



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE BALSAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

DANIEL CORREIA MARTINS

**ANÁLISE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE UMA OBRA,
UTILIZANDO A TÉCNICA DO CAMINHO CRÍTICO**

Balsas/MA

2022

Daniel Correia Martins

Análise do cronograma físico de uma obra, utilizando a técnica do caminho crítico

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Me Vinicius Farias de Albuquerque

Balsas/MA
2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Correia Martins, Daniel.

ANÁLISE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE UMA OBRA, UTILIZANDO A
TÉCNICA DO CAMINHO CRÍTICO / Daniel Correia Martins. -
2022.

81 f.

Orientador(a): Vinicius Farias de Albuquerque.

Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil,
Universidade Federal do Maranhão, Universidade Federal do
Maranhão - Campus Balsas, 2022.

1. Caminho critico. 2. Gerenciamento. 3. Obras. 4.
Planejamento. I. Farias de Albuquerque, Vinicius. II.
Titulo.

DANIEL CORREIA MARTINS

Análise do cronograma físico de uma obra, utilizando a técnica do caminho crítico

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 15 de dezembro de 2022.

Banca Examinadora

Profº. Vinicius Farias de Albuquerque
Orientador
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Profº Esp. Willame Braga Lima
Avaliador
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Profº Me. Moises de Araújo Santos Jacinto
Avaliador
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais,
Manoel Carvalho e Maria das Dores, e
aos meus irmãos Theylon e Gianfranco.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre me fortaleceu em momentos que me senti fraco. Sempre me apoiou e me mostrou o caminho certo durante a jornada até aqui.

Agradeço a minha família por todo amor, carinho e paciência. Aos meus pais, Manoel e Maria das Dores, que nunca mediram esforços e sempre confiaram em mim até mesmo em momentos que eu estava desacreditado. Agradeço por terem me criado da forma que sou, sempre me guiando nas melhores decisões.

Agradeço aos meus irmãos, Theylon e Gianfranco, que sempre foram companheiros, me deram suporte e que, apesar de brigarmos as vezes, sempre me trataram como carinho e respeito, participando dos melhores momentos de minha vida.

Agradeço a minha noiva, Eutima, que mudou minha vida. No momento que eu mais precisei ela apareceu e preencheu um vazio no meu peito. Agradeço por todo o carinho, cumplicidade, amor, sinceridade e me fazer feliz sempre. Sou muito grato por todo os momentos junto a ela, e rezo a Deus para que possamos compartilha-los até a eternidade.

Agradeço a meus amigos, em especial a João Vitor, Leonardo, Domingos Gustavo e Murita, que sempre me acompanharam em minha jornada, me dando forças, sendo companheiros, ajudando quando necessário, partilhando momentos felizes juntos, dentre outras coisas. Nunca fui de ter muitos amigos, mas os que tenho valem por mil.

Agradeço também aos príncipes que entraram não há muito tempo em minha vida: George, Davi Anderson e Theodoro. Sou muito grato a Deus por colocar vocês em minha vida, e me tornar esse tio/padrinho cada vez mais responsável e carinhoso.

Agradeço ao professor e orientador Vinicius, que me ajudou em todas as etapas desse estudo, sempre com muita maestria, sabedoria e dedicação, em momentos de exaustão me transmitiu força. Agradeço pela paciência, empenho e ensinamentos. Agradeço a todos os servidores da UFMA, em especial a Diretora Gisélia, que além de diretora e professora, sempre me ajudando e acolhendo em momentos de extrema necessidade que passei, principalmente emocionais.

Agradeço a equipe BEMI, que me acolheu e está me proporcionando momentos que eu jamais imaginei que vivenciaria, momento este que são de grande valia para minha vida profissional. Ainda faço parte da equipe, e pretendo crescer muito junto a vocês.

RESUMO

A importância de realizar o planejamento de um projeto ou uma obra parece ser uma coisa óbvia, mas a realidade mostra que muitas empresas do setor da construção civil, principalmente as de menor porte, não fazem o planejamento ou o fazem de maneira precária. A falta de planejamento é um dos principais fatores que leva aos atrasos nos cronogramas previstos, prejuízos financeiros, desperdício e acidentes. Elaborar um cronograma seguindo as etapas do planejamento e analisá-lo de maneira técnica é essencial para que as estimativas de execução previstas para os serviços estejam o mais próximo possível da realidade de execução de uma obra. Sendo assim, neste trabalho foi elaborado um cronograma de uma obra construída em Balsas-MA, sendo que esse cronograma foi produzido como resultado de um roteiro de planejamento, ou seja, integrado ao planejamento como um todo. Para isso, foi analisado o projeto da obra para a identificação e entendimento de todos os serviços previstos e os seus quantitativos. Em seguida, foram definidas as durações das atividades e as atividades predecessoras, o que possibilitou a elaboração do Diagrama de Rede da obra e a determinação do seu Caminho Crítico. Após essas etapas, foi gerado o cronograma físico da obra e o mesmo foi analisado em relação ao Caminho Crítico identificado e em relação ao cronograma físico previsto e executado da obra em estudo, de forma a verificar como um cronograma produzido como parte integrante do planejamento, que possui o Caminho Crítico traçado, mostrando quais atividades não podem sofrer atraso, pois o atraso em qualquer atividade pertencente ao Caminho Crítico implica no atraso do prazo da obra como um todo, pode ser fundamental para prevenir possíveis problemas na execução dessas atividades. Foi observado que durante a execução da obra houveram problemas relacionados à execução da estrutura metálica, da escavação e do forro de PVC, sendo que essas atividades foram identificadas como constituintes do caminho crítico da obra. Caso o planejamento tivesse sido executado como foi proposto neste trabalho, o conhecimento prévio do caminho crítico poderia ter subsidiado um maior cuidado quanto aos processos que seriam necessários para a execução dessas tarefas, propiciando a verificação de possíveis entraves e a imediata busca para solucionar esses entraves sem que eles afetassem a execução dos serviços.

Palavras-chaves: Caminho crítico; Planejamento; Gerenciamento; Obras.

ABSTRACT

The importance of carrying out the planning of a project or a work seems to be an obvious thing, but the reality shows that many companies in the civil construction sector, mainly the smaller ones, do not carry out the planning or do it in a precarious way. Lack of planning is one of the main factors that lead to delays in scheduled schedules, financial losses, waste and accidents. Preparing a schedule following the planning stages and analyzing it in a technical way is essential so that the forecasted execution estimates for the services are as close as possible to the reality of the execution of a work. Therefore, in this work, a schedule of a work built in Balsas-MA was elaborated, and this schedule was produced as a result of a planning script, that is, integrated into the planning as a whole. For this, the project of the work was analyzed for the identification and understanding of all the foreseen services and their quantitative. Then, the duration of the activities and the predecessor activities were defined, which enabled the elaboration of the Network Diagram of the work and the determination of its Critical Path. After these steps, the physical schedule of the work was generated and it was analyzed in relation to the identified Critical Path and in relation to the planned and executed physical schedule of the work under study, in order to verify how a schedule produced as an integral part of the planning, that has the Critical Path traced, showing which activities cannot be delayed, as the delay in any activity belonging to the Critical Path implies in the delay of the work deadline as a whole, it can be fundamental to prevent possible problems in the execution of these activities. It was observed that during the execution of the work there were problems related to the execution of the metallic structure, the excavation and the PVC lining, and these activities were identified as constituents of the critical path of the work. If the planning had been carried out as proposed in this work, prior knowledge of the critical path could have supported greater care regarding the processes that would be necessary to carry out these tasks, allowing the verification of possible obstacles and the immediate search to solve these obstacles. without them affecting the execution of the services.

Keywords: Critical path; Planning; Management; Construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 -	Representação do ciclo PDCA	18
Figura 02 -	Comissão de custos unitários do serviço e revestimento para piso com porcelanato	23
Figura 03 -	Métodos das setas	25
Figura 04 -	Métodos dos blocos	25
Figura 05 -	Diagrama de Gantt	28
Figura 06 -	Interface MS Project	30
Figura 07 -	Cartório 2º ofício da cidade de Balsas Maranhão	34
Figura 08 -	CCU para alvenaria de vedação	43
Figura 09 -	Diagrama de Rede de Construção das sapatas	45
Figura 10 -	Instalação de estrutura metálica da obra	51
Figura 11 -	Início de escavação semi-subsolo	52
Figura 12 -	Semi-subsolo após a drenagem	52
Figura 13 -	Instalação de forro de madeira	54
Figura 14 -	Instalação de forro de madeira	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 -	EAP dos serviços da obra do cartório de Balsas, Maranhão.	39
Quadro 02 -	Estrutura Analítica do Projeto da sub-etapa Sapatas.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	Orçamento da obra	40
Tabela 02 -	Itens correspondentes a construção das sapatas	42
Tabela 03 -	Proporcionalidade equipe-duração-pedreiro da obra	44
Tabela 04 -	Proporcionalidade equipe-duração-servente da obra	44
Tabela 05 -	Cronograma físico financeiro da obra	47
Tabela 06 -	Cronograma desenvolvido de acordo com o cálculo de atividade	49

LISTA DE FLUXOGRAMA

Fluxograma 01 -	Etapas da metodologia do estudo.	35
Fluxograma 02 -	Caminho crítico da obra.	46

LISTA DE SIGLAS

BNH - Banco Nacional da Habitação

CCU - Composições de Custos Unitários

CPM - Critical Path Method

EAP - Estrutura Analítica de Projeto

MA – Maranhão

MS PROJECT – Microsoft Project

PDCA - Plan-Do-Check-Action, tradução: Planejar-Fazer-Verificar-Ajustar

PERT - Program Evaluation and Review Technique

PVC - Policloreto de vinila

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

TCE - Tribunal de Contas do Estado

TCPO - Tabela de Composições e Preços para Orçamentos

TI - Tecnologia da Informação

UFMA – Universidade Federal do Maranhão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Justificativa.....	14
1.2	OBJETIVOS.....	15
1.2.1	Geral.....	15
1.2.2	Específicos.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	Planejamento de obras	16
2.1.1	Ciclo de vida do empreendimento	17
2.1.2	Ciclo PDCA	17
2.2	Deficiência das empresas na gestão de obras.....	19
2.3	Roteiro de planejamento em obra.....	20
2.3.1	Definição das atividades.....	20
2.3.2	Definição das durações.....	21
2.3.3	Definição da precedência.....	24
2.3.4	Montagem do diagrama de Rede.....	25
2.3.5	Identificação do caminho crítico.....	26
2.3.6	Geração do cronograma.....	27
2.4	O método PERT/CPM	28
2.5	MS Project.....	29
2.6	Gerenciamento de Custo e Prazo em Obras	31
3	METODOLOGIA.....	33
3.1	Etapas.....	33
3.1.1	Tipo de Pesquisa.....	33
3.1.2	Caracterização da Área de Estudo.....	33
3.1.3	Etapas e análise da pesquisa.....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	Análise do projeto básico da obra.....	37
4.2	Duração das atividades.....	42
4.3	Rede PERT-CPM	44
4.4	Análise de cronograma real com o ideal.....	47
4.5	Impacto das atividades do caminho crítico no final da obra.....	50
4.5.1	Estrutura metálica.....	50
4.5.2	Escavação de semi subsolo.....	52
4.5.3	Forro de PVC.....	53
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
	REFERÊNCIAS.....	56
	APÊNDICE A	
	ANEXO A	

1 INTRODUÇÃO

O planejamento de qualquer atividade é essencial. Dificilmente alguém discordaria disso, porém a realidade tanto com relação a pessoas físicas quanto jurídicas em relação à adoção do planejamento é precária. No setor da construção civil não é diferente, seja na Administração Pública ou na iniciativa privada.

Com relação às obras públicas, segundo o Diagnóstico sobre obras paralisadas do Conselho Nacional de Justiça, a falta de planejamento adequado é uma das causas presentes em 70% das obras paralisadas no Brasil (CNJ, 2019).

Nas empresas privadas, principalmente as de pequeno e médio porte, a regra é a falta ou inadequação do planejamento de obras, sendo que varia o nível do problema. Algumas empresas planejam mal, outras planejam adequadamente, mas não controlam e outras simplesmente não fazem nenhum planejamento. O resultado é o atraso de cronogramas, aumento de custos e desperdício (MATTOS, 2019).

Planejamento e elaboração e controle de cronograma andam juntos no sentido de servirem para a análise dos prazos previstos e do acompanhamento do cumprimento desses prazos. Através dessa análise pode-se identificar desvios em certas atividades, cujos motivos podem ser problemas com mão-de-obra e insumos, dentre outros. Identificados os desvios, pode-se iniciar as ações para corrigi-los (EEEP-CE, 2008).

Nesse sentido, buscou-se analisar nessa pesquisa o cronograma de uma obra executada em Balsas, comparando-o com um cronograma elaborado através de um roteiro de planejamento, usando o método do caminho crítico como parâmetro. Além disso, adotou-se o software MS Project como ferramenta auxiliar para a elaboração do cronograma.

Segundo Mattos (2019), o caminho crítico é a sequência de atividades mais longas, que normalmente determinam a duração final da obra. O conjunto dessas atividades mais longas define o prazo completo de uma obra. Portanto, define-se o método do caminho crítico como uma ferramenta de gestão que possibilita o gestor traçar as tarefas primordiais para a conclusão do projeto.

Como forma de obtenção do caminho crítico, um dos principais métodos a serem utilizados em conjunto é o método *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) e o *Critical Path Method* (CPM). O PERT/CPM é uma ferramenta de gestão de projetos, comumente utilizada no ramo da construção civil, na gestão e controle de custo e tempo. O principal objetivo da ferramenta é auxiliar o engenheiro a obter o tempo referente a execução de uma obra e verificar as folgas de cada tarefa (VENÂNCIO, 2016).

Para isso, foi analisado o projeto da obra de forma a identificar todos os serviços previstos. Em seguida, com auxílio também da planilha orçamentaria, foram verificados os quantitativos de cada serviço e definidas as durações das atividades.

Feito isso, elaborou-se o diagrama de rede da obra de onde foi exposto o caminho crítico, ou seja, todas as atividades que se sofressem algum atraso, levariam ao atraso da obra como um todo.

Por fim, foi verificado como o cronograma elaborado com a definição do caminho crítico poderia ter fornecido subsídios para evitar problemas de descumprimento do cronograma que ocorreram durante a execução da obra.

1.1 Justificativa

O atraso na execução de obras é um problema enfrentado tanto por empresas privadas quanto pelo setor público. De acordo com Carvalho, de Paula e Gonçalves (2017), em seu estudo onde analisaram várias obras quanto à questão do gerenciamento, constataram que um dos elementos que se mostrou como causa dos atrasos nas obras foi a falta ou deficiência de planejamento e controle.

Nesse sentido, o cronograma de uma obra é peça fundamental para o planejamento e acompanhamento de obras. Segundo o Iopes (2017), o cronograma de uma obra depende de um projeto básico completo, com a descrição de todas as atividades, possibilitando assim a correta quantificação dos serviços e a elaboração da planilha orçamentária. Com a planilha orçamentária pronta e analisada, tem-se os subsídios para a elaboração do cronograma da obra.

O cronograma de uma obra não pode ser um elemento isolado com relação ao planejamento geral da obra, devendo ser elaborado através de um método bem definido, de forma que possa ser utilizado no planejamento diário e nas tomadas de decisões por parte dos profissionais que atuam na obra. Sendo assim, deve ser rejeitada qualquer forma de elaboração de cronogramas que simplesmente suponha os prazos das atividades sem um criterioso processo de planejamento anterior (MATTOS, 2019).

O método do caminho crítico é uma ferramenta de desenvolvimento e controle de cronogramas e serve para calcular a duração mínima da obra, evidenciando as atividades que caso venham a sofrer atrasos, gerarão como consequência o atraso da obra como um todo (PMBOK, 2017).

Devido a esses fatores e ao fato de a empresa que executou a obra analisada nesse estudo ter interesse em aprimorar o planejamento e controle de suas obras, mostra-se relevante a

proposta deste trabalho, que visa elaborar o cronograma de obra com o uso de técnicas de planejamento e analisar através do caminho crítico identificado, como esse método pode ser útil para o planejamento e desenvolvimento de cronogramas de outras obras a serem executadas por essa empresa ou outras empresas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Definir o caminho crítico da obra de construção de um cartório e analisar as atividades que constituem o caminho crítico em termos de impacto no prazo da obra.

1.2.2 Específicos

- Elaborar a Estrutura Analítica de Projeto da obra;
- Definir as durações e predecessoras das tarefas;
- Montar o Diagrama de Rede e o Caminho Crítico da obra;
- Verificar como as atividades constituintes do caminho crítico podem impactar no prazo da obra.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Planejamento de obras

A construção civil vem crescendo em ambientes particularmente dinâmicos e mutáveis, sendo uma atividade que necessita de atenção especial no gerenciamento e planejamento, objetivando o cumprimento de metas e prazos. Dentre inúmeras variáveis determinantes para o processo da construção civil, pode-se citar como indispensáveis: mão de obra qualificada, alto grau de precisão orçamentária, planejamento conciso, execução do planejamento, gestão eficaz, investimento em tecnologia e integração de projetos (MATTOS, 2019).

O planejamento de uma obra é essencial para nortear a sua execução. Entretanto, o planejamento por si só não evita os retrabalhos, desperdícios e atrasos na obra. De modo geral, o sistema informal no gerenciamento e planejamento nas construções brasileiras ainda é majoritário (SILVA et al., 2019).

Na gestão de uma obra, o prazo a se cumprir e os custos são determinantes e causam preocupação constante ao engenheiro civil. O ritmo acelerado do mercado cobra da equipe prazos cada vez menores, que implicam na dependência de vários fatores. Administrar e controlar essas variáveis é um desafio para o engenheiro civil e sua equipe a ser superado para garantir a entrega da obra dentro dos custos e prazos estabelecidos (HOZUMI, SOARES e BROCHADO, 2006).

Para Silva (2011), o conceito de planejamento está associado a um processo dinâmico e contínuo, utilizando sempre um conjunto de estratégias especializadas com o objetivo de alcançar um objetivo futuro e satisfatório dentro da obra, possibilitando decisões e ações de forma que elas possam ser executadas adequadamente.

Ainda segundo o autor, são 3 os tipos básicos de planejamento:

a) Planejamento Estratégico: é uma etapa que permite ao gerenciador definir o destino a ser seguido pela empresa, visando a obtenção um nível elevado de entrosamento na relação da empresa e seu ambiente.

b) Planejamento Operacional: é a etapa de formalização através de documentos escritos, de metodologias de desenvolvimento e implantações estabelecidas.

c) Planejamento Tático: é a etapa que reúne informações presentes a serem formalizadas em um tempo médio determinado.

As principais vantagens que gerir um empreendimento com o devido planejamento proporcionam são: conhecimento por completo da obra; identificação de situações

desfavoráveis; agilidade de decisões; relação com o orçamento; otimização da alocação de recursos; referência para acompanhamento; padronização; referência para metas; documentação e rastreabilidade; criação de dados históricos e profissionalismo (NOVAES, 2011).

No decorrer do planejamento de variadas obras, o engenheiro vai adquirindo experiência em lidar com diferentes situações e problemas, trazendo-lhe conhecimento e o permitindo ser mais eficiente na execução de eventuais empreendimentos. Desse modo, é fundamental a aplicação na prática de toda experiência adquirida com o tempo (MATTOS, 2019).

2.1.1 Ciclo de vida do empreendimento

O ciclo de vida de um empreendimento são todas as etapas no decorrer de um projeto. A partir da análise de todos os processos, é possível que seja feita a verificação de todas as necessidades de alterações no projeto base, identificando e realizando qualquer mudança que precise ser efetuada (TEIXEIRA, 2015).

Objetivando uma gestão com mais qualidade e organização, os empreendimentos devem ser divididos em algumas etapas, sempre definindo os modelos de trabalho a serem seguidos em cada fase e caracterizando os colaboradores envolvidos em cada etapa (GEMPAR, 2018).

Sucintamente, Teixeira (2015) apresenta o ciclo de vida de uma obra em três fases:

1º – Briefing ou pré-obra: Nesta primeira fase é estudada a viabilidade do projeto. É realizada a organização de toda a documentação do terreno e dos clientes, sendo também avaliadas todas as necessidades dos mesmos.

2º – Execução: Na segunda etapa é avaliada e organizada toda a parte de execução, juntamente com a separação de todas as fases da obra e caracterização de quem realizará cada atividade. Nesta etapa também é feita toda a compra de materiais, locação de equipamentos, contratação de mão de obra, etc.

3º – Pós-obra: É a etapa de avaliação final da obra. Nela é avaliado todos os critérios pré-estabelecidos em todos os projetos, sendo estruturais, arquitetônicos e complementares. Na etapa de pós-obra é realizado todo o acabamento final para a entrega da obra.

