2.1	Análise dos dados.....	65
3.2.2	Execução das estruturas analíticas	66
3.3	CALCULOS DOS PRAZOS E PROGRAMAÇÃO	66
3.4	FORMA DE APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	67
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	68
4.1	ESTRUTURAS ANALÍTICAS	68
4.2	TEMPO DO PROJETO	77
4.3	CRONOGRAMAS.....	80
4.4	CURVA S E HISTOGRAMA	86
5	CONCLUSÕES	89
	REFERÊNCIAS.....	91

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da economia brasileira é uma constante desde a última década. Esse aumento, não obstante, necessita de planejamento, projeto e construção de obras de infraestrutura, educação, habitação, transportes, indústria, entre outras áreas. (Mattos, 2019).

Para que esses projetos não acarretem prejuízos e atinjam o seu fim destinado, seja público ou privado, dependem que eles terminem no prazo e conforme o orçamento aprovado, necessitando inevitavelmente do trabalho de planejadores preparados e experientes. Mas o que seria um planejador? É uma pessoa com conhecimento de técnicas e habilidade para colocar em execução, tendo um papel de destaque na equipe de execução do projeto, capaz de realizar o planejamento de toda a obra, além de estar sempre se atualizando para utilizar os mais avançados programas computacionais.

Definido como um profissional com conhecimentos técnicos sobre processos, a partir da análise das informações técnicas da obra, elabora um plano de execução do início ao fim do projeto, incluindo a estrutura analítica do projeto, as tarefas necessárias para atingir o objetivo, a duração das atividades, a rede de dependência lógica e os recursos necessários para a execução da obra em um prazo estabelecido. (Mattos, 2019).

É muito comum se deparar com obras sendo executadas de maneira intuitiva, em que o responsável vai resolvendo as pendências assim que vão surgindo, sem um plano que garanta o cumprimento do prazo e tampouco do valor estipulado para o projeto. Tem-se verificado uma forte tendência para o chamado tocador de obra. Não existindo no processo construtivo etapas para realizar a integração necessária e racionalizar a execução do projeto. (Limmer, 1997).

Dessa forma, com o avanço da construção civil, tem se buscado cada vez mais eficiência e qualidade na execução da obra. Para isso, é necessário que o planejamento seja realizado usando técnicas comprovadas, relacionando mão de obra, materiais e equipamentos, para executar a obra em questão, atendendo aos parâmetros estabelecidos previamente de prazo, custo e qualidade. (Limmer, 1997).

Para uma obra ser realizada sem prejuízos e no prazo esperado, é necessário planejar e acompanhar a execução do projeto, para verificar se está

seguindo o cronograma de execução, visto que planejar e controlar são atividades interligadas para o sucesso esperado. (Limmer, 1997).

Assim, o objetivo desse estudo é aplicar e avaliar os resultados dos métodos e técnicas de planejamento, programação e controle de obras e projetos, tendo como base a bibliografia de grandes referências acerca do presente tema. E a metodologia aplicada, contendo as etapas de levantamento de dados, aplicação das técnicas, análise e diagnóstico, gerando assim uma obra racionalizada.

A estrutura deste trabalho é desenvolvida em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução, com uma breve contextualização, o objetivo geral, os objetivos específicos e a justificativa de escolha do tema. O segundo capítulo, é composto por uma revisão bibliográfica com as principais técnicas sobre planejamento, programação e métodos para controle de obras, elaboração de estruturas para detalhamento do projeto, elaboração de cálculos para definição de tempo das atividades, desenvolvimentos de cronogramas e elaboração de gráficos para acompanhamento do projeto.

No capítulo 3 será apresentada a metodologia utilizada, com a caracterização do objeto de estudo, a aplicação dos métodos analisados conforme os livros de Mattos (2019) e Limmer (1997), a argumentação para a aplicação das técnicas e também como serão apresentadas no decorrer do texto. Além disso, os resultados e discussões são apresentados no capítulo 4, com aplicação das técnicas em um projeto pequeno de reforma no museu de Macapá dividido em quatro tópicos: análise do projeto e estrutura analítica, definição do tempo, cronogramas e histograma e curva S.

Por fim, no capítulo 5 e último, são expostas às conclusões do trabalho, com a retomada do problema que motivou a pesquisa, os objetivos e como eles foram alcançados, interpretação dos resultados encontrados e benefícios para o planejamento, como também sugestões para futuras pesquisas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar, de forma teórica e prática, a aplicação dos métodos e técnicas de

planejamento como estrutura analítica, cálculo das durações pela estimativa paramétrica, definição de precedências, criação de cronogramas de uso de recursos e definição da linha base para o histograma e curva S em uma obra de reforma no museu de Macapá, desenvolvendo o seu plano de execução e os cronogramas de recursos necessários durante todo o projeto, buscando racionalizar o processo de construção.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Realizar uma revisão bibliográfica a respeito de planejamento e programação de obras, e aplicar as técnicas de planejamento, programação e controle em uma obra de reforma de pequeno porte.
- b) Analisar os resultados para demonstrar a importância e benefícios encontrados a partir do planejamento, para a execução e acompanhamento da obra.
- c) Elaborar o planejamento completo da obra de reforma no museu de Macapá, para orientar a execução e permitir um controle mais eficiente. Definindo seu prazo de execução, os recursos necessários para a execução e as ferramentas de acompanhamento da obra.
- d) Conectar o orçamento da obra com o planejamento realizado.

1.2 JUSTIFICATIVA

A partir da vivência durante a graduação na área da construção civil, atuando como estagiário e depois auxiliar de engenharia em obras de pequeno porte, minha rotina foi contribuir com a execução de obras com o mínimo de planejamento e controle, devido a cultura empresarial existente. Conseqüentemente, convivendo com diversas complicações durante a execução, como atrasos na entrega, falta de materiais e prejuízos para a empresa. Este trabalho foi desenvolvido a partir da busca por melhorias do processo construtivo e utilização dos recursos da reforma do museu Sacaca, localizado na capital do estado do Amapá, utilizando os conceitos e técnicas de planejamento, programação e controle de obras. Ademais, o tema se faz relevante para o mercado de trabalho de Macapá, demonstrando os benefícios da utilização de planejamento em projetos, sendo de

grande utilidade em obras futuras. Assim, é possível adquirir informações que permitam contribuir para o avanço do conhecimento técnico na área e o aprimoramento da área de construção civil.

1.3 PROBLEMA

A problemática que justificou a produção desse trabalho foi a participação na execução de obras em outras áreas do referido museu sem elaboração de planejamento adequado e acompanhamento durante sua execução, acarretando atrasos na entrega, prejuízos e desentendimento com o cliente. Seja por falta de conhecimento técnico dos responsáveis ou pela empresa não possuir uma cultura de processos definidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROJETO: COMO OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Na construção civil, o termo projeto se refere ao planejamento total de construção de um edifício ou de outra obra de engenharia, incluindo aspectos como desenhos, materiais, execução e cronogramas utilizados para a construção. Neste trabalho, o termo projeto será utilizado no sentido do gerenciamento: “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo” (PMBok, 2008).

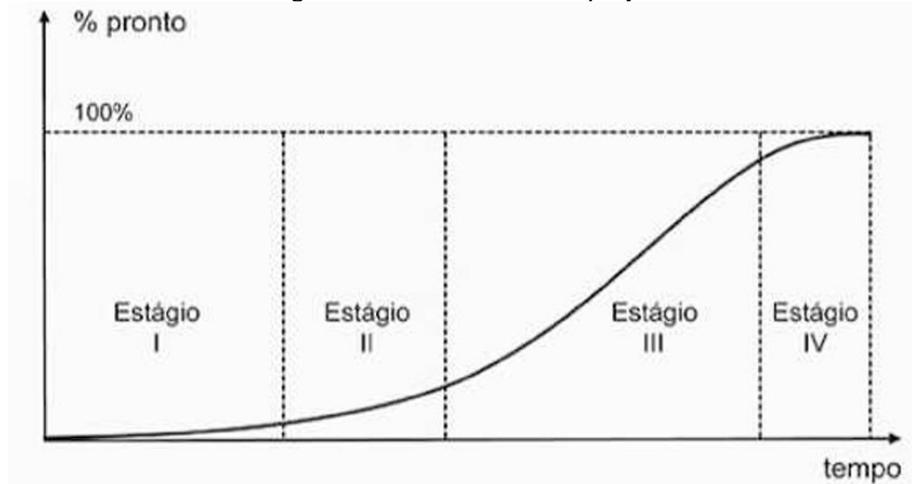
Define-se projeto como uma sequência lógica de atividades, planejadas entre si, para realização de um objetivo específico, uma iniciativa singular para desenvolver um produto exclusivo ou serviço. Com uma duração definida e dentro dos parâmetros estabelecidos de custo, recursos utilizados e qualidade (Vargas, 2018).

Para a realização de um projeto de engenharia, é preciso executar as tarefas seguindo uma ordem definida, a fim de finalizar o produto planejado. Devido a isso, o projeto é dividido em estágios (ciclo de vida do projeto), essas etapas precisam ser realizadas no período adequado para garantirem os resultados planejados. Os produtos de cada etapa do processo são utilizados na etapa seguinte (Vargas, 2018).

2.1.1 Estágios do projeto

O ciclo de vida de um projeto (Figura 1), possui quatro estágios básicos: concepção (estágio I), planejamento (estágio II), execução (estágio III) e finalização (estágio IV) (Limmer, 1997).

Figura 1 - Ciclo de vida do projeto



Fonte: Mattos (2019)

Estágio I - Concepção e viabilidade: primeiramente é realizada a criação do escopo do projeto, seguindo da definição do programa de necessidades com as principais características do produto a ser desenvolvido; estimativa superficial de custos, orçamento preliminar com base em dados de projetos anteriores; estudo de viabilidade, verificação do custo-benefício, análise dos resultados que serão obtidos com relação ao custo orçado, definição do valor necessário em cada período da obra; especificação da origem dos recursos; anteprojeto e projeto básico (Mattos, 2019).

Estágio II - Fase de detalhamento do projeto e desenvolvimento do planejamento: realizado o orçamento analítico tendo como base o preliminar realizado no estágio I, composição de custos unitários, relação de materiais que serão utilizados (margem de erro inferior que a do orçamento preliminar); desenvolvimento de cronogramas executáveis, com prazos e marcos contratuais; projeto básico e projeto executivo, detalhamento do projeto básico, com inclusão de todos os elementos necessários à execução da obra (Mattos, 2019).

Estágio III - Fase de execução: início das obras, realização das tarefas planejadas, aplicação de materiais, uso de mão de obra e equipamentos; execução de sistemas elétricos e redes sanitárias; realização de controle da qualidade, verificação de execução dos parâmetros técnicos e contratuais; medições, diário de obras, aditivos, etc.; fiscalização de obra ou serviço, acompanhamento das tarefas de campo, reuniões de verificação do andamento, correção de problema; etc. (Mattos, 2019).

Estágio IV - Fase de término da obra: entrega em funcionamento e realização de testes do produto final; inspeção; entrega para o responsável e destinação final do empreendimento; resolução das últimas pendências, quitação das medições restantes, negociações contratuais; termo de recebimento (Mattos, 2019).

2.1.2 Gerenciamento do projeto

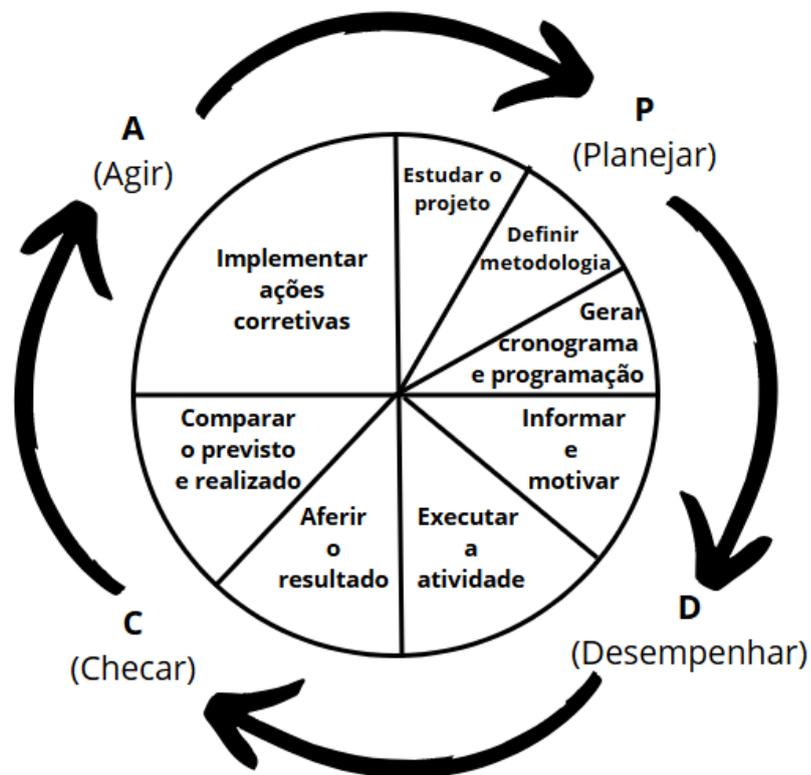
Consiste no método de uma empresa desenvolver habilidades necessárias para a execução de um projeto, mediante uma série de atividades gerenciais. Por meio de conhecimento e capacidade individuais para eventos únicos, com critérios definidos de custo, prazo e qualidade (Vargas, 2018).

O planejamento é uma etapa fundamental para o controle e gerenciamento de um projeto de engenharia, necessitando de dados completos sobre a obra. No caso de o planejamento ser realizado por outra pessoa, deve-se analisar profundamente o planejamento realizado para entender as etapas e adquirir o maior conhecimento possível sobre ele (Vargas, 2018).

Um dos princípios utilizados para gerenciamento de projetos é o da melhoria contínua, que surgiu a partir da evolução das técnicas de gestão, defende que toda atividade deve ter um controle permanente que permite a verificação dos processos realizados e a possibilidade de fazer mudanças nos procedimentos caso não esteja cumprindo o desempenho esperado, de modo que seja possível alcançar os objetivos. Guiando assim o gerenciamento das obras (Mattos, 2019).

Esse princípio é bem definido pelo ciclo PDCA na Figura 2, uma metodologia que pode ser aplicada em qualquer obra de engenharia, buscando garantir a realização do processo através de 4 etapas definidas: planejar, desempenhar, checar e agir. Essa ferramenta de gestão facilita a tomada de decisões e resolução de problemas, devendo ser realizado continuamente. A essa definição consiste que as tarefas de planejar e controlar são constantes durante o projeto, não se permitindo um planejamento que não seja atualizado no decorrer do tempo (Mattos, 2019).

Figura 2 - Ciclo PDCA

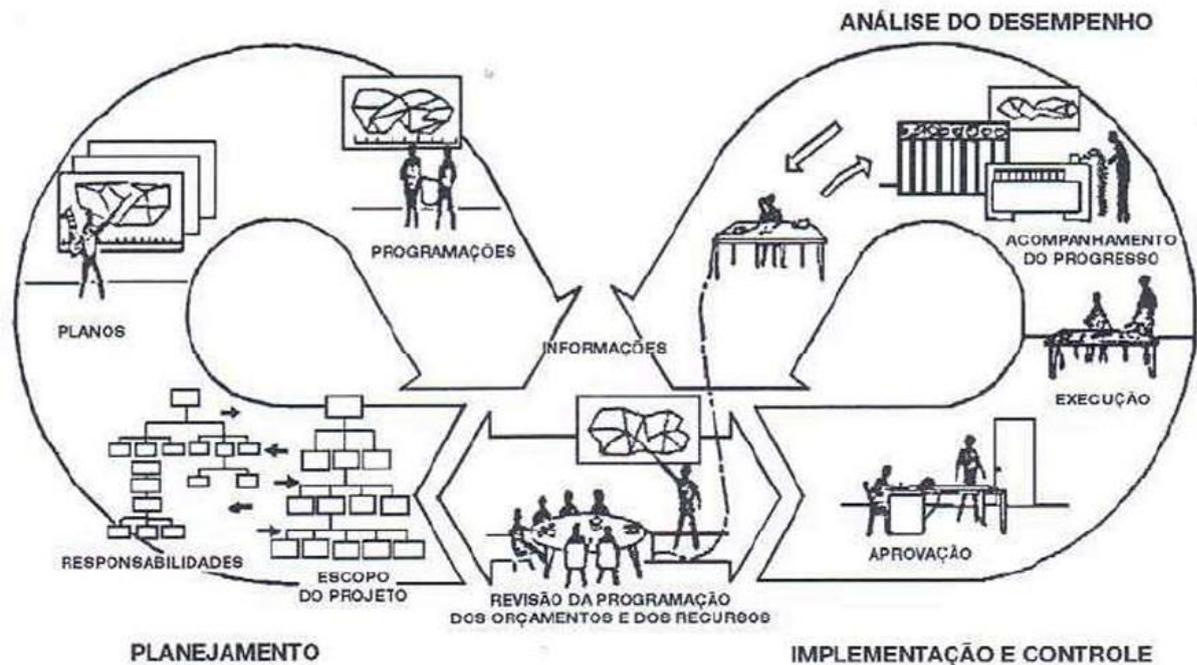


Fonte: Adaptado de Mattos (2019)

Um correto e eficiente gerenciamento de projeto requer um planejamento completo, esse devendo ser realizado utilizando a estrutura analítica, cálculo de durações das atividades, quadro de precedência e diversos cronogramas, com isso a tomada de decisões pode ser realizada antecipadamente e ter um controle efetivo de diferentes recursos, como humanos, materiais, políticos, financeiros, equipamentos e demais esforços para a aquisição do produto final. Ocorrendo o acompanhamento, as possíveis situações desfavoráveis na execução e desvios no planejamento serão corrigidas, evitando assim a ocorrência de gastos adicionais e atrasos (Limmer, 1997).

Diversos são os benefícios adquiridos a partir do gerenciamento de projetos, entre eles podemos citar conseguir o resultado desejado dentro do orçamento definido, evitar surpresas na execução, agiliza a tomada de decisões, documenta e organiza estimativas para trabalhos futuros. Podendo ser aplicado a qualquer tamanho de projeto (Vargas, 2018).

Figura 3 - Fases do processo de gerenciamento



Fonte: Limmer (1997)

Outra técnica de gestão é definida segundo Limmer (1997) e denominada fases do gerenciamento de projetos, exemplificada na Figura 3, o gerenciamento é composto por duas fases: planejamento e implementação e controle, no lado esquerdo da figura inicia-se o planejamento com a definição do escopo do projeto e todas as suas estruturas que irão gerenciá-lo. Seguindo a definição de planos para a execução e das programações necessárias para a realização das atividades e utilização dos recursos. No lado direito da figura, a primeira atividade é a aprovação do planejamento, garantindo assim a sua implementação, seguida da execução e acompanhamento do progresso, realizando o controle. Transformando os resultados em informações e distribuída de forma cíclica ao setor técnico para revisão da programação.

Mediante dados coletados, a análise do desempenho e o acompanhamento da evolução da obra formam o controle do projeto. O realizado é comparado com o planejamento e as programações previamente definidas, fazendo alterações no planejamento caso desvios significativos sejam encontrados na execução do projeto (Limmer, 1997).

2.1.3 Planejamento e controle de projeto

Planejamento é definido como o processo de designação de objetivos para a realização de determinado projeto, de modo a divulgar e debater as informações referentes à execução dos serviços com equipes de trabalho, setores e departamentos da empresa para melhorar o processo (Limmer, 1997).

Segundo ACKOFF (1969), “Planejamento é algo que fazemos antes de agir, isto é, a tomada antecipada de decisões”. Definindo assim como uma etapa necessária para a execução de determinado produto.

Um planejamento pode sofrer alterações durante toda a fase de sua execução, devendo, para alcançar o objetivo final, ter um plano consistente. Como dito anteriormente, o planejamento está interligado ao gerenciamento do projeto, ainda segundo ACKOFF (1969), o “planejamento é uma etapa em que se busca a produção de estados futuros desejados e que só ocorrerão com algo feito para isso” e a ação de realizar um projeto é abrangida pelo gerenciamento (Limmer, 1997).

O planejamento de um determinado projeto é realizado definindo as responsabilidades para três níveis dentro de uma empresa, nível estratégico: relacionados a gestores, nível tático: supervisores e posteriormente desenvolvido ao nível operacional: executores, definindo-se assim a programação (Limmer, 1997).

2.1.3.1 *Importância do planejamento*

A crescente concorrência no mercado da construção civil tem provocado mudanças constantes no setor nos últimos anos, devido à globalização dos mercados, o surgimento de produtos modernos, novos métodos de construção, a elevação na exigência dos clientes e a baixa disponibilidade de recursos financeiros para a execução de projetos, as empresas perceberam que investir em planejamento, gestão e controle é indispensável. Somente com essa adequação, os projetos de engenharia podem alcançar parâmetros desejados como: prazo, custo, lucro e retorno do investimento (Mattos, 2019).

Devido a isso, a realização de planejamento e controle nos projetos de engenharia possui grande impacto na execução e entrega do produto final seguindo padrões de qualidade (Mattos, 2019).

2.1.3.2 *Benefícios do planejamento*

Segundo Ávila (2000), quando uma obra é executada com planejamento se se adquirem diversos benefícios, como redução de custos totais para execução de um mesmo projeto, controle de gestão de recursos, melhoria da produtividade de serviços, facilidade na tomada de decisões, gestão de documentos e gestão de equipes.

Com a execução do planejamento para um determinado projeto, adquire-se alto nível de conhecimento sobre todas as suas fases, o que lhe permite maior controle na realização das tarefas (Mattos, 2019).

De acordo com Mattos (2019), foram definidos outros benefícios que o planejamento propicia para a execução da obra no Quadro 1:

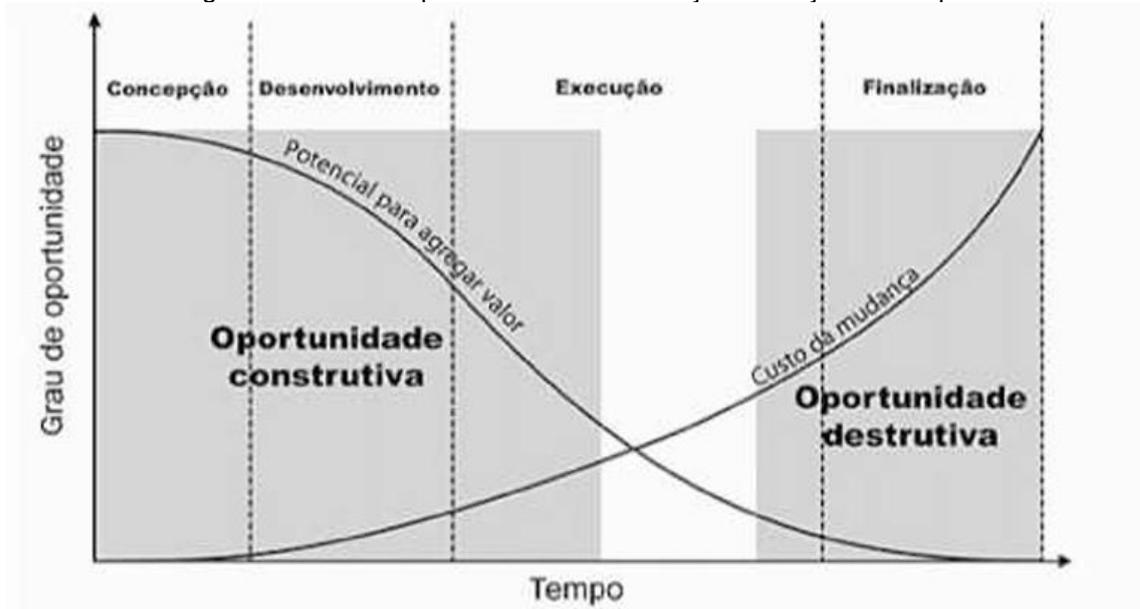
Quadro 1 - Principais benefícios do planejamento

(a) Conhecimento pleno da obra
(b) Detecção de situações desfavoráveis
(c) Agilidade de decisões
(d) Relação com o orçamento
(e) Otimização da alocação de recurso
(f) Referência para acompanhamento
(g) Padronização
(h) Referência para metas
(i) Documentação e rastreabilidade
(j) Criação de dados históricos
(k) Profissionalismo

Fonte: Mattos (2019)

A oportunidade construtiva é apresentada de forma detalhada na Figura 4, que apresenta o grau de oportunidade para alterações em um projeto em função do potencial para agregar valor e custo da mudança nos estágios do ciclo de vida do projeto, mostrando que nos estágios I e II do ciclo do projeto é o momento em que as alterações agrega mais valor no projeto, significando o período onde se pode alterar o planejamento e a execução de uma tarefa a um custo menor. Com o avanço do tempo, a curva de mudança significativa no projeto vai diminuindo e a de custo aumentando proporcionalmente, tornando assim as intervenções cada vez menos eficazes e mais caras, denominada oportunidade destrutiva (Vargas, 2018).

Figura 4 - Grau de oportunidade de mudança em função do tempo



Fonte: Mattos (2019)

2.1.3.3 Principais falhas em planejamentos

Notícias divulgadas em grandes veículos de comunicação nacionais revelam atrasos, o que pode resultar em obras que levam décadas para serem concluídas e sem um prazo final, prejuízos para órgãos e empresas, obras que não atendem às necessidades da população e acidentes graves, como consequência da falta de planejamento e controle em projetos de engenharia (Costa, 2021).

Conforme o relatório do tribunal de contas da União de 2019, 47% das obras que não foram concluídas no Brasil estão relacionadas a problemas técnicos. Mattos (2019) aponta que as obras de pequeno e médio porte são as mais afetadas pelos problemas decorrentes da falta ou da falta de planejamento adequado das obras.

As consequências para essas empresas ou profissionais podem ser desastrosas, podendo ocasionar desde prejuízos irreparáveis até responsabilidades civis e criminais. São muitos os casos conhecidos de empresas sendo fechadas e profissionais abandonando a profissão por falta de planejamento e gerenciamento adequado (Mattos, 2019).

Segundo Mattos (2019), A deficiência em planejamento e controle pode ser definida pelas seguintes causas:

Quadro 2 - Causas de deficiências em planejamento e controle

(a) Planejamento e controle como atividades de um único setor
(b) Descrédito por falta de certeza nos parâmetros
(c) Planejamento excessivamente informal
(d) Mito do tocador de obras

Fonte: Mattos (2019)

Uma das principais falhas referentes ao planejamento de obras e projetos de engenharia é deixar a execução restrita ao setor estratégico da empresa ou então a execução de um único funcionário, em vez disso, devem ser tratados como um processo gerencial, ocorrendo com colaboração do setor tático e auxílio do setor operacional, consultando diversos funcionários (Mattos, 2019).

2.1.4 Execução do planejamento

Para a execução do planejamento, a maneira mais eficaz de se iniciar é dividindo o projeto inteiro em etapas para realização de uma análise cuidadosa, de tamanho que possibilite a realização, acompanhamento e o controle (Limmer, 1997).

O planejamento de um projeto é feito a partir da sequenciação de atividades, realizado através do método de elaboração crescente. Em cada etapa, deve-se considerar os resultados das etapas anteriores. Obedecendo ao método construtivo escolhido. Utilizado também em obras com particularidades distintas devido ao tipo de construção, prazos, quantidade de recursos e complexidade (Mattos, 2019)

Utilizando o plano inicial definido no estágio I do ciclo de vida do projeto, onde detalha os objetivos de forma lógica, busca-se utilizar todo o conhecimento existente sobre o mesmo, podendo ser adaptados de projetos semelhantes no caso de estar executando um projeto novo ou de grande complexidade (Limmer, 1997).

Segundo Mattos (2019), ele definiu o roteiro no Quadro 3 para realização de planejamento em obras de construção civil, podendo ser utilizados em diversos projetos.

Quadro 3 - Roteiro do planejamento

Identificação das atividades
Definição das durações
Definição da precedência
Montagem do diagrama de rede
Identificação do caminho crítico
Geração do cronograma e cálculo das folgas

Fonte: Mattos (2019)

A realização dessas etapas depende da utilização correta de técnicas e métodos, garantindo assim uma confiabilidade no processo e segurança para o planejador (Limmer, 1997).

2.2 ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO

A estrutura analítica do projeto, ou EAP, é a técnica utilizada para decompor a obra em pacotes de trabalho, permitindo o conhecimento detalhado e facilitando a elaboração de cronogramas e programações. É considerada uma importante ferramenta do planejador. Facilitando por meio de uma visão global a realização do planejamento (Limmer, 1997).

Para realizar o planejamento de uma obra, é possível se fazer de diversas maneiras, sendo o mais indicado a elaboração de EAP, por transformar em unidades com grau de detalhe mais fáceis de controlar. Aliás, permite sistematizar a elaboração de cálculos de recursos necessários, de custos, estipulação da duração das atividades e à designação de responsáveis (Mattos, 2019).

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) possui a vantagem de organizar o processo de execução, é considerada a forma mais simples de identificar todas as tarefas, sendo uma estrutura hierárquica, formada em níveis. A EAP possibilita que os processos sejam acompanhados e em caso de desvios no planejamento aplicar correções nas tarefas futuras (Mattos, 2019).

Na elaboração, dois planejadores podem criar duas estruturas completamente diferentes para o mesmo projeto, não possuindo uma maneira correta e sim mais detalhada. A forma de decomposição fica a critério do planejador, entretanto, o alto nível de detalhamento possibilita mais o controle da obra, porém exige mais tempo na elaboração, acompanhamento e conferência de resultados. É recomendável que todas as atividades do projeto estejam identificadas,

representando a totalidade do projeto na estrutura final (Mattos, 2019).

No detalhamento dos blocos principais em pacotes de trabalho menores, é recomendável a participação dos responsáveis gerais de cada etapa, por terem mais conhecimentos sobre todas as atividades. Deixando a cargo de somente uma pessoa, é provável a ocorrência de omissões no planejamento, causando grandes consequências. Como aumento de custos e atrasos no prazo final da obra (Mattos, 2019).

2.2.1 Níveis da EAP

A EAP é construída em níveis, como forma de detalhamento do projeto, cada nível tem mais informações do nível superior. Conforme a EAP é detalhada, as atividades ficam menores e mais definidas. Facilitando a atribuição de duração, estimativa de recursos, definição de custo e identificação na obra para acompanhar e controlar seu progresso (Mattos, 2019).

O número de níveis está relacionado à quantidade de controle que se deseja implementar no planejamento. Sendo quatro níveis o número ideal, recomenda-se o detalhamento da EAP não ultrapassar seis níveis, pois resulta em uma rede muito extensa e com um alto custo de controle, por outro lado, poucos níveis, apesar de deixarem um custo menor, podem tornar uma estrutura muito superficial e de difícil acompanhamento. Deve o planejador ter um bom senso de até que ponto o detalhamento propicia um bom controle e fica viável economicamente (Limmer, 1997).

Segundo Limmer (1997), ele define que se pode fazer a partição do projeto em níveis que representem os diversos elementos (Figura 5), independente do tipo de projeto que se está executando, podendo obedecer à seguinte ordem: O primeiro nível representa o projeto total, havendo apenas um único item. A partir desse item, inicia-se o desmembramento nos itens principais, representando todas as áreas do projeto. Logo após, no terceiro nível, são exemplificados os sistemas de trabalho e, no último nível os pacotes de trabalho de tamanho adequado para a programação e controle.

Figura 5 - Níveis EAP



Fonte: Limmer (1997)

Algo a considerar na elaboração da EAP é a definição de um tempo médio para as atividades. É necessário haver um equilíbrio entre as durações, não sendo executável trabalhar com algumas tarefas muito longas e outras de duração curta (Mattos, 2019).

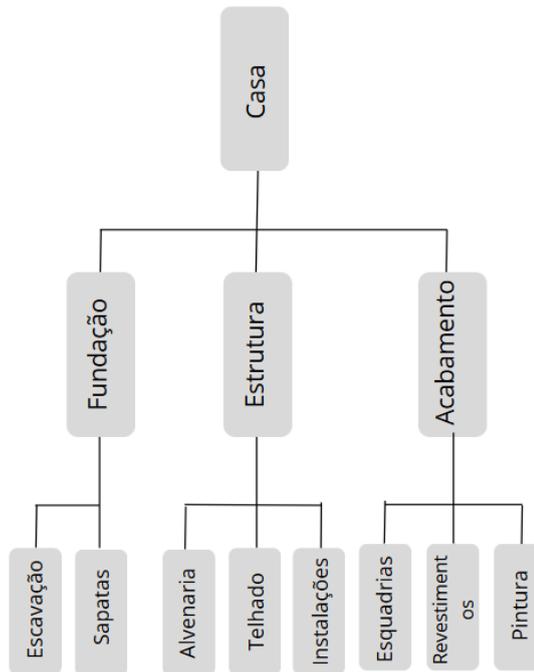
2.2.2 Tipos de estrutura

De acordo com Mattos (2019), o projeto pode ser executado em três diferentes tipos de estrutura árvore, analítica (ou sintética) e mapa mental, ficando a critério do planejador qual utilizar em momentos distintos.

2.2.2.1 Estrutura tipo árvore do projeto

A estrutura tipo em árvore (Figura 6), é um dos métodos utilizados para detalhamento de projetos e obras, sendo uma forma mais gráfica de representação da totalidade do escopo ou de etapas específicas, em que o item principal (objetivo a ser construído) se subdivide em ramos, detalhando o projeto, até que tenha sido exemplificado por completo (Mattos, 2019).

Figura 6 - Estrutura tipo árvore



Fonte: Mattos (2019)

2.2.2.2 Estrutura analítica do projeto

A estrutura analítica, outro método de detalhamento das atividades de projeto, é o formato presente nos principais softwares de planejamento e controle do mercado, como no programa computacional Ms Project, sendo assim o método mais utilizado no ramo da construção civil (Mattos, 2019).

Na sua elaboração é utilizado o conceito de níveis da EAP, onde cada novo nível é considerado parte interna em relação ao nível anterior (alinhados à direita), atividades de um mesmo nível têm o mesmo alinhamento. Em um mesmo nível da estrutura cada atividade vem relacionada a uma numeração sequencial, onde nos níveis de pacotes de trabalho ela adquire mais um dígito (Mattos, 2019).

O Quadro 4 demonstra um modelo de estrutura desenvolvida no formato analítico conforme o programa computacional MS Project*.

Quadro 4 - Estrutura analítica ou sintética

Atividade	
0	Casa
1	1 Infraestrutura
2	1.1 Escavação
3	1.2 Sapatas
4	2 Superestrutura
5	2.1 Paredes
6	2.1.1 Alvenaria
7	2.1.2 Revestimento
8	2.1.3 Pintura
9	2.2 Cobertura
10	2.2.1 Madeiramento
11	2.2.2 Telhas
12	2.3 Instalações
13	2.3.1 Instalação elétrica
14	2.3.2 Instalação hidráulica

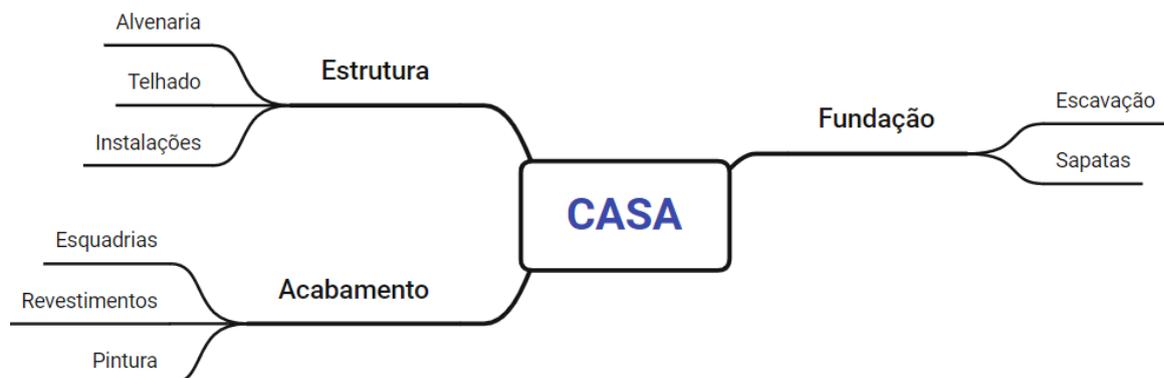
Fonte: Mattos (2019)

2.2.2.3 Estrutura mapa mental do projeto

Além dos formatos de árvore e analítico, a estrutura de detalhamento de um projeto pode ser desenvolvida sob o formato de mapa mental (Figura 7), uma atraente solução de visualização gráfica, podendo ser demonstrado o projeto completo ou etapas (Mattos, 2019).

Um mapa mental é utilizado para representar graficamente o projeto, desenvolvido em volta do conceito central. A estrutura do mapa mental é semelhante à do tipo em árvore, o principal é decomposto em níveis menores. A distinção está na sua criação, onde o mapa mental possui mais possibilidades de visualização (Mattos, 2019).

Figura 7 - Estrutura tipo mapa mental



Fonte: Mattos (2019)

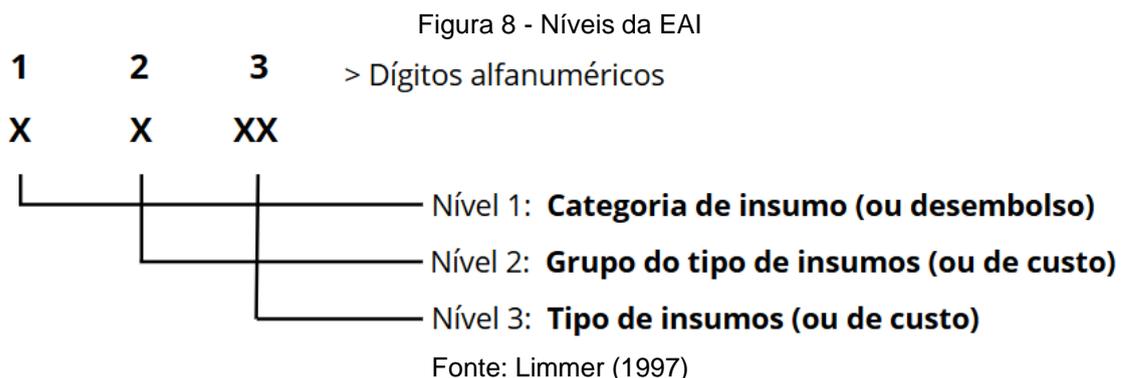
2.2.3 Estrutura de insumos

Modelo de estrutura que detalha e relaciona os tipos de insumos utilizados no projeto, elaborada da mesma maneira que a estrutura analítica citada anteriormente, sugere-se nomear de Estrutura Analítica de Insumos (EAI) (Limmer, 1997).

Os pacotes de trabalho são realizados com utilização de diversos recursos, dos quais, três são comuns a todos: a mão-de-obra utilizada, os diversos materiais usados e os equipamentos, utilizando o custo de cada recurso, como referência para cálculos e planejamento (Limmer, 1997).

A EAI poderá ser detalhada da maneira que for mais conveniente para o planejador e a depender do projeto executado, utilizando o orçamento analítico e o conhecimento do modelo construtivo adotado, realiza-se a listagem de insumos utilizados. Poderá ser feita também nos outros tipos de estrutura para o projeto, a partir da finalidade que se deseja para o detalhamento, dos tipos de insumos a serem utilizados e que necessitem de apropriação (Limmer, 1997).

Sendo derivada da EAP, a forma de divisão é similar, utilizando o conceito níveis da estrutura (Figura 8), se desenvolve até adquirir o grau de detalhamento desejado (Limmer, 1997).



Categoria de insumo é o nível principal da EAI, representando as categorias de insumo ou de custo para fins de planejamento e programação de gastos durante execução (Limmer, 1997).

Grupo do tipo de insumo, sendo o segundo nível de detalhamento, representando as famílias, específicas de insumo, como mão-de-obra, materiais, equipamentos de construção, etc. (Limmer, 1997).

Tipo de insumo ou de custo é último nível, corresponde aos insumos utilizados em um determinado serviço, extraído desse nível o custo (Limmer, 1997).

2.2.4 Estrutura operacional

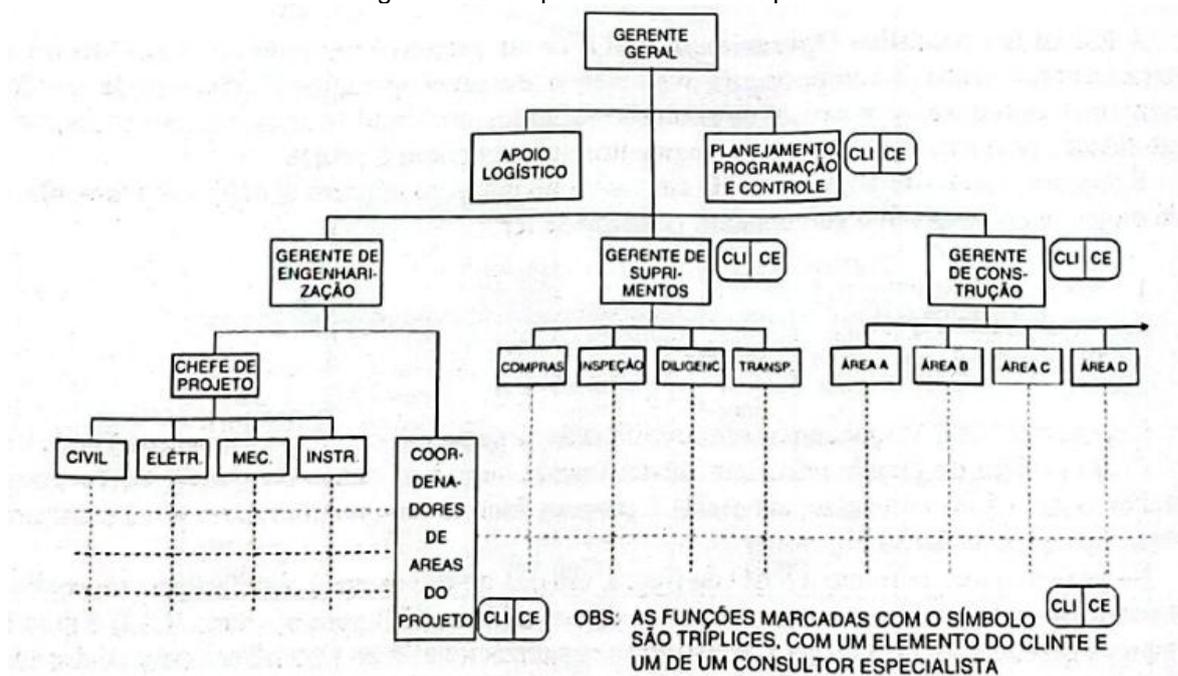
A Estrutura Analítica Operacional (EAO) é o modelo que retrata a organização da empresa, seguindo o modelo organizacional misto entre tradicional e moderno, relacionando cada órgão ou equipe a uma determinada tarefa. Conforme o método executivo adotado e os processos definidos no planejamento e programação, atribuindo a responsabilidade pela execução das várias atividades do projeto (Limmer, 1997).

Segundo Limmer (1997), define que a EAO seja hierarquizada utilizando os conceitos de níveis da EAP, cujo número depende do nível de detalhamento que se deseja e do tamanho do projeto, seguindo as preferências do planejador, podendo ter:

1. Nível: Divisional
2. Nível: Departamental
3. Nível: Seccional

Podendo ser realizada nos três tipos de estruturas para detalhamento do projeto, exemplificado na Figura 9.