2.1.2 Ciclo PDCA

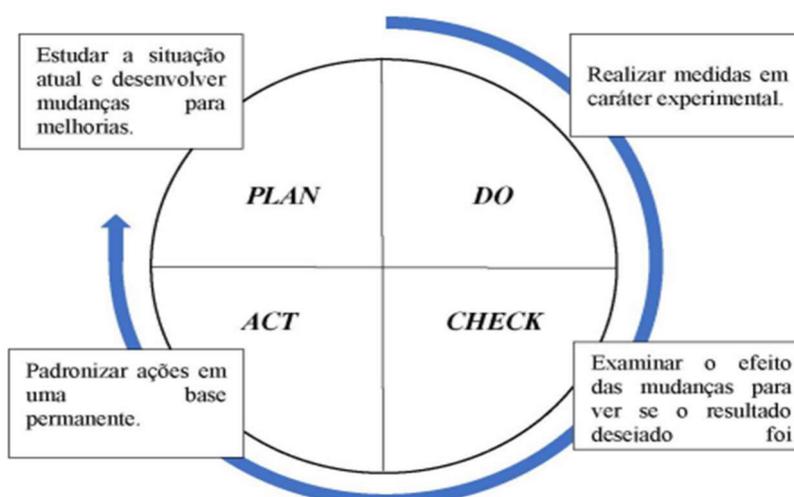
Junto à análise do ciclo de vida do empreendimento, vem o ciclo PDCA. O Ciclo *Plan-Do-Check-Action* (PDCA) tem sido usado atualmente em grande parte das instituições com o

objetivo de tornar o planejamento mais eficiente e dinâmico. A qualidade dos serviços prestados pelas companhias é um diferencial necessário para a obtenção de diferenciação no mercado, de forma que a determinação na obtenção do sucesso nos negócios seja um fator determinante para a obtenção da prosperidade (PEREIRA, 2021).

Maximiano (2015) trata o ciclo PDCA como questão de eficiência, sendo sempre considerado o desempenho de outras companhias do mesmo ramo e a Tecnologias. É de obrigação das empresas sempre buscarem mais eficiência na realização dos serviços, sempre utilizando ferramentas qualificadas e tratando da forma mais correta os processos, sempre investindo em novas tecnologias e métodos.

A Figura 01 mostra as etapas do Ciclo PDCA.

Figura 01 - Representação do ciclo PDCA



Fonte: Castello (2022)

O autor Falconi (2014) define as quatro fases do ciclo PDCA da seguinte forma:

1° - Plan (Planejar): a primeira etapa é a fase do planejamento. O principal objetivo é fazer um levantamento e análise de informações para a colocação de metas.

2° - Do (Executar): a segunda fase é a da execução, onde se coloca em prática a etapa anterior.

3° - Check (Verificar ou checar): a terceira fase é a da verificação. Nela é feita a análise de todos os dados adquiridos e feita a averiguação dos eventuais erros e imprevistos que houveram.

4º Fase -Act (Agir): a quarta e última fase é a fase de ação. Nela é observado todo o processo das fases anteriores e colocado novamente em ação, só que aplicando as correções e aprimorando os processos, definindo planos de ação para a evolução dos ciclos.

O ciclo PDCA é utilizado principalmente em sistemas de gestão empresarial e pode ser aplicado em qualquer organização como forma de garantir o sucesso dos empreendimentos, independentemente da área de atuação no mercado, podendo variar desde a área comercial à área de engenharia (ALVES, 2015).

2.2 Deficiência das empresas na gestão de obras

Comentou-se anteriormente sobre a necessidade e os benefícios do planejamento na construção civil. Entretanto, o que se observa muitas vezes é que na prática muitos desses fatores não são obedecidos. A inexistência de planejamento, a indevida administração dos materiais, as deficiências de formação e qualificação da mão de obra são algumas das causas do desperdício e atraso na entrega dos projetos (ALCANTARA, 2016).

Uma parte considerável dos problemas diagnosticados na construção tem na falta do planejamento uma das principais etapas do empreendimento. É de dever do engenheiro responsável sempre estar um passo à frente, sempre prevendo todos os “imprevistos”, para que assim evite estes tipos recorrentes de problema (CHAVES FILHO, 2014).

A falta de planejamento nas empresas gera grandes perdas na construção civil. É necessário o constante cuidado no desenvolvimento de trabalhos relacionados ao tema como forma de melhoria de desempenho dos processos construtivos. A tendência da economia mundial e o aumento da quantidade de empresas no mercado faz o mercado consumidor tornar-se cada vez mais exigente quanto à qualidade de seus serviços (TOSTA, 2013).

O atraso em obras é algo bem habitual nas empresas na gestão de obras atualmente. Ele acontece geralmente como uma consequência do não cumprimento dos prazos previstos e prazos de conclusão de serviços não obedecidos conforme o cronograma pré-estabelecido. Muitas das vezes atrasos são ocasionados por retrabalho dentro das obras (SILVA, 2016).

O retrabalho por muitas das vezes é algo recorrente dentro da construção civil, uma vez que o planejamento inicial não é realizado e acompanhado de maneira adequada, já que normalmente as construtoras ao serem contratadas recebem a proposta de execução da obra e aceitam antes mesmo de fazerem uma análise refinada da execução dos serviços (MASTENBROEK, 2010).

Para que as metas de uma empresa sejam alcançadas é indispensável que haja um controle simultâneo entre os recursos físicos e financeiros, por intermédio de um planejamento criterioso, objetivando a obtenção de uma definição precisa dos recursos necessários, sempre estando alinhados com os prazos e custos do determinado empreendimento (NOVAES, 2011).

2.3 Roteiro de planejamento em obra

O planejamento de uma obra segue um sequencial bem determinado. Os passos a serem seguidos são bastante lógicos e sequenciais. Independente da obra ser a reforma de uma casa ou a construção de um prédio com 20 pavimentos, elas geralmente obedecem ao mesmo roteiro, com diferentes processos, quantidade de materiais, equipamentos e prazos (MATTOS, 2019).

Os roteiros de planejamento a se seguir em diferentes tipos de obra costumam ser similares, independente da complexidade, possuindo diferença na realização de suas sub etapas. As sub etapas podem ser divididas em: definição das atividades; definição das durações; definição da precedência; montagem do diagrama de rede; identificação do caminho crítico e geração do cronograma (RESENDE; VENDER; CARRIJO, 2018).

2.3.1 Definição das atividades

Para iniciar-se o planejamento é necessária uma completa análise de todo o projeto, objetivando identificar tudo nele abordado, com cada detalhe. Nessa primeira etapa, há a identificação das atividades a serem executadas e que estarão presentes no cronograma da obra. Todas as atividades a serem executadas devem entrar no cronograma da obra, para que o planejamento fique completo e se possa seguir uma sequência lógica de atividades, evitando eventuais atrasos e prejuízos (FERREIRA, 2019).

A identificação e o detalhamento de todas as atividades da obra têm por objetivo final separar as que fazem parte da curva crítica da obra e as que não fazem. Essa separação deve garantir a gestão de uma obra mais precisa, evitando que as atividades críticas atrasem, e conseqüentemente o atraso da obra (SILVA JUNIOR; BORGES JUNIOR, 2010).

O roteiro de planejamento da obra é fundamental para evitar imprevistos. Portanto, o projeto deve ser dividido em etapas, facilitando a visão de todas as fases e conseqüentemente trazendo uma visão mais precisa de toda a execução (PORTUGAL, 2017).

2.3.2 Definição das durações

A definição das durações indica a quantidade de tempo que cada atividade tem para ser realizada dentro da obra. As durações das atividades podem ser fixas, quando não dependem de equipamentos ou do ser humano ou podem ser variáveis, quando as atividades dependem da atividade humana e/ou equipamentos (GUIDUGLI FILHO; CESAR, 2008).

Por mais preciso que tenha sido feito o planejamento da duração das atividades, a duração é uma estimativa, possuindo uma margem de erro. Por isso, existe a necessidade de não somente planejar, mas também de haver um acompanhamento em campo, com o objetivo de evitar atrasos e seguir sempre o modelo do cronograma pré-estabelecido (LAGO, 2021).

Informações sobre o escopo do trabalho, as características dos recursos, as habilidades requeridas, dentre outras, são fundamentais para se estimar as durações das atividades. Os dados de entrada para as estimativas de duração devem ser incluídos pela equipe do projeto, sendo recomendado que seja executada pelos profissionais mais familiarizados com as especificidades do projeto (PMBOK, 2017).

Segundo o Iopes (2017), a duração das atividades é determinada considerando-se o tipo e a quantidade dos serviços a serem executados e a produtividade da mão-de-obra. Dessa forma, a duração de uma atividade pode ser expressa da seguinte maneira:

O processo realizado para estimar as durações necessita de uma determinação aproximada da quantidade de esforço exigida para a execução da atividade e da quantidade de recursos. Com isso, são realizados cálculos aproximados das durações das atividades, sendo que muitas vezes a quantidade de recursos e a habilidade para execução das tarefas podem definir sua duração (PMBOK, 2017).

De acordo com Cândido et al., (2012),

"A projeção de horas para cada atividade permite identificar quais estão com atrasos e demandam mais tempo. Tal projeção possibilita o deslocamento de equipes para ajudar nos pacotes em atraso, corrigindo as diferenças de cronograma durante o processo, pois atrasos significam aumento de custos em diversos componentes orçamentários."

Como dito anteriormente, a definição das durações das atividades é uma estimativa que deve ser elaborada através da análise dos diversos elementos que influenciam no tempo de execução de uma atividade.

Um dos parâmetros que servem de base para a definição das durações são as Composições de Custos Unitários (CCU). De acordo com Mattos (2019), "para fins de

planejamento de obras, as composições de custos unitários do orçamento são a fonte por excelência de elementos para a geração das durações".

A CCU é desenvolvida utilizando coeficientes de produtividade, de consumo e de uso de insumos (materiais, mão de obra e equipamentos), de forma a estabelecer o custo de execução de uma unidade de um serviço. São elementos indispensáveis de uma CCU (BRASIL, 2014):

- Código de cada item, com o respectivo nome do serviço e a unidade de medida representativa;
- Descrição de cada item, com sua unidade de medida, consumo na realização do serviço, com seus custos unitários;
- Custo geral do serviço, determinado pelo valor total da soma dos custos unitários de cada insumo;
- Embasamento por norma técnica;
- Data de elaboração do orçamento;
- Colocação da taxa de encargos sociais na obtenção do custo da mão de obra;
- Produção por hora da equipe, em caso de atividades mecanizadas;
- Os coeficientes de utilização dos equipamentos, com seus custos horários de serviço;
- Caracterização dos gastos com o transporte de materiais, quando estes estiverem excluídos do custo unitário dos insumos.

As CCU podem ser elaboradas ou ter sua elaboração baseada em tabelas de referências de custos, produzidas por órgãos da Administração Pública ou por empresas privadas especializadas. Dentre essas tabelas, pode-se citar o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e a Tabela de Composições e Preços para Orçamentos (TCPO) (IOPEs, 2017).

Neste trabalho, o SINAPI foi utilizado como base para definição das durações. mostra o histórico do desenvolvimento do SINAPI, tendo início no ano de 1969, ano de sua criação (SINAPI, 2020).

Uma das formas de base mais utilizadas na determinação dos coeficientes é o orçamento analítico da tabela SINAPI. Para a análise da produtividade da mão de obra, a SINAPI utiliza da técnica chamada de razão unitária de produção (RUP), que é a razão da relação entre o esforço empregado (Hh – Homem hora) e o resultado obtido (Qs – Quantidade de serviço), determinado dessa forma:

$$RUP = \frac{Hh}{Qs}$$

O valor extraído a partir do resultado do cálculo mostra a relação do esforço despendido com a quantidade produzida. Dependendo do tipo de serviço, relacionando-o a hora trabalhada, tem-se a razão unitária de produção por hora (SINAPI, 2020).

A Figura 02 mostra a CCU do serviço de revestimento cerâmico para piso com porcelanato, da tabela SINAPI.

Figura 02 - Comissão de Custos Unitários do serviço de revestimento para piso com porcelanato
Composição SINAPI - 87259

codígo	Descrição	Tipo	Unidade	Coefficiente
C 88256	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,61
C 88316	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,25
I 00021108	PISO EM PORCELANATO RETIFICADO EXTRA, FORMATO MENOR OU IGUAL A 2025 CM2	Material	m ²	1,07
I 00034357	REJUNTE CIMENTICIO, QUALQUER COR	Material	KG	0,24
I 00037595	ARGAMASSA COLANTE TIPO AC III	Material	KG	8,62

Fonte: Adaptado de SINAPI (2020)

Conforme observado na tabela, cada item tem um índice de produtividade (coeficiente). Mattos (2019) define o cálculo do trabalho requerido como o produto entre a quantidade necessária e o coeficiente apresentado, sendo representado dessa forma:

$$Hh = \text{quantidade (m}^2\text{)} \times \text{índice (h/m}^2\text{)}$$

Além disso, a tabela SINAPI aborda a análise do consumo unitário de materiais (CUM) e a relação da perda de materiais. Na análise do consumo unitário de materiais, é considerado as quantidades teóricas e reais de cada material. A quantidade teórica é obtida pelo cálculo da quantidade teórica de materiais que serão usados em determinada atividade, sem que ocorra ineficiência. A quantidade real é obtida da mesma forma que a teórica, só que considerando as perdas decorrentes do processo de realização das atividades (SINAPI, 2020).

Desse modo, o consumo unitário de materiais e as perdas são obtidos pelas fórmulas:

$$CUM = \frac{Q_{real}}{Q_s}$$

$$Perda(\%) = \frac{Q_{real}}{Q_{teórica}} \times 100$$

Onde: Q_{real} = Quantidade de material realmente consumida
 $Q_{teórica}$ = Quantidade de material teoricamente necessária
 Q_s = Quantidade de serviço realizada com tal material

Com base na aplicação dessa metodologia, a SINAPI (2020) apresenta em sua base de dados os coeficientes de execução de cada atividade, sendo estes caracterizados geralmente como horas, horas produtivas, metros quadrados, metros cúbicos, dentre outros.

Mattos (2019) estabelece algumas regras práticas para a utilização correta dos coeficientes. A primeira é avaliar as durações uma a uma, estimando a duração de cada atividade separadamente das outras. A segunda regra é adotar o dia normal, tomando a realização da atividade em uma jornada normal do dia. A terceira é não pensar no prazo total da obra durante o planejamento da duração de cada atividade. A quarta e última regra é não confundir, no ato do planejamento, os dias úteis com os dias corridos.

Além disso, existem alguns fatores que afetam a duração das atividades. Um deles é a experiência da equipe, pois quanto maior é a experiência do time da realização da atividade, maior facilidade e agilidade se terá na execução da mesma. Outro fator é o grau de conhecimento do serviço, visto que dependendo da atividade, sendo ela nova, especial ou pouco frequente, pode haver a necessidade de um período de estudo e de familiaridade com as técnicas de execução. Mais um fator é o apoio logístico, pois uma obra que sempre possuir os materiais em dia para a utilização estão menos suscetíveis de atrasos na execução das atividades (MATTOS, 2019).

Nesta fase do projeto é definido o prazo de entrega da obra e a identificação das atividades críticas. Um atraso nas atividades pode significar mais tempo de serviços e de equipamentos alugados consequentemente aumentando o custo de execução da obra (SILVA, 2018).

2.3.3 Definição da precedência

A precedência das atividades é a interdependência que as atividades possuem, a qual não é possível iniciar uma sem ter terminado a outra. Por exemplo, não se pode iniciar a viga baldrame sem ter feito a fundação (RESENDE; VENDER; CARRIJO, 2018).

Segundo Mattos (2019), a precedência está associada ao sequencial das atividades e suas correlações. Essa fase é fundamental na elaboração do planejamento, pois erros nas sequências das atividades podem ocasionar grandes atrasos no futuro das obras.

A definição das atividades predecessoras também é importante para auxiliar as equipes de campo, pois assim eles ficarão sabendo da dependência entre as atividades, sem atrasar sequência de outras atividades que estarão por vir (BARCAUI, 2021).

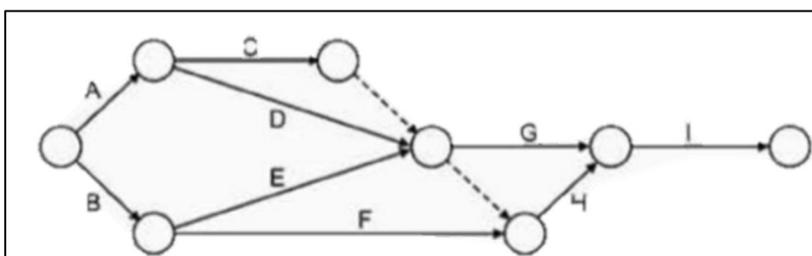
2.3.4 Montagem do diagrama de Rede

Segundo Mattos (2019), o diagrama de rede é um grupo de atividades conexas entre si, onde constituem os grupos de execução do projeto. O diagrama de rede pode ser representado através de gráficos, onde normalmente mostram na representação a interdependência entre as atividades da obra, evidenciando as atividades que são ou não críticas.

Nos diagramas, as atividades possuem início e fim. Cada atividade é representada por uma seta e cada evento por círculos, que também são chamados de nós. A seta sempre sai de um círculo que aponta outro círculo, representando a ligação inicial e final entre dois eventos. (CAMPOS, 2014).

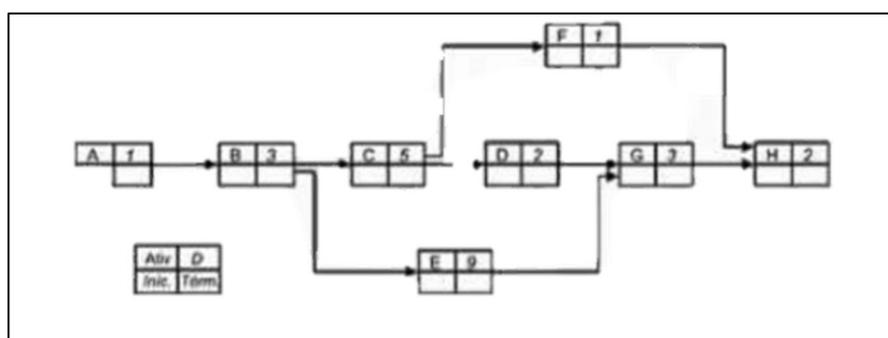
Mattos (2019) afirma a existência de duas representações na elaboração do diagrama de rede: o método das setas e o dos blocos. As figuras 03 e 04 mostram a representação destes dois métodos.

Figura 03 - Métodos das setas



Fonte: Mattos (2019)

Figura 04 - Método dos blocos



Fonte: Mattos (2019)

No método das setas as atividades são representadas por setas que ligam dois eventos, indicando a ligação entre duas atividades. Já no método dos blocos as atividades são indicadas por blocos ligados em um sequencial por flechas, onde representam relação de dependência entre elas (PANTA, 2015).

2.3.5 Identificação do caminho crítico

Mattos (2019) define o caminho crítico como uma sequência de atividades que ocupam os tempos de maior duração na construção, sendo aquelas atividades que determinam o prazo final de entrega da obra.

A sequência de atividades que são consideradas mais longas e impactantes no diagrama de rede determinam o prazo total da obra. Esse grupo de atividades é conhecido como o caminho crítico do projeto, pois qualquer atraso em uma dessas fases irá provocar o atraso no prazo estabelecido da obra. Atrasos em quaisquer outras fases do projeto não necessariamente implicam em atraso do cronograma final da obra (SANTOS, 2018).

Dessa forma, pode-se afirmar que:

"O método do caminho crítico é usado para estimar a duração mínima do projeto e determinar o grau de flexibilidade nos caminhos lógicos da rede dentro do modelo de cronograma. Essa técnica de análise de rede do cronograma calcula as datas de início mais cedo, término mais cedo, início mais tarde e término mais tarde de todas as atividades sem considerar quaisquer limitações de recursos, através da realização de uma análise de caminhos de ida e de volta através da rede do cronograma." (PMBOK, 2017, p. 210).

Nos diagramas de rede, a flexibilidade do cronograma é mensurada pelo tempo que uma atividade pode ser atrasada ou estendida, considerando os períodos de início e término do projeto (PMBOK, 2017).

O método do caminho crítico serve como uma ferramenta de auxílio no controle da duração na execução da obra, orientando quais atividades devem ser finalizadas antes do início de outras atividades dependentes, e apontando quais as atividades devem ser realizadas com mais precaução para não gerar um atraso no decorrer obra (ALMEIDA; VOLSKI, 2021).