Figura 9 - EAO para uma obra complexa



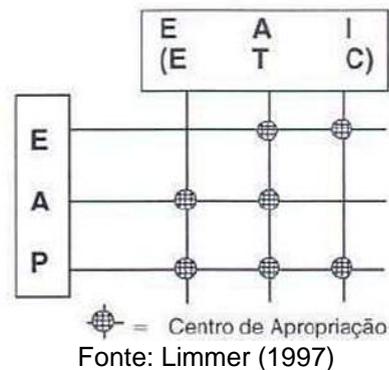
Fonte: Limmer (1997)

2.2.5 Centro de apropriação

Estrutura que demonstra a interseção entre elementos da EAP com a EAI (Figura 10), permite definir o insumo aplicado em cada etapa do projeto, caracterizando assim os centros de apropriação (CA), pode ser realizada através da relação entre as codificações existente nas estruturas analíticas ou através de estrutura tipo arvore, uma forma de visualização gráfica mais atraente, a interseção entre as estruturas forma o denominado plano de contas para cada atividade, onde serão planejados e controlados custos e prazos de execução de cada elemento do projeto (Limmer, 1997).

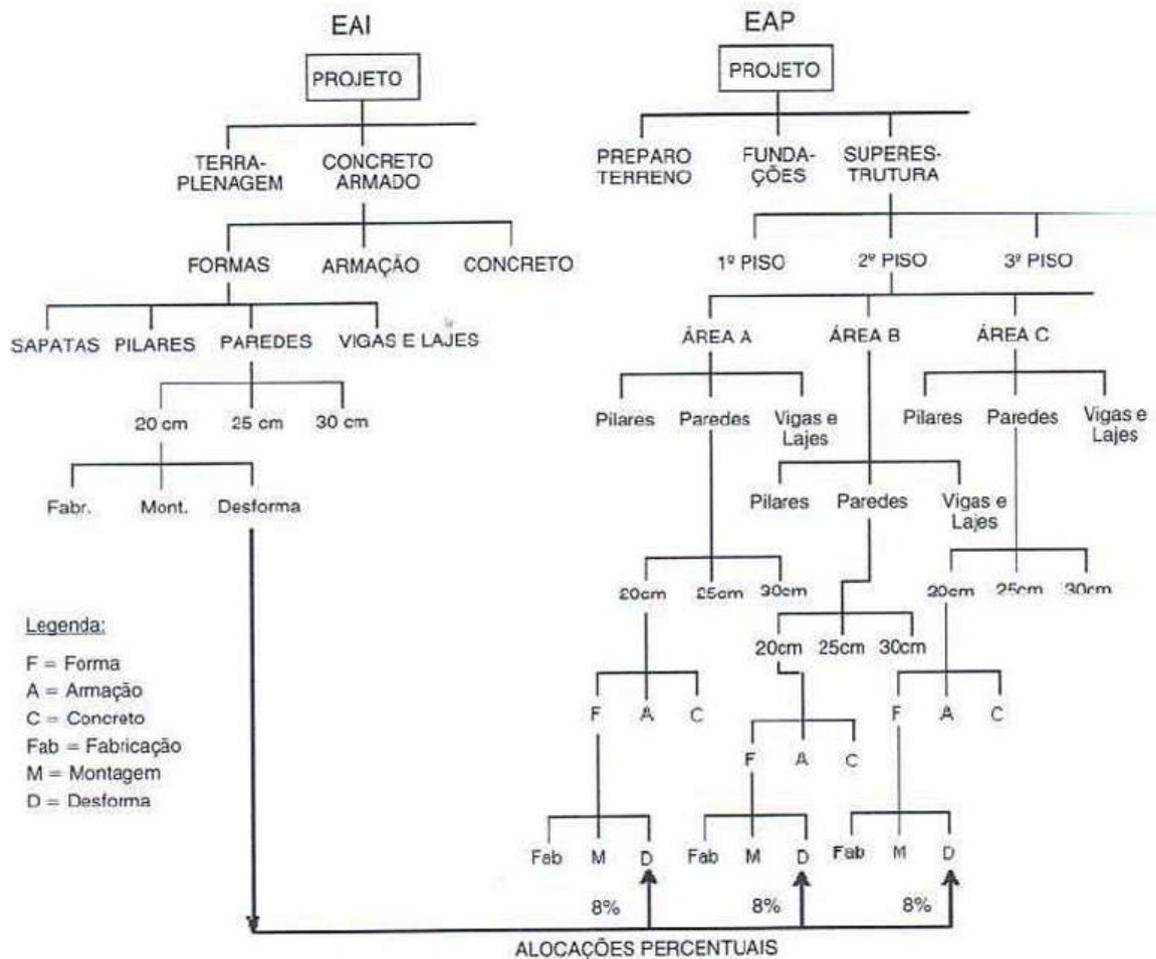
Na criação de um centro de apropriação, deve-se partir da ideia que cada atividade desenvolvida utiliza um ou vários materiais com um custo agregado. Devido a isso, os CA como forma de planejamento servem mais na realização de controle de custos do que no controle de prazos para realização de atividades (Limmer, 1997).

Figura 10 - Centro de apropriação



Devido à diferença nos níveis de detalhamento nas estruturas analíticas do projeto e de insumos, muitas vezes torna-se complicado a interseção entre as duas estruturas. Uma das formas de contornar essa diferença de detalhamento é alocar o recurso por meio de uma distribuição percentual, em razão da área onde será aplicada, dividindo assim a quantidade de insumo nos elementos iguais do projeto na Figura 11 (Limmer, 1997).

Figura 11 - Conceito de alocação percentual

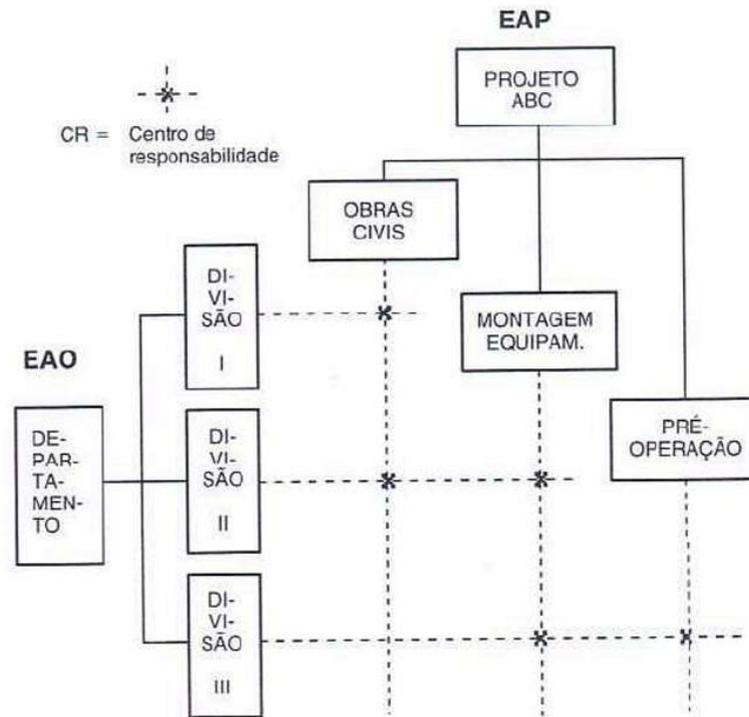


Fonte: Limmer (1997)

2.2.6 Centro de responsabilidade

Modelo de estrutura utilizada para demonstrar a interseção entre a estrutura analítica operacional (EAO) com a estrutura analítica do projeto (EAP), definindo a responsabilidade de cada órgão ou equipe para realização de determinada tarefa presente na estrutura do projeto, estabelecendo os denominados centros de responsabilidades (CR) Figura 12, podendo ser desenvolvida a partir da relação das codificações de cada atividade e equipe presente na estrutura analítica ou no formato de árvore, uma forma de visualização gráfica mais atraente (Limmer, 1997).

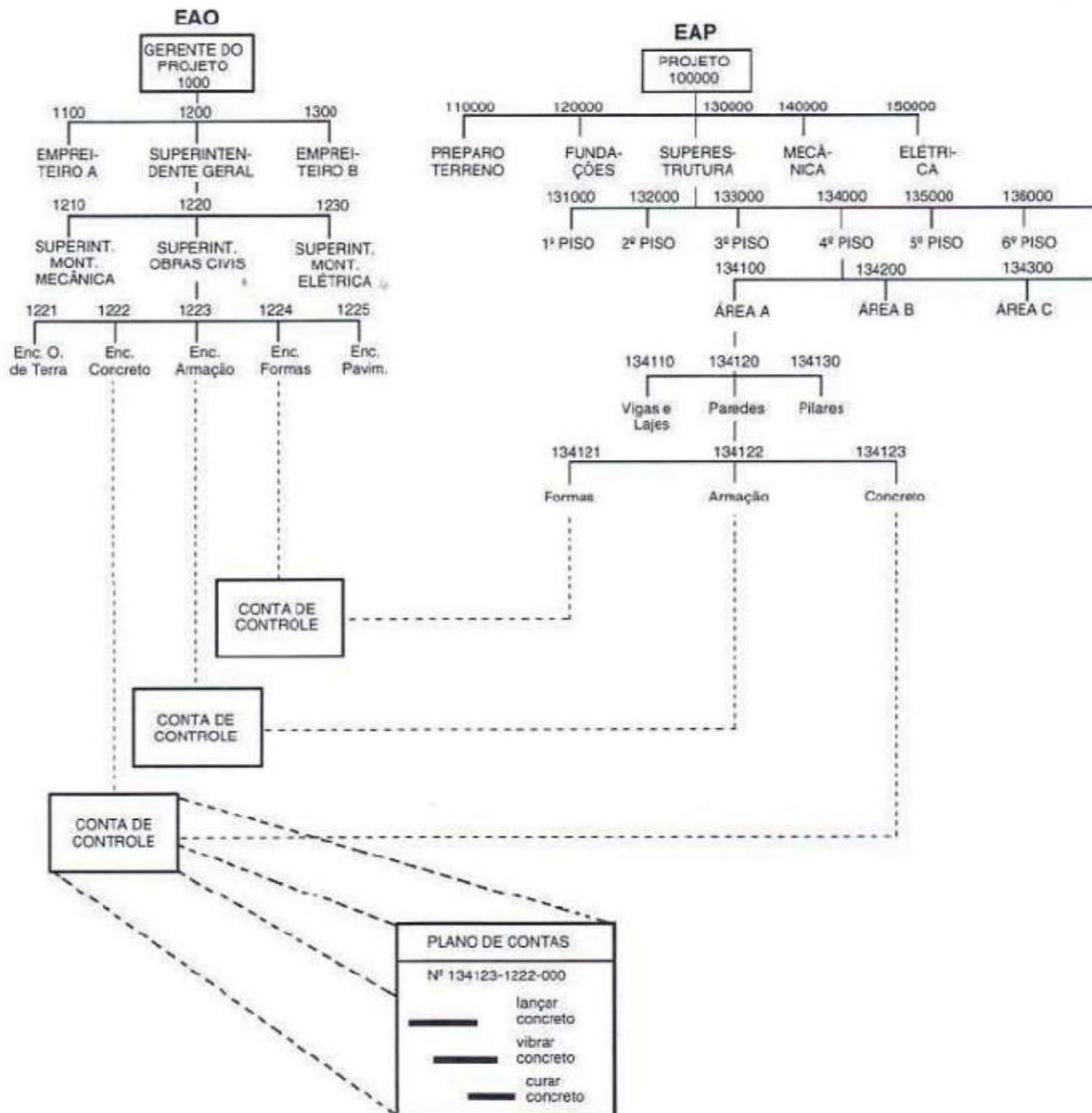
Figura 12 - Centro de responsabilidade



Fonte: Limmer (1997)

Na interseção entre as duas estruturas, denominado centro de responsabilidade, é desenvolvida um plano de contas (Figura 13), onde se detalha os processos para à realização de uma atividade da EAP de responsabilidade de cada equipe do projeto, considerando o conhecimento sobre o método construtivo adotado para a execução. Definindo essas tarefas como uma derivação do pacote de trabalho, último nível da EAP, e parte da EAI, mostrando assim, um novo detalhamento da estrutura analítica do projeto sem a deixar mais extensa, um novo nível é desenvolvido para tarefas específicas (Limmer, 1997).

Figura 13 – Plano de contas

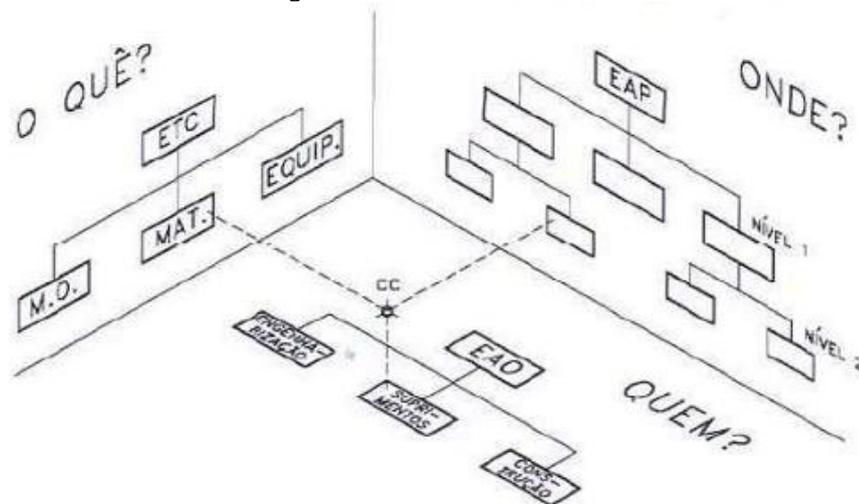


Fonte: Limmer (1997)

2.2.7 Centro de controle

Modelo de detalhamento desenvolvido para demonstrar a interseção entre as estruturas analíticas de projeto, insumos e operacional, o Centro de Controle (CC), definindo a atividade que se quer exemplificar, o insumo que será utilizado e o responsável pela execução, podendo ser utilizados os códigos definidos nas estruturas analíticas ou o desenvolvimento das estruturas tipo em árvore, facilitando a visualização gráfica da etapa que se busca mais detalhes (Limmer, 1997).

Figura 14 - Centro de controle



Fonte: Limmer (1997)

Os centros de controle (Figura 14), mostram a interligação entre as três estruturas, conectando as fases do projeto.

2.3 PLANEJAMENTO DO TEMPO

O tempo de duração de um projeto é um dos principais elementos para elaboração da programação e planejamento, responsável pelo cronograma de execução do projeto. Sua definição é realizada primeiramente nas atividades de maneira individualizada, determinando o prazo das tarefas que compõem o projeto, após essa etapa é realizada a soma de todas as durações calculadas, obedecendo à sequenciação e ligação entre elas, e conforme a metodologia escolhida para execução do trabalho (Limmer, 1997).

Todo pacote de trabalho, no último nível de detalhamento da EAP, necessita de uma duração definida, possibilitando assim a programação de execução de cada atividade. A duração é o tempo necessário (em horas, dias, semanas ou meses) que a atividade utiliza para ser finalizada (Mattos, 2019).

Determinadas atividades têm o seu prazo dependente da quantidade de recursos alocados, podendo ser adiantada ou atrasada, a critério do planejamento realizado. Outras possuem duração fixa, independente da quantidade de insumos ou equipamentos utilizados na sua execução, como exemplo, cura do concreto (Mattos, 2019).

A grande maioria das atividades depende de três grandezas diretamente

relacionadas, a quantidade de trabalho, a produtividade e a quantidade de insumos utilizados. Ao fazer a interligação das atividades existentes na EAP com as produtividades definidas no orçamento, o projeto passa a contar com uma relação orçamento-planejamento (Mattos, 2019).

Definir corretamente o tempo de uma atividade é de grande importância, sendo uma das responsáveis pela definição do prazo do projeto e dos marcos. No caso de erros, pode prejudicar totalmente o planejamento, gastando mais do que o necessário e levando mais tempo desnecessariamente para finalizar a obra (Mattos, 2019).

A importância do bom detalhamento da EAP se verifica no início da etapa de determinação das durações. Havendo menos possibilidade de erro, pois atribuir uma duração é mais simples a um pacote de trabalho pequeno do que a uma atividade extensa com muitos serviços envolvidos, como, por exemplo, instalações elétricas. A decomposição através da EAP bem detalhada torna a tarefa do planejador mais fácil (Mattos, 2019).

A partir das definições de duração de cada atividade e cálculo do tempo total do projeto, serão adquiridos os benefícios no planejamento definidos por Mattos (2019) no Quadro 5:

Quadro 5 - Resultados dos cálculos de durações

Prazo total do projeto
Datas de início e término de cada atividade
Identificação das atividades cuja execução tem de acontecer obrigatoriamente na data calculada para não atrasar o projeto (atividades críticas)
Folgas das atividades não críticas
Margem que as atividades têm para se deslocar e permitir minimizar conflitos entre recursos (nivelamento de recursos)
Identificação das atividades mais propícias para compressão de duração de modo a diminuir o prazo total do projeto (aceleração)

Fonte: Mattos (2019)

2.3.1 Regras praticas

De acordo com Mattos (2019), ele definiu as regras praticas que devem ser seguidas para atribuir as durações das atividades, diminuindo assim a possibilidade de erros, será demonstrado no Quadro 6.

Quadro 6 - Regras praticas para definição de duração

Regra	Significado
Avaliar as durações uma a uma	Deve-se estimar a duração de cada atividade analisando-a separadamente das demais. Para cada uma delas, deve-se assumir que há oferta suficiente de mão de obra, material e equipamento (a menos que se saiba de antemão que isso não é possível).
Adotar o dia normal	A duração da atividade deve ser calculada 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 etc. Não seria o caso, por exemplo, de obras prediais.
Não pensar no prazo total da obra	A atribuição das durações deve ser um processo imparcial. O planejador não deve ficar balizado pelo 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. O ideal é que cada atividade seja tratada individualmente.
Dias úteis ≠ dias corridos	Duração é a quantidade de períodos de trabalho, e não deve ser confundida com dias de calendário - por exemplo, em uma obra na qual se trabalha de segunda a sexta, 15 dias úteis representam uma diferença de 4 dias com relação a 15 dias do calendário!

Fonte: Mattos (2019)

2.3.2 Causas que interferem na duração

O Quadro 7, lista situações que influenciam diretamente a duração de uma atividade, podendo diminuir ou aumentar, a depender do processo de planejamento.

Quadro 7 - Causas que prejudicam a execução

Fator	Efeito
Experiência da equipe	Quanto mais experiência tiver a equipe de trabalho, maior a facilidade em realizar a atividade e, conseqüentemente, menor o tempo necessário para executá-la.
Grau de conhecimento do serviço	Atividades novas, especiais ou pouco frequentes geralmente requerem um período de familiarização da equipe (metodologia construtiva, posicionamento dos operários e equipamentos, identificação de interferências, análise de fontes de erro etc). Existe uma tendência natural a que a produtividade cresça com o tempo (curva de aprendizagem).
Apoio logístico	A duração de uma atividade pode ser otimizada com um suporte preciso, que garanta que os operários não percam tempo esperando a chegada de material, ou com longos deslocamentos etc.

Fonte: Mattos (2019)

2.3.3 Estimativa paramétrica

O cálculo da duração será realizado através do método da estimativa paramétrica. O planejador deve fundamentar-se em parâmetros existentes para determinar a duração de cada atividade. As composições de custos unitários derivadas do orçamento da obra são a fonte de dados necessários para o desenvolvimento do planejamento e cronogramas (Mattos, 2019).

Definindo as composições de custo unitário, são as tabelas de banco de dados sobre insumos nacionais, que detalham os materiais necessários para realização da atividade, mão de obra e equipamentos, além de seus respectivos coeficientes de consumo (ou índices), custo por unidade e total (Mattos, 2019).

Tabela 1 - Composição de custo unitário do SINAPI

94291	EXECUÇÃO DE SARJETA DE CONCRETO USINADO, MOLDADA IN LOCO EM TRECHO RETO, 60 CM BASE X 10 CM ALTURA. AF_01/2024		M	
I	370 AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE) M3		M3	CR
I	4517 SARRAFO *2,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA		M	CR
I	6212 TABUA *2,5 X 30 CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA		M	C
I	34492 CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SL M3		M3	C
	UMP = 100 +/- 20 MM, EXCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)			
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES		H	C
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES		H	C
	MATERIAL	:	68,05	89,8479842 %
	MAO DE OBRA	:	7,68	10,1520158 %
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	75,73	100,0000000 % -

Fonte: SINAPI (2024)

Tabela 2 - Composição de custo unitário do SINAPI (continuação)

	0,0198000	145,00	2,87
	0,2000000	3,57	0,71
	0,0833000	16,94	1,41
	0,0751000	810,00	60,83
	0,2526000	22,35	5,64
	0,2526000	16,92	4,27
	ORIGEM DE PREÇO: CR		

Fonte: SINAPI (2024)

O coeficiente corresponde à informação que expressa a fração de hora necessária, da utilização de um determinado recurso, para produção de uma unidade do produto final. O coeficiente, portanto, é sempre definido como unidade de tempo por unidade de trabalho, a depender do parâmetro adotado. Ex: (h/kg,

h/m², min/un, dia/m³, semana/t, etc.). Por exemplo, se a tarefa armação estrutural tem um índice de armador de 0,10 h/kg, significa que o armador leva 1/10 de hora para produzir 1 kg de armação. Podendo adotar o seguinte entendimento, quanto menor o coeficiente, mais produtiva será a atividade; se o coeficiente for maior, ele é menos produtivo (Mattos, 2019).

Por outro lado, produtividade difere de produção, produção representa a quantidade de produtos feitos em um período; produtividade é a quantidade de recurso produzido por uma pessoa ou equipe em um determinado intervalo de tempo, período geralmente expresso em hora. Define-se produtividade como a quantidade produzida em um período, enquanto o coeficiente em função do tempo (Mattos, 2019).

Por exemplo, se a atividade armação estrutural tem um coeficiente de armador de 0,10 h/kg, significa que o armador em 1 hora produz 10 kg de armação (Mattos, 2019).

O cálculo da produtividade é realizado através da divisão de uma unidade do produto final pelo coeficiente da mão de obra que comanda a tarefa. A definição da proporção da equipe necessária para o trabalho é feita pela divisão do coeficiente principal pelo coeficiente secundário ou pela produtividade maior pela menor (Mattos, 2019).

Quando o planejador utiliza os coeficientes gerados pelo orçamentista, ele possui um método de alinhar orçamento e planejamento, pois os coeficientes:

- Utiliza a produtividade do orçamento que baseou o custo da obra.
- Referência para avaliação entre o que foi orçado e os resultados.
- Corresponde até que ponto a atividade não gera prejuízos;
- Possibilita a verificação de erros;
- Possibilita o gerenciador estabelecer objetivos de desempenho;

Para realização do cálculo do trabalho requerido é utilizada a quantidade de serviço a ser realizado, multiplicado pelo coeficiente da mão de obra. (homem-hora):
 $Hh = \text{quantidade (m}^2) \times \text{coeficiente (h/m}^2)$.

O planejador pode executar o cálculo da duração partindo de dois conceitos. Equipe definida e fixa, fazendo o cálculo da duração das tarefas na Figura 15, ou o contrário; fixar a duração e calcular a equipe na Figura 16 (Mattos, 2019).

Figura 15 - Cálculo da duração em função da equipe

DURAÇÃO em função da **equipe**:

- Usando **ÍNDICE**:

$$\text{DURAÇÃO} = \frac{\text{QTDE} \times \text{ÍNDICE}}{\text{QTDE RECURSOS} \times \text{JORNADA}}$$

(QTDE = quantidade)

- Usando **PRODUTIVIDADE**:

$$\text{DURAÇÃO} = \frac{\text{QTDE}}{\text{PRODUTIVIDADE} \times \text{QTDE DE RECURSOS} \times \text{JORNADA}}$$

Fonte: Mattos (2019)

Figura 16 - Cálculo da equipe em função da duração

EQUIPE em função da **duração**:

- Usando **ÍNDICE**:

$$\text{QTDE DE RECURSOS} = \frac{\text{QTDE} \times \text{ÍNDICE}}{\text{DURAÇÃO} \times \text{JORNADA}}$$

- Usando **PRODUTIVIDADE**:

$$\text{QTDE DE RECURSOS} = \frac{\text{QTDE}}{\text{PRODUTIVIDADE} \times \text{DURAÇÃO} \times \text{JORNADA}}$$

Fonte: Mattos (2019)

2.4 PRECEDÊNCIA

É definida como a interligação das tarefas, relação de início ou término para a execução da próxima, seguindo uma lógica construtiva e conforme a experiência em obra do planejador. É crucial para a elaboração da sequência de execução entre tarefas, analisando quais serviços podem ser executados simultaneamente e as particularidades de cada um. Com base nessas informações, o planejador pode estabelecer cronogramas e programação (Mattos, 2019).

Atrair uma tarefa à outra é uma operação essencial do planejamento é de extrema importância para a elaboração eficiente do cronograma, pois o cronograma completo do projeto é afetado pela sequência definida. Não bastando possuir uma

EAP detalhada e dispor do melhor software não é suficiente, se o planejador não definir uma sequência razoável e executável, uma ordem errada das atividades pode prejudicar todo o projeto, resultando em prejuízos e atrasos (Mattos, 2019).

2.4.1 Predecessoras e sucessoras

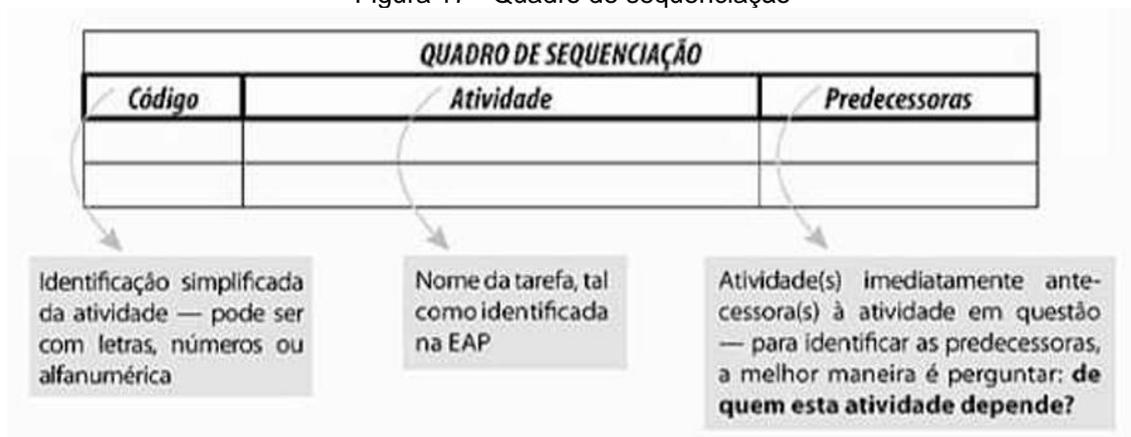
Embora diversas atividades possam ocorrer simultaneamente, é necessário definir de que outras atividades elas dependem direta ou indiretamente e a ordem de execução, predecessora corresponde a tarefa que vem antes, ocorrendo a definição após a elaboração da estrutura analítica com todas as atividades do projeto, para cada atividade, o planejador identifica e registra quais as predecessoras e a ligação existente entre elas no planejamento, produzindo uma rede de atividades com a duração real do projeto (Mattos, 2019).

O conceito de sucessora é o inverso de predecessora. Uma atividade que vem imediatamente após, não é difícil perceber que, se A é predecessora de B, então B é sucessora de A (Mattos, 2019).

2.4.2 Quadro de sequenciação

Uma das formas para definição de precedência das atividades de um projeto é por meio do desenvolvimento do quadro de sequenciação (Figura 17), um método simplificado para concentrar todas as predecessoras. Tipicamente, ele possui três colunas: código da atividade utilizado na EAP, descrição da atividade e predecessora:

Figura 17 - Quadro de sequenciação



Fonte: Mattos (2019)

2.5 CRONOGRAMAS

O cronograma corresponde a uma representação da programação de atividades, elaborada a partir da estrutura analítica do projeto e do cálculo da duração das atividades, com os respectivos prazos e dependências. Os cronogramas permitem acompanhar a ordem de execução do projeto, organizar serviços e administrar os recursos eficientemente, uma vez que antecipam a solicitação, compra e contratação de mão-de-obra, materiais e equipamentos, para ser executado nas condições estabelecidas no planejamento (Limmer, 1997)

Para o cronograma ser desenvolvido de uma forma lógica, é preciso que os processos de estruturação analítica e definição das durações sejam executados com o máximo de atenção, criando assim uma rede de atividades executável, na prática, e sem causar prejuízos e atrasos para a obra (Limmer, 1997)

Podendo ser apresentado no formato de rede (método das flechas ou blocos) ou no formato de gráfico de barras (gráfico de Gantt), o primeiro é mais utilizado para exemplificar partes detalhadas por sua fácil visualização gráfica (Limmer, 1997).

Para agrupar determinados recursos utilizados na execução das atividades do projeto, como materiais, mão de obra e equipamentos, recomenda-se realizar o detalhamento por meio de cronogramas, definindo a quantidade de cada tipo de recurso utilizado e o período de utilização (Limmer, 1997).

2.5.1 Cronograma de mão de obra

É baseado na análise da estrutura analítica e composição de custo unitário das atividades, no último nível de detalhamento, para definição da quantidade e tipo de mão de obra utilizada em cada tarefa. Possibilita ao setor de estratégico os dados necessários para fornecimento dos recursos de mão de obra, podendo ocorrer assim um planejamento de contratação e alocação, durante todo o período de execução do projeto (Limmer, 1997).

Em obras com muitas atividades, é recomendado organizar todos os recursos e a quantidade utilizada de mão de obra (duração e equipe) em um único documento, o qual é definido como quadro de cálculo efetivo de mão de obra (Tabela 3). Nesse trabalho, será utilizado o quadro com coeficiente individual por ser

o adotado nos orçamentos de obras (Mattos, 2019).

Utilizar o coeficiente por recurso individual é mais prático, pois esses dados são fornecidos pela maioria dos orçamentos gerados pelos softwares mais utilizados (Mattos, 2019).

Tabela 3 - QCEMO com coeficiente individual

ATIVIDADE	UN	QTDE	RECURSO	ÍNDICE DO RECURSO		JORNADA (h/dia)	DIAS	DURAÇÃO ADOTADA (dias)	QTDE RECURSOS	
Escavação	m ³	190	SERVENTE	4	h/m ³	8	95	10	SERVENTE	10
Fôrma	m ²	320	CARPINTEIRO	1	h/m ²	8	40	5	CARPINTEIRO	8
			AJUDANTE	1	h/m ²	8	40	5	AJUDANTE	8
Armação	kg	6.000	ARMADOR	0,08	h/kg	8	60	12	ARMADOR	5
			AJUDANTE	0,08	h/kg	8	60	12	AJUDANTE	5
Concreto	m ³	40	PEDREIRO	8	h/m ³	8	40	8	PEDREIRO	5
			SERVENTE	64	h/m ³	8	320	8	SERVENTE	40

Fonte: Mattos (2019)

O desenvolvimento desse quadro relaciona as respectivas atividades com suas quantidades de serviços, seus coeficientes e a duração de trabalho diário, fornecendo a quantidade total de recursos necessários para execução da atividade (Limmer, 1997).

Com estes resultados, pode-se definir o cronograma de mão de obra (Tabela 4 e Tabela 5) onde, somando todos os recursos do período, encontra-se a quantidade de efetivo necessário de cada período do projeto (Limmer, 1997).

Tabela 4 - Cronograma de mão de obra

Categoria de mão-de-obra	Períodos de tempo*					
	1	2	3	4	5	6
Carpinteiro de formas	4	4	12	18	15	7
Ajudante de carpinteiro		4	10	15	7	2
Armador		8	14	10	7	
Ajudante de armador		8	14	10	7	
Pedreiro	1	3	3	2	1	1

Fonte: Limmer (1997)

Tabela 5 - Cronograma de mão de obra (continuação)

Categoria de mão-de-obra	Períodos de tempo*					
	1	2	3	4	5	6
Auxiliar de pedreiro		2	2	1	1	1
Encanador		1	2	3	1	
Ajudante de encanador		1	2	2	1	
Servente	10	18	20	22	20	18
Efetivo/Período	15	49	79	83	60	29

Fonte: Limmer (1997)

A partir desse exemplo, devemos considerar o total de mão de obra em cada período e multiplicar pela carga horária diária de trabalho, encontrando assim o total de horas trabalhadas por período. O resultado se dará na utilização de mão de obra no formato homem-hora (Hh). Exemplificado através da produção do quadro homem simples e acumulado na Tabela 6 (Limmer, 1997).

Tabela 6 - Quadro homem-hora simples e acumulado

Período	Hh	Hh Acumulado
1	3.960	3.960
2	12.936	16.896
3	20.856	37.752
4	21.912	59.664
5	15.840	75.504
6	7.656	83.160

Fonte: Limmer (1997)

Com os resultados da Tabela 6, podem ser elaborados os gráficos de histograma e curva S, representando de forma gráfica a utilização do recurso (Limmer, 1997).

2.5.2 Cronograma de materiais e equipamentos utilizados no projeto

Semelhante ao cronograma de mão de obra, também é desenvolvido a partir de análise da estrutura analítica e composição de custo unitário das atividades e pretende fornecer dados de quantidade de materiais para o setor estratégico, podendo realizar o planejamento de compra e fornecimento (Limmer, 1997).

O passo a passo para realizar o cronograma de materiais segundo Limmer

(1997), segue o seguinte roteiro:

- Listar todas os materiais das etapas do projeto.
- Detalhar a quantidades de cada recurso.
- Verificar se é necessário o nivelamento de recursos.
- Montar o quadro.

Figura 18 - Quadro de materiais

Material (insumo)	Código de insumo	Requisição nº	Unidade	Quantidade	Datas de entrega		
					Lote 1	Lote 2	Lote 3

Fonte: Limmer (1997)

Outro cronograma que pode ser realizado é o de equipamentos incorporados ao projeto, feito semelhantemente ao de materiais. Nele se especificam as datas de solicitação de cotação, recebimentos das propostas, compra, entrega e outras que sejam de interesse do planejador (Limmer, 1997).

2.5.3 Cronograma de equipamentos

Podendo também ser realizado o cronograma de utilização de equipamentos do projeto, desenvolvido a partir de análise da composição de custo unitário e conhecimento do método construtivo pelo planejador, assim como a definição da utilização dos equipamentos necessários em cada período (Limmer, 1997).

Faz-se uma análise de todas as atividades que necessitam de equipamentos, classificando-as por tipo de equipamento. Em seguida, determina-se o tempo de uso de cada equipamento seguindo o cronograma, por fim, cria-se um cronograma de barras, facilitando a visualização (Limmer, 1997).

Tabela 7 - Quadro de equipamentos

Item	Equipamento/Período	1	2	3	4	5
1	Equipamento Tipo 1					
2	Equipamento Tipo 2					
3	Equipamento Tipo 3					
4	Equipamento Tipo 4					
5	Etc.					

Fonte: Limmer (1997)

2.6 CRONOGRAMA EM REDES

Os cronogramas em redes ou redes de planejamento são derivados da teoria dos grafos e define-se rede como a interligação entre atividades, que demonstram a relação de lógica construtiva. O diagrama de rede é a interpretação gráfica das tarefas e possibilita a visibilidade clara do inter-relacionamento entre elas. O principal benefício de demonstrar a lógica do projeto no formato de um diagrama de rede é facilidade na leitura e no entendimento (Mattos, 2019).

O cronograma em redes é utilizado para o cálculo do caminho crítico e das folgas pela técnica PERT/CPM. Também é a ferramenta específica e o estudo de simulações do projeto e para a análise das possibilidades, necessidades bastante comuns nos projetos (Mattos, 2019).

Com a utilização das técnicas PERT/CPM nos diagramas, é possível realizar cálculos que permitem o conhecimento das datas mais cedo e mais tarde para a atividade começar, como a folga de cada uma, e identificar a sequência de tarefas que, se atrasarem, interferem no prazo final do projeto (Mattos, 2019).

2.6.1 Método dos blocos

Neste trabalho será utilizado o método dos blocos por escolha do autor. No método dos blocos, as tarefas são demonstradas por blocos ligados por flechas, demonstrando a relação de dependência. Esse método também possui menos variáveis.

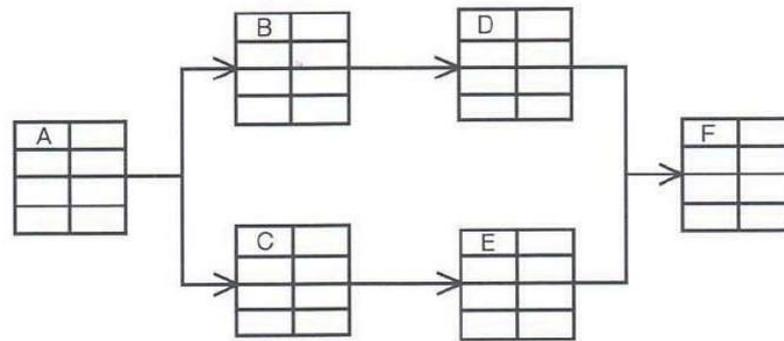
Para a execução do método dos blocos, as tarefas devem ser detalhadas em um bloco (ou caixa) Figura 19. São unidas por setas que demonstram a ordem de execução do projeto Figura 20. O comprimento das flechas não tem valor (Mattos, 2019).

Figura 19 - Bloco

Nome	Duração

Fonte: Limmer (1997)

Figura 20 - Métodos dos blocos com atividades paralelas



Fonte: Limmer (1997)

2.7 CAMINHO CRITICO (CPM)

O caminho crítico é composto pelas chamadas atividades críticas, as quais não possuem folga, e determina o prazo total da obra. É necessário detalhar o caminho crítico, pois um atraso interfere diretamente na conclusão (Mattos, 2019).

O CPM corresponde ao caminho que “controla” o projeto, seguindo uma lógica construtiva. A duração total não corresponde à soma de todas as durações, devido às atividades que ocorrem em simultâneo (Mattos, 2019).

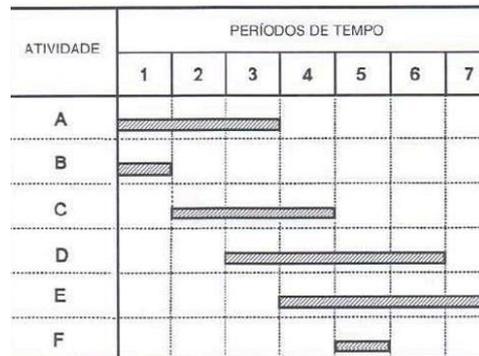
As atividades críticas se definem pelas tarefas que possuem a menor folga total no projeto. Os eventos críticos possuem tempos mais cedo e mais tarde idênticos (Mattos, 2010).

Evento crítico: TEMPO MAIS CEDO = TEMPO MAIS TARDE

2.8 CRONOGRAMA EM BARRAS

O cronograma em barras é uma importante ferramenta para uma gestão eficiente do projeto, sendo o resultado de todo o planejamento realizado, representado sob a forma de gráfico de Gantt na Tabela 8, demonstra as atividades em ordem cronológica de execução em dias, semanas ou meses. Através do cronograma, é possível visualizar a estimativa para realização de cada atividade (Mattos, 2019).

Tabela 8 - Gráfico de Gantt



Fonte: Limmer (1997)

Para a elaboração do cronograma, é necessário ter em mãos as durações de todas as atividades, como também a data de início e fim de cada uma. O cronograma de barras é realizado utilizando a estrutura analítica do projeto, com suas durações calculadas e demonstradas por meio de barras horizontais (Limmer, 1997).

Exemplifica de maneira fácil e rápida a posição de cada atividade ao longo da execução da obra. O cronograma em barras é definido como uma importante ferramenta de controle, por sua facilidade de aplicação e de entendimento, além de poder, ser usado para realização de outras técnicas (Mattos, 2019).

2.8.1 Cronograma integrado Gantt-PERT/CPM

O cronograma em barras original possui algumas deficiências para controle de projetos, como não sendo possível a visualização das interligações, não permite considerar as folgas e não demonstra o caminho crítico do projeto. Buscando corrigir essas problemáticas, os planejadores criaram o cronograma integrado Gantt-PERT/CPM, onde apresentam graficamente os resultados, possibilitando alocação de recursos, conhecimento da folga das atividades e distribuir tarefas aos responsáveis, segundo o método PERT/CPM. O Quadro 8, detalha as informações presentes no novo cronograma (Mattos, 2019).

Quadro 8 - Informações inseridas no cronograma integrado

<i>Informação</i>	<i>Como aparece no cronograma</i>
Numeração das atividades	De acordo com a rede
Sequenciação	Pequenas setas que mostram a sequência das atividades
Datas mais cedo e mais tarde de início e de fim	PDI, UDI, PDT, UDT
Folgas	Pode se limitar a folga total (FT) ou abranger todas (FT, FL, FD, FI)
Atividades críticas	Hachuradas ou com traço mais forte
Realizado	Situação atual (real) do projeto

Fonte: Mattos (2019)

2.8.2 Marcos

Marcos são definidos como pontos de destaque em um cronograma (Quadro 9), usados para destaque a uma informação importante ou fim de uma etapa do projeto (Mattos, 2019).

São utilizados como ponto de controle, podem ser de escolha do planejador a depender do projeto ou obrigações contratuais, sua representação no cronograma facilita a rápida identificação para tomadas de decisão sobre o projeto. No planejamento, constitui-se uma atividade com duração zero (0), usada apenas para fins de referência (Mattos, 2019).

Quadro 9 - Marcos no cronograma

MARCO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Ordem de serviço	◆						
Término fundações		◆					
Início estrutura			◆				
Término estrutura						◆	
Final obra							◆

Fonte: Mattos (2019)

2.8.3 Dias úteis e dias corridos

O cronograma desenvolvido com uso da técnica PERT/CPM adota os prazos de durações das atividades somente em dias sequenciais, ao considerar nos cálculos apenas a quantidade de dias de trabalho (dias úteis) Figura 21, não consideram os fins de semana, feriados e dias sem trabalho por planejamento da

empresa (dias de calendário). O cronograma com dias de calendário deve ser realizado posteriormente, para associar as datas calculadas com as datas no tempo real (Mattos, 2019).

Figura 21 - Cronograma com dias sequenciais

		DIA											
ATIV.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A		■	■	■									
B					■	■	■						
C					■	■	■	■					
D							■						
E								■	■	■			
F										■	■	■	■

Fonte: Mattos (2019)

Considerando que a data de início do exemplo da Figura 22 é 14 de abril, que a obra não opera nos finais de semana e que há um feriado em 21 de abril, o cronograma integrado deve ser ajustado, considerando os fins de semana e o feriado Figura 26 (Mattos, 2019).