Portanto, o caminho crítico é um conceito importante para quem planeja, pois aponta as prioridades na realização de um projeto, e orienta a devida disponibilização de recursos a atividades críticas. Além disso, o método permite atribuir de forma adequada as datas de

utilização dos recursos financeiros, controlando da forma mais correta possível na disposição de humanos e equipamentos (FERREIRA, 2011).

2.3.6 Geração do cronograma

O cronograma é uma ferramenta de planejamento e gerenciamento que possibilita o acompanhamento do desenvolvimento dos serviços e estimar as previsões de quantitativos de mão de obra, materiais e equipamentos. Na elaboração do orçamento, as empresas de engenharia geralmente elaboram o chamado cronograma físico-financeiro, que associa cada atividade da obra com os valores e prazos definidos (MORAES et al., 2017).

A montagem do cronograma é realizada pela distribuição de atividades e na atribuição das datas inicial e final de cada tarefa. Durante o processo, as previsões do tempo de duração das atividades podem sofrer revisões de acordo com o executado no dia a dia, para que o cronograma cumpra exigências ou restrições do projeto (FAGUNDES, 2013).

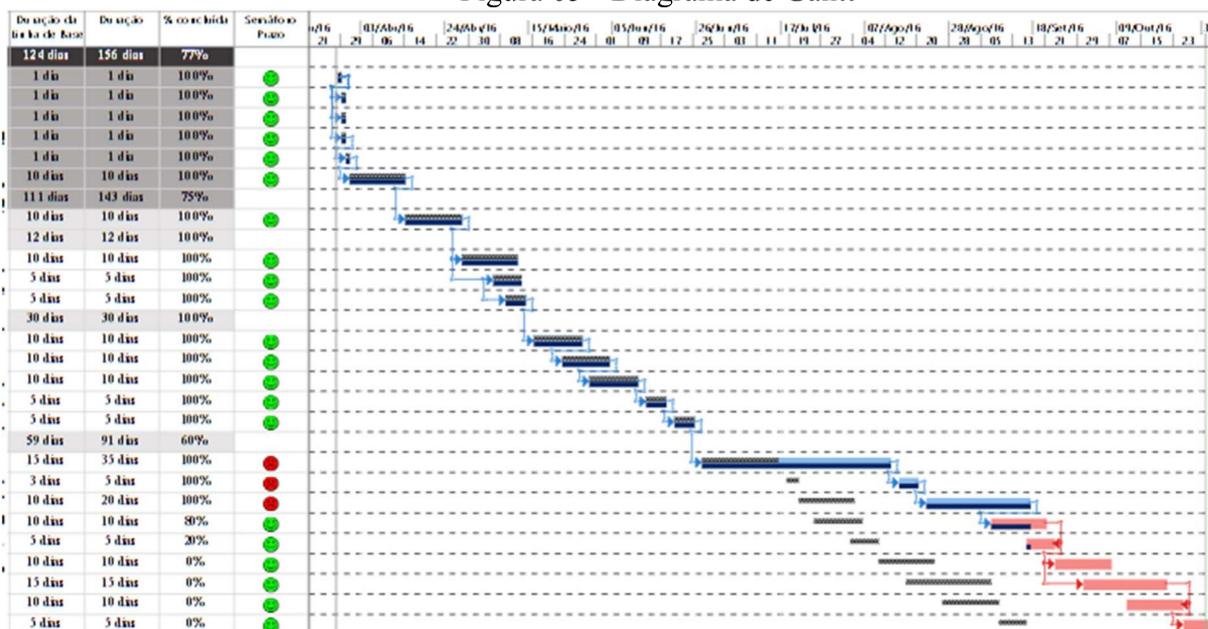
Cabe ressaltar que:

“Para uma análise quantitativa de risco de cronograma, também é possível conduzir uma análise de criticidade que determine quais elementos do modelo de risco têm o efeito mais prolongado sobre o caminho crítico do projeto. O índice de criticidade é calculado para cada elemento do modelo de risco, o que resulta na frequência em que cada elemento aparece no caminho crítico durante a simulação, normalmente expresso em porcentagem. A saída de uma análise de criticidade permite que a equipe do projeto se concentre nos esforços de planejamento da resposta ao risco naquelas atividades com o mais elevado efeito potencial sobre o desempenho do cronograma geral do projeto.” (PMBOK, 2017, p. 444).

O Gráfico de Gantt é uma ferramenta que tem como objetivo fazer a gestão de um projeto através da utilização de um cronograma físico, objetivando organizar os prazos de entrega das obras e organizar a distribuição dos recursos críticos. Este tipo de gráfico oferece uma visualização de forma geral das dependências das atividades, auxiliando na organização da realização de determinadas etapas (LUNA, 2019).

Pode-se observar na Figura 05 um exemplo do diagrama de Gantt:

Figura 05 - Diagrama de Gantt



Fonte: Chiodelli; Giandon (2017)

Outra ferramenta bastante utilizada na construção civil é o cronograma físico-financeiro. Conforme o Tribunal de Contas do Estado (TCE) de Pernambuco, o cronograma físico-financeiro é uma representação gráfica do desenvolvimento dos serviços a serem executados ao longo do tempo estimado. Nele, deve-se caracterizar em cada período o percentual físico a ser executado com o valor de cada processo (PERNAMBUCO, 2010).

2.4 O método PERT/CPM

Este método é definido por um conjunto de técnicas utilizadas no planejamento e controle de obras e projetos na construção civil. O método PERT/CPM é a técnica mais empregada para planejamento, sequenciamento e acompanhamento de projetos (TUBINO, 2000).

De acordo com Kerzner (2011), o método PERT visa organizar as atividades com dependências, destacando quais são os precedentes e subsequentes de cada atividade. Este método traz um planejamento abrangente, com o cumprimento de prazos, possibilidade de avaliar diferentes caminhos para o desempenhar das atividades e facilidade em apresentar dados.

O método CPM é conhecido como método do caminho crítico. Segundo Carvalho (2018), ele utiliza a lógica de programação ao longo da rede de atividades do projeto para a

determinação desse caminho crítico. Desse modo é feito todo um cronograma inicial e final da obra em cima do resultado dessa análise.

A diferença entre as técnicas está na forma como o tempo é tratado. O CPM assume estimativas de tempo determinadas. Já o método PERT avalia a duração de cada atividade como uma variável aleatória relacionada com alguma distribuição de probabilidade (PIRES et al., 2013).

As ferramentas PERT/CPM trazem a partir de um Diagrama de Rede os objetivos a serem executados e o desenvolvimento de cada um deles no projeto como um todo. Através desse diagrama é possível identificar quando a tarefa deve ser iniciada, o tempo para a execução de cada uma, quais atividades estão sendo executadas ao mesmo tempo e a relação entre elas (DUFFY, 2006).

O gerenciamento de projetos pode ser realizado utilizando as ferramentas PERT/CPM, onde são úteis para o planejamento, programação e controle das atividades envolvidas em relação aos custos e recursos utilizados, bem como a sequência de realização, determinação de caminhos críticos e análise de risco (VERGARA; TEIXEIRA; YAMANARI, 2017).

Cukierman (2000) trata esse método como o mais vantajoso na gestão e gerenciamento de projetos, pois age como uma ferramenta de auxílio no planejamento, na programação, na coordenação e no controle do projeto, objetivando evitar ou minimizar os riscos de atraso ou imprevistos durante a execução do mesmo.

2.5 MS Project

Uma das formas de obtenção do PERT/CPM, do caminho crítico, do diagrama de Gantt e dos diagramas de rede é o MS Project, que é um software que foi desenvolvido para o gerenciamento de projetos. É uma ferramenta que auxilia no planejamento, execução e controle de projetos, possibilitando uma visualização de forma mais ampla, observando questões como prazos, custos e recursos. Através dele, ainda se pode comparar o planejamento inicial com o real andamento de uma obra (FONSECA, 2021).

De acordo com Neiva e Bernardinho (2018), o Microsoft Project é uma ferramenta de gestão que auxilia:

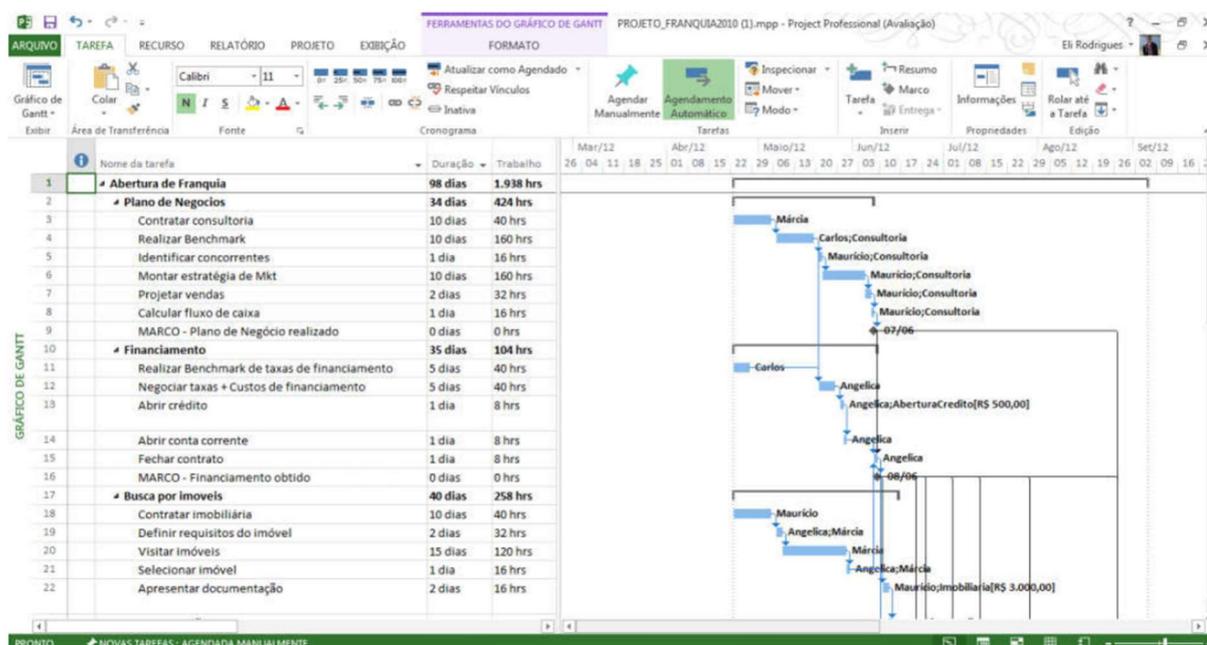
- Na sistematização do cronograma e nos pontos a serem efetivados;
- A prever as metas a serem cumpridas no prazo ideal;
- A designar as etapas na sequência mais correta;
- A distribuir corretamente os recursos de um projeto;

- A unir o plano e o planejamento, para que ambos andem de acordo;
- A criar um modelo que sirva como ferramenta de análise para clientes, mão de obra e fornecedores.

Além disso, outra função do MS Project é poder mostrar graficamente o cronograma físico-financeiro das obras. Por intermédio da ferramenta, o engenheiro responsável pelo planejamento da obra consegue dar a devida atenção a cada uma dessas etapas, analisando as e caracterizando as atividades críticas, evitando consequentemente qualquer dor de cabeça posterior (ARMACOLLO; GIFFHORN, 2020).

Na Figura 06 é possível ver a demonstração da interface do MS Project

Figura 06 - Interface MS Project



Fonte: Neiva; Bernardino (2018)

Concomitante ao gráfico de Gantt, o MS Project possibilita ao engenheiro identificar e analisar o custo de cada item na execução de uma atividade. O uso da ferramenta na engenharia civil é fundamental para uma análise mais precisa do fluxo de caixa de uma obra, pois mostra de forma clara e sucinta a necessidade de um maior investimento de acordo com as atividades a serem realizadas (ARMACOLLO; GIFFHORN, 2020).

Conforme Jandrey (2020), as principais ferramentas de utilização do software são:

- Gráfico de Gantt: gráfico já definido anteriormente;
- Planilha de recursos: definições de informações do projeto;
- Gráfico de recursos: apresentação das informações de recursos graficamente, podendo ser feita uma comparação entre elas;

- Planilha de uso do recurso: apresenta uma relação de atividades com os recursos predispostos;
- Planilha de uso da tarefa: permite comparar as atividades do projeto com os recursos atribuídos;
- Diagrama de rede: diagrama já definido anteriormente.

2.6 Gerenciamento de Custo e Prazo em Obras

Segundo Halpin e Woodhead (2004), o gerenciamento e controle na construção civil define a forma que serão distribuídos os recursos dispostos para a execução de uma obra e a forma mais eficaz de utilizá-los. O gerenciamento abrange diversos pontos de aplicação e eficiência de diversos fatores, como dinheiro, mão de obra e materiais.

Quando se inicia um projeto de construção, diversos fatores precisam ser definidos. O entendimento desses pontos e a definição daqueles mais apropriados para o projeto agem para que a diferença entre o planejado e o executado seja mínima. Assim, para se padronizar um controle concreto dos prazos de um projeto, é importante estar por dentro da definição de todos os processos e condições de execução, e conseqüentemente implantando ações que reduzem os impactos negativos no prazo final da obra, principalmente quando se correlaciona ao custo (SILVA, 2011).

De acordo com Tisaka (2011), em um regime com tantas empresas como o qual vive-se hoje, faz-se necessário ter conhecimento adequado e suficiente da forma de calcular o orçamento, evitando estimar os preços de forma excessivamente elevada e fora da realidade do mercado, deixando eventualmente de contratar o cliente, ou estimando um orçamento com um preço insuficiente para cobrir os custos da obra, trazendo prejuízo para o realizador do serviço.

Para Mattos (2019), o orçamento é um dos principais pilares para a obtenção de um resultado lucrativo e satisfação do construtor. Quando um orçamento é mal feito, ocorrem imperfeições no empreendimento e possíveis desapontamentos quando relacionadas ao custo e prazo. Para evitar essas frustrações é de fundamental importância o conhecimento prático de quem orça, pois aumenta de grande forma a probabilidade de o orçamento estar preciso e com menores chances de situações não previstas.

Para se criar um controle eficiente da gestão dos prazos de um projeto, é importante prever os processos e todos os fatores correlacionados na execução de uma obra, certificando que não ocorram impactos negativos no prazo final da obra. Porventura, se as condições verificadas sejam diferentes das propostas inicialmente no planejamento do projeto, o gestor

deve refazer uma análise das condições, objetivando evitar que ocorra um atraso maior em todo o processo (FREITAS, 2016).

Ribeiro (2015) cita que a forma de execução dos processos também é determinante na efetivação dos custos. Portanto, o apontado na planilha orçamentária e no cronograma físico-financeiro devem estar de acordo com a equipe de obra, firmando assim a necessidade da participação de ao menos o encarregado na elaboração do orçamento.

Desta forma, entende-se que o controle da execução da obra, em conformidade ao comprometimento da equipe de campo, são fatores tão cruciais quanto o planejamento e a orçamentação de uma determinada obra. A gestão eficaz dos custos da construção civil precisa compreender desde o planejamento e orçamento até a definição da obra, sendo crucial para o retorno do investimento financeiro no prazo proposto (PEREIRA, 2021).

3 METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido de acordo com as etapas abaixo:

3.1 Etapas

3.1.1 Tipo de pesquisa

A presente pesquisa foi qualitativa e exploratória, fazendo uso do estudo de caso.

A pesquisa qualitativa é uma abordagem em que o estudo tem o ambiente como gerador direto dos dados. Considera inseparável o sujeito do ambiente em que se vive, podendo ser transcrito em números. Os resultados alcançados elucidam-se para estabelecer configurações e fluxos de causa e efeito (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O objetivo da pesquisa exploratória é fornecer uma visão geral de um dado fato o mais próximo possível (GIL, 2008).

O autor ainda aponta que para a pesquisa exploratória costuma-se utilizar algumas técnicas de coleta de dados, como pesquisa bibliográfica, estudo de caso e entrevistas não padronizadas (GIL, 2008). Dessa maneira, tal estudo visa propiciar ao pesquisador mais conhecimento sobre o tema para que ele possa formular questões mais precisas ou formular hipóteses que possam ser investigadas por novas pesquisas.

O estudo de caso traz à tona particularidades e nuances que permitem uma compreensão maior e aprofundada do problema e de suas soluções. É possível por meio dele extrapolar as considerações para situações e casos parecidos, mas à semelhança das obras em engenharia civil, os casos possuem características ou fatores únicos e nunca se desenvolvem exatamente iguais uns aos outros, fornecendo ao mesmo tempo pistas de um padrão e desafios de interpretação e possíveis soluções (YIN, 2015).

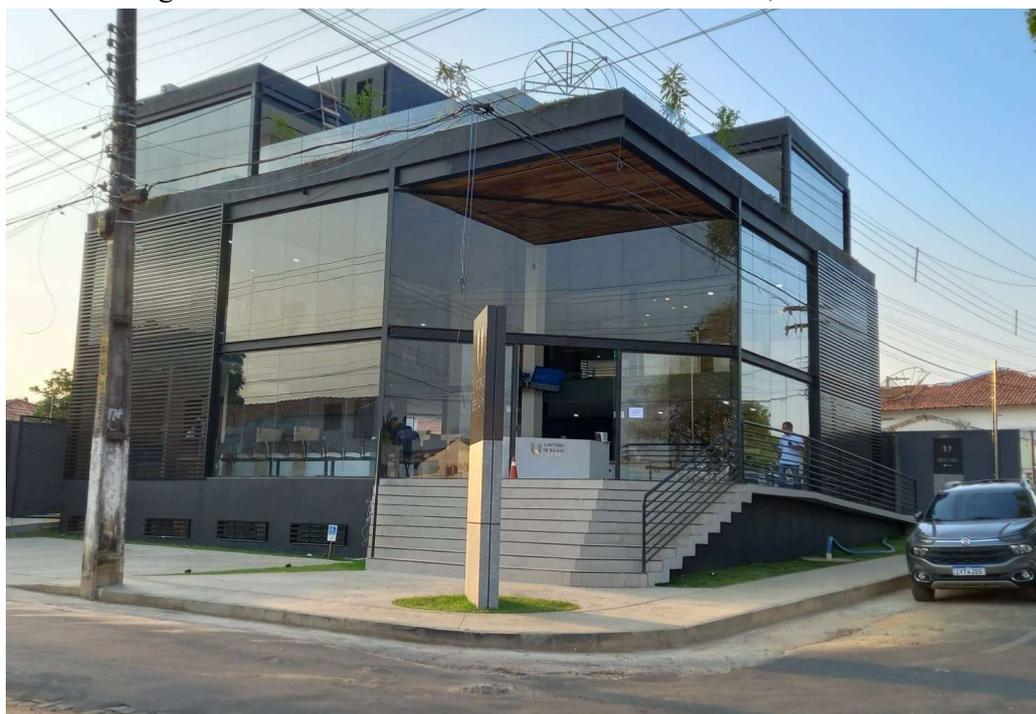
3.1.2 Caracterização do objeto de estudo

A obra que foi estudada é referente ao novo cartório do segundo ofício do município de Balsas/MA, endereçada à Praça Eloy Coelho, nº 770, Centro de cidade, CEP: 65800-000. O empreendimento funciona com 4 pavimentos, sendo o semi-subsolo, o térreo, o mezanino e a cobertura.

O prédio também conta com uma estação de tratamento de água, que serve para irrigação automática da grama ao redor de toda a estrutura. A construção iniciou-se em julho de 2021 e foi concluída em setembro de 2022, totalizando assim cerca de 1 ano e 2 meses de obra.

A Figura 07 mostra uma vista do cartório.

Figura 07 - Cartório 2º ofício da cidade de Balsas, Maranhão.



Fonte: Diário de obra (2022)

A obra foi executada utilizando um planejamento através de um cronograma físico-financeiro, com acompanhamento rigoroso e com a empreitada da maioria dos serviços.

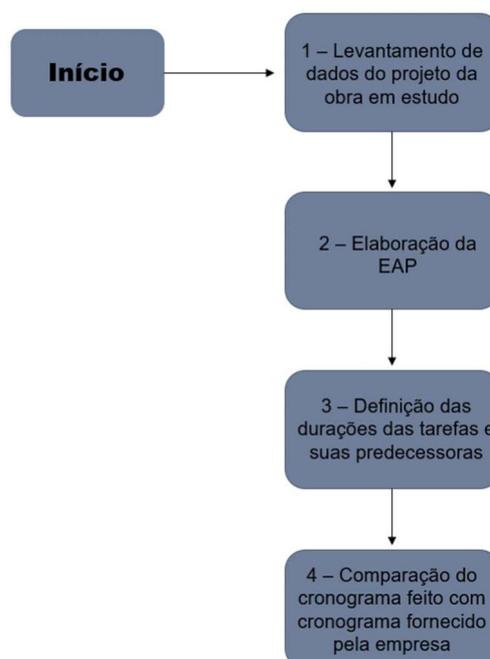
Apesar de haver um cronograma, sentiu-se a necessidade de utilizar as técnicas de planejamento para aproximar mais esse cronograma de todos os outros elementos da obra, como recomenda um planejamento adequado.

Como a empresa sempre busca atualizar e aprimorar seus métodos de planejamento, entendeu-se que compreender o planejamento utilizando o método do diagrama de redes e o caminho crítico pode ser determinante para a melhoria do planejamento de obras posteriores.

3.1.3 Etapas e análise da pesquisa

Com foco nos objetivos propostos neste trabalho, a pesquisa foi dividida em 4 etapas, como mostra o Fluxograma 01:

Fluxograma 01 - Etapas da metodologia do estudo



Fonte: Autor (2022)

Etapa 1: Foi realizado um levantamento de dados do projeto da obra em estudo, no período de setembro de 2022 a novembro de 2022. O projeto básico foi fornecido pela empresa que executou a obra.

De posse desses materiais, realizou uma análise para verificar se há incompatibilidades entre as peças do projeto, enfatizando a planilha orçamentária e o cronograma físico. Nessa análise, foram identificados e descritos os serviços previstos, seus quantitativos e prazos. O resultado dessa etapa foi a base para a elaboração da Estrutura Analítica de Projeto (EAP) da obra.

Segundo o Iopes (2017), os elementos do projeto devem estar congruentes. Uma planilha orçamentária bem elaborada depende de outros elementos do projeto que possibilitem o levantamento de quantitativos, assim como um cronograma eficaz depende de um orçamento bem realizado.

Etapa 2: A elaboração da EAP da obra que foi o objetivo atingido nesta etapa. De posse dos dados obtidos na etapa anterior, a EAP foi desenvolvida na forma de planilha, com auxílio do software Excel 2018, com todas as atividades da obra desmembradas de forma a permitir uma visão completa da mesma. A importância da análise do projeto básico, dos serviços e da planilha orçamentária, que foi realizada anteriormente, para a elaboração da EAP, é relatada por Gempar (2018) que afirma que a EAP é uma estrutura hierárquica que abrange todo o escopo do projeto.

Essa EAP foi lançada no software MS Project, onde foram realizadas as próximas etapas.

Etapa 3: A definição das durações das tarefas e suas predecessoras ocorreu nessa etapa. Para a definição das durações das tarefas, foram verificados os quantitativos de cada serviço e a produtividade da mão de obra. Os quantitativos foram obtidos da planilha orçamentária e a produtividade dos relatórios de medição que a empresa executora dos serviços disponibilizou.

Esses dados foram inseridos no MS Project e o software fez o cálculo das durações das atividades.

Em seguida, as atividades predecessoras foram identificadas. Logo, cada atividade foi avaliada de forma que se pudesse definir as relações de dependência entre as tarefas. O conhecimento dos elementos do projeto obtido nas etapas anteriores e a experiência do autor deste trabalho e dos profissionais que o orientaram no acompanhamento da execução da obra durante o período de estágio do aluno na empresa foram fundamentais para a definição das predecessoras.

As atividades predecessoras são aquelas que antecedem uma atividade dependente, sendo definidas pelo relacionamento lógico entre as atividades. Determinar as atividades predecessoras é indispensável para o desenvolvimento de um cronograma realista (PMBOK, 2017).

O autor afirma ainda que o uso de softwares pode auxiliar nesse processo, e que a sequência de atividades consiste em "converter as atividades do projeto de uma lista para um diagrama, para servir como primeiro passo para publicar a linha de base do cronograma."

Sendo assim, as atividades predecessoras foram computadas no MS Project para que o software pudesse elaborar o Diagrama de Rede, o Caminho Crítico e o Diagrama de Gantt da obra.

Etapa 4: Por fim, o cronograma desenvolvido neste trabalho irá ser comparado com o cronograma fornecido pela empresa, utilizando-se o caminho crítico identificado como parâmetro para essa análise comparativa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão discutidos os resultados da análise do caminho crítico na construção do cartório do 2º ofício de Balsas-MA.

4.1 Análise do projeto básico da obra e estrutura analítica de projeto (EAP)

Uma obra é composta por diversos serviços, desde a fase inicial à final. Para a caracterização dos serviços de uma obra, é usualmente elaborada uma estrutura analítica do projeto (EAP), onde define quais serviços devem ser executados, em seu respectivo tempo e conforme a subsequência de suas etapas.

As etapas de serviços executadas no cartório do 2º ofício de Balsas, Maranhão, foram:

- Serviços Iniciais: são as atividades iniciais da obra, como limpeza do local, instalação do canteiro e barraco de obra, locação de container, etc;
- Administração local: parte do custo que compreende a administração, equipe técnica de campo e escritório, vigias, porteiros, etc;
- Movimentação de terra: fase inicial de escavação do terreno. Normalmente utilizada uma escavação mecanizada;
- Infraestrutura: etapa que compreende a fundação da obra, juntamente com a viga baldrame. Normalmente a fundação de uma obra é sapata, como é o caso da obra estudada;
- Superestrutura: corresponde às etapas dos levantes de vigas, pilares, lajes, etc.;
- Paredes e painéis: é a etapa da obra que compreende toda a parte do levante de paredes, geralmente com tijolo cerâmico, e painéis de MDF;
- Esquadrias: elas garantem o fechamento e a proteção dos ambientes internos. É a parte que compreende as portas, janelas e vidros de todo o empreendimento;
- Cobertura: se refere a etapa da construção do telhado ou laje, onde servem de proteção para a casa;
- Impermeabilização: corresponde ao processo de vedação estrutural, que objetiva impedir a penetração de água ou qualquer outro fluido na estrutura;
- Forro, sancas e rebaixos: compreende todo o processo de forragem da obra, com a colocação de sancas e rebaixos onde necessário;

- Revestimentos: é a etapa que é realizado toda a parte de chapisco, reboco e emboço na estrutura;
- Piso: etapa da obra que compreende o assentamento de cerâmica/porcelanato, juntamente com peças de granito;
- Instalações hidrosanitárias: corresponde a etapa de colocação de todas as tubulações e conexões dentro do prédio, incluindo a estação de tratamento de esgoto, possuínte na obra abordada;
- Instalações elétricas: compreende a instalação de toda a parte elétrica compreendida nos projetos, tratando desde a parte dos quadros de distribuição até a parte luminotécnica da obra;
- Combate a incêndio: compreende os itens de combate a incêndio, como extintores e iluminação de emergência;
- Sistema de proteção contra descargas atmosféricas: sistema onde protege o prédio contra descargas atmosféricas;
- Rede lógica e telefônica: corresponde a toda ligação telefônica do prédio;
- Rede frigorígena: refere-se a colocação das tubulações de todos os ar condicionados no prédio;
- Pintura: serviço de pintura completo na fase final da obra, abrangendo desde as paredes até o forro e portões;
- Equipamentos de climatização: fornecimento e instalação de todos os aparelhos de ar condicionados;
- Área externa: compreende todo o serviço a ser executado na parte externa do prédio, como paisagismo e pavimentação;
- Equipamentos e maquinários: compreende o fornecimento e a instalação de elevador no prédio;
- Serviços complementares: são os serviços finais para a conclusão da obra, representado pela limpeza geral.

A importância de se conhecer todos os serviços da obra através do seu projeto básico é evidenciada por Carvalho (2010) que em seu estudo para elaboração de um modelo de EAP para obras públicas afirma que levou em consideração toda a documentação disponível referente aos projetos, bem como todos os elementos necessários à sua execução.

Fagundes (2013), em seu estudo de caso sobre o planejamento de uma obra residencial em Brasília, fez a descrição de todos os serviços previstos antes de elaborar a EAP da obra, enfatizando que com os dados obtidos através do estudo do projeto, foi possível ter o

entendimento da obra e aplicar esses conhecimentos adquiridos nas outras etapas do planejamento.

Além disso, o autor chama a atenção na conclusão do seu trabalho para a necessidade de que os projetos sejam sempre aprovados com critério e que estejam compatibilizados, pois isso evita retrabalho e atrasos nas obras e subsidia a elaboração de um planejamento eficiente.

Baseado nas atividades identificadas e na planilha orçamentária, foi possível elaborar a EAP da obra. Essa EAP foi feita com auxílio do Excel, sendo caracterizada no Quadro 01.

Quadro 01 – EAP dos serviços da obra do cartório de Balsas, Maranhão (Continua)

ITEM	DESCRIÇÃO	ITEM	SUB-ETAPA
1	SERVIÇOS INICIAIS	1.1	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO
		1.2	LOCAÇÃO DE CONTAINER - ESCRITÓRIO COM BANHEIRO - 6,20 X 2,20M
		1.3	LOCAÇÃO DE CONTAINER - BANHEIRO COM CHUVEIROS E VASOS - 4,30 X 2,30M
		1.4	LOCAÇÃO DE CONTAINER - ALMOXARIFADO COM BANHEIRO - 6,00 X 2,30M
		1.5	BARRACÃO DE OBRA
		1.6	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS DE LUZ , FORÇA, TELEFONE E LÓGICA
		1.7	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA E SANITÁRIO
		1.8	GABARITO DE OBRA
		1.9	LOCAÇÃO DE CAÇAMBA DE ENTULHO
2	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	2.1	ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRA - 6 MESES DE OBRA
3	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	3.1	ESCAVAÇÃO
4	INFRAESTRUTURA	4.1	SAPATAS
		4.2	VIGAS BALDRAME
		4.3	CORTINAS
5	SUPERESTRUTURA	5.1	ESTRUTURA METÁLICA
		5.2	LAJE PROTENDIDA
		5.3	ESCALADA
6	PAREDES E PAINÉIS	6.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO
		6.2	REVESTIMENTO COM PLACA MDF
7	ESQUADRIAS	7.1	PORTAS
		7.2	JANELAS
		7.3	VIDROS E ESPELHOS
		7.4	ACESSÓRIOS METÁLICOS
8	COBERTURA	8.1	MADEIRAMENTO
		8.2	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA
		8.3	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CHAPAS DE POLICARBONATO
		8.4	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO Nº26
9	IMPERMEABILIZAÇÃO	9.1	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA
		9.2	ISOLAMENTO TÉRMICO C/ARGILA EXPANDIDA AGLOMERADA
10	FORROS, SANCAS E REBAIXOS	10.1	FORRO DE GESSO ACARTONADO
		10.2	FORRO DE PVC
11	REVESTIMENTOS	11.1	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA
		11.2	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA
		11.3	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO OU PAREDE
		11.4	PLACA CIMENTÍCIA E ≈10MM
12	PISO	12.1	CONTRAPISO EM ARGAMASSA
		12.2	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO OU PAREDE
		12.3	SOLEIRA EM GRANITO
		12.4	PEITORIL LINEAR EM GRANITO OU MÁRMORE,
13	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	13.1	METAIS
		13.2	SANITÁRIO E PLUVIAL
14	LOUÇAS E METAIS	14.1	TORNEIRA
		14.2	DUCHA HIGIÊNICA
		14.3	CHUVEIRO
		14.4	VASO
		14.5	BANCADA
		14.6	TANQUE
		14.7	CUBA

Fonte: Autor (2022)

Quadro 01 – EAP dos serviços da obra do cartório de Balsas, Maranhão (Conclusão)

15	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	15.1	ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS
		15.2	CABEAMENTO
		15.3	ILUMINAÇÃO
		15.4	DISJUNTORES
		15.5	QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO
16	COMBATE A INCÊNDIO	16.1	EXTINTOR DE PÓ QUÍMICO ABC
		16.2	LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA
		16.3	PLACA INDICATIVA EM ACRÍLICO
17	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	17.1	HASTE DE ATERRAMENTO
		17.2	ELETRODUTO FLÉXIVEL
		17.3	CABOS DE COBRE
		17.4	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO P/ATERRAMENTO
18	REDE LÓGICA E TELEFONICA	18.1	INSTALAÇÃO DE REDE LÓGICA E TELEFONICA - EXCLUSIVO APARELHOS
19	REDE FRIGORÍGENA	19.1	INSTALAÇÃO DE REDE FRIGORÍGENA
20	PINTURAS	20.1	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO
		20.2	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX
		20.3	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA
21	EQUIPAMENTOS DE CLIMATIZAÇÃO	21.1	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT 18000 BTU
		21.2	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT 30000 BTU
22	ÁREA EXTERNA	22.1	PAISAGISMO E MONUMENTOS
		22.2	PAVIMENTAÇÃO
23	EQUIPAMENTOS E MAQUINÁRIOS	23.1	ELEVADOR PARA 6 PASSAGEIROS
24	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	24.1	LIMPEZA GERAL

Fonte: Autor (2022)

A partir desta EAP, foi elaborado uma previsão do orçamento para a execução da obra com seus percentuais de custos em cada etapa (Tabela 01).

Tabela 01 - Orçamento da obra (Continua)

ITEM	SUB-ETAPA	CUSTO	%
1	SERVIÇOS INICIAIS	R\$ 26.868,90	1,41%
1.1	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO	R\$ 1.838,34	0,10%
1.2	LOCAÇÃO DE CONTAINER - ESCRITÓRIO COM BANHEIRO - 6,20 X 2,20 M	R\$ 4.500,00	0,24%
1.3	LOCAÇÃO DE CONTAINER - BANHEIRO COM CHUVEIROS E VASOS - 4,30 X 2,30 M	R\$ 5.109,36	0,27%
1.4	LOCAÇÃO DE CONTAINER - ALMOXARIFADO COM BANHEIRO - 6,00 X 2,30 M	R\$ 3.515,58	0,18%
1.5	BARRACÃO DE OBRA	R\$ 3.388,00	0,18%
1.6	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS DE LUZ, FORÇA, TELEFONE E LÓGICA	R\$ 1.308,20	0,07%
1.7	LIGAÇÃO PROVISÓRIA DE ÁGUA E SANITÁRIO	R\$ 2.786,42	0,15%
1.8	GABARITO DE OBRA	R\$ 2.023,00	0,11%
1.9	LOCAÇÃO DE CAÇAMBA DE ENTULHO	R\$ 2.400,00	0,13%
2	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 77.758,08	4,07%
2.1	ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRA - 6 MESES DE OBRA	R\$ 77.758,08	4,07%
3	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	R\$ 2.618,00	0,14%
3.1	ESCAVAÇÃO	R\$ 2.618,00	0,14%
4	INFRAESTRUTURA	R\$ 78.865,00	4,13%
4.1	SAPATAS	R\$ 26.332,00	1,38%
4.2	VIGAS BALDRAME	R\$ 26.331,00	1,38%
4.3	CORTINAS	R\$ 26.202,00	1,37%
5	SUPERESTRUTURA	R\$ 483.118,02	25,32%
5.1	ESTRUTURA METÁLICA	R\$ 331.082,20	17,35%
5.2	LAJE PROTENDIDA	R\$ 113.473,92	5,95%
5.3	ESCALADA	R\$ 38.561,90	2,02%
6	PAREDES E PAINÉIS	R\$ 75.933,00	3,98%
6.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO	R\$ 68.572,15	3,59%
6.2	REVESTIMENTO COM PLACA MDF	R\$ 7.360,85	0,39%
7	ESQUADRIAS	R\$ 308.737,41	16,18%
7.1	PORTAS	R\$ 28.846,60	1,51%
7.2	JANELAS	R\$ 4.200,98	0,22%
7.3	VIDROS E ESPELHOS	R\$ 271.454,06	14,23%
7.4	ACESSÓRIOS METÁLICOS	R\$ 4.235,77	0,22%
8	COBERTURA	R\$ 11.520,36	0,60%
8.1	MADEIRAMENTO	R\$ 955,50	0,05%
8.2	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA	R\$ 1.143,14	0,06%
8.3	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CHAPAS DE POLICARBONATO	R\$ 7.933,43	0,42%
8.4	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO N°26	R\$ 1.488,29	0,08%
9	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 22.388,33	1,17%
9.1	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA	R\$ 14.634,50	0,77%
9.2	ISOLAMENTO TÉRMICO C/ ARGILA EXPANDIDA AGLOMERADA	R\$ 7.753,84	0,41%
10	FORROS, SANCAS E REBAIXOS	R\$ 58.118,67	3,05%
10.1	FORRO DE GESSO ACARTONADO	R\$ 51.076,70	2,68%
10.2	FORRO DE PVC	R\$ 7.041,97	0,37%
11	REVESTIMENTOS	R\$ 118.368,74	6,20%
11.1	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA	R\$ 11.558,70	0,61%
11.2	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA	R\$ 49.431,46	2,59%
11.3	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO OU PAREDE	R\$ 43.164,31	2,26%
11.4	PLACA CIMENTÍCIA E =10MM	R\$ 14.214,28	0,74%

Fonte: Autor (2022)

Tabela 01 - Orçamento da obra (Conclusão)

12	PISO	R\$	167.186,21	8,76%
12.1	CONTRAPISO EM ARGAMASSA	R\$	27.784,11	1,46%
12.2	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO OU PAREDE	R\$	132.904,79	6,96%
12.3	SOLEIRA EM GRANITO	R\$	3.747,67	0,20%
12.4	PEITORIL LINEAR EM GRANITO OU MÁRMORE,	R\$	2.749,64	0,14%
13	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$	63.699,15	3,34%
13.1	HIDRÁULICA	R\$	8.437,75	0,44%
13.2	SANITÁRIO E PLUVIAL	R\$	55.261,40	2,90%
14	LOUÇAS E METAIS	R\$	14.160,61	0,74%
14.1	TORNEIRA	R\$	1.000,69	0,05%
14.2	DUCHA HIGIÊNICA	R\$	1.976,64	0,10%
14.3	CHUVEIRO	R\$	188,22	0,01%
14.4	VASO	R\$	3.233,92	0,17%
14.5	BANCADA	R\$	3.921,82	0,21%
14.6	TANQUE	R\$	602,01	0,03%
14.7	CUBA	R\$	3.237,31	0,17%
15	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$	40.118,16	2,10%
15.1	ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS	R\$	17.633,99	0,92%
15.2	CABEAMENTO	R\$	11.440,72	0,60%
15.3	ILUMINAÇÃO	R\$	7.804,45	0,41%
15.4	DISJUNTORES	R\$	1.315,58	0,07%
15.5	QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO	R\$	1.923,42	0,10%
16	COMBATE A INCÊNDIO	R\$	3.485,71	0,18%
16.1	EXTINTOR DE PÓ QUÍMICO ABC	R\$	1.850,08	0,10%
16.2	LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA	R\$	537,54	0,03%
16.3	PLACA INDICATIVA EM ACRÍLICO	R\$	1.098,09	0,06%
17	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	R\$	6.665,37	0,35%
17.1	HASTE DE ATERRAMENTO	R\$	391,50	0,02%
17.2	ELETRODUTO FLÉXIVEL	R\$	284,40	0,01%
17.3	CABOS DE COBRE	R\$	5.709,79	0,30%
17.4	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO P/ATERRAMENTO	R\$	279,68	0,01%
18	REDE LÓGICA E TELEFONICA	R\$	12.652,20	0,66%
18.1	INSTALAÇÃO DE REDE LÓGICA E TELEFONICA - EXCLUSIVO APARELHOS	R\$	12.652,20	0,66%
19	REDE FRIGORÍGENA	R\$	26.589,15	1,39%
19.1	INSTALAÇÃO DE REDE FRIGORÍGENA	R\$	26.589,15	1,39%
20	PINTURAS	R\$	60.490,12	3,17%
20.1	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO	R\$	4.192,50	0,22%
20.2	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX	R\$	28.390,78	1,49%
20.3	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA	R\$	27.906,84	1,46%
21	EQUIPAMENTOS DE CLIMATIZAÇÃO	R\$	65.117,24	3,41%
21.1	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT 18000 BTU	R\$	2.839,78	0,15%
21.2	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT 30000 BTU	R\$	62.277,46	3,26%
22	ÁREA EXTERNA	R\$	33.364,81	1,75%
22.1	PAISAGISMO E MONUMENTOS	R\$	7.346,40	0,38%
22.2	PAVIMENTAÇÃO	R\$	26.018,42	1,36%
23	EQUIPAMENTOS E MAQUINÁRIOS	R\$	143.337,34	7,51%
23.1	ELEVADOR PARA 6 PASSAGEIROS	R\$	143.337,34	7,51%
24	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R\$	7.089,73	0,37%
24.1	LIMPEZA GERAL	R\$	7.089,73	0,37%
	TOTAL	R\$	1.908.250,33	100,00%

Fonte: Autor (2022)

A EAP da obra serviu de base para a definição das durações das tarefas. Antes disso, foram feitos os levantamentos dos quantitativos de cada serviço, como exemplificado a seguir através do item 4.1 da EAP: Sapatas.