Figura 22 - Cronograma com dias de calendário

		ABRIL 2010																
ATIV.		Q 14	Q 15	S 16	S 17	D 18	S 19	T 20	Q 21	Q 22	S 23	S 24	D 25	S 26	T 27	Q 28	Q 29	S 30
A		■	■	■	■	■			■			■	■					
B					■	■	■		■			■	■					
C					■	■	■	■		■		■	■					
D					■	■			■		■	■						
E					■	■			■		■	■		■				
F					■	■			■		■	■			■	■	■	■

Fonte: Mattos (2019)

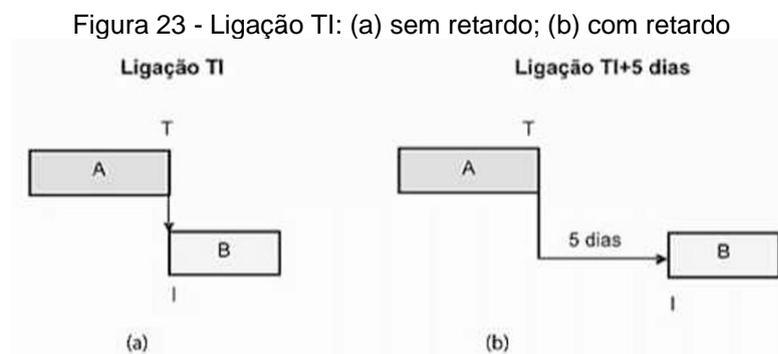
Observa-se que as atividades são interrompidas por dias não úteis e feriado, mantendo-se a mesma quantidade de dias de trabalho. No cronograma realizado com dias de calendário, tem a falsa sensação de um cronograma mais longo (Mattos, 2019).

2.8.4 Tipos de dependência no cronograma em barras

A dependência entre as atividades, apresentada por meio de setas nos cronogramas em barras, está relacionada com a lógica de sua execução, a mais utilizada é a chamada término-início (TI), considerada a ligação-padrão. Ou seja, uma atividade só poderá começar quando sua predecessora terminar. O término da antecessora é condição necessária para o início da predecessora (Mattos, 2019).

Embora utilizada para representar a maioria das interdependências, a ligação término-início (TI) nem sempre reflete a lógica construtiva adotada para o projeto. Um exemplo comum é o vínculo entre as atividades de concretagem e desforma. Apesar de ser predecessora, a relação precisa ter uma defasagem entre as atividades, uma vez que é intuitivo saber que não se pode remover as formas antes do período de cura do concreto. Assim, a lógica TI é parcialmente correta, faltando complemento (Mattos, 2019).

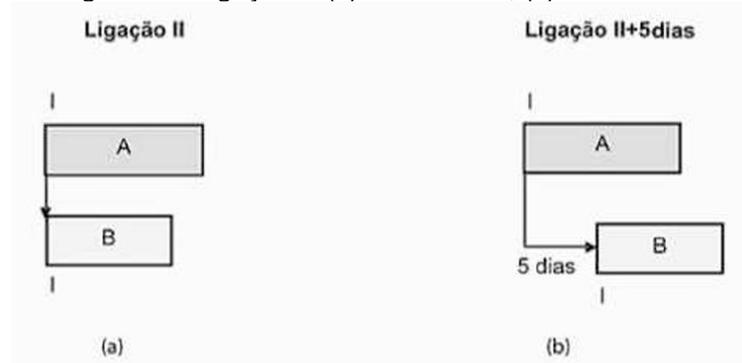
A solução para esse problema é criar o chamado retardo (Figura 23b), seta com tamanho e descrição de dias entre as duas atividades, sendo o tempo de espera para a próxima atividade começar (Mattos, 2019).



Fonte: Mattos (2019)

Outro tipo de ligação que pode ser utilizado é a início-início (II) Figura 24, é quando duas atividades estão interligadas pelo início da primeira, em outras palavras, podem começar simultaneamente. Aceitando também início com atraso.

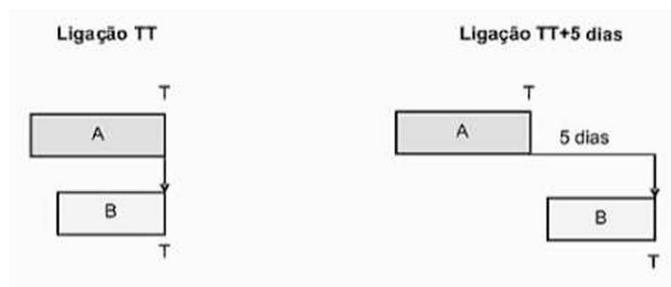
Figura 24 - Ligação II: (a) sem retardo; (b) com retardo



Fonte: Mattos (2019)

O terceiro tipo de ligação possível é a término-término (TT) Figura 25. Sendo a demonstração das atividades que devem terminar ao mesmo tempo, ou seja, o fim de B depende do fim de A, ou com retardo a depender da lógica construtiva adotada.

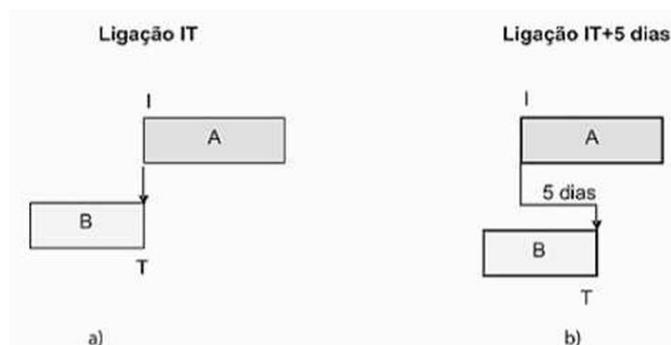
Figura 25 - Ligação TT: (a) sem retardo; (b) com retardo



Fonte: Mattos (2019)

O quarto e último tipo de dependência é a início-término (IT) Figura 26. Esse tipo de ligação é pouco utilizado nos cronogramas, sendo o caso em que uma atividade depende do início da predecessora para o término da sucessora.

Figura 26 - Ligação IT; (a) sem retardo; (b) com retardo



Fonte: Mattos (2019)

Quadro 10 - Resumo das dependências

<i>Ligação (entre A e B)</i>	<i>Significado</i>
TI (término-início)	A tem de terminar para B poder iniciar.
II (início-início)	A tem de ter iniciado para B poder iniciar.
TT (término-término)	A tem de ter terminado para B poder terminar.
IT (início-término)	A tem de ter iniciado para B poder terminar.

Fonte: Mattos (2019)

Dos quatro tipos de dependência, o TI é a ligação natural entre as atividades, em seguida vem o II. Ligações TT e IT são muito raras e pouco aparecem nos planejamentos (Mattos, 2019).

Quanto mais detalhada a EAP, menor a necessidade de o planejador usar retardo. Isso porque os pacotes de trabalho serão menores e mais sequenciais entre si (Mattos, 2019).

2.9 CURVA S E HISTOGRAMA

Corresponde à visualização gráfica do uso de determinados recursos do projeto, por meio de uma variável em comum, é fundamental no controle e acompanhamento da obra, ao permitir identificar padrões e tendências de forma simples e fácil, superando a complexidade de tabelas (Limmer, 1997).

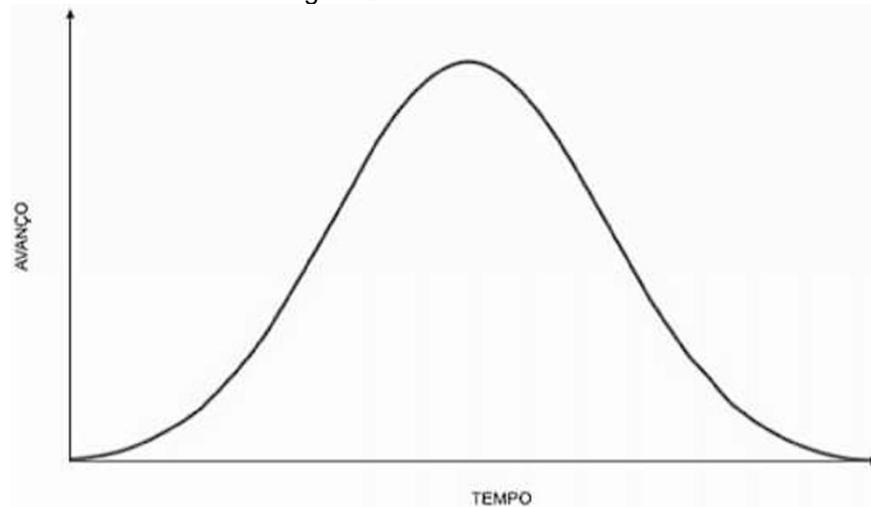
É necessário definir um parâmetro comum a todas as atividades que se busca fazer, detalhamento gráfico de uso, possibilitando relacionar os avanços das atividades, por exemplo, custo (dinheiro) ou trabalho (homem-hora) (Mattos, 2019).

2.9.1 Histograma

Os histogramas são gráficos criados para demonstrar a utilização de um determinado recurso em um período desejado, de forma prática e simples, podendo ser custo com materiais e equipamentos ou mão de obra a depender do critério do planejador. O progresso do uso de recursos em uma obra se assemelha a uma distribuição normal, uma curva de Gauss (Figura 27), não seguindo um ritmo constante. No início da obra, tem ritmo lento, com a execução de diversas tarefas

aumenta o consumo de material, e na etapa de finalização diminui o uso (Mattos, 2019).

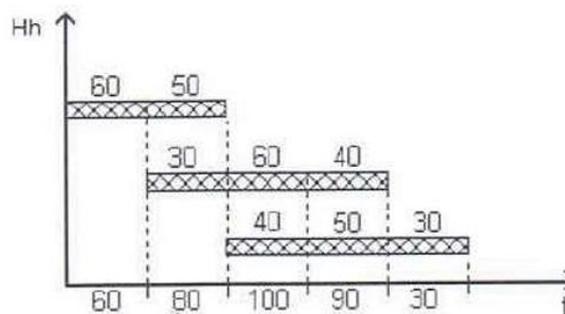
Figura 27 - Curva de Gauss



Fonte: Mattos (2019)

A criação do histograma pode ser feita mediante cronogramas de mão de obra ou recursos, assim como, a criação de um cronograma em barras com alocação de recursos (Figura 28), atribuindo as quantidades de uso de recursos consumidos durante a execução às barras verticais, representando determinados elementos da estrutura analítica do projeto (Limmer, 1997).

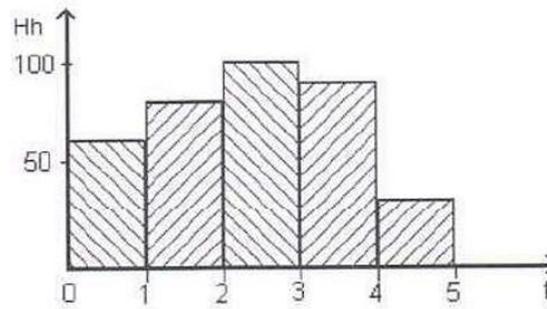
Figura 28 - Gráfico de Gantt com alocação de recursos



Fonte: Limmer (1997)

Realizando o somatório, é feito o desenho das barras verticais (Figura 29) representando o uso de determinado recurso (Limmer, 1997).

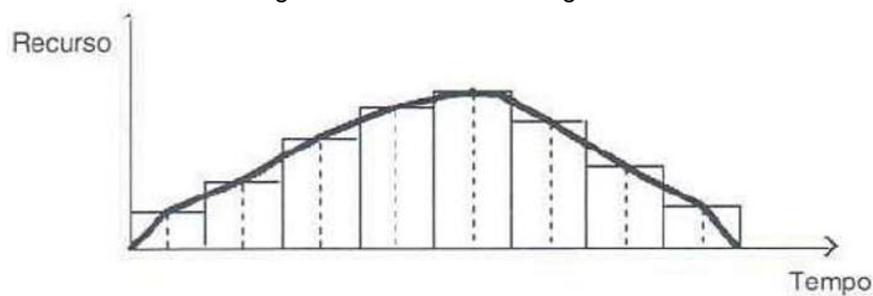
Figura 29 - Histograma de mão de obra



Fonte: Limmer (1997)

Para o desenho da curva do histograma (Figura 30), traça-se uma linha marcando o valor central das barras correspondentes à duração da atividade (Limmer, 1997).

Figura 30 - Curva do histograma



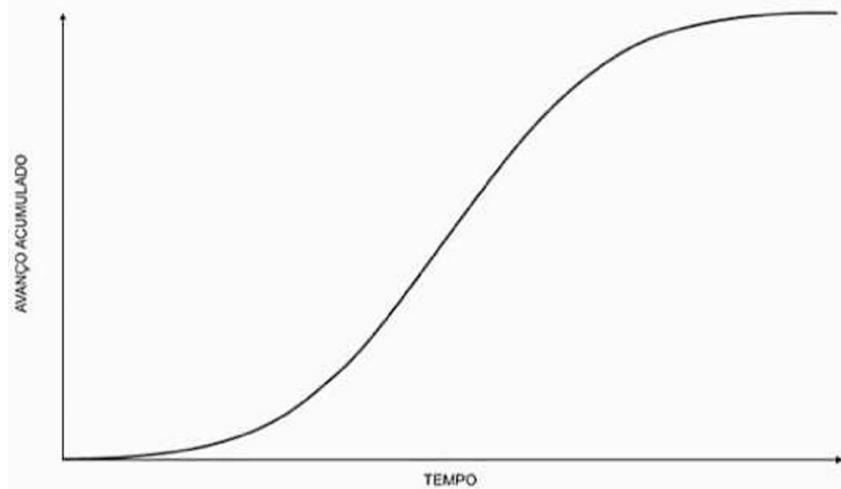
Fonte: Limmer (1997)

2.9.2 Curva S

A curva S corresponde à representação de forma gráfica dos valores acumulados necessários para a realização de determinadas atividades, podendo ser recursos financeiros, materiais ou mão de obra, é decorrência do planejamento e mostra a quantidade total de um recurso utilizado (Limmer, 1997).

É bastante utilizada na área de planejamento, controle e programação de projetos, ao possibilitar a visualização do planejado para a execução da obra em termos de recursos e comparar com o uso real. O progresso é definido pelo coeficiente angular da curva (Limmer, 1997).

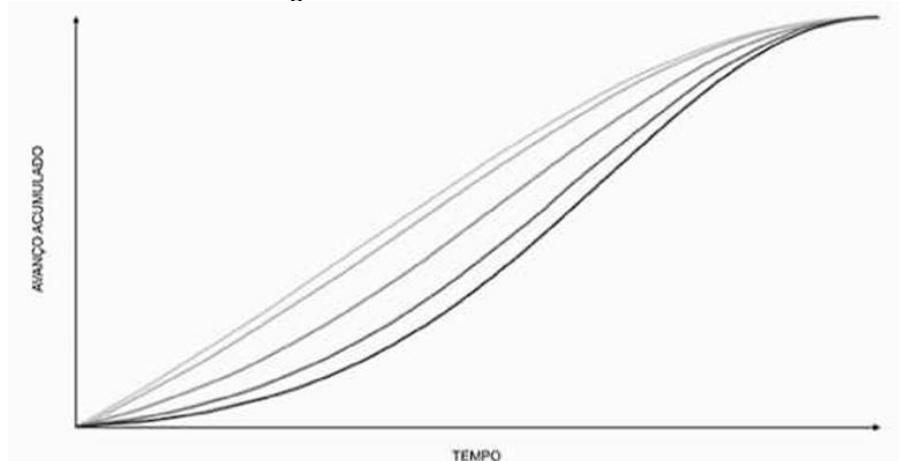
Figura 31 - Curva S



Fonte: Mattos (2019)

Cada projeto tem um formato de curva S influenciado pelo uso de recursos nas atividades, seguindo a lógica construtiva. Assim, a curva pode apresentar diversos formatos, conforme mostrado na Figura 32 (Mattos, 2019).

Figura 32 - Formatos da curva S



Fonte: Mattos (2019)

Devendo ser elaborada a partir do cálculo de uso acumulado de recursos é necessário a elaboração do cronograma de recurso acumulado (Tabela 9), após a definição das precedências e montagem do cronograma, o planejador adiciona o uso do recurso escolhido e realiza o cálculo, encontrando os valores acumulados para cada período (Mattos, 2019).

Tabela 9 - Cronograma com calculo acumulado

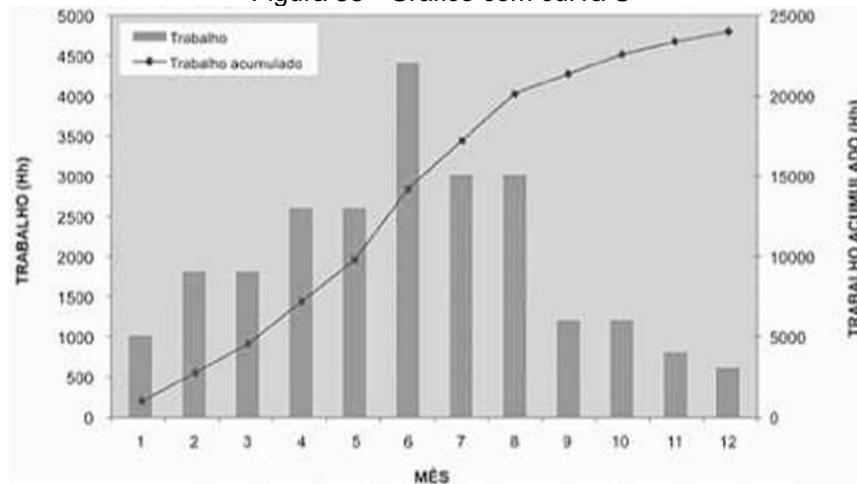
ATIVIDADE	RECURSO	MÊS												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Terraplanagem	5S	1000												
Fundação	3P+6S		1800	1800										
Estrutura	3P+2C+8S				2600	2600	2600							
Instalações	2E+2P+5S						1800	1800	1800					
Acabamento	3P+6S								1200	1200	1200	1200		
Fachada	2P+2S												800	
Limpeza final	3S													600
TOTAL Hh (*)	0	1000	1800	1800	2600	2600	4400	3000	3000	1200	1200	800	600	
ACUMULADO		1000	2800	4600	7200	9800	14200	17200	20200	21400	22600	23400	24000	

S = servente
P = pedreiro
C = carpinteiro
E = eletricista
(*) adotadas 200 horas de trabalho por mês

Fonte: Mattos (2019)

Com os dados em mãos é traçada um linha seguindo os pontos dos valores acumulados encontrados na Figura 33.

Figura 33 - Gráfico com curva S



Fonte: Mattos (2019)

3 METODOLOGIA

A metodologia é composta pela aplicação das técnicas de planejamento, programação e controle apresentadas no referencial teórico deste estudo, em etapas de uma obra de reforma na cidade de Macapá, com abordagem qualitativa e quantitativa, gerando resultados perceptivos em forma de números, tabelas, gráficos, cronogramas e quadros, relacionando os resultados com a melhoria de todo o processo de execução necessário para finalizar a obra. Fundamentado pela pesquisa bibliográfica acerca do conteúdo sendo baseado em literaturas, publicações e artigos, cuja metodologia adotada contempla a aplicação de métodos no objeto de estudo e uma proposta de racionalização baseada em Aldo Dórea Mattos (2019) e Carl Vicente Limmer (1997), contendo as etapas de: levantamento de dados, desenvolvimento do planejamento, programação de processos, análise de resultados e diagnóstico. Cabe ressaltar que todos os procedimentos serão demonstrados somente nas fases iniciais do projeto, a fim de exemplificar a metodologia e não se tornar repetitivo, a partir de bibliografias de referências na área de planejamento e controle de obras.

3.1 OBJETO DE ESTUDO: MUSEU SACACA

O museu é um órgão pertencente ao Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA), sendo uma instituição cultural e científica, está sediado em uma área de aproximadamente 21 mil metros quadrados em Macapá. Foi inaugurado em 1999 visando promover para a população ações museológicas para retratar os principais ambientes e formas de organização social da região amazônica, ao ar livre e em contato com a natureza, demonstrando o saber científico dos povos amazônicos, além de divulgar as pesquisas realizadas pelo IEPA através de exposição. O museu foi batizado em homenagem a Raimundo dos Santos Souza, vulgo “Sacaca”, curandeiro local de grande importância para a difusão da medicina natural junto à população amapaense. O museu se estabeleceu como um dos mais importantes centros culturais e científicos do estado, como também um importante ponto turístico da cidade de Macapá. Tornando-se uma referência regional em tópicos como biodiversidade, medicina natural, etnologia, organização social e cultural dos povos amazônicos. Não obstante, o museu tem se

deteriorado ao longo dos anos, devido à escassez de recursos para manutenção de suas dependências.

A obra trata-se de uma reforma em todas as áreas do museu, dividida em museologia, auditório, banheiros, casa ambiental, bloco pedagógico, bloco multimídia, praça do Sacaca, casa da leitura, entrada do museu e memorial Sacaca. A reforma em questão está sendo realizada com o mínimo de planejamento, sendo escolhida para a realização desse trabalho por tratar da revitalização de uma área com importância social para a cidade. A obra se localiza mais especificamente no bairro do buritizal, nas instalações internas do museu Sacaca. Se tratando de uma obra pública, realizada mediante licitação para empresa terceirizada, para fins de exemplificação, será realizado o estudo somente na área da museologia do referido museu, local onde o aluno idealizador desse trabalho de conclusão de curso atua profissionalmente.

Durante a execução da obra, o museu está em pleno funcionamento, devido a isso as reformas são liberadas em etapas, de modo que não atrapalhe o seu funcionamento. A tarefa de análise de viabilidade e definição da ordem de execução fica a cargo do departamento técnico do IEPA, composto por fiscais, arquitetos, engenheiros de segurança e engenheiros eletricitas. Neste trabalho, a reforma em questão ainda não foi iniciada, a fim de elaborar um planejamento adequado para garantir a melhor execução.

Figura 34 - Entrada do museu Sacaca



Fonte: Portal do governo do Amapá (2023)

O museu é caracterizado pela grande área verde na área central da capital do Amapá, sob a responsabilidade do instituto de pesquisas científicas e tecnológicas do estado do Amapá (IEPA), o qual, aderiu à licitação pública vencida pela empresa TECHNOBRA, para a construção e reforma de suas dependências, que estavam sem reforma há dez anos e apresentavam áreas bastante deterioradas.

A equipe técnica do IEPA é responsável por definir as áreas que necessitam de reformas e as particularidades em cada uma delas, a partir disso são gerados o orçamento analítico e as ordens de serviços que permitem a execução da empresa seguindo padrões estabelecidos pelo órgão público. E ocorre posteriormente a fiscalização para aferição de qualidade.