O Quadro 02 apresenta a Estrutura Analítica do Projeto da sub-etapa Sapatas com as suas respectivas atividades.

Quadro 02 - Estrutura Analítica do Projeto da sub-etapa Sapatas

ITEM	DESCRIÇÃO	ITEM	SUB-ETAPA
4.1	SAPATAS	4.1	ESCAVAÇÃO/REATERRO
		4.2	CONCRETO
		4.3	ARMAÇÃO
		4.4	FORMA

Fonte: Autor (2022)

Através da análise dos projetos, foram obtidos os quantitativos de cada serviço da sapata. A especificação dos itens com o quantitativo de cada atividade da realização das sapatas é exemplificada na Tabela 02.

Tabela 02 - Itens correspondentes à construção das sapatas

ITEM	ATIVIDADE	UNID	QUANT.
4.1	ESCAVAÇÃO/REATERRO	M3	39,61
4.2	CONCRETO	M3	17,83
4.3	ARMAÇÃO	KG	903,50
4.4	FORMA	M2	76,93

Fonte: Autor (2022)

Ferreira (2019), em seu estudo sobre o planejamento da construção de uma igreja, relata que através das composições de custos unitários, dos índices de produtividade e dos quantitativos dos serviços, foi possível calcular a produtividade da mão de obra e dos equipamentos e, com isso, definir as durações das atividades.

4.2 Duração das atividades

Para determinar a duração das atividades, foi necessário avaliar a produção média diária de cada colaborador em determinada atividade. A determinação das respectivas durações é essencial para que se possa atribuir um dado numérico de tempo em função do cronograma que deverá ser gerado.

Mattos (2019) afirma ainda que a duração das atividades depende da experiência da equipe, do grau de conhecimento do serviço e todo apoio logístico. Portanto, o planejador deve usar como parâmetro alguma base já existente, para que seja possível estimar a duração das atividades da forma mais precisa possível.

Através das composições de custos unitários do SINAPI fez-se uso dos coeficientes dos serviços e da mão de obra para o cálculo das durações das atividades. A Figura 08 mostra um

exemplo de uma composição de custos unitários do SINAPI, utilizada na definição das durações das atividades.

Figura 08 - CCU para alvenaria de vedação

Composição SINAPI - 103332

Código 103332
Descrição ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X14X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021
Data 09/2022
Estado Maranhão
Tipo PARE - PAREDES/PAINÉIS
Unidade m²

	codigo	Descrição	Tipo	Unidade	Coefficiente
C	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	m ³	0,0105
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	2,2
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	1,1
I	00007267	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 6 FUROS NA HORIZONTAL, 9 X 14 X 19 CM (L X A X C)	Material	UN	37,74
I	00034557	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	Material	M	0,58
I	00037395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACA0 DIRETA)	Material	CENTO	0,0069

Fonte: Adaptado de SINAPI (2020)

O exemplo acima foi retirado da parte de paredes e painéis, sendo o item de alvenaria de vedação de blocos cerâmicos. As durações das atividades dependem do coeficiente de cada colaborador responsável pela execução. Para cada 2,2 horas de serviço, um pedreiro faz 1 m² de parede. Já o servente utiliza 1,1 hora para executar 1 m² de parede.

Considerando que a obra possui um quantitativo de 974,59 m² de alvenaria a serem feitos, a duração dessa atividade então se dá da seguinte forma, considerando o dia com uma jornada de 8 horas.

- Cálculo do trabalho requerido (homem-hora):

$$Hh = \text{quantidade (m}^2\text{)} \times \text{índice (h/m}^2\text{)}$$

Pedreiro - $974,56 \text{ m}^2 \times 2,2 \text{ h/m}^2 = 2.144,03$ horas de pedreiro.

Servente - $974,56 \text{ m}^2 \times 1,1 \text{ h/m}^2 = 1.072,02$ horas de servente.

Nas Tabelas 03 e 04 são apresentadas as relações equipe-duração das tarefas, exemplificando a quantidade de horas e dias que o pedreiro e o servente, respectivamente, levarão para concluir o serviço de acordo com o número de trabalhadores.

Tabela 03 - Proporcionalidade equipe-duração - pedreiro da obra

Trabalho (Hh)	Equipe	Duração (horas)	Duração (dias)
2.144,03	1 pedreiro	2.144,03	268,00
2.144,03	2 pedreiros	1072,015	134,00
2.144,03	3 pedreiros	714,6766667	89,33
2.144,03	4 pedreiros	536,0075	67,00
2.144,03	5 pedreiros	428,806	53,60
2.144,03	6 pedreiros	357,3383333	44,67

Fonte: Autor (2022)

Tabela 04 - Proporcionalidade equipe-duração - servente da obra

Trabalho (Hh)	Equipe	Duração (horas)	Duração (dias)
1.072,02	1 servente	1.072,02	134,00
1.072,02	2 serventes	536,01	67,00
1.072,02	3 serventes	357,34	44,67

Fonte: Autor (2022)

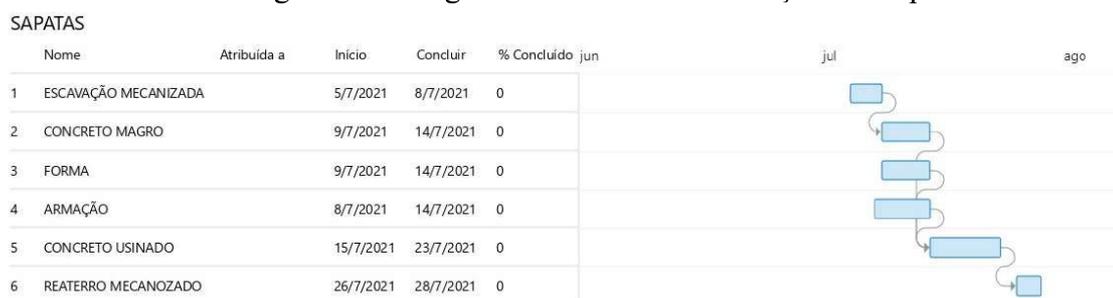
Para a realização dessa atividade, foram utilizados em média 6 pedreiros e 3 ajudantes no decorrer de 45 dias. Para todas as atividades foram utilizadas essa base de cálculo, caracterizando-as de acordo com o tipo de atividade.

No cronograma da obra em questão, utilizou-se como tempo para o levantamento das paredes esses 45 dias. As durações dessas atividades levam em consideração a produtividade necessária no tempo almejado, aliando custo-benefício com o prazo ideal de finalização da construção.

4.3 Rede PERT-CPM

A rede PERT-CPM, conforme já estudado, é de fundamental importância para a obtenção do caminho crítico da obra. Nesse estudo foi utilizado o método dos blocos através do MS Project. A rede PERT-CPM para este projeto é apresentada no Apêndice A, que foi criada com os dados fornecidos na Figura 09.

Figura 09 - Diagrama de Rede da construção das sapatas



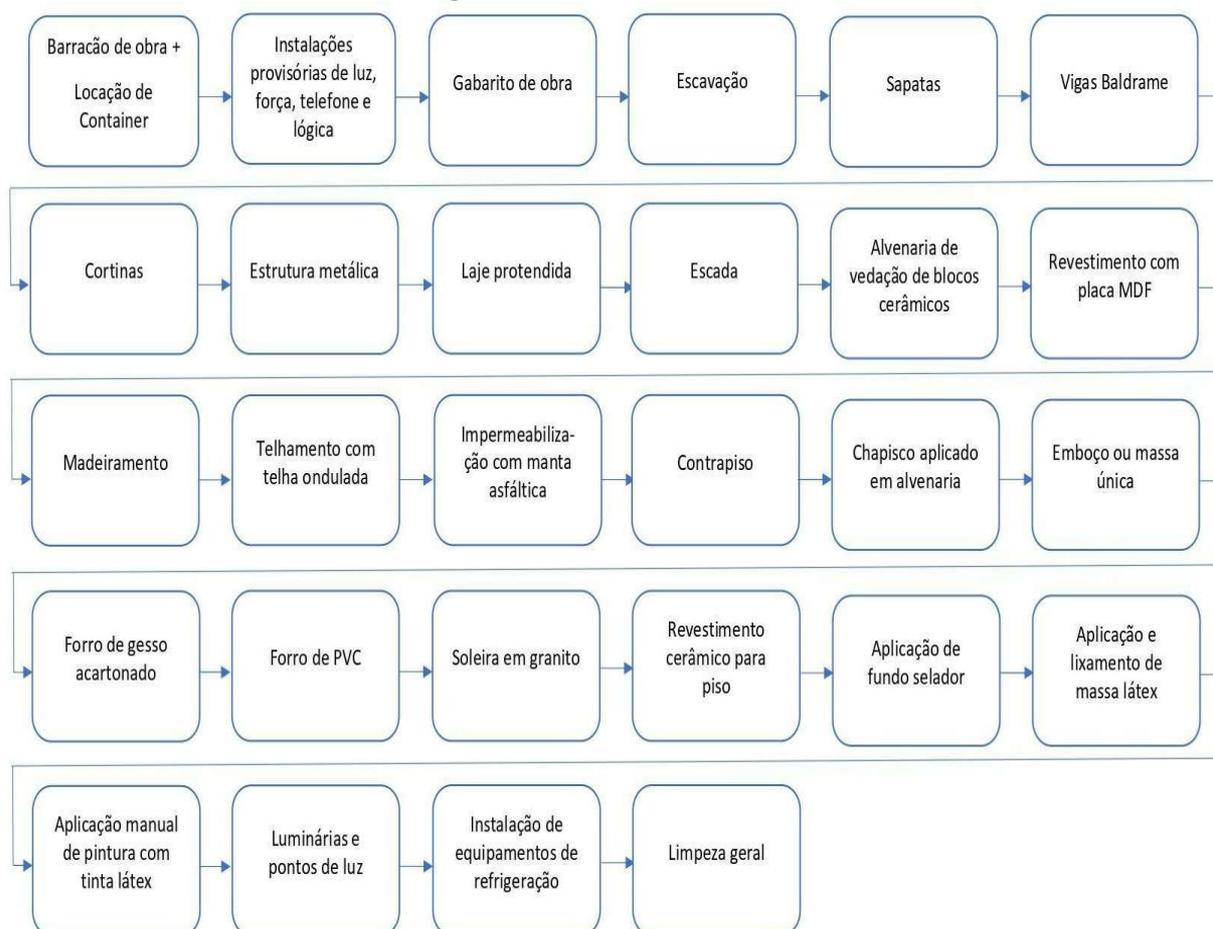
Fonte: Autor (2022)

Conforme observado na Figura 09, as atividades críticas na construção das sapatas são, respectivamente: escavação mecanizada, concreto magro, concreto usinado e reaterro mecanizado.

As atividades de fôrma e armação são atividades que possuem uma folga maior para a realização. Entretanto, quando a escavação mecanizada e o concreto magro forem concluídos, as formas e armações devem estar prontas, tornando-se assim parte das atividades críticas.

Em concordância ao diagrama de rede elaborado para a atividade de sapatas, elaborou-se através do MS Project um diagrama de rede para a obra toda, conforme apresentado no Apêndice A. Assim, conforme estudo de toda a estrutura analítica do projeto, o caminho crítico da obra é caracterizado como mostrado no Fluxograma 02:

Fluxograma 02 - Caminho crítico da obra



Fonte: Autor (2022)

Portanto, o atraso em qualquer uma dessas atividades irá gerar o atraso no prazo final da obra. Por exemplo, as vigas baldrame não podem ser executadas antes da finalização das sapatas e nem a laje protendida sem o início da montagem da estrutura metálica na obra.

Algumas outras atividades são executadas desde as fases iniciais da obra, como passagem de conduítes para alimentação elétrica e passagem de tubulações para alimentação hidráulica nos banheiros. Outras atividades são mais independentes, como a estação de tratamento de água, que não trava e nem depende diretamente de outro serviço crítico da obra.

Com base no estudo da duração das atividades e no desenvolvimento dos diagramas de rede, pôde-se comparar a atividade das sapatas com o desenvolvido na pesquisa de Matias Neto (2017). O autor verificou que a duração da atividade por completo seria de em torno de 34 dias, com escavação e concreto realizado todo de forma manual, ainda apresentando histogramas para sanar deficiências e aumentar a produtividade com o tempo sem que altere de forma significativa o valor.

Já na realização deste estudo, o desenvolvimento dessa etapa foi bem mais ágil, pois tanto o concreto quanto a escavação/reaterro foram realizados todos de forma mecanizada. A

escavação foi feita com uma retroescavadeira e o concreto foi comprado pronto, garantindo este uma melhor resistência e uma maior rapidez no preenchimento das sapatas.

A mecanização dos serviços pode trazer benefícios no decorrer da obra, por trazer mais agilidade e conseqüentemente mais rapidez na obra. Nesses casos devem ser realizadas comparações de viabilidade, pois ao mesmo tempo que o serviço de uma retroescavadeira é mais oneroso, pode se tornar mais barato no final da atividade, comparando a quantidade de dias do serviço com a quantidade de colaboradores que o fariam manualmente.

4.4 Análise de cronograma da empresa em relação ao elaborado

O cronograma físico-financeiro elaborado antes do início da execução da obra foi utilizado nessa etapa. Este cronograma apresenta todos os itens previstos pela empresa na elaboração do projeto, com seus respectivos valores e prazos a serem cumpridos. O cronograma físico-financeiro é apresentado na Tabela 05.

Tabela 05 - Cronograma físico financeiro da obra

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR (R\$)	jul21	ago21	set21	out21	nov21	dez21	TOTAL
1	SERVIÇOS INICIAIS	26.868,90 1,41%	R\$ 13.703,14 51,00%	R\$ 2.633,15 9,80%	R\$ 2.633,15 9,80%	R\$ 2.633,15 9,80%	R\$ 2.633,15 9,80%	R\$ 2.633,15 9,80%	R\$ 26.868,90 100,00%
2	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	77.758,08 4,07%	R\$ 12.959,68 16,67%	R\$ 12.959,68 16,67%	R\$ 12.959,68 16,67%	R\$ 12.959,68 16,67%	R\$ 12.959,68 16,67%	R\$ 12.959,68 16,67%	R\$ 77.758,08 100,00%
3	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	2.618,00 0,14%	R\$ 2.618,00 100,00%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 2.618,00 100,00%
4	INFRAESTRUTURA	78.865,00 4,13%	R\$ 39.432,50 50,00%	R\$ 39.432,50 50,00%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 78.865,00 100,00%
5	SUPERESTRUTURA	483.118,02 25,32%	R\$ - -	R\$ 241.559,01 50,00%	R\$ 241.559,01 50,00%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 483.118,02 100,00%
6	PAREDES E PAINÉIS	75.933,00 3,98%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 37.966,50 50,00%	R\$ 37.966,50 50,00%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 75.933,00 100,00%
7	ESQUADRIAS	308.737,41 16,18%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 77.184,35 25,00%	R\$ 77.184,35 25,00%	R\$ 154.368,71 50,00%	R\$ - -	R\$ 308.737,41 100,00%
8	COBERTURA	11.520,36 0,60%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 11.520,36 100,00%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 11.520,36 100,00%
9	IMPERMEABILIZAÇÃO	22.388,33 1,17%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 22.388,33 100,00%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 22.388,33 100,00%
10	FORROS, SANCAS E REBAIXOS	58.118,67 3,05%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 29.059,33 50,00%	R\$ 29.059,33 50,00%	R\$ - -	R\$ 58.118,67 100,00%
11	REVESTIMENTOS	118.368,74 6,20%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 29.592,18 25,00%	R\$ 59.184,37 50,00%	R\$ 29.592,18 25,00%	R\$ 118.368,74 100,00%
12	PISO	167.186,21 8,76%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 41.796,55 25,00%	R\$ 83.593,11 50,00%	R\$ 41.796,55 25,00%	R\$ 167.186,21 100,00%
13	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	63.699,15 3,34%	R\$ 9.554,87 15,00%	R\$ 9.554,87 15,00%	R\$ 15.924,79 25,00%	R\$ 28.664,62 45,00%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 63.699,15 100,00%
14	LOUÇAS E METAIS	14.160,61 0,74%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 7.080,31 50,00%	R\$ 7.080,31 50,00%	R\$ 14.160,61 100,00%
15	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	40.118,16 2,10%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 20.059,08 50,00%	R\$ 20.059,08 50,00%	R\$ - -	R\$ 40.118,16 100,00%
16	COMBATE A INCÊNDIO	3.485,71 0,18%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 3.485,71 100,00%	R\$ 3.485,71 100,00%
17	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	6.665,37 0,35%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 3.332,69 50,00%	R\$ 3.332,69 50,00%	R\$ - -	R\$ 6.665,37 100,00%
18	REDE LÓGICA E TELEFÔNICA	12.652,20 0,66%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 12.652,20 100,00%	R\$ - -	R\$ 12.652,20 100,00%
19	REDE FRIGORÍGENA	26.589,15 1,39%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 13.294,58 50,00%	R\$ 13.294,58 50,00%	R\$ - -	R\$ 26.589,15 100,00%
20	PINTURAS	60.490,12 3,17%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 15.122,53 25,00%	R\$ 45.367,59 75,00%	R\$ 60.490,12 100,00%
21	EQUIPAMENTOS DE CLIMATIZAÇÃO	65.117,24 3,41%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 65.117,24 100,00%	R\$ 65.117,24 100,00%
22	ÁREA EXTERNA	33.364,81 1,75%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 16.682,41 50,00%	R\$ 16.682,41 50,00%	R\$ 33.364,81 100,00%
23	EQUIPAMENTOS E MAQUINÁRIOS	143.337,34 7,51%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 143.337,34 100,00%	R\$ 143.337,34 100,00%
24	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	7.089,73 0,37%	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ - -	R\$ 7.089,73 100,00%	R\$ 7.089,73 100,00%
Total Previsto (R\$):		1.908.250,33	78.268,19	306.139,21	422.136,18	296.542,72	430.022,13	375.141,90	1.908.250,33

Fonte: BEMI (2021)

De acordo com o observado, o cronograma pré-definido estabeleceu 6 meses de obra como planejamento. Entretanto, uma obra desse porte e com tantos detalhes nela contida inviabilizou que pudesse ser cumprido neste prazo.

De acordo com a representação do cronograma gerado para a obra, é possível prever todos os gastos envolvidos. Quando há um detalhamento em um cronograma físico-financeiro, o controle da obra se torna uma tarefa mais tranquila, tendo em vista que ajuda a cumprir os prazos pré-estabelecidos, organizar a questão financeira e organizar o tempo de gestão (MARTINS; MIRANDA, 2015).

Para a determinação de um cronograma de execução da obra coerente, o gestor deve ter ciência do tempo de execução de cada atividade. Obtendo esses tempos de execução, é necessário organizar a sequência lógica de atividades, separando as de cunho crítico com as mais flexíveis.

Para a elaboração do cronograma da obra do cartório integrado ao planejamento, como proposto nesse trabalho, foi necessário seguir todos esses procedimentos, calculando a duração de cada atividade composta na EAP e atribuindo a cada período a realização de cada uma delas. A Tabela 06 mostra a representação do cronograma físico-financeiro gerado, atendendo a estes procedimentos citados.