3.2 PROPOSTA DE PLANEJAMENTO

3.2.1 Análise dos dados

Como dito anteriormente, a equipe técnica do IEPA é a responsável pela concepção e estudo da viabilidade do projeto de construção e reforma, que interessa ao órgão público, estágio I do ciclo de vida do projeto Limmer (1997). Entregando para a empresa a ordem de serviço e orçamento sintético e analítico da referida obra.

A etapa de planejamento que consiste primeiramente no estudo detalhado do projeto, será feito a partir do orçamento da obra, onde será realizado o estágio II do ciclo de vida do projeto (Limmer, 1997), para posterior execução da etapa de detalhamento do projeto e planejamento, elaboração de cronogramas e definição de processos construtivos, realizados pelo aluno.

Serão realizados os 3 tipos de estruturas, em etapas específicas, para detalhar melhor o projeto, a partir do orçamento fornecido, tipo em árvore que será executada com o auxílio de programas computacionais de criação de imagens, tipo mapa mental com o auxílio do programa Xmind e a forma analítica que será desenvolvida no programa de gerenciamento de projetos MS Project a fim de mostrar a execução e detalhar o projeto para total conhecimento do mesmo (Mattos, 2019).

3.2.2 Execução das estruturas analíticas

A fim de conhecer profundamente cada etapa do projeto e chegar a uma atividade de porte adequado para execução, será realizado através do estudo do orçamento as diversas estruturas para servirem de base do cronograma e programação. Como a estrutura analítica do projeto, estrutura analítica de insumos, definida a estrutura organizacional, estrutura analítica operacional, centro de alocação, centro de responsabilidade e centro de controle. Sendo aplicadas em etapas específicas do projeto, para demonstração do uso das técnicas. Possibilitando assim o necessário para realizar a programação do projeto (Limmer, 1997).

3.3 CALCULOS DOS PRAZOS E PROGRAMAÇÃO

Como já citado, é imprescindível o conhecimento detalhado do projeto. Após a execução das estruturas analíticas, reuniram-se os dados obtidos que serão utilizados para agregar valor e definir as durações de todas as atividades (Mattos, 2019).

O tempo de duração de um projeto é uma etapa de extrema importância no planejamento. Para realização, seguindo recomendações técnicas estudadas durante esse trabalho, serão realizadas através da estimativa paramétrica, analisando o orçamento analítico, por atividade individualizada, definição realizada sem preocupação com o período total (Mattos, 2019).

Os documentos utilizados para o cálculo possuirão a quantidade de serviço, o coeficiente da mão de obra ou material para realização do cálculo da produtividade e quantidade de recursos utilizados, serão analisados para isso o orçamento analítico disponibilizado pela parte técnica do IEPA e a tabela de composição de custo unitário do SINAPI do mês de referência do orçamento (Mattos, 2019).

O método da estimativa paramétrica consiste na realização de cálculos, dividindo uma unidade do produto pelo coeficiente, encontrando a produtividade da mão de obra. Como também a definição da equipe básica para o serviço. Amarrando assim o orçamento e o planejamento, gerando uma obra equacionada. Nesse trabalho, será realizado o cálculo da duração em função da equipe mínima orçada.

Seguindo o planejamento, será definida a sequência de atividades através do quadro de precedências, sendo a dependência entre as atividades, feitas através da metodologia construtiva da obra e critérios adotados pelo planejador.

Outra etapa realizada será a criação dos cronogramas de mão de obra, de materiais e equipamentos necessários para a execução do projeto seguindo o que foi orçado, do cronograma em rede para demonstração gráfica do processo construtivo adotado e definição do caminho crítico.

Por fim, será a elaboração de gráficos de correlação entre as variáveis, histograma e curva S, para na etapa de acompanhamento ter um parâmetro de verificação de padrões e tendências, facilitando o controle e tomada de decisões.

3.4 FORMA DE APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A apresentação dos resultados foi realizada em um roteiro com quatro tópicos principais, referentes à aplicação das técnicas estudadas nesse trabalho: estrutura analítica, definição dos prazos, elaboração de cronogramas e a definição de curva S e histograma. Cada tópico tem como título a principal fonte de contribuição para a análise.

Com o estudo realizado a partir do orçamento, foram executadas as etapas seguindo as técnicas e métodos, verificando os benefícios para a realização da obra em questão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ESTRUTURAS ANALÍTICAS

Dada a relevância do detalhamento do projeto para o seu completo conhecimento e os benefícios que ele proporciona para o planejamento, a obra em questão foi entregue para a execução no estágio II do ciclo de vida do projeto, somente com o orçamento analítico, realizado o planejamento de execução a partir do orçamento da obra. O primeiro passo adotado foi o desenvolvimento da estrutura no programa de gerenciamento de projetos MS project, que já executa na forma analítica de visualização (Figura 35), detalhando todos os níveis e os pacotes de tarefas presentes para a realização da obra.

Desmembrado em níveis por áreas e tipos de serviços, considerado pelo planejador o suficiente para o controle e gerando um pacote de trabalho contendo todas as execuções daquele serviço, sendo adequado para a execução e definição das durações. Com isso, houve melhora no grau de conhecimento do projeto e possibilitou uma visualização sistemática.

Figura 35 - EAP museologia no MS Project

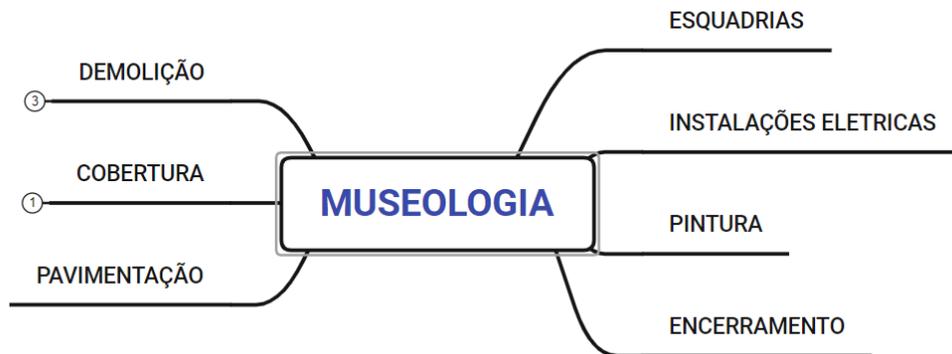
		Modo de	Código	Nome da Tarefa
0			EAP	▾ MUSEOLOGIA
1			P.01	▾ DEMOLIÇÃO
2			P.01.1	▾ TELHADO
3			P.01.1.1	REMOÇÃO DE TELHAS DE FIBROCIMENTO METÁLICA E CERÂMICA
4			P.01.1.2	REMOÇÃO DE TRAMA DE MADEIRA PARA COBERTURA, DE FORMA MANUAL
5			P.01.1.3	REMOÇÃO DE FORROS DE DRYWALL, PVC E FIBROMINERAL, DE FORMA MANUAL
6			P.01.2	▾ ELETRICA
7			P.01.2.1	REMOÇÃO DE CABOS ELÉTRICOS, COM SEÇÃO DE ATÉ 2,5 MM², DE FORMA MANUAL
8			P.01.2.2	REMOÇÃO DE INTERRUPTORES/TOMADAS ELÉTRICAS, DE FORMA MANUAL
9			P.01.2.3	REMOÇÃO DE LUMINÁRIAS
10			P.01.3	▾ PISO
11			P.01.3.1	RETIRADA/DEMOLICAO DE PISO CERAMICO SEM REMOCAO
12			P.02	▾ COBERTURA
13			P.02.1	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019

Fonte: Autor (2024)

O programa computacional MS Project será o principal recurso utilizado para a realização do planejamento da obra, a partir da estrutura analítica será realizado todo o restante do planejamento para a reforma, seguindo a lógica construtiva adotada.

A partir da estrutura analítica, foi possível detalhar o projeto em formato de mapa mental demonstrado na Figura 36, um modelo de visualização gráfica que apresenta o objeto principal e suas principais áreas de forma simplificada e reduzida, sendo considerado ideal para ser usado em apresentações do projeto e demonstração para o restante da empresa, uma vez que apresenta uma facilidade de visualização e ser de melhor entendimento.

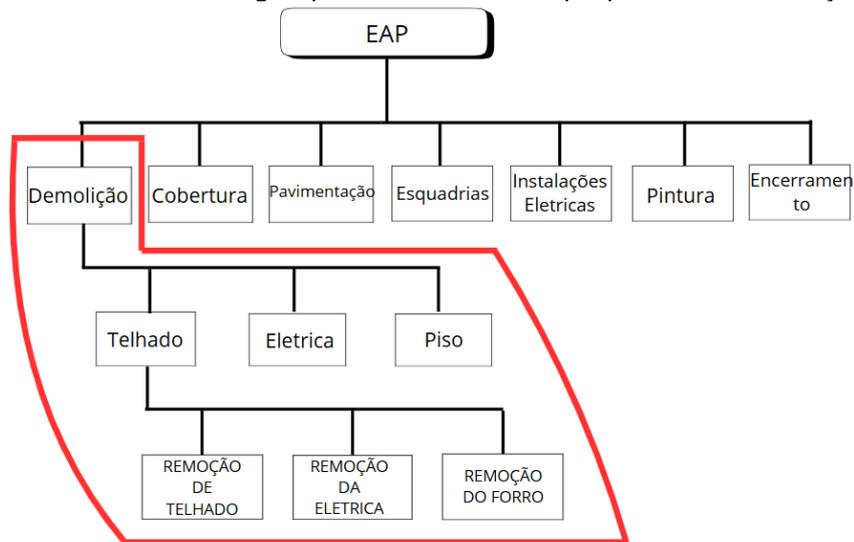
Figura 36 - EAP museologia tipo mapa mental



Fonte: Autor (2024)

Outro tipo de detalhamento realizado a partir da estrutura analítica do projeto é o tipo árvore (Figura 37), demonstrando os pacotes de trabalho para execução de cada atividade. A título de exemplo, foi exemplificada a etapa de demolição do telhado e os serviços correspondentes. Todavia, esse tipo de detalhamento foi considerado inviável para demonstrar o projeto inteiro e será utilizado somente em visualizações de etapas específicas do projeto, ou para demonstrar a ligação entre as estruturas, como será demonstrado mais adiante.

Figura 37 - Estrutura museologia tipo árvore com destaque para tarefa demolição telhado



Fonte: Autor (2024)

Após a realização das estruturas analíticas, tipo árvore e mapa mental demonstrando o processo construtivo da obra, foi feito o estudo de todos os recursos necessários para a execução da reforma, dados encontrados na composição de custo unitário do projeto, analisando cada pacote de trabalho de maneira individual.

Seguindo a divisão das tarefas de acordo com o processo construtivo, foi escolhida para demonstração a tarefa de revestimento cerâmico nas Tabela 10 e 11, com a descrição do item e de todos os recursos necessários para sua execução, código do banco de dados, unidade de medida, quantidade de recurso necessário para realizar uma unidade do serviço e valor unitário. A quantidade total da tarefa é encontrada no orçamento sintético desenvolvido e disponibilizado pelo órgão público.

Tabela 10 - Composição de custo unitário da tarefa de revestimento cerâmico

3			PAVIMENTAÇÃO
3.1	Código	Banco	Descrição
Composição	87251	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M2. AF_02/2023_PE
Composição Auxiliar	88256	SINAPI	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES
Composição Auxiliar	88316	SINAPI	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES
Insumo	00001287	SINAPI	PISO EM CERAMICA ESMALTADA EXTRA, COR LISA, PEI MAIOR OU IGUAL A 4, FORMATO MENOR OU IGUAL A 2025 CM2
Insumo	00001381	SINAPI	ARGAMASSA COLANTE AC I PARA CERAMICAS
Insumo	00034357	SINAPI	REJUNTE CIMENTICIO, QUALQUER COR

Fonte: Composição de custo unitário museologia (2024)

Tabela 11 - Composição de custo unitário (continuação)

				3.199,86
Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
PISO - PISOS	m ²	1,0000000	62,73	62,73
SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,2537000	25,56	6,48
SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,1308000	16,92	2,21
Material	m ²	1,0600000	41,43	43,91
Material	KG	9,1325000	0,99	9,04
Material	KG	0,1880000	5,81	1,09

Fonte: Orçamento analítico museologia (2024)

A partir do estudo de todas as tarefas adicionadas no orçamento e por meio da composição de custo unitário de cada uma, foi desenvolvida a estrutura analítica de insumos no programa MS Project (Figura 38), detalhando todos os recursos necessários para realização da obra, foi desmembrada em 4 categorias (Figura 39), por escolha individual em: mão de obra, materiais, ferramentas utilizadas nos serviços de construção civil e materiais de escritório. Podendo assim, ter a divisão por tipo de recurso a facilitar no momento das aquisições, de maneira simplificada e antecipadamente, conseguindo assim realizar o planejamento de forma mais eficiente.

Figura 38 - Estrutura analítica de insumos no primeiro nível

	 Modo de	Código	Nome da Tarefa
0		EAI	▾ EAI - MUSEOLOGIA
1		I.01	▸ MÃO DE OBRA
11		I.02	▸ MATERIAIS
53		I.03	▸ FERRAMENTAS
65		I.04	▸ MATERIAIS DE ESCRITORIO

Fonte: Autor (2024)

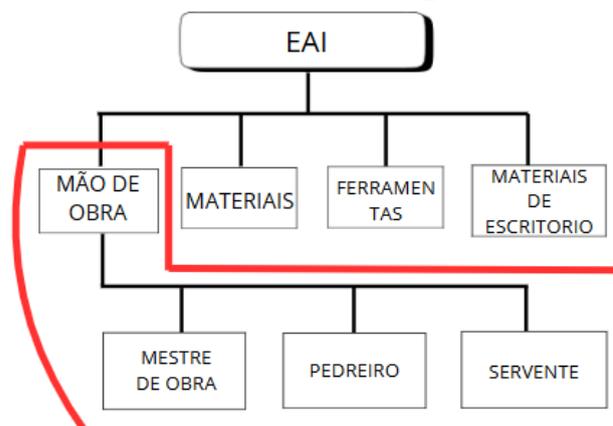
Figura 39 - Estrutura analítica de insumos com os níveis detalhados

	Modo de	Código	Nome da Tarefa
0		EAI	◀ EAI - MUSEOLOGIA
1		I.01	◀ MÃO DE OBRA
2		I.01.1	ENGENHEIRO
3		I.01.2	AUXILIAR DE ENGENHARIA
4		I.01.3	ALMOXARIFE
5		I.01.4	MESTRE DE OBRA
6		I.01.5	PEDREIRO
7		I.01.6	ELETRICISTA
8		I.01.7	PINTOR
9		I.01.8	CARPINTEIRO
10		I.01.9	SERVENTE
11		I.02	◀ MATERIAIS
12		I.02.1	PREGO
13		I.02.2	MADEIRA
14		I.02.3	TELHA DE BARRO
15		I.02.4	CUMEEIRA PARA TELHA DE BARRO
16		I.02.5	PISO CERAMICO
17		I.02.6	ARGAMASSA
18		I.02.7	AREIA
19		I.02.8	CIMENTO
20		I.02.9	PORTA
21		I.02.10	VIDRO
22		I.02.11	ALIZAR

Fonte: Autor (2024)

De posse da estrutura analítica, foi desenvolvida uma estrutura tipo árvore de insumos, uma maneira de demonstração gráfica simplificada, detalhando o recurso e seus componentes, como o exemplo da mão de obra (Figura 40). Assim como a estrutura tipo árvore do projeto, foi considerada uma importante ferramenta para uso em reuniões e demonstrações de etapas específicas, sendo também utilizada para demonstrar graficamente a interligação entre os processos e insumos da obra.

Figura 40 - Estrutura de insumos museologia no formato tipo árvore



Fonte: Autor (2024)

Todas as tarefas presentes no orçamento da obra definem a mão de obra necessária para sua execução, através da análise da composição de custo unitário. Foram encontrados os dados necessários para o desenvolvimento da estrutura analítica operacional, uma forma de organizar toda a equipe técnica necessária para executar os serviços, facilitando assim a programação de contratações e alocações da empresa.

Figura 41 - Composição de custo unitário serviço revestimento cerâmico

3 PAVIMENTAÇÃO			
3.1	Código	Banco	Descrição
Composição	87251	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M2. AF_02/2023_PE
Composição Auxiliar	88256	SINAPI	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES
Composição Auxiliar	88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES

Fonte: Orçamento analítico museologia (2024)

Executada utilizando o programa computacional de gerenciamento de projetos MS project (Figura 42), dividindo os setores da empresa entre os responsáveis pela concepção do projeto, gerência da obra, administrativo da empresa e equipe de execução.

O nível de detalhamento da estrutura foi definido a critério do planejador, designando os responsáveis por cada etapa do projeto, seguindo o processo executivo, a partir do quantitativo de funcionários existentes atualmente na empresa.

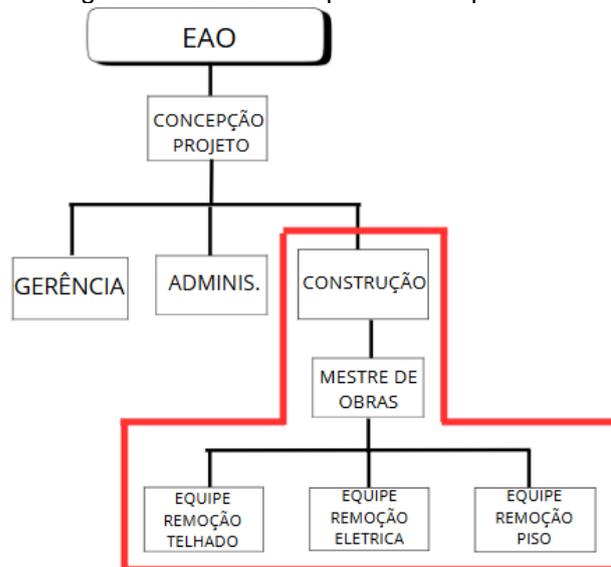
Figura 42 - EAO da museologia

	Modo de	CÓDIGO	Nome da Tarefa
1		EAO	↳ EAO - MUSEOLOGIA
2		O.1	↳ CONCEPÇÃO DO PROJETO
3		O.1.1	EQUIPE TECNICA IEPA
4		O.01	↳ GERENCIA
5		O.01.1	↳ PLANEJAMENTO
6		O.01.1.1	ENGENHEIRO
7		O.01.1.2	AUXILIAR DE ENGENHARIA
8		O.01.1.3	MESTRE DE OBRA
9		O.02	↳ ADMINISTRATIVO
10		O.02.1	COMPRAS
11		O.02.2	TRANSPORTE
12		O.02.3	RH
13		O.03	↳ CONSTRUÇÃO
14		O.03.1	↳ MESTRE DE OBRA
15		O.03.1.1	↳ EQUIPE DEMOLIÇÃO TELHADO
16		O.03.1.1.1	PEDREIRO E SERVENTE
17		O.03.1.2	↳ EQUIPE DEMOLIÇÃO FORRO
18		O.03.1.2.1	PEDREIRO E SERVENTE

Fonte: Autor (2024)

Usando como referência a estrutura analítica operacional, foi realizado o detalhamento no formato em tipo árvore na Figura 43, forma de representação gráfica do escopo de funcionários. Trazendo como exemplo a equipe técnica de execução da obra, equipe sob a responsabilidade do mestre de obras. Será utilizado com o mesmo objetivo das outras estruturas do tipo árvore, detalhar o projeto para terceiros e demonstrar a interligação de etapas específicas entre as atividades ou insumos. Possuindo grande importância nas reuniões entre setores.

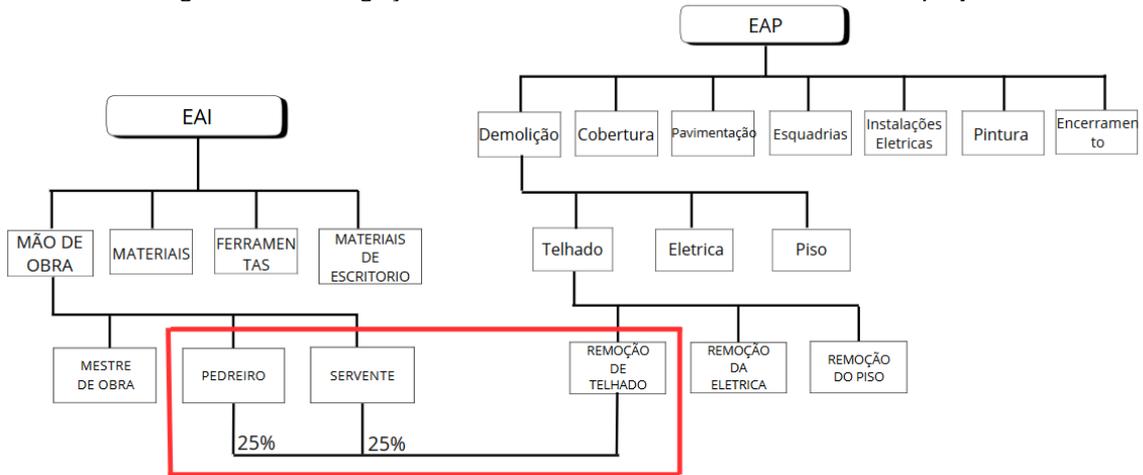
Figura 43 - Estrutura operacional tipo árvore



Fonte: Autor (2024)

Utilizando a combinação das estruturas do projeto e de insumos, foi desenvolvido o centro de apropriação, elemento que demonstra a interligação entre o recurso utilizado (EAI) para executar determinada tarefa da obra (EAP), conectando o processo construtivo com a necessidade de recursos. Podendo ser representado graficamente através da ligação entre as estruturas tipo árvore (Figura 44), atentando para a percentagem de recurso alocada em cada serviço no período de execução. Sendo utilizado para demonstração das dependências do projeto em reuniões de alinhamento, ou através dos códigos definidos a critério do planejador em cada estrutura analítica, modo este que será mais utilizado. Exemplo: tarefa: P.01.1.1 e recurso: I.01.5 (25%), I.01.9 (25%).

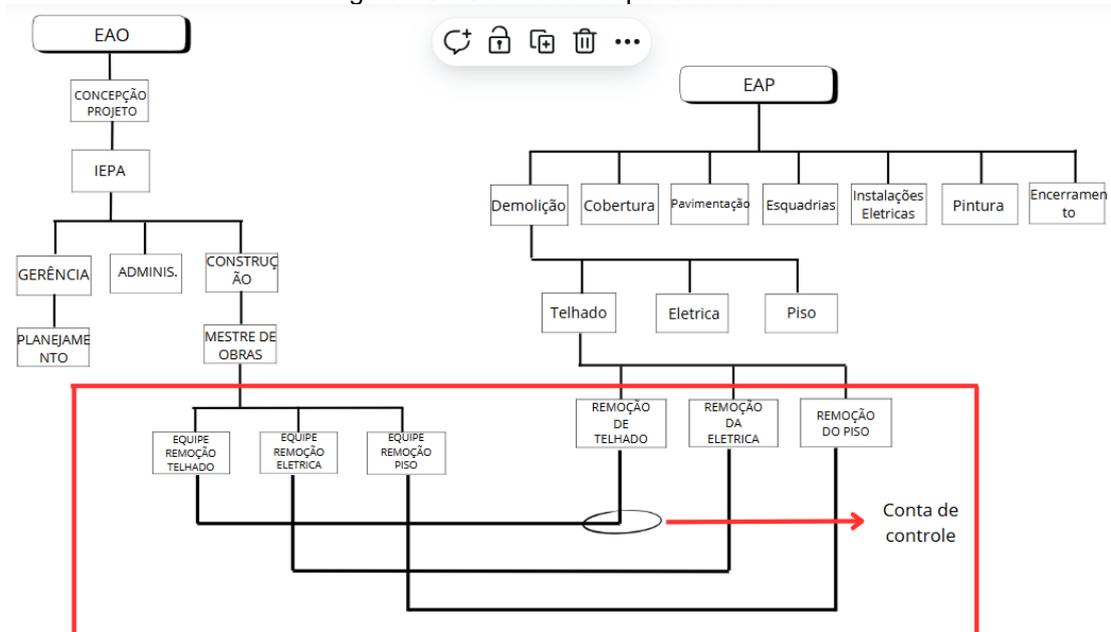
Figura 44 - Interligação entre estruturas árvore de insumos e do projeto



Fonte: Autor (2024)

As estruturas do projeto e operacional foram utilizadas para desenvolver o chamado centro de responsabilidade, sendo a definição dos responsáveis (EAO) para executar cada pacote de trabalho (EAP). Apresentando um modelo de fácil visualização e apresentação dos recursos necessários em mão de obra para cada tarefa, de acordo com os critérios de execução escolhidos pelo planejador e a composição unitária das atividades, podendo ser representado graficamente através da ligação entre as estruturas tipo árvore na Figura 45 ou através da utilização dos códigos definidos nas estruturas analíticas. Método esse que será mais utilizado. Exemplo: tarefa: P.01.3 e responsável: O.01.3.1.1.

Figura 45 - Centro de responsabilidade



Fonte: Autor (2024)

A representação gráfica será utilizada para atividades pontuais exemplificando o processo construtivo, como em reuniões de alinhamento e demonstração de etapas para clientes.

Nas interseções entre as duas estruturas, gera-se a conta de controle, exemplo remoção de telhado (Figura 46), o quadro de apresentação detalhada dos serviços necessários para executar a tarefa, contendo o código da atividade e do responsável das estruturas analíticas para identificação, e as tarefas específicas para a realização de cada atividade conforme o método construtivo adotado.

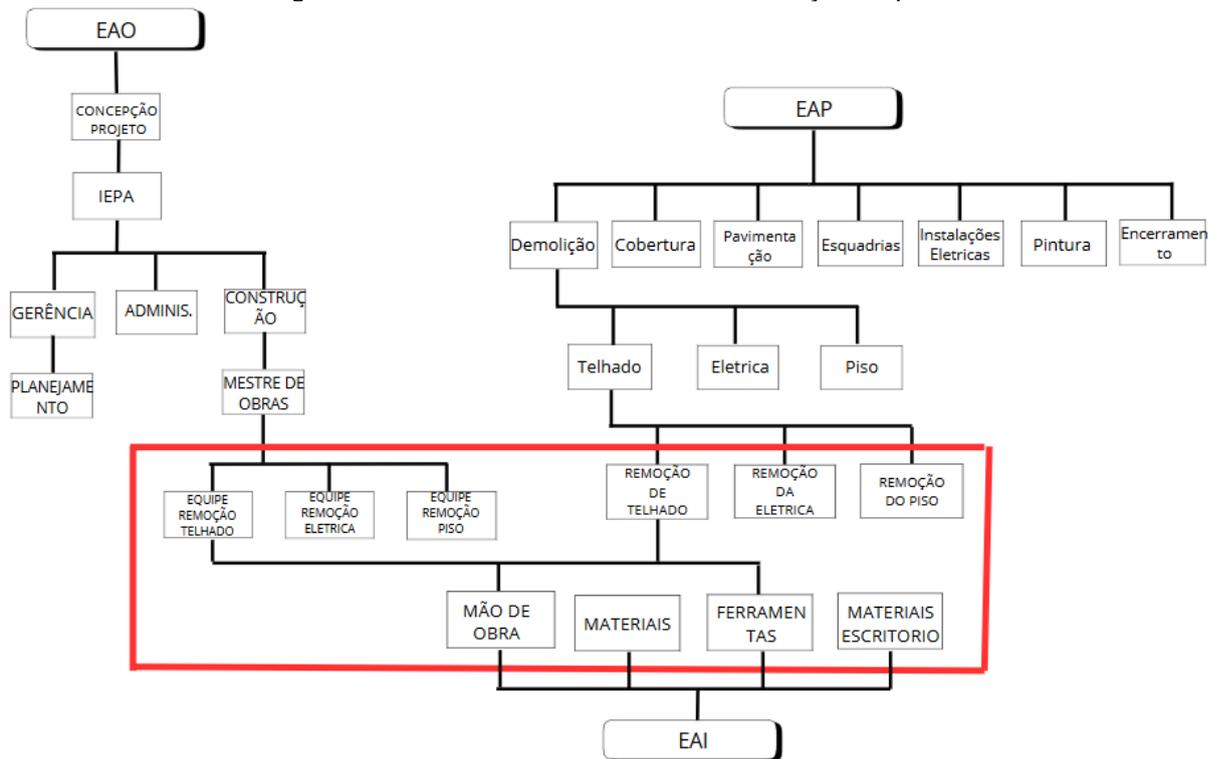
Figura 46 - Plano de contas remoção do piso

Conta de controle
P.01.1 - O.03.1.1.1 remoção das telhas remoção da trama de madeira remoção do forro retirar o entulho

Fonte: Autor (2024)

Utilizando as estruturas do projeto, de insumos e operacional, desenvolvidas a partir da análise do orçamento da obra e dos critério do planejador, elaborou-se o centro de controle, demonstrando a conexão entre as três estruturas e definindo a atividade e os recursos necessários em mão de obra e materiais para sua execução. Detalhando graficamente através da interligação entre as estruturas do tipo árvore (Figura 47) para a etapa demolição e atividade remoção do telhado, esse método será utilizado para demonstrar atividades específicas, ou através do código das estruturas analíticas. Ex: Atividade P.01.3, responsável O.01.3.1.1 e recurso I.01 e I.03. Possibilitando assim uma visão completa de determinada etapa do projeto.

Figura 47 - Centro de controle da tarefa remoção do piso



Fonte: Autor (2024)

Nessa etapa, a partir da aplicação de diversas técnicas de planejamento, foi adquirido um elevado grau de conhecimento, podendo ser utilizados os detalhamentos em diversos momentos durante a realização do empreendimento, seja para planejamento ou controle.

4.2 TEMPO DO PROJETO

O tempo total da reforma escolhida no museu foi definido a partir do somatório da duração de cada pacote de trabalho no último nível da estrutura analítica do projeto. A partir do orçamento da obra, utilizou-se a composição de custo unitário das tarefas para obter os dados sobre mão de obra e seu coeficiente para a realização do cálculo pela estimativa paramétrica detalhada na Figura 48, calculando a produtividade da equipe através do coeficiente, considerando a equipe mínima necessária para a execução de cada tarefa considerando a produtividade que comanda a tarefa em função da mão de obra ajudante, e o tempo de trabalho necessário em homem hora para a execução da atividade. Somando os resultados

individuais de todas as atividades, respeitando a ordem de execução, encontra-se o prazo total do projeto, amarrando assim o orçamento e o cronograma.

Figura 48 - Cálculo de duração e equipe da atividade

CÁLCULO DE DURAÇÃO						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	TIPO	UNIDADE	COEFICIENTE		
C 88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,1153		
C 88323	TELHADISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,0408		
97647	SINAPI	REMOÇÃO DE TELHAS DE FIBROCIMENTO METÁLICA E CERÂMICA, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	m ²	27,74		
Cálculo da produtividade						
Servente	1	0,1153	8,67	Proporção	Servente	Telhadista
Telhadista	1	0,0408	24,51	2,83	3	1
Cálculo do trabalho requerido (homem-hora)						
Hh(homem/hora) = quantidade (m ²) x coeficiente (h/m ²)					Jornada	
Servente HH =	27,74	0,1153	3,20	h	8,8	
Telhadista HH =	27,74	0,0408	1,13	h		

Fonte: Autor (2024)

A duração de cada atividade foi definida pelo cálculo do trabalho requerido (HH) em decorrência da mão de obra que comanda a tarefa, necessitando, para uma execução sem desperdício, a alocação da mão de obra ajudante conforme o calculado, para não haver funcionários ociosos. O cálculo de dias (Figura 49) define a duração em dias de cada atividade, foi realizado usando a carga horária de trabalho diária. Nesse projeto de reforma em específico, a maioria das atividades ficou com duração em horas.

Figura 49 - Cálculo de dias

Duração em dias			
Duração = qntd x coef. / recursos x jornada			
Duração =	1,13179	8,8	1

Fonte: Autor (2024)

Devido à realização desse planejamento ser de somente uma área do

referido museu, as atividades ficaram com duração menor que um dia, como pode ser visto no exemplo da Figura 49, adotando assim a referência em horas, com a fração necessitando da multiplicação por 6 para definição dos minutos.

Para obtenção do tempo total da reforma em estudo, seguindo o que foi orçado, além de realizar o cálculo da duração de cada tarefa, é necessário definir as predecessoras de cada atividade antes de realizar o somatório das durações encontradas, obedecendo à sequência de execução. Para isso, foi desenvolvido o quadro de sequenciação do projeto (Tabela 12), com detalhamento de todas as tarefas. Seguindo a lógica construtiva adotada e as preferências do planejador, pode ser alterada na reunião de alinhamento com a equipe de execução.

Tabela 12 - Quadro de sequenciação

QUADRO DE SEQUENCIAÇÃO		
CÓDIGO	ATIVIDADE	PREDECESSORA
3	REMOÇÃO DE TELHAS DE FIBROCIMENTO METÁLICA E CERÂMICA	-
4	REMOÇÃO DE TRAMA DE MADEIRA PARA COBERTURA, DE FORMA MANUAL	3
5	REMOÇÃO DE FORROS DE DRYWALL, PVC E FIBROMINERAL, DE FORMA MANUAL	4
7	REMOÇÃO DE CABOS ELÉTRICOS, COM SEÇÃO DE ATÉ 2,5 MM ² , DE FORMA MANUAL	5
8	REMOÇÃO DE INTERRUPTORES/TOMADAS ELÉTRICAS, DE FORMA MANUAL	7
9	REMOÇÃO DE LUMINÁRIAS	8
11	RETIRADA/DEMOLICAO DE PISO CERAMICO SEM REMOCAO	-
13	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL	16CI - 1,8 hrs
14	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO PLAN, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	13,17
15	CUMEEIRA PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA) PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS	14
16	RETIRADA E RECOLOCAÇÃO DE TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, COM ATÉ DUAS ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	3
17	LIMPEZA DE SUPERFÍCIE COM JATO DE ALTA PRESSÃO. AF_04/2019	16CI - 2hrs
19	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M2	11,16
20	RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 35X35CM. AF_02/2023	19
22	PORTA COMPLETA MADEIRA 1 FL. 1,20x2,10m-COM VISOR	15, 20
23	FECHADURA DE EMBUTIR PARA PORTAS INTERNAS, COMPLETA, ACABAMENTO PADRÃO MÉDIO, COM EXECUÇÃO DE FURO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	22
26	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 1,5 MM ² , ANTI-CHAMA	9+3dias,23

Fonte: Autor (2024)

O código de cada tarefa na estrutura analítica foi utilizado para estabelecer uma interligação com o quadro de sequenciação. O objetivo foi desenvolver um projeto que permita ser executado de forma prática e garanta o melhor aproveitamento da mão de obra, tendo como base o conhecimento prévio do método construtivo adotado para o projeto, com a possibilidade de tarefas serem realizadas

paralelamente, conforme as disponibilidades de funcionários do quadro fixo e contratados para a obra.

Após a conclusão do quadro de sequenciação e análise dos seus resultados, foram adicionadas todas as predecessoras juntamente com a duração de cada tarefa na estrutura analítica do projeto realizada no programa de gerenciamento de projetos MS Project (Figura 50), obtendo assim, o prazo total para execução da reforma, 157,86 horas. Dividindo esse resultado pela carga horária diária de trabalho, encontramos que o devido trabalho deverá ser realizado em 18 dias úteis conforme o orçado, desse modo, respeitando o custo para não ocasionar prejuízos para a empresa e evitar insatisfação do órgão público.

Figura 50 - Projeto com tempo total

	Modo de	Código	Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão	Predecessoras
0		EAP	MUSEOLOGIA	157,86 hrs	Sex 03/01/2	Qui 30/01/2	
1		P.01	DEMOLIÇÃO	15,9 hrs	Sex 03/01/25	Ter 07/01/25	
2		P.01.1	TELHADO	4,57 hrs	Sex 03/01/25	Sex 03/01/25	
3		P.01.1.1	REMOÇÃO DE TELHAS DE FIBROCIMENTO METÁLICA E CERÂMICA	1,13 hrs	Sex 03/01/25	Sex 03/01/25	
4		P.01.1.2	REMOÇÃO DE TRAMA DE MADEIRA PARA COBERTURA, DE FORMA MANUAL	2,44 hrs	Sex 03/01/25	Sex 03/01/25	3
5		P.01.1.3	REMOÇÃO DE FORROS DE DRYWALL, PVC E FIBROMINERAL, DE FORMA MANUAL	1 hr	Sex 03/01/25	Sex 03/01/25	4
6		P.01.2	ELETRICA	2,33 hrs	Sex 03/01/25	Sex 03/01/25	
7		P.01.2.1	REMOÇÃO DE CABOS ELÉTRICOS, COM SEÇÃO DE ATÉ 2,5 MM², DE FORMA MANUAL	2 hrs	Sex 03/01/25	Sex 03/01/25	5
8		P.01.2.2	REMOÇÃO DE INTERRUPTORES/TOMADAS ELÉTRICAS, DE FORMA MANUAL	10 mins	Sex 03/01/25	Sex 03/01/25	7
9		P.01.2.3	REMOÇÃO DE LUMINÁRIAS	10 mins	Sex 03/01/25	Sex 03/01/25	8
10		P.01.3	PISO	9 hrs	Sex 03/01/25	Ter 07/01/25	
11		P.01.3.1	RETIRADA/DEMOLICAO DE PISO CERAMICO SEM REMOCAO	9 hrs	Sex 03/01/25	Ter 07/01/25	9
12		P.02	COBERTURA	21,2 hrs	Sex 03/01/25	Qua 08/01/25	
13		P.02.1	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	11 hrs	Seg 06/01/25	Qua 08/01/25	16CI-1,8 hrs
14		P.02.2	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO PLAN, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	3,7 hrs	Qua 08/01/25	Qua 08/01/25	17;13
15		P.02.3	CUMEEIRA PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA) PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	42 mins	Qua 08/01/25	Qua 08/01/25	14

Fonte: Autor (2024)

4.3 CRONOGRAMAS

Para orientar a execução da obra e estabelecer a sua programação, foram elaborados diversos cronogramas para execução das tarefas da obra. Em primeiro lugar, foi criado o quadro de cálculo efetivo de mão de obra (Tabela 13), uma forma analítica de apresentar o centro de responsabilidade, organizando a quantidade de

recursos mão de obra e as horas necessárias para a execução das atividades, utilizando seu código, a unidade de medida, a quantidade de serviço, o coeficiente e a jornada de trabalho. Podendo assim fornecer ao setor responsável de suprimentos, com antecedência, todos os dados necessários para seu planejamento e facilitar o acompanhamento e gestão eficiente dos recursos pelo gerente da obra.

No quadro de cálculo efetivo de mão de obra (QCEMO), pode ser realizado o cálculo adotando a quantidade de dias predeterminedada para término da atividade, assim diminuindo ou aumentando a quantidade de recursos a critério do planejador.

Tabela 13 - QCEMO museologia

Atividade	UN	QTDE	Recurso	INDICE DO RECURSO	Jornada	Horas	DURAÇÃO ADOTADA (DIAS)	QUANTIDADE DE RECURSO	
P.01.1.1	m ²	27,74	servente	0,1153 h/m ²	8,8	3,20	<1	servente	3
	m ²	27,74	telhadista	0,0408 h/m ²	8,8	1,13	<1	telhadista	1
P.01.1.2	m ²	27,74	servente	0,2847 h/m ²	8,8	7,90	<1	servente	3
	m ²	27,74	telhadista	0,0879 h/m ²	8,8	2,44	<1	telhadista	1
P.01.1.3	m ²	36,22	servente	0,0647 h/m ²	8,8	2,34	<1	servente	3
	m ²	36,22	montador	0,0229 h/m ²	8,8	0,83	<1	montador	1
P.01.2.1	m	448	servente	0,0128 h/m	8,8	5,73	<1	servente	3
	m	448	eletricista	0,0045 h/m	8,8	2,02	<1	eletricista	1
P.01.2.2	un	1	servente	0,0215 h/un	8,8	0,02	<1	servente	2
	un	1	eletricista	0,0076 h/un	8,8	0,01	<1	eletricista	1
P.01.2.3	un	12	servente	0,058 h/un	8,8	0,70	<1	servente	3
	un	12	eletricista	0,0205 h/un	8,8	0,25	<1	eletricista	1
P.01.3.1	m ²	36,22	servente	0,699 h/m ²	8,8	25,32	3	servente	3
	m ²	36,22	pedreiro	0,248 h/m ²	8,8	8,98	2	pedreiro	1

Fonte: Autor (2024)

O quadro referente ao cronograma de mão de obra (Tabela 14), que apresenta os quatro primeiros dias da reforma, foi elaborado relacionando a equipe encontrada para cada tarefa no QCEMO com a duração definida na estimativa paramétrica e as suas precedências, levando em consideração as atividades que serão realizadas em paralelo, uma vez que, em um projeto de pequeno porte, diversos serviços são executados ao mesmo tempo ou com a mesma equipe.

O resultado encontrado define a quantidade total do recurso mão de obra necessário para realizar todas as atividades do período em questão, otimizando ao máximo os recursos disponíveis, dispondo, assim, do cronograma de mão de obra. Uma ferramenta essencial para o controle de admissão e a gestão do projeto.

Tabela 14 - Cronograma de mão de obra

Categoria de mão de obra	Quantidade do recurso utilizado em dias úteis			
	1	2	3	4
Servente	3	7	4	4
Pedreiro		1	1	2
Telhadista	1			1
Eletricista	1			
Carpinteiro		1	1	
Efetivo/Periodo	5	9	6	7

Fonte: Autor (2024)

O quadro de homem hora (HH) e homem hora acumulada (HH acumulado) Tabela 15, foi construído a partir do somatório do tempo empregado em horas de trabalho para a realização de todas as atividades que ocorrem em um único dia, analisando o quadro de sequenciação e a estrutura analítica do projeto com durações definidas. Dessa forma, adquire-se o número de HH do recurso mão de obra necessário em cada período. E o acumulado é definido somando o valor atual com o anterior.

Tabela 15 - Quadro HH simples e acumulada

Período	HH	HH acumulado
1	6,68	6,68
2	17	23,68
3	11	34,68
4	9,7	44,38

Fonte: Autor (2024)

Com estes dados, pode-se construir o histograma e curva S, como será visto mais adiante, uma forma gráfica para ser utilizada no acompanhamento e controle da obra.

Além disso, elaborou-se um cronograma dos materiais necessários para a execução do projeto, apresentando uma análise mais aprofundada da estrutura analítica de insumos, gerada a partir da avaliação do orçamento analítico disponibilizado pelo setor técnico do IEPA. Para exemplificação, foi utilizado o item de trama de madeira na Figura 51 que apresenta todos os recursos necessários para a execução de uma determinada tarefa, sendo importante salientar que corresponde à quantidade para uma unidade da tarefa em questão.