Tabela 06 – Cronograma desenvolvido de acordo com o cálculo de atividade

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR (R\$)	jul21	ago21	set21	out21	nov21	dez21	jan22	fev22	mar22	abr22	mai22	jun22	TOTAL
1	SERVIÇOS INICIAIS	26.888,90 1,41%	R\$ 13.703,14 51,00%	R\$ 1.195,07 4,45%	R\$ 1.195,07 4,45%	R\$ 1.195,07 4,45%	R\$ 1.195,07 4,45%	R\$ 1.195,07 4,45%	R\$ 1.195,07 4,45%	R\$ 1.195,07 4,45%	R\$ 26.888,90 100,00%				
2	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	77.758,08 4,07%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 6.479,84 8,33%	R\$ 77.758,08 100,00%
3	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	2.618,00 0,14%	R\$ 2.618,00 100,00%												R\$ 2.618,00 100,00%
4	INFRAESTRUTURA	78.885,00 4,13%	R\$ 39.432,50 50,00%	R\$ 39.432,50 50,00%											R\$ 78.885,00 100,00%
5	SUPERESTRUTURA	483.118,02 25,32%	-	R\$ 144.935,41 30,00%	R\$ 144.935,41 30,00%	R\$ 144.935,41 30,00%	R\$ 48.311,80 10,00%								R\$ 483.118,02 100,00%
6	PAREDES E PAINÉIS	75.933,00 3,98%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 34.189,85 45,00%	R\$ 34.189,85 45,00%	R\$ 7.593,30 10,00%						R\$ 75.933,00 100,00%
7	ESQUADRIAS	308.737,41 16,18%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 154.388,71 50,00%	R\$ 154.388,71 50,00%							R\$ 308.737,41 100,00%
8	COBERTURA	11.520,36 0,60%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 11.520,36 100,00%								R\$ 11.520,36 100,00%
9	IMPERMEABILIZAÇÃO	22.388,33 1,17%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 22.388,33 100,00%								R\$ 22.388,33 100,00%
10	FORROS, SANCAS E REBAIXOS	58.118,07 3,05%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 28.059,34 50,00%	R\$ 28.059,34 50,00%							R\$ 58.118,07 100,00%
11	REVESTIMENTOS	118.368,74 6,20%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 29.592,19 25,00%	R\$ 59.194,37 50,00%	R\$ 29.592,19 25,00%						R\$ 118.368,74 100,00%
12	PISO	167.188,21 8,78%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 58.515,17 35,00%	R\$ 16.716,62 10,00%	R\$ 58.515,17 35,00%	R\$ 33.437,24 20,00%				R\$ 167.188,21 100,00%
13	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	63.699,15 3,34%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 6.369,92 10,00%	R\$ 63.699,15 100,00%
14	LOUÇAS E METAIS	14.160,61 0,74%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 14.160,61 100,00%				R\$ 14.160,61 100,00%
15	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	40.118,16 2,10%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 12.035,45 30,00%	R\$ 28.082,71 70,00%							R\$ 40.118,16 100,00%
16	COMBATE A INCÊNDIO	3.485,71 0,18%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 3.485,71 100,00%				R\$ 3.485,71 100,00%
17	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	6.685,37 0,35%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 3.332,69 50,00%	R\$ 3.332,69 50,00%					R\$ 6.685,37 100,00%
18	REDE LÓGICA E TELEFONICA	12.652,20 0,68%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 12.652,20 100,00%			R\$ 12.652,20 100,00%
19	REDE FRIGORÍGENA	26.589,15 1,39%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 10.635,66 40,00%			R\$ 26.589,15 100,00%
20	PINTURAS	60.490,12 3,17%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 45.367,59 75,00%			R\$ 60.490,12 100,00%
21	EQUIPAMENTOS DE CLIMATIZAÇÃO	65.117,24 3,41%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 65.117,24 100,00%		R\$ 65.117,24 100,00%
22	ÁREA EXTERNA	33.364,81 1,75%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 20.018,89 60,00%	R\$ 13.345,92 40,00%	R\$ 33.364,81 100,00%
23	EQUIPAMENTOS E MAQUINÁRIOS	143.337,81 7,51%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 143.337,81 100,00%	R\$ 143.337,81 100,00%
24	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	7.089,73 0,37%	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 7.089,73 100,00%	R\$ 7.089,73 100,00%
Total Previsto (R\$):		1.908.250,78	68.603,39	198.413,33	158.980,83	158.980,83	355.491,44	377.425,57	71.282,21	75.883,28	102.574,92	76.330,96	92.811,63	171.448,97	1.908.250,33

Fonte: Autor (2022)

Analisando o novo cronograma gerado conforme todo o embasamento discutido, a obra deveria possuir um cronograma de construção de 12 meses ao invés de 6 meses, que é o elaborado pela empresa construtora. No ato da construção, a obra teve um andamento total de cerca de 1 ano e 3 meses, onde ocorreu diversos atrasos, principalmente em algumas de suas principais atividades críticas, obrigando a construtora a dar um “gás” final para agilizar a finalização e entrega da obra.

A distribuição de forma correta da ordem e tempo dos processos torna a execução de uma obra cada vez mais organizada, aumentando as chances de êxito do planejado na etapa de pré obra. Já a má distribuição com um mau planejamento, com a falta na atualização dos planos do projeto e com a má aplicação das técnicas de análise de caminho crítico afetam negativamente o desempenho e os resultados do empreendimento (JULIÃO, 2019).

4.5 Impacto das atividades do caminho crítico no final da obra

As atividades do caminho crítico, conforme já mencionado, são de fundamental importância para a manutenção do prazo final da obra. Ou seja, qualquer evento não planejado ou imprevisto no decorrer da realização dessas atividades influencia diretamente no prazo programado, tornando-o cada vez mais passível de erro.

A obra do cartório do 2º ofício de Balsas, no Maranhão, lidou com algumas dessas situações, que ocasionaram um atraso de um pouco mais de 6 meses na finalização da obra. Na sequência, serão abordados três serviços que fazem parte do caminho crítico da obra e que apresentaram problemas, acarretando atraso da obra, já que são atividades que fazem parte do caminho crítico.

4.5.1 Estrutura metálica

Na cidade de Balsas, ainda está se popularizando a construção de edifícios com estrutura metálica, pois é evidente as vantagens da mesma, tanto na praticidade e na agilidade quanto na segurança de um edifício com um “esqueleto” metálico.

Desde o início do planejamento, entendeu-se como bastante vantajoso a utilização da estrutura metálica para a construção de seu novo prédio, tendo em vista que vários dos objetivos eram inovação e praticidade no negócio, trazendo isso como reflexo para ser o cartório de maior porte da região.

Entretanto, ocorreram alguns problemas desde o início da execução que trouxeram alguns problemas. O primeiro problema foi a falta de aporte financeiro para arcar com todas as peças da estrutura metálica. Esse problema gerou, no início, um certo atraso no cronograma, pois o fato da estrutura metálica estar parada eventualmente paralisou toda a obra, tendo em vista que era uma das principais atividades críticas.

O segundo problema foi a falta de cuidado da empresa que fez toda a estrutura metálica do empreendimento, que colocou várias vigas metálicas com dimensões distintas. Isso afetou diretamente o cronograma final da obra, pois como ficou evidente essas falhas, os engenheiros e arquitetos tiveram que planejar uma estratégia para camuflá-las. Uma dessas estratégias foi a colocação dos brises de alumínio na parte externa.

Esse problema poderia ter sido evitado com uma fiscalização mais rigorosa e com a exigência da utilização de peças metálicas de mesmas dimensões, dependendo de onde seriam utilizadas, sendo vigas internas ou externas.

No estudo sobre planejamento e controle de cronograma físico de obras realizado por Resende (2015), onde o autor analisou duas obras, ambas no Estado de Goiás, também houve um atraso na atividade de estruturas metálicas, isto devido a uma pendência financeira e falta de capacidade de entrega por parte do fornecedor e do atraso nos arremates da cobertura por causa de problemas na contratação de mão de obra. Este atraso ocasionou dois dias de perda no cronograma final esperado, assim ocasionando certo transtorno e reduzindo o ritmo da obra.

A Figura 10 mostra a colocação das peças da estrutura metálica na construção do cartório.

Figura 10 - Instalação de estrutura metálica da obra



Fonte: Diário de obra (2021)

4.5.2 Escavação de semi-subsolo

Outra peculiaridade do novo cartório era a construção de um semi-subsolo, que serviria para Tecnologia de Informação (TI), copa, vestiário e armazenamento de arquivos. Por mais que se soubesse que o lençol freático é raso e que já tivesse sido realizado um estudo de todo o solo, a escavação atingiu o nível da água, onde começou a gerar diversos problemas.

Portanto, teve-se que realizar um processo delicado de drenagem, com mantas bidim e tubulações específicas para drenagem, além da colocação de britas por todo o pavimento. Esse “imprevisto” acabou sendo uma atividade crítica da obra, o que trouxe mais um atraso para a finalização da obra.

Este problema poderia ter sido evitado com a realização de um estudo topográfico mais detalhado a respeito do solo, e com isso a aplicação de técnicas de drenagem pré-estabelecidas junto ao acréscimo da atividade no cronograma da obra.

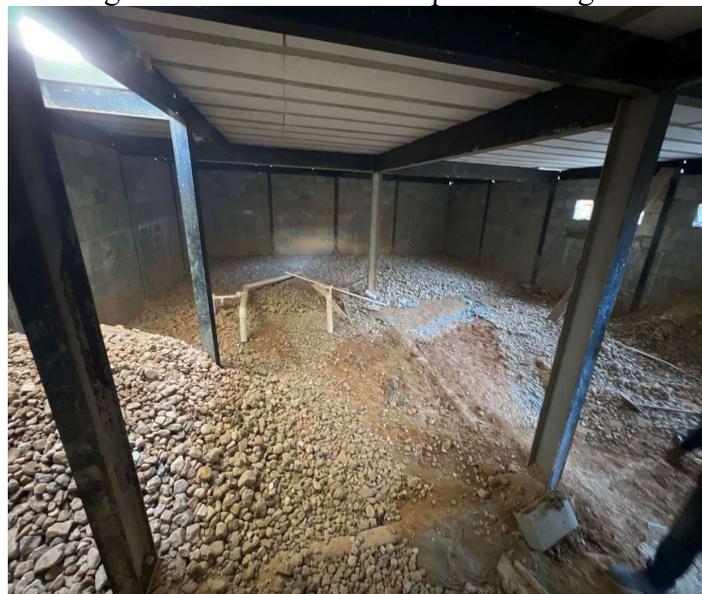
As Figuras 11 e 12 mostram o processo de drenagem realizado no semi-subsolo na época de escavação.

Figura 11 - Início de escavação semi-subsolo.



Fonte: Diário de obra (2022).

Figura 12 – Semi-subsolo após a drenagem.



Fonte: Diário de obra (2022).

Viegas (2011), em seu estudo sobre a importância do planejamento de obras para a gestão de prazo e custo, identificou algumas interferências que não haviam sido previstas pela empresa executora da obra. No momento da execução dos blocos da fundação da edificação, observou-se que haveria a necessidade do rebaixamento do lençol freático, evidenciando a falta de estudos geotécnicos prévios. Essa situação causou problemas na execução dos blocos e consequente atraso no cronograma da obra.

4.5.3 Forro de PVC

O terceiro e último ponto a ser citado foi a colocação do forro de madeira. Inicialmente, conforme projeto, o forro da parte de atendimento seria feito com forro Policloreto de vinila (PVC). Entretanto, no decorrer da obra, decidiu-se trocar a ideia do forro de PVC por um forro de madeira, pois era de mais agrado do cliente.

O problema se iniciou na compra da madeira. Ela foi comprada bem antes da colocação, e a fornecedora disponibilizou uma madeira verde, sem tratamento algum. Com o passar do tempo, essa madeira, mesmo que armazenada corretamente, começou a empenar e entortar. Como foi um material muito caro, impossibilitou-se a compra de outro material, e a fornecedora em questão recusou realizar a troca.

Uma atividade que inicialmente era para acontecer em ao menos uma semana, estendeu-se por praticamente um mês, afetando diretamente o assentamento de porcelanato no térreo praticamente por completo, e eventualmente atrasando o prazo final da obra.

Essa atividade poderia ter sido melhor planejada para evitar esse atraso. Primeiramente, essas peças deveriam ser fornecidas no melhor estado possível, não estando verdes e estando inaptas a entortarem.

No estudo realizado por Viegas (2011), as várias revisões de projetos comprometeram a logística e o prazo de execução das fundações. Do mesmo modo que aconteceu na obra do cartório, onde além de todos os fatores citados, o replanejamento de atividades atrapalha a subsequência dos cronogramas gerados.

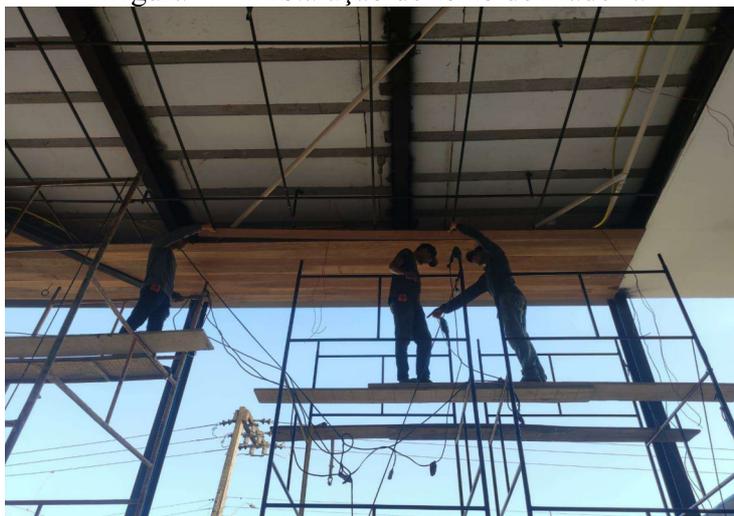
As Figuras 13 e 14 mostram a instalação das peças do forro de madeira.

Figura 13 - Instalação de forro de madeira.



Fonte: Diário de obra (2022).

Figura 14 - Instalação de forro de madeira



Fonte: Diário de obra (2022).

Dessa forma, pôde-se verificar que a realização do planejamento da obra com a definição do caminho crítico do cronograma possibilitaria a identificação das atividades que não podem atrasar, pois seu atraso implica no atraso da obra como um todo.

No caso da obra em estudo, atividades como as três descritas anteriormente, por estarem no caminho crítico, teriam tido maior atenção, exigindo um detalhamento maior de todo o processo necessário para que essas atividades pudessem ser realizadas sem atraso.

É claro que não há a possibilidade de prever todos os fatores que interferem ou possam vir a interferir na execução de uma obra, mas a elaboração do cronograma de obra seguindo as etapas de planejamento utilizadas neste trabalho se mostrou necessária para aqueles que buscam o mínimo de imprevisibilidade em uma obra.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento de obra é fundamental para o sucesso do empreendimento, bem como para as empresas executoras. Parece uma afirmação óbvia, mas o que é verificado na realidade da construção civil é que muitas empresas não realizam o planejamento ou o fazem de maneira precária, o que acarreta perda de prazos e recursos financeiros, desperdício, acidentes, dentre outros problemas.

O autor deste trabalho estagiou em uma obra e pôde acompanhar como era realizado o planejamento dessa obra pela empresa, notando que na empresa havia um grande comprometimento com as questões relacionadas ao planejamento.

Sendo assim, conhecendo a problemática da falta de planejamento, mas sabendo da sua importância, decidiu-se por analisar o cronograma físico dessa obra, integrado ao planejamento da mesma em todas as suas etapas, utilizando-se o Método do Caminho Crítico.

Inicialmente, foi feito um levantamento dos dados da obra, principalmente em relação ao projeto básico. Esse ponto de partida é fundamental para a elaboração do cronograma e para a identificação do caminho crítico, pois o projeto básico oferece os dados necessários para a execução do roteiro do planejamento.

De posse dos dados, foram elaboradas a EAP da obra e definidas as durações e predecessoras. Nessa etapa, houve a inserção dos dados no MS Project, software muito útil para a execução das próximas etapas.

Já no MS Project, foi criado o Diagrama de Redes, o cronograma físico da obra, o Gráfico de Gantt e definido o Caminho Crítico. O cronograma gerado a partir do roteiro de planejamento aplicado foi comparado com o cronograma previsto e executado da obra, obtido na fase do levantamento de dados, com ênfase no caminho crítico.

Essa análise mostrou como resultado a ligação direta entre as atividades presentes no caminho crítico elaborado e os problemas com atrasos verificados no andamento real da obra.

Atividades como a execução da estrutura metálica e do forro de madeira apresentaram problemas que poderiam ter sido previstos, caso o cronograma da obra houvesse sido elaborado em sua relação com o caminho crítico, o que permitiria maior eficiência do cronograma gerado e também do acompanhamento da execução do mesmo.

Para trabalhos futuros, sugere-se a adoção de outros métodos de análise de cronograma que possam complementar o método do caminho crítico.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, Luiz Felipe Baptista. **Atrasos de obras: uma correlação com problemas no gerenciamento**. 2016. 44 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.
- ALMEIDA, E. S.; VOLSKI, I. **Aplicação de Rede Pert/Cpm na Construção Civil**. TCC's Engenharia Civil. Campo Real-PA, v. 1 p. 01-23, 2021.
- ALVES, Érika Andrade Castro. O PDCA como ferramenta de gestão da rotina. In: XI **Congresso nacional de excelência em gestão**. p. 1-12. 2015.
- ARMACOLLO, G. H.; GIFFHORN, E. **Uso do Project para o aperfeiçoamento do planejamento e gestão de mão de obra na construção civil**. 2020. Monografia (Graduação MBA em Gerenciamento de Projetos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina: 2020.
- BARCAUI, André Baptista et al. **Gerenciamento de cronograma em projetos**. Editora Fundação Getúlio Vargas, 2021.
- BEMI - Beckman e Miranda. **Obra do Cartório 2º ofício de Balsas Maranhão**. Balsas, Maranhão, 2021.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Controladoria-Geral da União. **Decreto 7.983, 08 de abril de 2013**. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 abr. 2013.
- CAMPOS, A. L. N. **Modelagem de Processos com BPMN**. 2ª edição. Brasport, 2014.
- CÂNDIDO, Roberto et al. **Gerenciamento de projetos**. Curitiba - PR: Aymarã Educação, 2012. 120 p.
- CARVALHO, C. S. **Modelo de Estrutura Analítica de Projeto de Obras Públicas**. 2010. 35f. Monografia (Pós-Graduação em Administração Pública). Rio Grande do Sul: Joinville, 2010.
- CARVALHO, M. M. **Fundamentos em Gestão de Projetos - Construindo Competências para Gerenciar Projetos**. Rio Janeiro – RJ: Grupo GEN, 2018.
- CARVALHO, M. T. M.; DE PAULA, J. M. P.; GONÇALVES, P. H. **Gerenciamento de obras públicas**. 74 p. Rio de Janeiro: IPEA, 2017.
- CASTELLO, Ricardo Vilar et al. **Lean healthcare: um caminho para melhorias de gestão e serviço de saúde**. 2022. 71 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2022.

- CHAVES FILHO, Flávio. **Avaliação do custo de uma obra devido à falta de um planejamento adequado.** 2014. 69 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas. Brasília, 2014.
- CHIODELLI, J. H.; GIANDON, A. C. Análise comparativa entre duas ferramentas de planejamento e controle em uma obra em fase de fundações: Estudo de caso. **Uningá Review**, v. 29, n. 1, p. 14-23, jan-mar, 2017.
- CNJ - Conselho Nacional de Justiça. **Obras Paralisadas.** Brasília: CNJ, 2019.
- CUKIERMAN, Zigmundo Salomão. **O modelo PERT/CPM aplicado a projetos.** 7. ed. Rio de Janeiro: Riechmann & Affonso Editora, 2000.
- DUFFY, Mary. **Gestão de projetos: Managing projects.** Traduzido por Eduardo Lasserre. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- EEEP - Escola Estadual de Educação Profissional. Secretaria de Educação do Estado de Ceara. Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. **Curso Técnico em Desenho de Construção Civil: planejamento de obras.** Ceara: SEDUC/CE, 2008.
- FAGUNDES, Thales Pereira. **Planejamento de obra: Estudo de Caso, edificação residencial de multipavimentos em Brasília.** 2013. 85 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS. Brasília-DF, 2013.
- FALCONI, V. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês).** 8. ed. Nova Lima, MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda. 256 p, 2014.
- FERREIRA, D. D. et al. **Planejamento e orçamento de obra: roteiro e estudo de caso de elaboração de um planejamento e orçamento de obras.** 2019. 84 p. Monografia (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte-MG, 2019.
- FERREIRA, R. C. et al. **Comparação aplicada entre as técnicas de planejamento CPM e LOB (Line of Balance).** 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil-Especialização em Construções). Universidade do Porto. Portugal, 2011.
- FONSECA, M. L. **Soluções Tecnológicas e Educação Corporativa.** Project modulo II, 58 p. Belo Horizonte-MG: MLF, 2021.
- FREITAS, L. A. **Levantamento de aumento do custo e do prazo de obras públicas nos últimos sete anos.** 2016. 70 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2016.
- GEMPAR. Gestão e Estratégia do Ministério Público do Paraná. **Gerenciamento de projetos.** Planejamento Estratégico 2010-2018. Paraná: Ministério Público. 2018.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GUIDUGLI FILHO, R. R; CESAR, R. K. G. **Elaboração, Análise e Gerência de Projetos.** 2008. 40 p. Monografia (Graduação em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte-MG, 2008.

HALPIN, D. W.; WOODHEAD, R. W. **Administração da Construção Civil**. 2º Edição. Rio de Janeiro/RJ. Editora: LTC. 2004.

HOZUMI, C. R. J.; SOARES, C. A. P.; BROCHADO, M. R. Processos de gerenciamento de projetos de engenharia com padrão PMI: eficácia de sua aplicação. 2006. In: **XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil**, 9 a 11 de outubro de 2006.

IOPES. Instituto de Obras Públicas do Espírito Santo. **Manual para Elaboração de orçamento para Obras Públicas**. Orgs Claudio Daniel Passos Rosa, Holdar de Barros Figueira Netto e Marcelo Amorim Gonçalves. Espírito Santos: Secretária dos Transportes e Obras Públicas, 2017.