Figura 51 - Orçamento analítico do projeto

2						
COBERTURA						
2.1	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.
Composição	92541	SINAPI	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	COBE - COBERTURA	m²	1,0000000
Composição	88262	SINAPI	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,4000000
Auxiliar Composição Auxiliar	93282	SINAPI	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	CHI	0,0571000
Composição Auxiliar	88239	SINAPI	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,4020000
Composição Auxiliar	93281	SINAPI	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	CHP	0,0412000
Insumo	00004430	SINAPI	CAIBRO NAO APARELHADO *5 X 6* CM, EM MACARANDUBA/MASSARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	Material	M	2,3360000
Insumo	00039027	SINAPI	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 19 X 36 (3 1/4 X 9)	Material	KG	0,0500000
Insumo	00004425	SINAPI	VIGA NAO APARELHADA *6 X 12* CM, EM MACARANDUBA/MASSARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	Material	M	0,7350000
Insumo	00040568	SINAPI	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 22 X 48 (4 1/4 X 5)	Material	KG	0,0300000

Fonte: Orçamento analítico museologia (2024)

De posse desses dados, deve ser realizada a multiplicação pela quantidade real estimada para execução do serviço, disponível no orçamento sintético. Monta-se o quadro com os insumos necessários para realizar as tarefas e suas respectivas quantidades, trazendo como exemplos alguns insumos no Tabela 16, contendo ainda o número da requisição e as datas de compras, para um controle total do setor de suprimentos.

Tabela 16 - Cronograma do uso de materiais

Material	Codigo	Requisição n°	UND	Quantidade	Datas de entrega		
					Lote 1	Lote 2	Lote 3
PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 19 X 36 (3 1/4 X 9)	I.02.1	x	KG	1,5	02/jan	09/jan	16/jan
CAIBRO NAO APARELHADO *5 X 6* CM	I.02.2	x	M	65	02/jan	09/jan	16/jan
VIGA NAO APARELHADA *6 X 12* CM	I.02.2	x	M	21	02/jan	09/jan	16/jan
PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 22 X 48 (4 1/4 X 5)	I.02.1	x	KG	0,84	02/jan	09/jan	16/jan
PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	I.02.1	x	KG	1,95	02/jan	09/jan	16/jan
RIPA NAO APARELHADA, *1,5 X 5* CM	I.02.2	x	M	2,57	02/jan	09/jan	16/jan
CUMEEIRA PARA TELHA CERAMICA, COMPRIMENTO DE *41* CM	I.02.4	x	UN	13	02/jan	09/jan	16/jan
TELHA DE BARRO / CERAMICA, NAO ESMALTADA, TIPO COLONIAL,	I.02.3	x	MIL	3052	02/jan	09/jan	16/jan
PISO EM CERAMICA ESMALTADA EXTRA, COR LISA,	I.02.5	x	m²	41,5	02/jan	09/jan	16/jan
ARGAMASSA COLANTE AC I PARA CERAMICAS	I.02.6	x	KG	347	02/jan	09/jan	16/jan
REJUNTE CIMENTICIO, QUALQUER COR	I.02.12	x	KG	9	02/jan	09/jan	16/jan

Fonte: Autor (2024)

Realizou-se também a elaboração do cronograma de necessidade de equipamentos para os quatro primeiros dias de projeto (Tabela 17), a partir do conhecimento sobre o método construtivo aplicado na obra e equipamentos presentes na composição de custo unitário de cada atividade, utilizando a codificação presente na estrutura analítica de insumos. Permitindo assim o planejamento para aquisição, aluguel ou alocação dos equipamentos necessários e

em decorrência das horas de uso em cada dia, pelo setor responsável da empresa.

Tabela 17 - Cronograma de necessidade de equipamentos

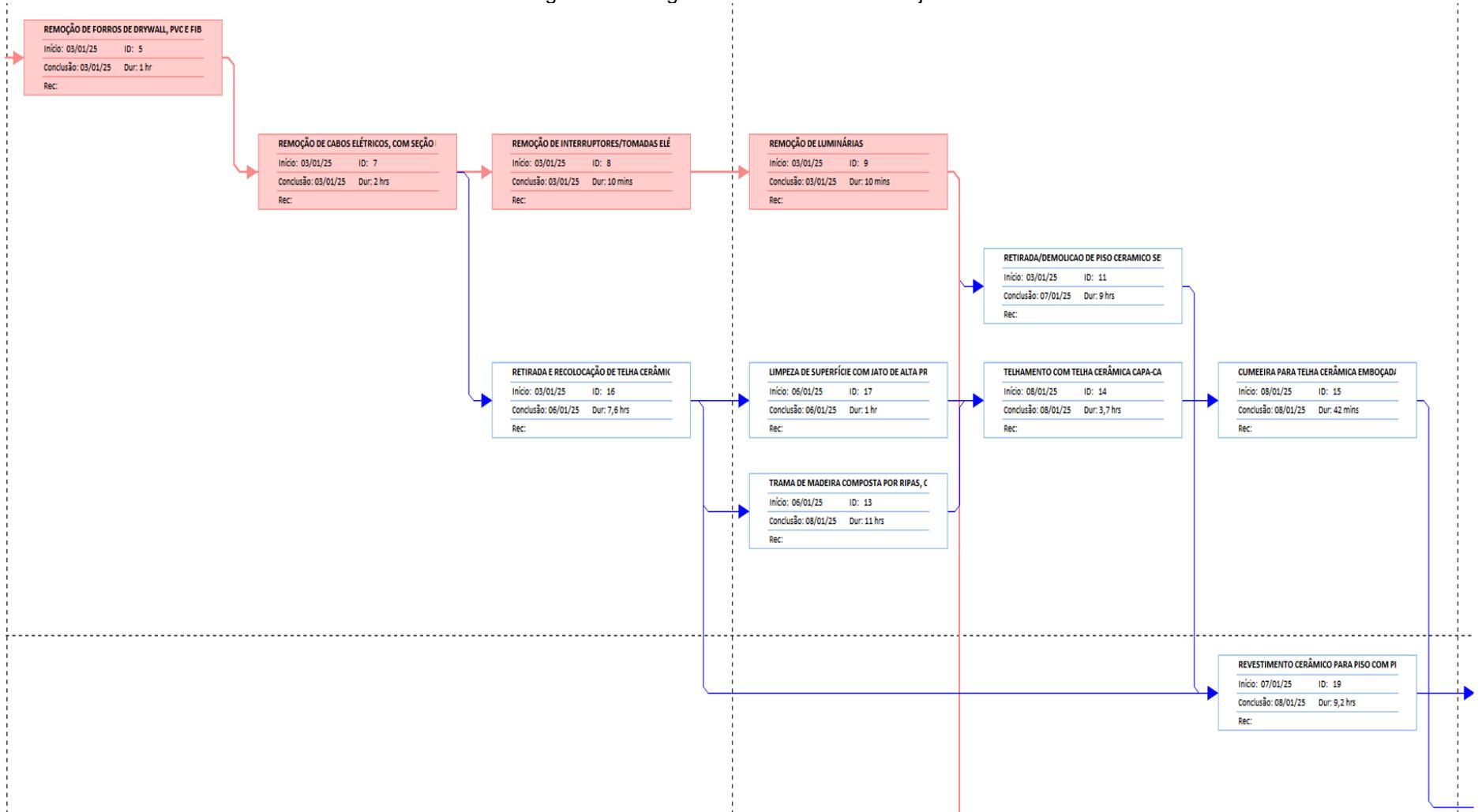
Item	Equipamento / Período	1	2	3	4
I.03.1	Maquina	2 hrs		3 hrs	2 hrs
I.03.2	Lixadeira		2 hrs		3 hrs
I.03.3	Furadeira			2 hrs	
I.03.4	Martelo	4 hrs	5 hrs	3 hrs	4 hrs
I.03.5	Marreta	2 hrs	1 hr		
I.03.6	Carro de mão	3 hrs	4 hrs	5 hrs	3 hrs

Fonte: Autor (2024)

A partir do programa de gerenciamento de projetos MS project, elaborou-se o diagrama de rede para a reforma em estudo (Figura 52), um modelo de apresentação gráfica do processo construtivo adotado, que será utilizado para auxiliar na execução e controle da obra. Representado pelo método dos blocos e integrado à técnica CPM, demonstra o caminho crítico através das atividades em vermelho. Essa definição corresponde às atividades que não possuem folga de execução, sendo as principais do projeto, onde um atraso ou adiantamento da tarefa alteram o prazo final da reforma, sendo necessário um maior cuidado com a sua execução.

Essa representação gráfica possibilita uma fácil interpretação da definição da lógica construtiva de execução do projeto e precedência entre as atividades. Detalhando a atividade imediatamente anterior, sua duração, data de início e término, devido ao projeto estar bem detalhado, as atividades do exemplo trazido ficaram com ligação término-início. Possibilitando uma preparação pelo setor responsável da empresa para atender o planejado.

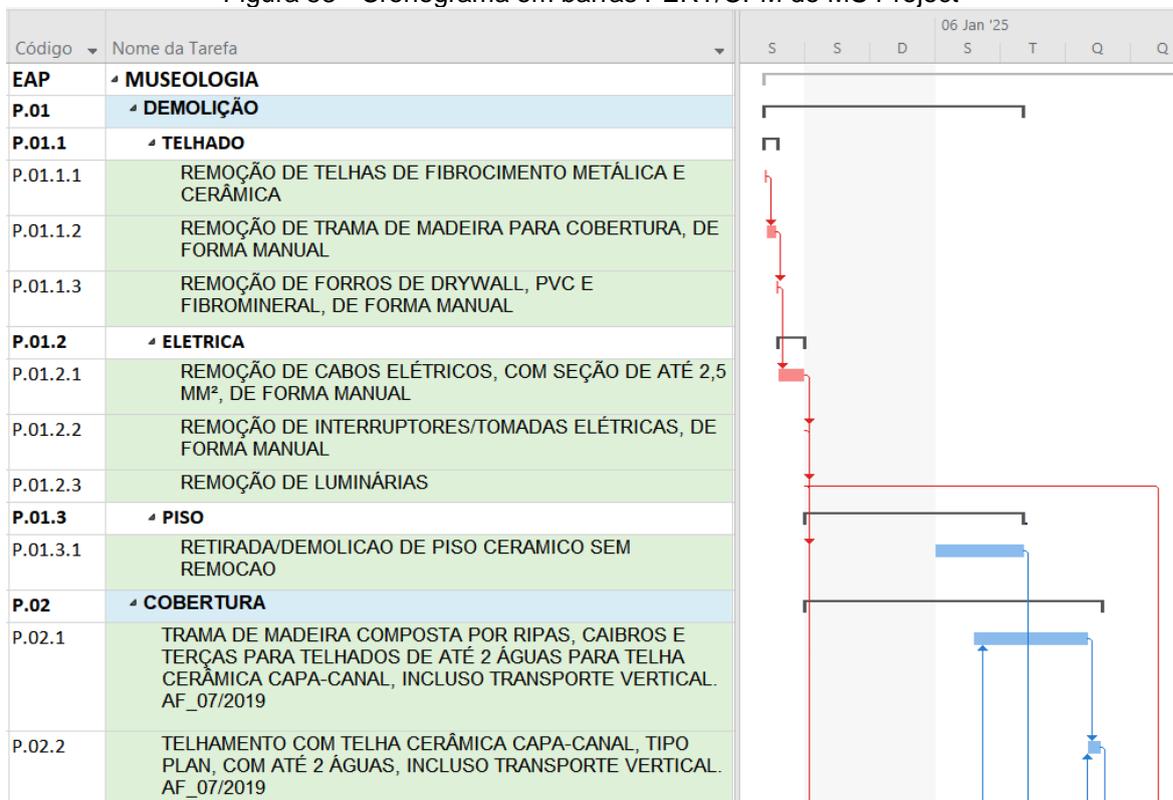
Figura 52 - Diagrama de redes do MS Project



Fonte: Autor (2024)

O cronograma em barras (Figura 53), no formato gráfico de Gantt, foi desenvolvido como resultado do planejamento executado no programa de gerenciamento de projetos MS Project, sendo uma visualização gráfica utilizada em conjunto com a estrutura analítica, onde já está integrado com as técnicas PERT/CPM. Demonstrando a inter-relação entre as tarefas por meio de setas, detalhando as atividades críticas por meio de barras e setas vermelhas, demonstrando a folga das atividades e considerando o cálculo com dias de calendário. Será o mais utilizado durante toda a execução do projeto.

Figura 53 - Cronograma em barras PERT/CPM do MS Project



Fonte: Autor (2024)

4.4 CURVA S E HISTOGRAMA

Para o desenvolvimento do histograma e curva S da linha de base do planejamento da reforma em estudo, elaborou-se um cronograma contendo a quantidade do recurso mão de obra utilizado nas tarefas em análise (Tabela 18), por dia de trabalho, contendo o somatório das tarefas ocorridas no mesmo dia e o acumulado. Na figura de explicação, foi utilizada a unidade homem hora de trabalho, somente para os quatro primeiros dias de obra. Podendo ser utilizado o cronograma

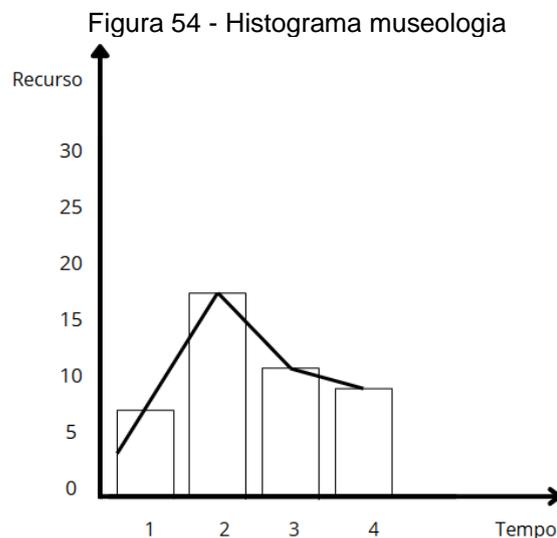
de mão de obra e quadro de cálculo HH e HH acumulado, a critério do planejador.

Tabela 18 - Cronograma com recurso por atividade

Atividade	Recurso	Período de tempo em dias úteis			
		1	2	3	4
REMOÇÃO DE TELHAS	3s + 1t	1,13			
REMOÇÃO DE TRAMA	3s + 1t	2,44			
REMOÇÃO DE FORROS	3s + 1t	0,83			
REMOÇÃO DE CABOS ELÉTRICOS	3s + 1e	2,02			
REMOÇÃO DE TOMADAS	3s + 1e	0,01			
REMOÇÃO DE LUMINÁRIAS	3s + 1e	0,25			
LIMPEZA DE SUPERFÍCIE COM JATO	3S		3		
RETIRADA/DEMOLICAO PISO	2P + 1S		7	2	
TRAMA DE MADEIRA	1C + 1S		7	4	
REVESTIMENTO CERÂMICO PISO	2P + 1S			5	4,2
TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA	3S + 1T				3,7
RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM	2P + 1S				1,8
	Total HH	6,68	17	11	9,7
	HH acumulado	6,68	23,68	34,68	44,38

Fonte: Autor (2024)

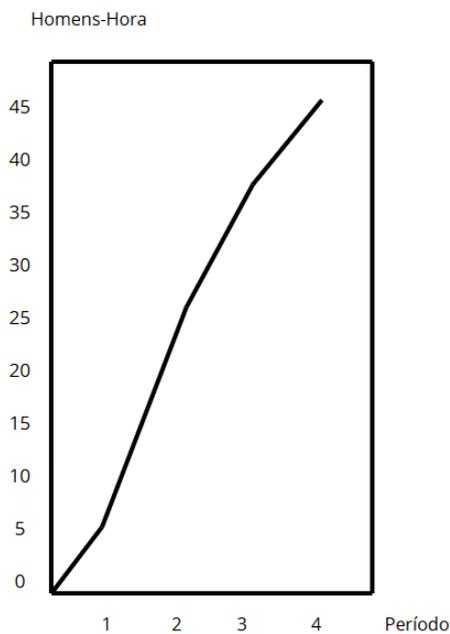
O histograma da linha de base (Figura 54), elaborado para os quatro primeiros dias da reforma, apresenta uma projeção gráfica de uso do recurso mão de obra por dia de trabalho, em barras verticais, servindo de guia para execução e programação da empresa, confirmando a teoria de semelhança com uma curva de Gauss. Podendo ser utilizado como referência no decorrer da obra a partir da comparação com o histograma de uso real dos recursos nas atividades, verificando o planejado inicialmente com o realizado e possibilitando verificar os desvios e fazer correções. Sendo ideal para o gerenciamento da obra e utilizado em reuniões.



Fonte: Autor (2024)

A curva S da linha base do projeto foi realizada a partir do planejamento inicial, utilizada para comparar a execução da obra com o planejamento realizado, uma forma de identificar desvios e realizar correções. A Figura 55 apresenta a projeção para os quatro primeiros dias da reforma, detalhando o uso acumulado do recurso mão de obra ao longo do projeto, a partir da quantidade orçada. Do mesmo modo, a curva S real de trabalho deve ser desenvolvida ao longo da execução, para permitir a comparação e verificar se o projeto está cumprindo o que foi planejado, bem como realizar correções se necessário.

Figura 55 - Curva S trabalho museologia



Fonte: Autor (2024)

5 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi elaborar um planejamento para orientar a execução e permitir um controle mais eficiente de uma obra no museu de Macapá, aplicando técnicas de planejamento, programação e controle a partir dos conhecimentos adquiridos através do estudo de referências bibliográficas, o projeto em questão é uma reforma no local de trabalho do idealizador. Dessa forma, foram elaborados e aplicados os métodos de Mattos (2019) e Limmer (1997), por meio do estudo detalhado do orçamento sintético, analítico e composição de custo unitário, na criação de estruturas para detalhamento, na determinação das durações mediante cálculos, na elaboração de diversos cronogramas e na criação de parâmetros para controle da execução e comparação entre o que foi realizado e o planejado.

Utilizando o programa de gerenciamento de projetos MS Project, é uma das ferramentas ideais para realizar todo o acompanhamento do planejamento e controle da obra.

Um dos resultados encontrados na pesquisa foi o desenvolvimento das estruturas analíticas, de insumos e operacional, sendo considerada a etapa principal para desenvolvimento do planejamento, adquirindo conhecimento total do projeto e definido o processo construtivo para realização da obra, possibilitando uma forma de programar a execução, assim adquirindo benefícios no prazo e custo da reforma, mediante a adoção das técnicas e o adequado acompanhamento durante a execução. Minimizando riscos e garantindo a satisfação do cliente.

O prazo encontrado a partir do cálculo pela estimativa paramétrica e definição das precedências de todas as atividades é de 18 dias úteis para a finalização da obra, seguindo o orçamento realizado pelo setor público, trazendo como benefício o conhecimento do prazo ideal para não gerar prejuízos para a empresa. Foi detalhado todo o cronograma de execução das tarefas e quando as realizar para atingir esse prazo de execução.

Os cronogramas desenvolvidos são de extrema importância para a execução da obra, os quais informam com antecedência todos os recursos necessários para executar a reforma, trazendo como vantagem a possibilidade de programação de execução pelo setor técnico da empresa e aquisições pelo setor de compras. Fazendo a interligação entre os processos, adquire-se um controle

total sobre o projeto, sabendo o que é gasto em cada etapa e qual o momento ideal para comprar.

Constatou-se, por meio dos métodos analisados, não haver nenhum empecilho para realizar o projeto por meio das técnicas de planejamento, bastando o conhecimento dos processos e dedicação de tempo. Utilizando as novas ferramentas tecnológicas, como o programa de gerenciamento MS project, sendo uma ferramenta de auxílio para o planejamento.

Para a utilização das técnicas em toda a empresa, é necessário estabelecer uma política empresarial, enfatizando a relevância de reuniões e processos, demonstrando os benefícios obtidos com o planejamento adequado. Além disso, é importante incentivar a equipe técnica a participar de cursos sobre o assunto, o que pode impactar nos valores da empresa.

Por conseguinte, os resultados desta pesquisa são úteis para um mercado tão competitivo como a construção civil, onde cada vez é mais necessário finalizar a obra no prazo estabelecido e com a utilização mínima de recurso disponível, e uma das formas possíveis é através da aplicação das técnicas no mercado de trabalho, o desenvolvimento das estruturas para conhecimento do projeto e o cálculo do tempo de duração de cada atividade foram as técnicas que disponibilizaram mais resultados para o planejamento possibilitando o conhecimento total da reforma, ademais a interligação das estruturas tipo árvore foi constatado pouco efetivo na prática se realizado para todo o projeto devido ao tempo de desenvolvimento e quantidade de dados, sendo utilizado para atividades específicas.

Com esses conhecimentos, torna-se um excelente planejador e um membro valioso em qualquer empresa, como também possibilita melhora dos processos construtivos, fazendo-a gerar mais confiança para possíveis clientes. Além de demonstrar que, independente do tamanho do projeto, pode ser executado com controle.

Acerca das limitações presentes neste estudo, ressalta-se a falta de processos de planejamento na obra em estudo, tornando assim um ambiente com dificuldade para a sua implementação. Recomenda-se para futuras pesquisas o acompanhamento dos resultados a partir da utilização das técnicas de planejamento desenvolvidas nesse trabalho.

REFERÊNCIAS

ALDO DÓREA MATTOS. Planejamento e controle de obras. [s.l.] Oficina de Textos, 2019.

CARL VICENTE LIMMER. Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras. Rio De Janeiro: Livros Tecnicos E Cientificos, 1997.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (GUIA PMBOK). Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc, 2017.

RUSSELL LINCOLN ACKOFF. A Concept of Corporate Planning. [s.l.] New York; Toronto: Wiley-Interscience, 1969.

Program a MLT. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/transportes/pt-br/centrais-de-conteudo/ciclo-20pdca-pdf>>.

TCU. [s.l: s.n.]. Disponível em: <portal.tcu.gov.br/data/files/94/21/77/67/7800371055EB6E27E18818A8/Relatorio_anual_atividades_TCU_2019.pdf>.

COSTA. Planejamento de obras públicas no Brasil: uma análise dos prejuízos com base nos meios comunicacionais. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 05, n. 04, p. 159–177, 16 abr. 2021.

ÁVILA, A. V.; JUNGLES, A. E. Técnicas de planejamento na construção civil. Florianópolis: UFSC. 2000.

RICARDO VIANA VARGAS. Gerenciamento de Projetos 9a edição. [s.l.] Brasport, 2018.