JANDREY, M. R. **GESTÃO DE PROJETO USANDO O MS PROJECT**. 2020. 96 p. Monografia (Graduação em Bacharel em Engenharia Civil). UniEVANGÉLICA, Anápolis-GO, 2020.

JULIÃO, Paulo Henrique Rozin et al. **A importância do gerenciamento do tempo para o cumprimento de cronogramas de projetos de construção**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2019. p. 521-621.

KERZNER, H. **Gerenciamento de projetos**. São Paulo – SP: Editora Blucher, 2011.

LAGO, B. F. E. **O plano de negócio e sua importância estratégica para o microempreendedor individual**. 2021. 54 p. Monografia (Graduação em Administração) Centro Universitário Maria Milza. Governador Mangabeira – BA, 2021.

LUNA, Davi Cavalcanti. **GESTÃO ORÇAMENTÁRIA E PLANEJAMENTO DE OBRAS**. 2019. 55 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 2019.

MARTINS, Bianca Capelo Faria; MIRANDA, Vinícius Antônio Montgomery. **CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO EM OBRAS DE EDIFICAÇÃO**. Revista Científic@ Universitas, v. 3, n. 2, 2015.

MASTENBROEK, Y. C. **Reduzindo custos de retrabalho em projetos de construção: aprendendo com o retrabalho em projetos realizados e evitando retrabalho no futuro**. 2010. 78 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade de Twente. Enschede, 2010.

MATIAS NETO, Antônio Pereira. **Planejamento e Controle de Obras: técnicas e aplicações para uma unidade unifamiliar**. 2017. 75 f. Monografia (Graduação em Bacharel em Engenharia Civil). Instituto Federal de Sergipe. Aracaju/SE, 2017.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

MAXIMIANO, A. C. A. **Fundamentos da administração: Introdução à teoria Geral e aos processos da administração**. 312p. São Paulo: LTC. 2015.

MORAES, Felipe Maciel et al. Planejamento e Gerenciamento na Construção Civil. **Revista De Trabalhos Acadêmicos Universo**. São Gonçalo-SP, v. 1, n. 2, p. 98-135, 2017.

NEIVA, I. J. C.; BERNARDINO, M. P. **Análise Comparativa sobre a Aplicação das Ferramentas Computacionais Autodoc e Ms Project em um Projeto de Obra Civil**. 2018. 56 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). UniEvangélica, Anapolis-GO, 2018.

NOVAES, J. M. N. A. R. **Deficiência de planejamento-suas consequências e o controle adequado de obras: suas consequências e o controle adequado de obras**. 2011. 79 p. Monografia (Especialização em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte - MG, 2011.

PANTA, E. de S. et al. Elaboração de rede PERT/CPM em uma empresa de confecção: Um estudo de caso. **XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Fortaleza, CE, Brasil, v. 13, 2015.

PEREIRA, Fabrício Souza. **Aplicabilidade da ferramenta PDCA no transporte logístico fluvial de hortifruti tomate**. 2021. 39 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos). Universidade Federal do Pará. Belém-PA, 2021.

PERNAMBUCO. Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco. **Manual de Orientações Técnicas para Contratação e Execução de Obras e Serviços de Engenharia Públicos**. Orgs. Gustavo Galvão, Ladislau de Sena Junior. Pernambuco: O Tribunal, 2010.

PIRES, J. S. et al. Estudo de Caso: Planejamento de projetos com metodologia PERT/CPM. **Revista Ampla de Gestão Empresarial**. Registro - SP, v. 2, n. 2, p 65-82, outubro, 2013.

PMBOK. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**. 6 Ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017.

PORTUGAL, M. A. **Como Gerenciar Projetos de Construção Civil**. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Feevale, 2013.

RESENDE, Priscila Barbosa; VENDER, Karolina; CARRIJO, Selma Araújo. Roteiro do planejamento de obras. In: **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. Mineiros-GO, 2018. Disponível em: < <https://www.unifimes.edu.br/ojs/index.php/coloquio/article/view/371>>. Acesso em: 28 set. 2022.

RESENDE, Vitor Hugo Martins et al. **Planejamento e controle de cronograma físico de obras por meio da corrente crítica no Ms Project**. 2015. 210 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Goiás. Goiânia - GO, 2015.

RIBEIRO, Hélen Regina de Oliveira. **Análise das causas e do impacto financeiro de contratações adicionais em obras públicas**. 2015. 209 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil). Universidade Federal de Goiás. Goiânia-GO, 2015.

SANTOS, L. H. **Aplicação do método PERT/CPM na construção civil**. 2018. 72 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13193/1/metodopertcpmconstrucaocivil.pdf>. Acesso em: 05 de agosto de 2022.

SILVA JUNIOR, O.; BORGES JUNIOR, C. Roteiro para elaboração do planejamento da produção de empreendimentos da indústria da construção civil, segundo os princípios da construção enxuta. **VII SEGeT–Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Anais, UERJ**. Rio de Janeiro-RJ, p. 1-11, 2010.

SILVA, D. P. et al. Planejamento e gerenciamento de obras: variáveis que ocasionam atraso na construção civil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 31190-31204, 2019.

SILVA, M. **Planejamento e controle de obras**. 2011. 68 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal da Bahia. Salvador-BA, 2011.

SILVA, Renan Rodrigues. **Deficiências no planejamento e execução de obras no campus central da UFRN**. 2016. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal/RN, 2016.

SILVA, Ricardo William da et al. **Resíduos da Construção Civil: controle por meio do método Lean Construction**. 2018. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Pará. Belém-PA, 2018.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **Caixa Econômica Federal**. 8ª Ed. Brasília: CAIXA, 2020.

TEIXEIRA, M. S. **A influência do gerenciamento nas fases de projeto em empreendimentos na construção civil análise crítica de uma obra pública**. 2015. 88 p. Monografia (Especialização em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte-MG, 2015.

TISAKA, M. Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução. 2 ed., 470 p. **Rev. e Ampl.** São Paulo: PINI, 2011.

TOSTA, J. P. **Restrições de Processos Construtivos de Edifícios: uma Abordagem a Partir das Percepções de Engenheiros de Obras**. 2013. 163 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória-ES, 2013.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VENÂNCIO, Rafaela Barbosa et al. **Avaliação de projeto de investimento utilizando a ferramenta PERT/CPM**. 2016.

VERGARA, Walter Roberto Hernández; TEIXEIRA, Renata Tais; YAMANARI, Juliana Suemi. Análise de risco em projetos de engenharia: uso do PERT/CPM com simulação. **Exacta**, v. 15, n. 1, p. 75-88, 2017.

VIEGAS, Emerson Sebastião. **Gestão de prazo e produtividade**: estudo de caso. 2011. 47 f. Monografia (Pós-graduação em Construção Civil). Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG, 2011.

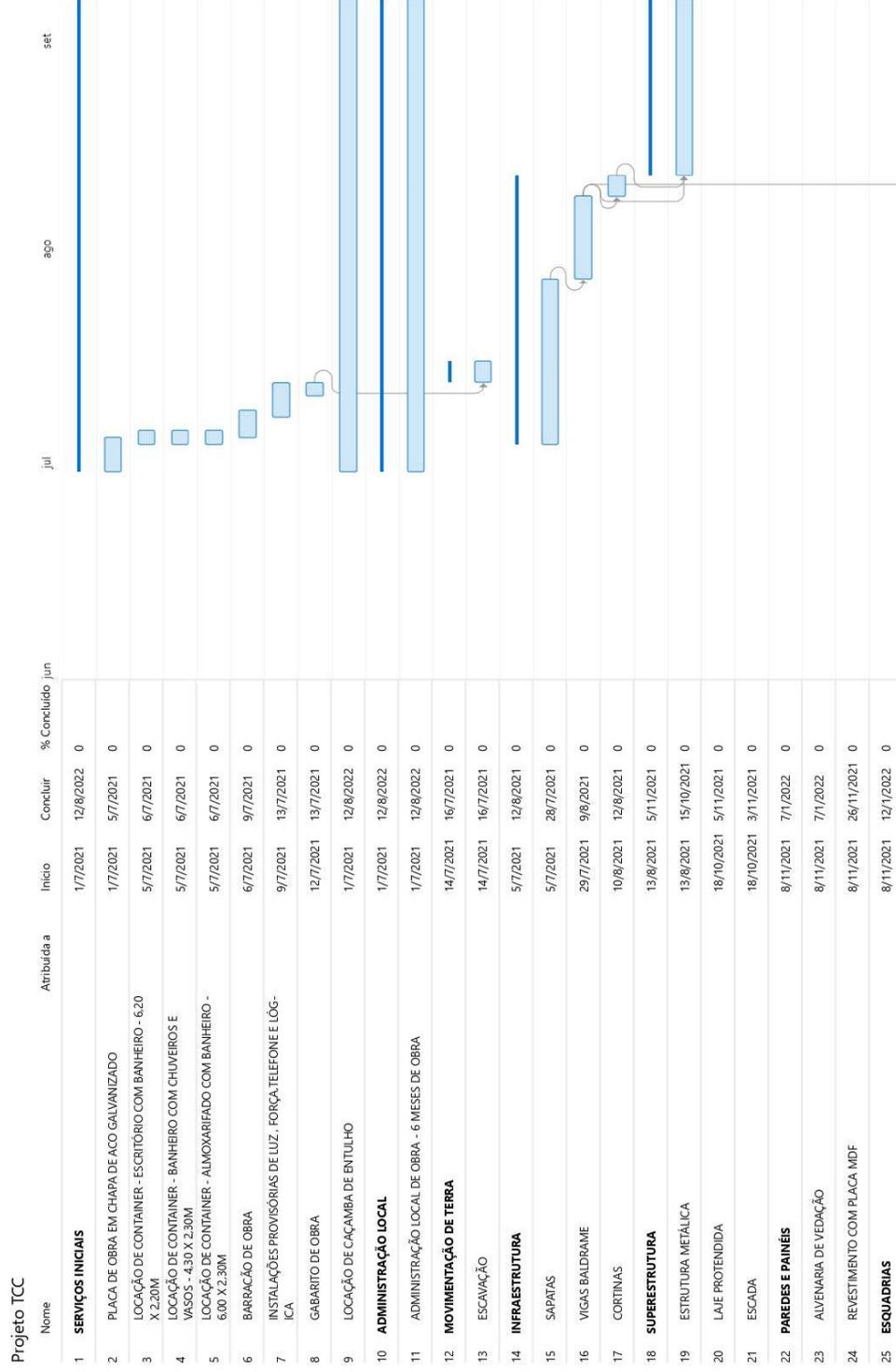
YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICES

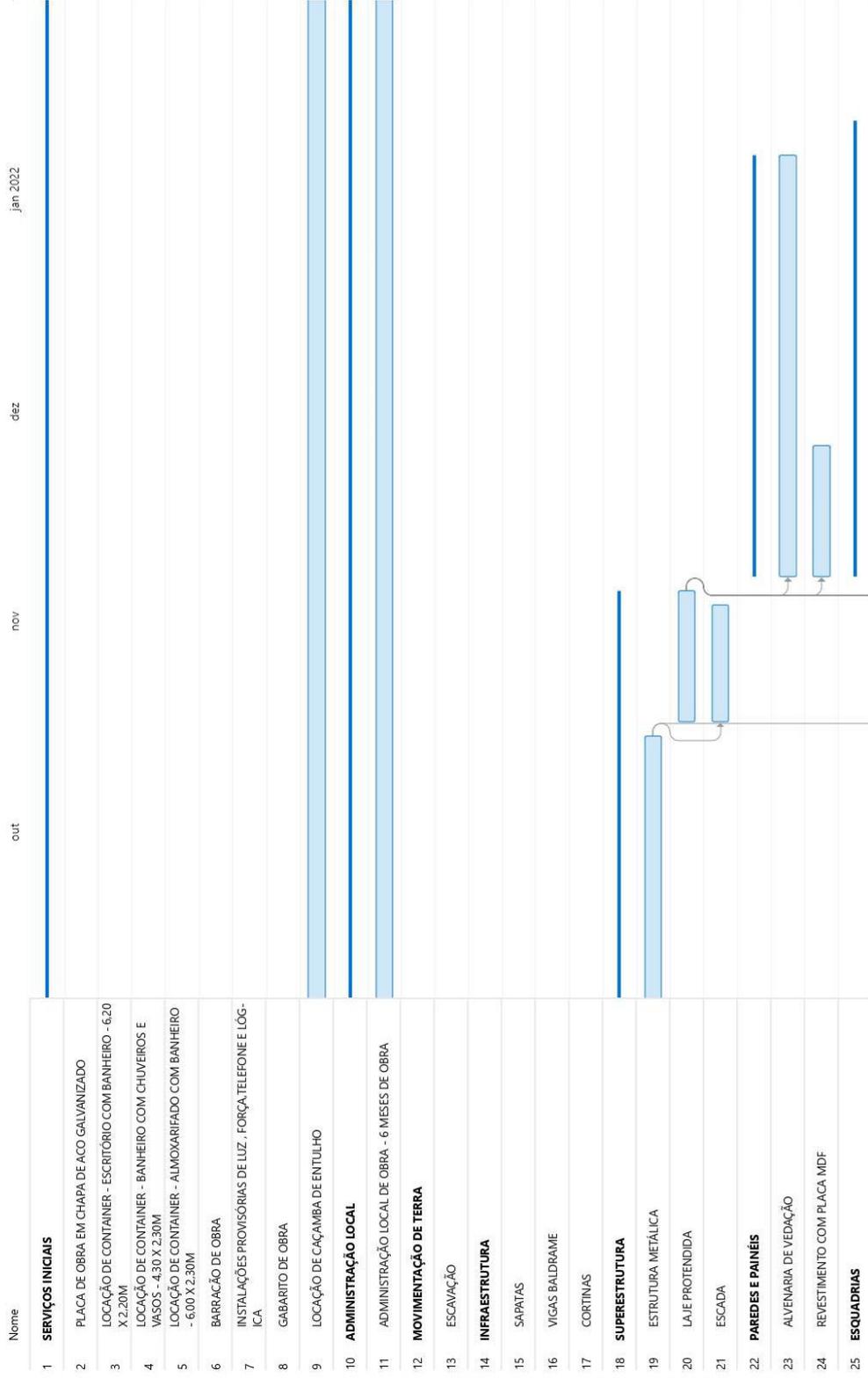


UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE BALSAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

APÊNDICE A - CRONOGRAMA CRÍTICO DA OBRA DO CARTÓRIO DESENVOLVIDO NO MS PROJECT



Projeto TCC



Projeto TCC

Nome	fev	mar	abr	mai	jun
1 SERVIÇOS INICIAIS					
2 PLACA DE OBRA EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO					
3 LOCAÇÃO DE CONTAINER - ESCRITÓRIO COM BANHEIRO - 6,20 X 2,20M					
4 LOCAÇÃO DE CONTAINER - BANHEIRO COM CHUVEIROS E VASOS - 4,30 X 2,30M					
5 LOCAÇÃO DE CONTAINER - ALMOXARIFADO COM BANHEIRO - 6,00 X 2,30M					
6 BARRAÇÃO DE OBRA					
7 INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS DE LUZ, FORÇA, TELEFONE E LÓGICA					
8 GABARITO DE OBRA					
9 LOCAÇÃO DE CAÇAMBA DE ENTULHO					
10 ADMINISTRAÇÃO LOCAL					
11 ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRA - 6 MESES DE OBRA					
12 MOVIMENTAÇÃO DE TERRA					
13 ESCAVAÇÃO					
14 INFRAESTRUTURA					
15 SAPATAS					
16 VIGAS BALDRAME					
17 CORTINAS					
18 SUPERESTRUTURA					
19 ESTRUTURA METÁLICA					
20 LAJE PROTENDIDA					
21 ESCADA					
22 PAREDES E PAINÉIS					
23 ALVENARIA DE VEDAÇÃO					
24 REVESTIMENTO COM PLACA MDF					
25 ESQUADRIAS					

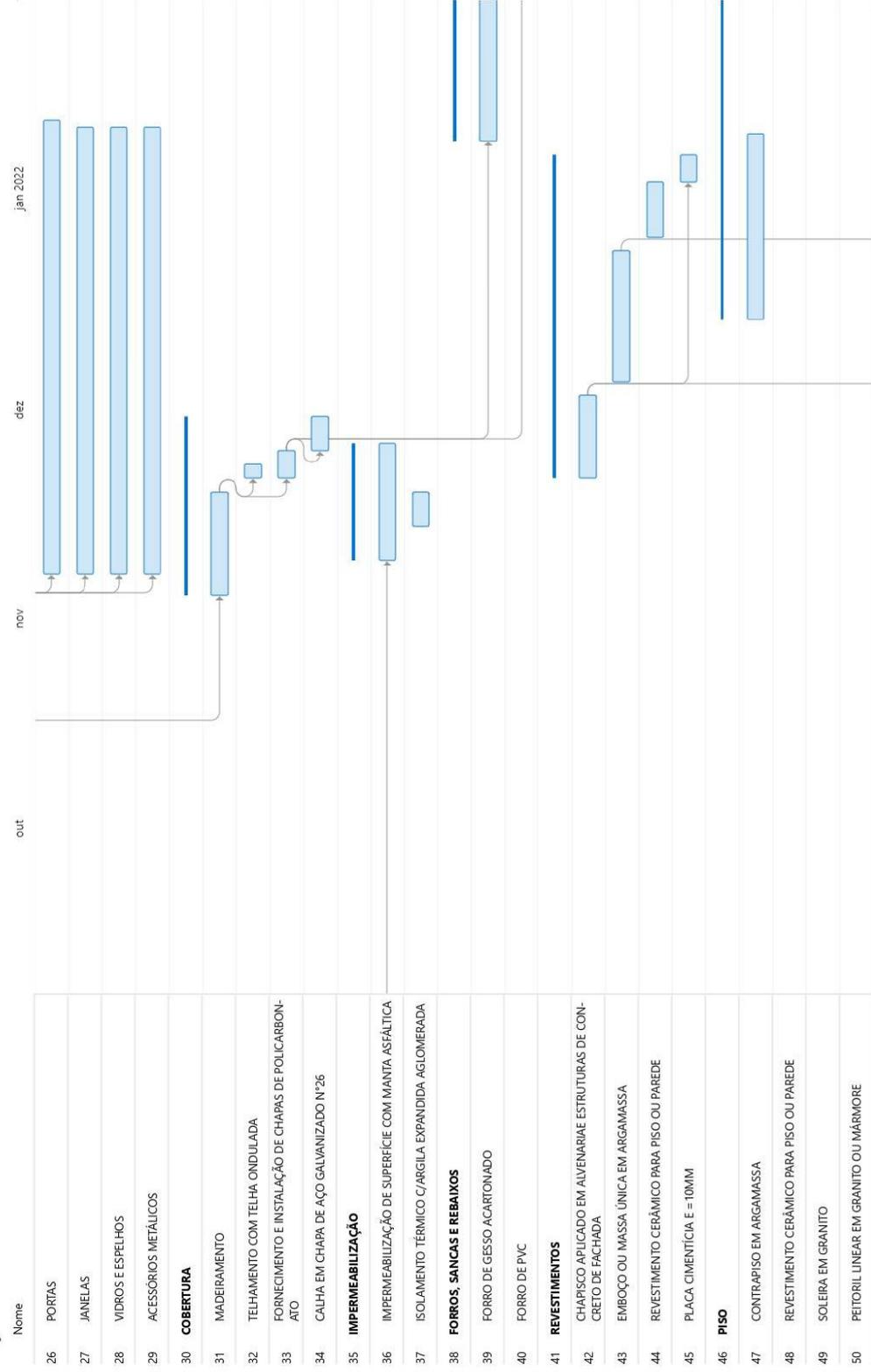
Projeto TCC

Nome	jul	ago	set	out	nov
1 SERVIÇOS INICIAIS					
2 PLACA DE OBRA EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO					
3 LOCAÇÃO DE CONTAINER - ESCRITÓRIO COM BANHEIRO - 6,20 X 2,20M					
4 LOCAÇÃO DE CONTAINER - BANHEIRO COM CHUVEIROS E VASOS - 4,30 X 2,30M					
5 LOCAÇÃO DE CONTAINER - ALMOXARIFADO COM BANHEIRO - 6,00 X 2,30M					
6 BARRAÇÃO DE OBRA					
7 INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS DE LUZ, FORÇA, TELEFONE E LÓGICA					
8 GABARITO DE OBRA					
9 LOCAÇÃO DE CAÇAMBA DE ENTULHO					
10 ADMINISTRAÇÃO LOCAL					
11 ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRA - 6 MESES DE OBRA					
12 MOVIMENTAÇÃO DE TERRA					
13 ESCAVAÇÃO					
14 INFRAESTRUTURA					
15 SAPATAS					
16 VIGAS BALDRAME					
17 CORTINAS					
18 SUPERESTRUTURA					
19 ESTRUTURA METÁLICA					
20 LAJE PROTENDIDA					
21 ESCADA					
22 PAREDES E PAINÉIS					
23 ALVENARIA DE VEDAÇÃO					
24 REVESTIMENTO COM PLACA MDF					
25 ESQUADRIAS					

Projeto TCC

Nome	Atribuída a	Início	Concluir	% Concluído	jun	jul	ago	set
26	PORTAS	8/11/2021	12/1/2022	0				
27	JANELAS	8/11/2021	11/1/2022	0				
28	VIDROS E ESPELHOS	8/11/2021	11/1/2022	0				
29	ACESSÓRIOS METÁLICOS	8/11/2021	11/1/2022	0				
30	COBERTURA	5/11/2021	30/11/2021	0				
31	MADERAMENTO	5/11/2021	19/11/2021	0				
32	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA	22/11/2021	23/11/2021	0				
33	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CHAPAS DE POLICARBONATO	22/11/2021	25/11/2021	0				
34	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO N°26	26/11/2021	30/11/2021	0				
35	IMPERMEABILIZAÇÃO	10/11/2021	26/11/2021	0				
36	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA	10/11/2021	26/11/2021	0				
37	ISOLAMENTO TÉRMICO C/ARGILA EXPANDIDA AGLOMERADA	15/11/2021	19/11/2021	0				
38	FORROS, SANCAS E REBAIXOS	10/1/2022	7/2/2022	0				
39	FORRO DE GESSO ACARTONADO	10/1/2022	31/1/2022	0				
40	FORRO DE PVC	1/2/2022	7/2/2022	0				
41	REVESTIMENTOS	22/11/2021	7/1/2022	0				
42	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA	22/11/2021	3/12/2021	0				
43	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA	6/12/2021	24/12/2021	0				
44	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO OU PAREDE	27/12/2021	3/1/2022	0				
45	PLACA CIMENTÍCIA E = 10MM	4/1/2022	7/1/2022	0				
46	PISO	15/12/2021	17/3/2022	0				
47	CONTRAPISO EM ARGAMASSA	15/12/2021	10/1/2022	0				
48	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO OU PAREDE	8/2/2022	7/3/2022	0				
49	SOLEIRA EM GRANITO	8/3/2022	14/3/2022	0				
50	PEITORIL LINEAR EM GRANITO OU MÁRMORE	15/3/2022	17/3/2022	0				

Projeto TCC



Projeto TCC

Nome	fev	mar	abr	mai	jun
26 PORTAS					
27 JANELAS					
28 VIDROS E ESPELHOS					
29 ACESSÓRIOS METÁLICOS					
30 COBERTURA					
31 MADEIRAMENTO					
32 TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA					
33 FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CHAPAS DE POLICARBONATO					
34 CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO N°26					
35 IMPERMEABILIZAÇÃO					
36 IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA					
37 ISOLAMENTO TÉRMICO C/ ARGILA EXPANDIDA AGLOMERADA					
38 FORROS, SANCAS E REBAIXOS					
39 FORRO DE GESSO ACARTONADO					
40 FORRO DE PVC					
41 REVESTIMENTOS					
42 CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA					
43 EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA					
44 REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO OU PAREDE					
45 PLACA CIMENTÍCIA E = 10MM					
46 PISO					
47 CONTRAPISO EM ARGAMASSA					
48 REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO OU PAREDE					
49 SOLEIRA EM GRANITO					
50 PEITORIL LINEAR EM GRANITO OU MÁRMORE					

Projeto TCC

Nome	jul	ago	set	out	nov
26 PORTAS					
27 JANELAS					
28 VIDROS E ESPELHOS					
29 ACESSÓRIOS METÁLICOS					
30 COBERTURA					
31 MADEIRAMENTO					
32 TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA					
33 FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CHAPAS DE POLICARBONATO					
34 CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO N°26					
35 IMPERMEABILIZAÇÃO					
36 IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA					
37 ISOLAMENTO TÉRMICO C/ARGILA EXPANDIDA AGLOMERADA					
38 FORROS, SANCAS E REBAIXOS					
39 FORRO DE GESSO ACARTONADO					
40 FORRO DE PVC					
41 REVESTIMENTOS					
42 CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA					
43 EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA					
44 REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO OU PAREDE					
45 PLACA CIMENTÍCIA E = 10MM					
46 PISO					
47 CONTRAPISO EM ARGAMASSA					
48 REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO OU PAREDE					
49 SOLEIRA EM GRANITO					
50 PEITORIL LINEAR EM GRANITO OU MÁRMORE					

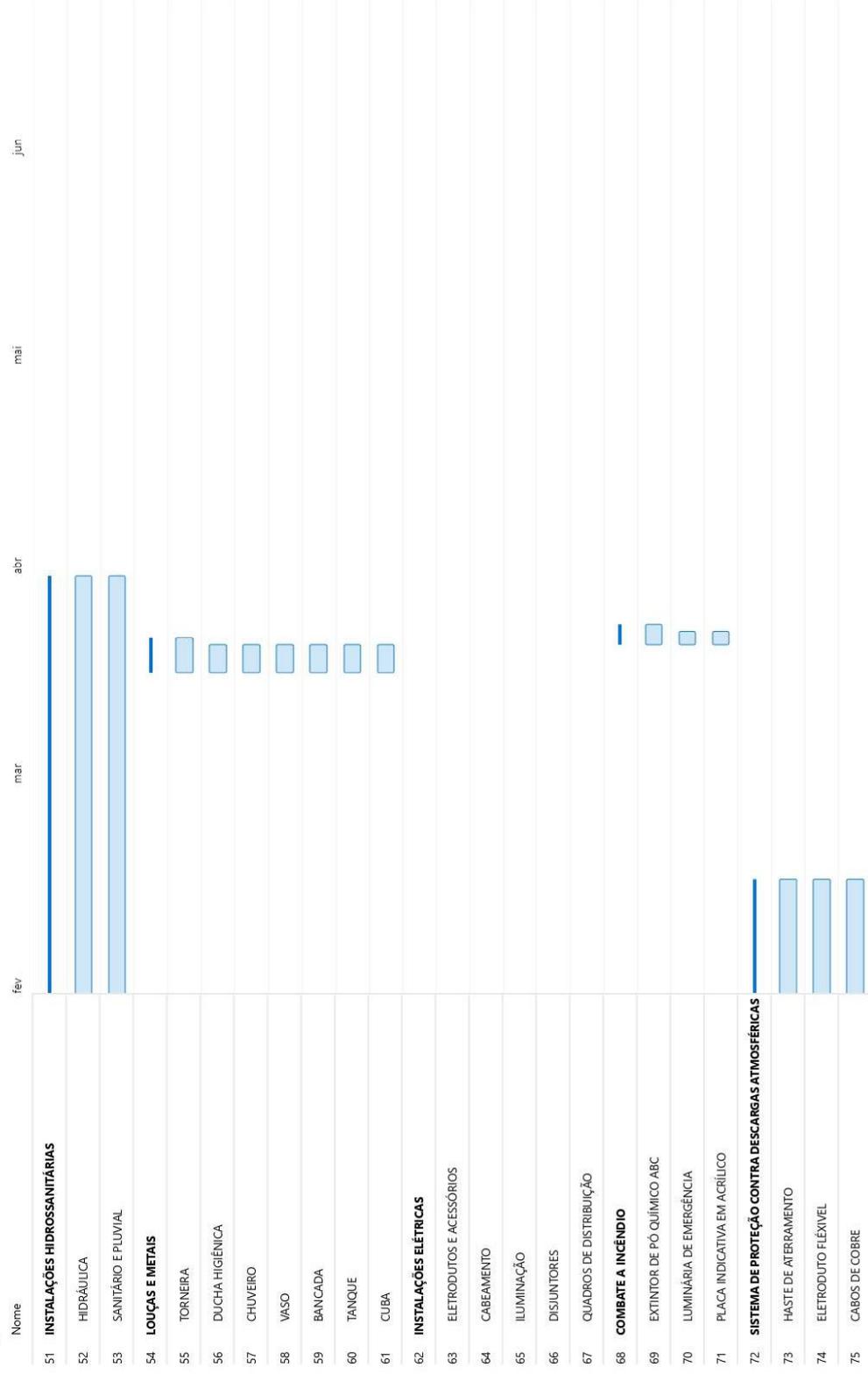
Projeto TCC

Nome	Atribuída a	Início	Concluir	% Concluído	jun	jul	ago	set
51 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS		23/7/2021	31/3/2022	0				
52 HIDRÁULICA		23/7/2021	31/3/2022	0				
53 SANITÁRIO E PLUVIAL		23/7/2021	31/3/2022	0				
54 LOUÇAS E METAIS		18/3/2022	22/3/2022	0				
55 TORNEIRA		18/3/2022	22/3/2022	0				
56 DUCHA HIGIÊNICA		18/3/2022	21/3/2022	0				
57 CHUVEIRO		18/3/2022	21/3/2022	0				
58 VASO		18/3/2022	21/3/2022	0				
59 BANCADA		18/3/2022	21/3/2022	0				
60 TANQUE		18/3/2022	21/3/2022	0				
61 CUBA		18/3/2022	21/3/2022	0				
62 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		20/12/2021	20/1/2022	0				
63 ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS		20/12/2021	20/1/2022	0				
64 CABEAMENTO		20/12/2021	20/1/2022	0				
65 ILUMINAÇÃO		20/12/2021	20/1/2022	0				
66 DISJUNTORES		20/12/2021	20/1/2022	0				
67 QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO		20/12/2021	20/1/2022	0				
68 COMBATE A INCÊNDIO		22/3/2022	24/3/2022	0				
69 EXTINTOR DE PÓ QUÍMICO ABC		22/3/2022	24/3/2022	0				
70 LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA		22/3/2022	23/3/2022	0				
71 PLACA INDICATIVA EM ACRÍLICO		22/3/2022	23/3/2022	0				
72 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS		10/1/2022	15/2/2022	0				
73 HASTE DE ATERRAMENTO		10/1/2022	15/2/2022	0				
74 ELETRODUTO FLEXÍVEL		10/1/2022	15/2/2022	0				
75 CABOS DE COBRE		10/1/2022	15/2/2022	0				

Projeto TCC

Nome	out	nov	dez	jan 2022
51 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS				
52 HIDRÁULICA				
53 SANITÁRIO E PLOVIAL				
54 LOUÇAS E METAIS				
55 TORNEIRA				
56 DUCHA HIGIÊNICA				
57 CHUVEIRO				
58 VASO				
59 BANCADA				
60 TANQUE				
61 CUBA				
62 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				
63 ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS				
64 CABEAMENTO				
65 ILUMINAÇÃO				
66 DISJUNTORES				
67 QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO				
68 COMBATE A INCÊNDIO				
69 EXTINTOR DE PÓ QUÍMICO ABC				
70 LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA				
71 PLACA INDICATIVA EM ACRÍLICO				
72 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS				
73 HASTE DE ATERRAMENTO				
74 ELETRODUTO FLEXÍVEL				
75 CABOS DE COBRE				

Projeto TCC



Projeto TCC

Nome	jul	ago	set	out	nov
51 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS					
52 HIDRÁULICA					
53 SANITÁRIO E PLOVIAL					
54 LOUÇAS E METAIS					
55 TORNEIRA					
56 DUCHA HIGIÊNICA					
57 CHUVEIRO					
58 VASO					
59 BANCADA					
60 TANQUE					
61 CUBA					
62 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS					
63 ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS					
64 CABEAMENTO					
65 ILUMINAÇÃO					
66 DISJUNTORES					
67 QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO					
68 COMBATE A INCÊNDIO					
69 EXTINTOR DE PÓ QUÍMICO ABC					
70 LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA					
71 PLACA INDICATIVA EM ACRÍLICO					
72 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS					
73 HASTE DE ATERRAMENTO					
74 ELETRODUTO FLEXÍVEL					
75 CABOS DE COBRE					

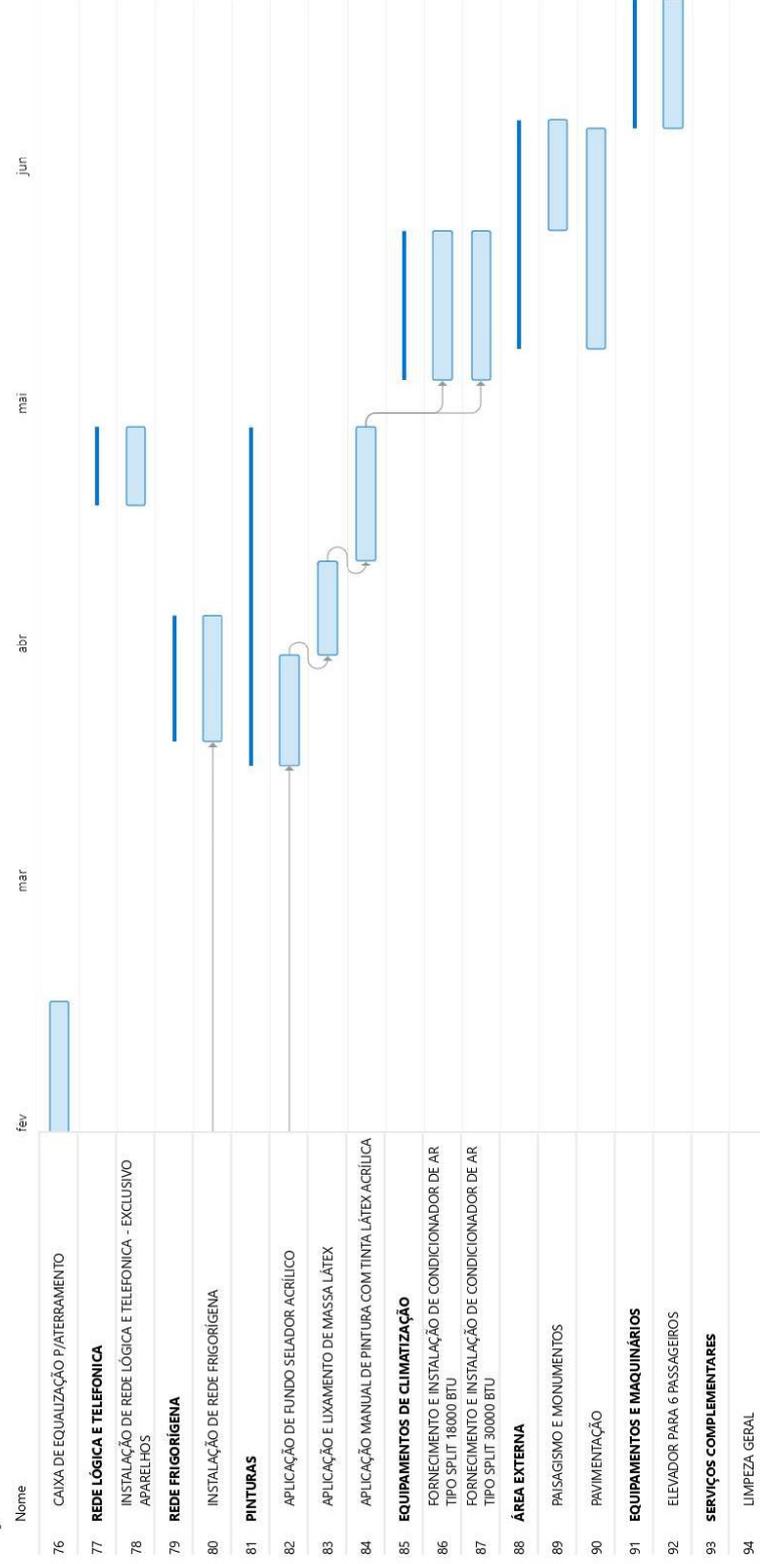
Projeto TCC

Nome	Atribuída a	Início	Concluir	% Concluído	jun	jul	ago	set
76	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO P/ATERRAMENTO	10/1/2022	15/2/2022	0				
77	REDE LÓGICA E TELEFONICA	20/4/2022	29/4/2022	0				
78	INSTALAÇÃO DE REDE LÓGICA E TELEFONICA - EXCLUSIVO APARELHOS	20/4/2022	29/4/2022	0				
79	REDE FRIGORÍGENA	21/3/2022	5/4/2022	0				
80	INSTALAÇÃO DE REDE FRIGORÍGENA	21/3/2022	5/4/2022	0				
81	PINTURAS	18/3/2022	29/4/2022	0				
82	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO	18/3/2022	31/3/2022	0				
83	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX	1/4/2022	12/4/2022	0				
84	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA	13/4/2022	29/4/2022	0				
85	EQUIPAMENTOS DE CLIMATIZAÇÃO	6/5/2022	24/5/2022	0				
86	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT 18000 BTU	6/5/2022	24/5/2022	0				
87	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT 30000 BTU	6/5/2022	24/5/2022	0				
88	ÁREA EXTERNA	10/5/2022	7/6/2022	0				
89	PAISAGISMO E MONUMENTOS	25/5/2022	7/6/2022	0				
90	PAVIMENTAÇÃO	10/5/2022	6/6/2022	0				
91	EQUIPAMENTOS E MAQUINÁRIOS	7/6/2022	23/6/2022	0				
92	ELEVADOR PARA 6 PASSAGEIROS	7/6/2022	23/6/2022	0				
93	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	24/6/2022	30/6/2022	0				
94	LIMPEZA GERAL	24/6/2022	30/6/2022	0				

Projeto TCC

Nome	out	nov	dez	jan 2022
76 CAIXA DE EQUALIZAÇÃO P/ATERRAMENTO				
REDE LÓGICA E TELEFONICA				
77 INSTALAÇÃO DE REDE LÓGICA E TELEFONICA - EXCLUSIVO APARELHOS				
78				
REDE FRIGORÍGENA				
79				
80 INSTALAÇÃO DE REDE FRIGORÍGENA				
81 PINTURAS				
82 APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO				
83 APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX				
84 APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA				
85 EQUIPAMENTOS DE CLIMATIZAÇÃO				
86 FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT 18000 BTU				
87 FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT 30000 BTU				
88 ÁREA EXTERNA				
89 PAISAGISMO E MONUMENTOS				
90 PAVIMENTAÇÃO				
91 EQUIPAMENTOS E MAQUINÁRIOS				
92 ELEVADOR PARA 6 PASSAGEIROS				
93 SERVIÇOS COMPLEMENTARES				
94 LIMPEZA GERAL				

Projeto TCC



Projeto TCC

Nome	jul	ago	set	out	nov
76 CAIXA DE EQUALIZAÇÃO P/ATERRAMENTO					
REDE LÓGICA E TELEFONICA					
77 INSTALAÇÃO DE REDE LÓGICA E TELEFONICA - EXCLUSIVO APARELHOS					
REDE FRIGORÍGENA					
78 INSTALAÇÃO DE REDE FRIGORÍGENA					
PINTURAS					
79 APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO					
80 APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX					
81 APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA					
EQUIPAMENTOS DE CLIMATIZAÇÃO					
82 FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT 18000 BTU					
83 FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CONDICIONADOR DE AR TIPO SPLIT 30000 BTU					
ÁREA EXTERNA					
84 PAISAGISMO E MONUMENTOS					
85 PAVIMENTAÇÃO					
EQUIPAMENTOS E MAQUINÁRIOS					
86 ELEVADOR PARA 6 PASSAGEIROS					
SERVIÇOS COMPLEMENTARES					
87 LIMPEZA GERAL					

ANEXO



BEMI Construções

Rua Adelino Matos, nº 15, Bairro: Nazaré
Balsas/MA

ANEXO A – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

CARTA DE AUTORIZAÇÃO

Eu, Fábbio Patrick Miranda Aranha, Diretor e Proprietário da BEMI construções de Balsas/MA, declaro que autorizo a execução do projeto de pesquisa intitulado “**ANÁLISE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE UMA OBRA, UTILIZANDO A TÉCNICA DO CAMINHO CRÍTICO**”, sob a responsabilidade do pesquisador Daniel Correia Martins, discente da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – Centro de Ciências de Balsas/MA, sob orientação do pesquisador responsável Prof^o Me. Vinicius Farias Albuquerque, com o objetivo de definir o caminho crítico da obra de construção de um cartório e analisar as atividades que constituem o caminho crítico em termos de impacto no prazo da obra através da análise do cronograma da obra do novo Cartório do 2º ofício de Balsas/MA.

Esperamos, outrossim, que os resultados produzidos possam ser informados a esta instituição por meio de Relatório.

De acordo e ciente,



FABBIO PATRICK MIRANDA ARANHA - CPF: 028.996.093-27

Engenheiro Civil
BEMI/ Balsas-MA

Balsas - MA, 10 de Agosto de 2022.